



L'intrusion marine dans la Caraïbe insulaire

// Pascal SAFFACHE

// Professeur des Universités, Université des Antilles

// Yoann PELIS

// Géographe-cartographe



Qu'est-ce que le changement climatique ?

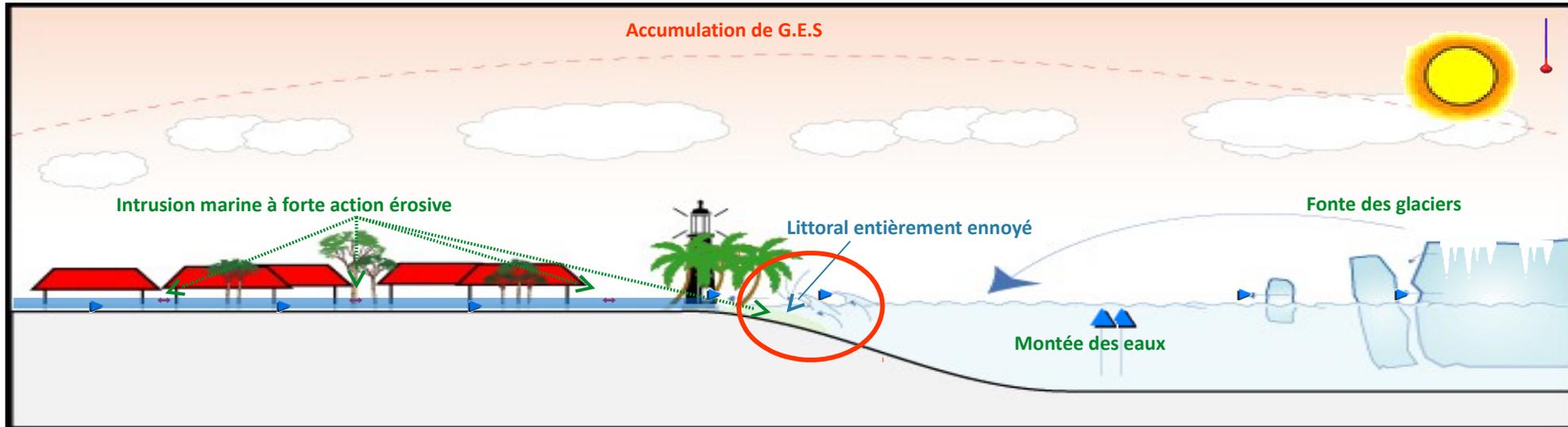
Qu'est-ce que le réchauffement de la planète ?

- // élévation générale des températures due aux émissions de gaz à effet de serre (G.E.S.). De 1910 à nos jours, la température moyenne du globe s'est élevée de + 0,85°C, et on attend une élévation comprise entre + 1,4 et + 5,6°C pour les prochaines décennies.

- // Des effets induits :
 - 1. Fonte des glaces polaires
 - 2. Recul des glaciers de montagnes (ex : Kilimandjaro)
 - 3. élévation du niveau de la mer (**+ de 25 cm au cours des 120 dernières années / + 26 à + 82 cm en 2100**)



1. Modèle théorique des conséquences de la montée des eaux sur les côtes antillaises





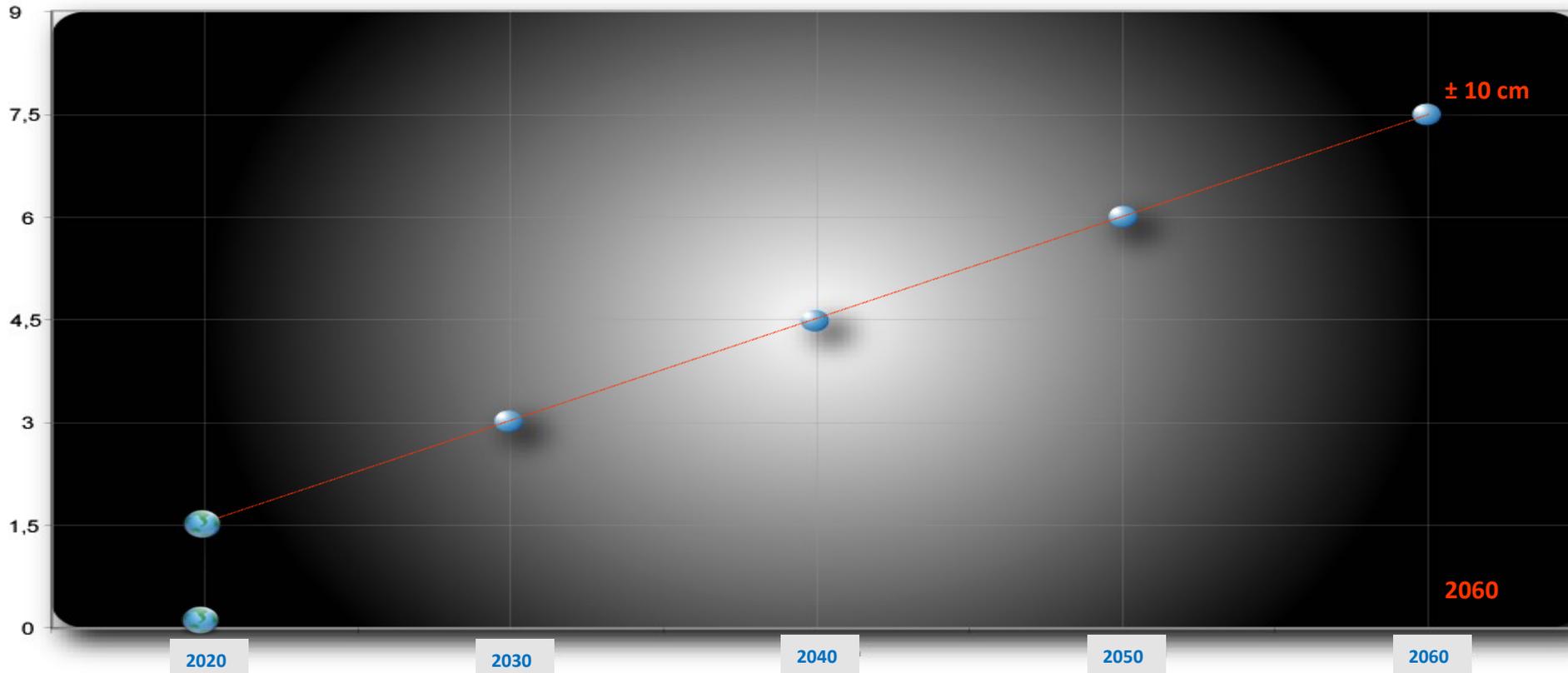
2. Modèle théorique de surcotes marines



Aux Antilles, toutes les villes côtières sont vulnérables face à ce type de manifestations



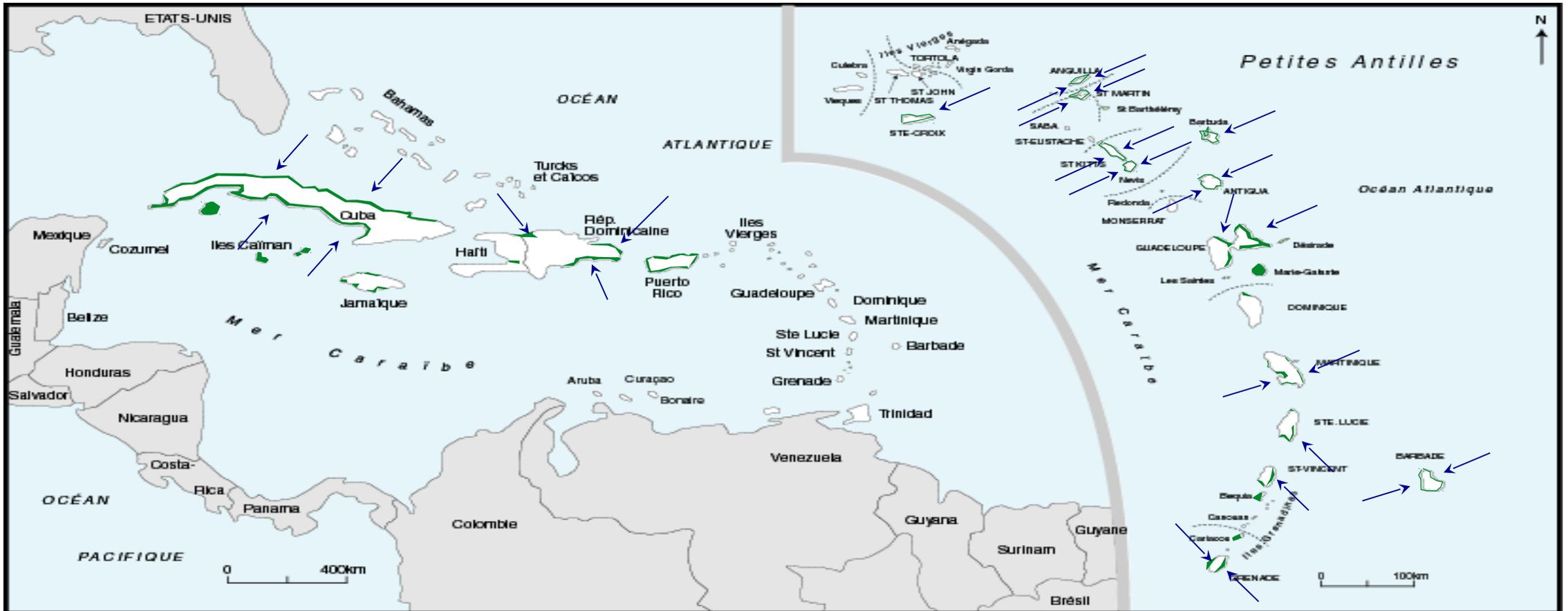
Projection de l'élévation du niveau de la mer aux Antilles



Montée des eaux estimée à 2 mm.an^{-1} . En 2060 hausse du niveau de la mer d'une dizaine de cm environ.



Vue prospective des intrusions marines aux Antilles (horizon 2060)



30/10
2015

**LE
CLIMAT**

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Précisions méthodologiques



Précisions importantes

- // Ces simulations ne prennent en compte que deux facteurs :
 - l'élévation du niveau général marin lié au changement climatique
 - les ondes de tempêtes (ou marées de tempêtes) couramment admises sous nos latitudes entre 3 et 5 m (cyclone de 1928 en Guadeloupe : + 8 m).

- // D'autres facteurs peuvent influencer ces champs potentiels de submersion :
 - la nature du trait de côte
 - l'imperméabilisation du substrat
 - le rôle (taille, profondeur, morphologie) du plateau continental
 - les effets de site (présence ou non de canyons sous-marins, par exemple)
 - l'hydrodynamique des masses d'eau

- // Le prochain défi sera de modéliser tous ces éléments !

30/10
2015

**LE
CLI
MA
T**

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

**Couverture
des zones Etudiees**

Zones de couverture des simulations



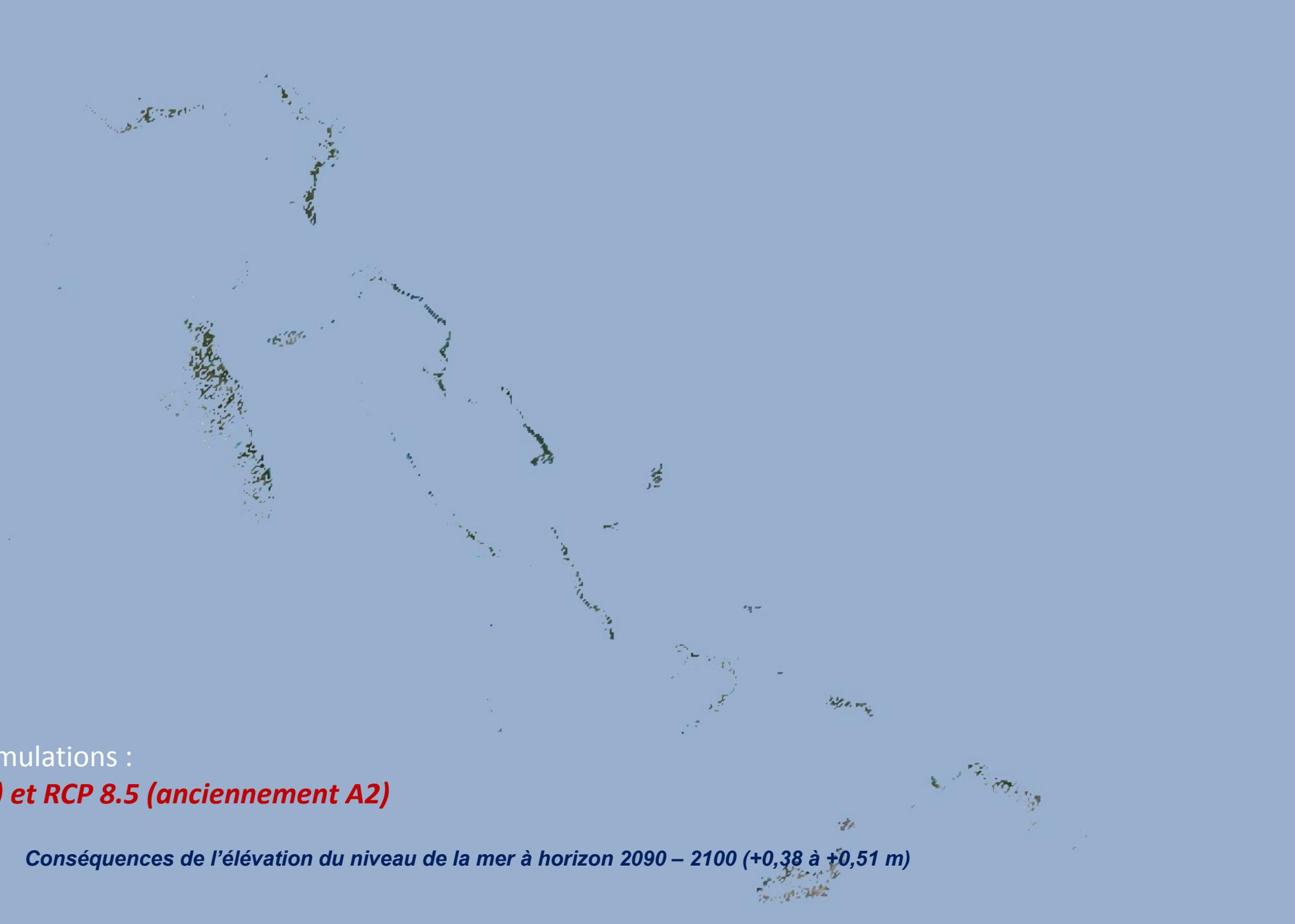
LE
CLIMAT
30/10
2015
DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

Les Bahamas

Etude de cas :
Les Bahamas - Caraïbes

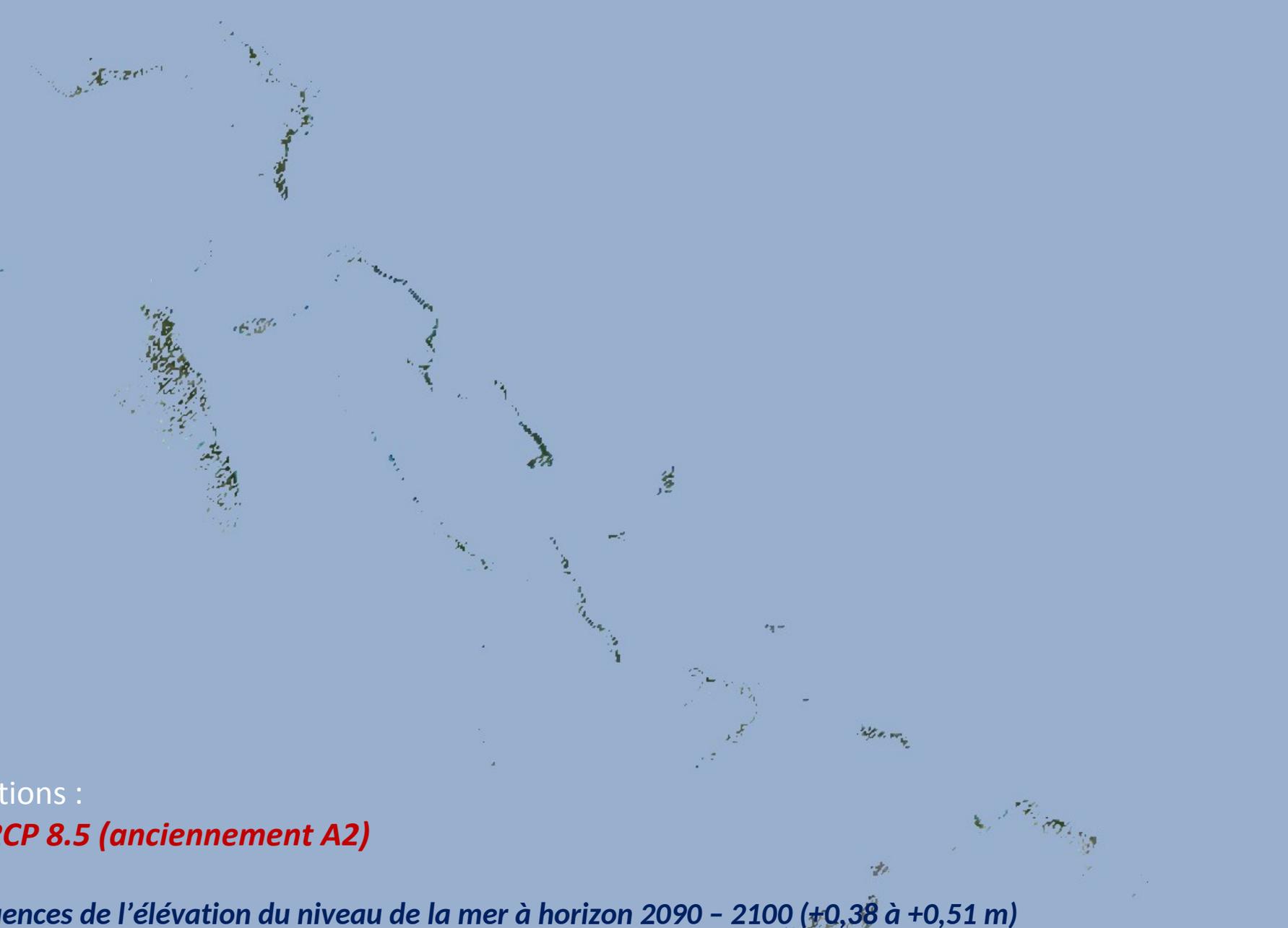




Etude de cas :
Les Bahamas - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

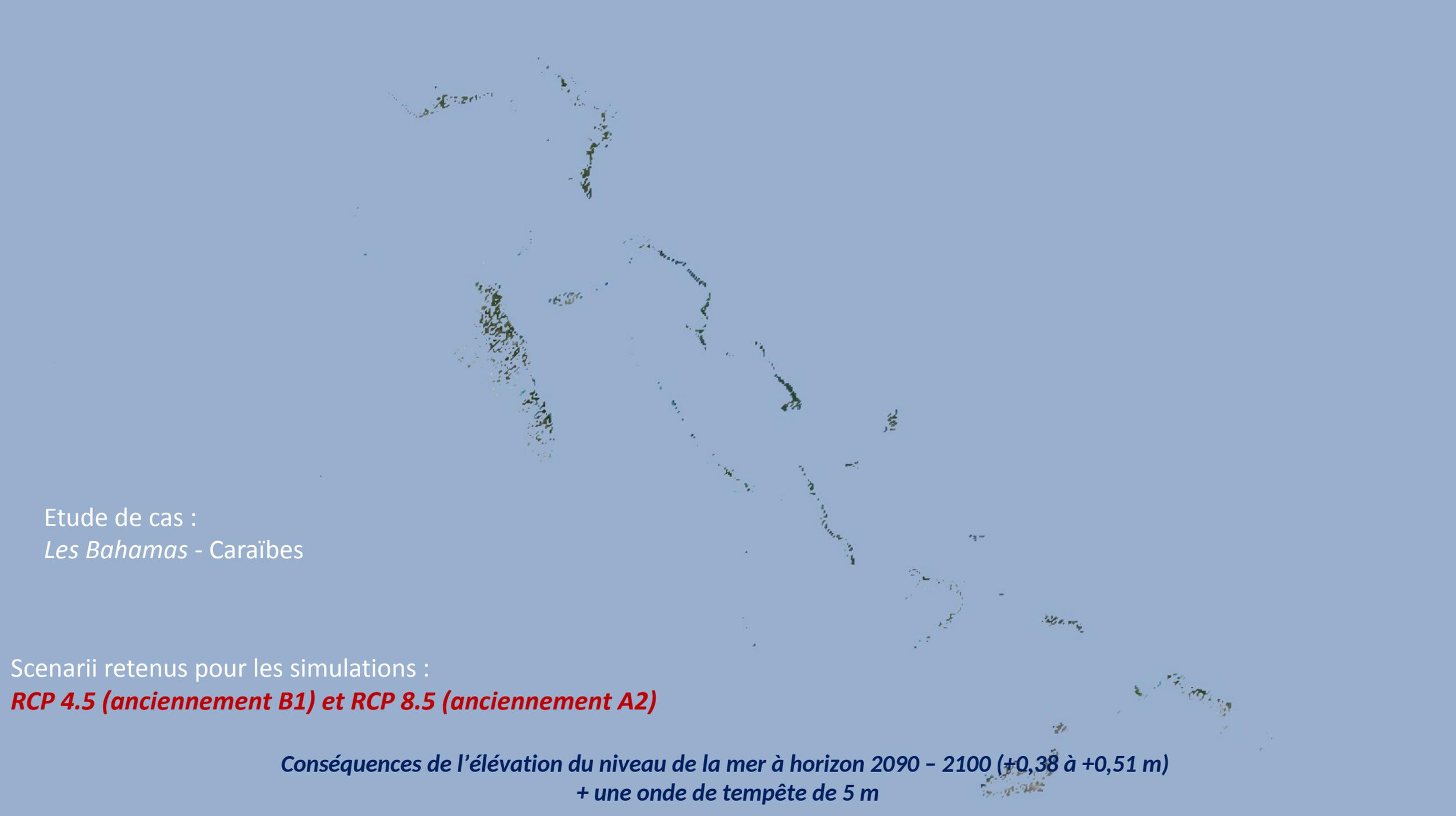
Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)



Etude de cas :
Les Bahamas - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
Les Bahamas - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***



30/10
2015

**LE
CLIMAT**

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

Cuba



Etude de cas :
Cuba - Caraïbes



Etude de cas :
Cuba - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)



Etude de cas :
Cuba - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
Cuba - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***



30/10
2015

**LE
CLI
MA
T**

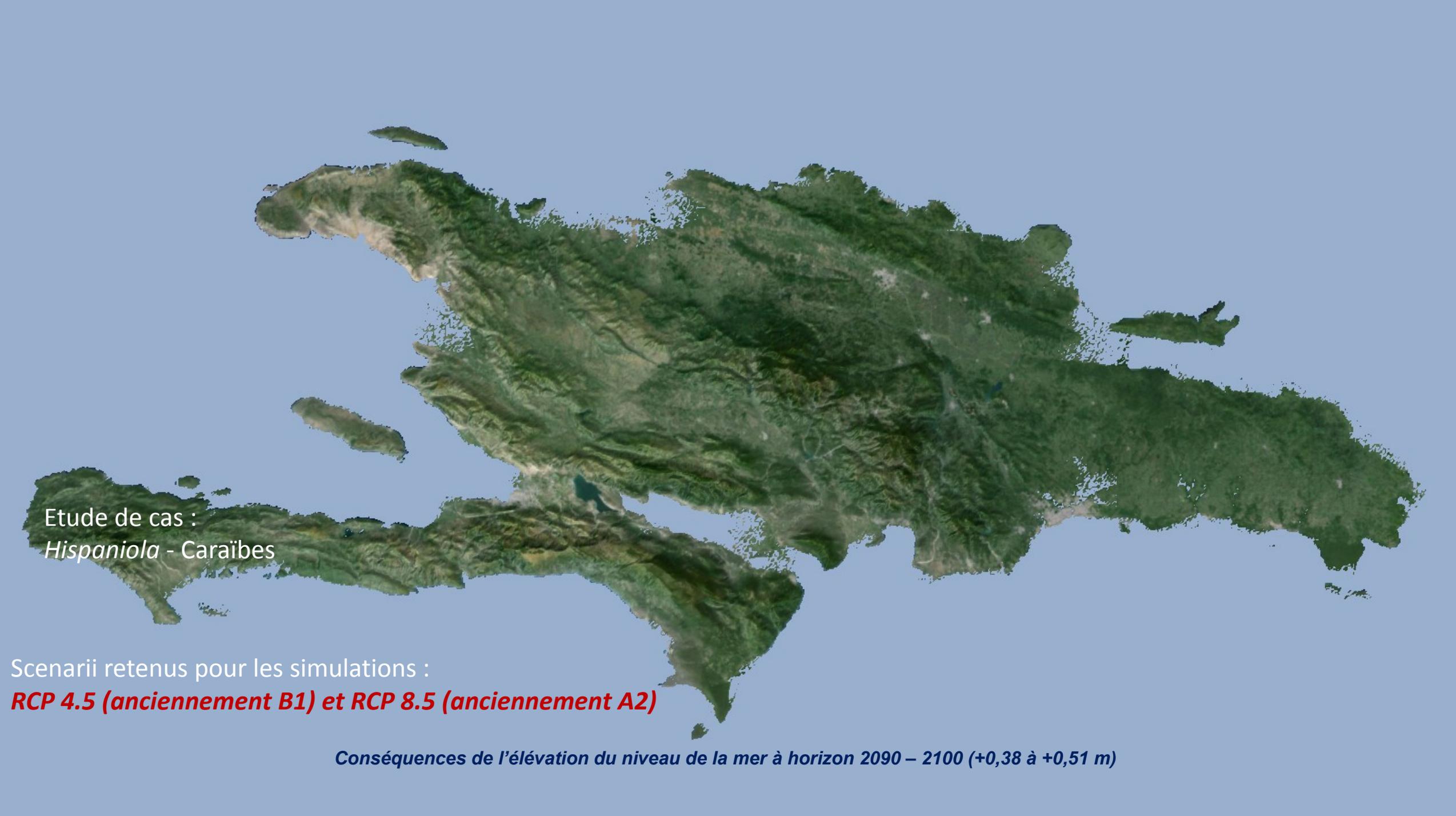
DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

Hispaniola



Etude de cas :
Hispaniola - Caraïbes

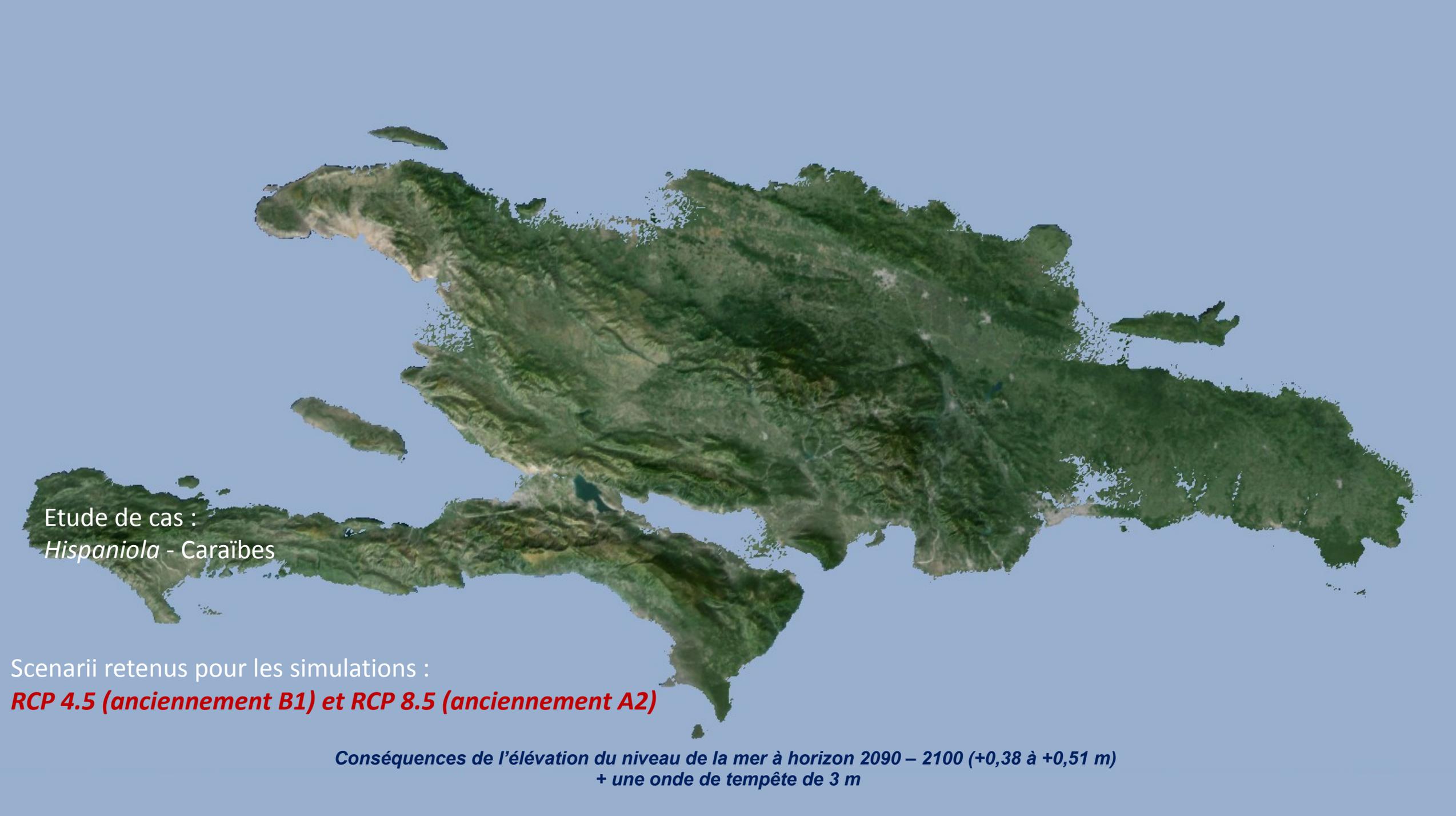


Etude de cas :
Hispaniola - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)

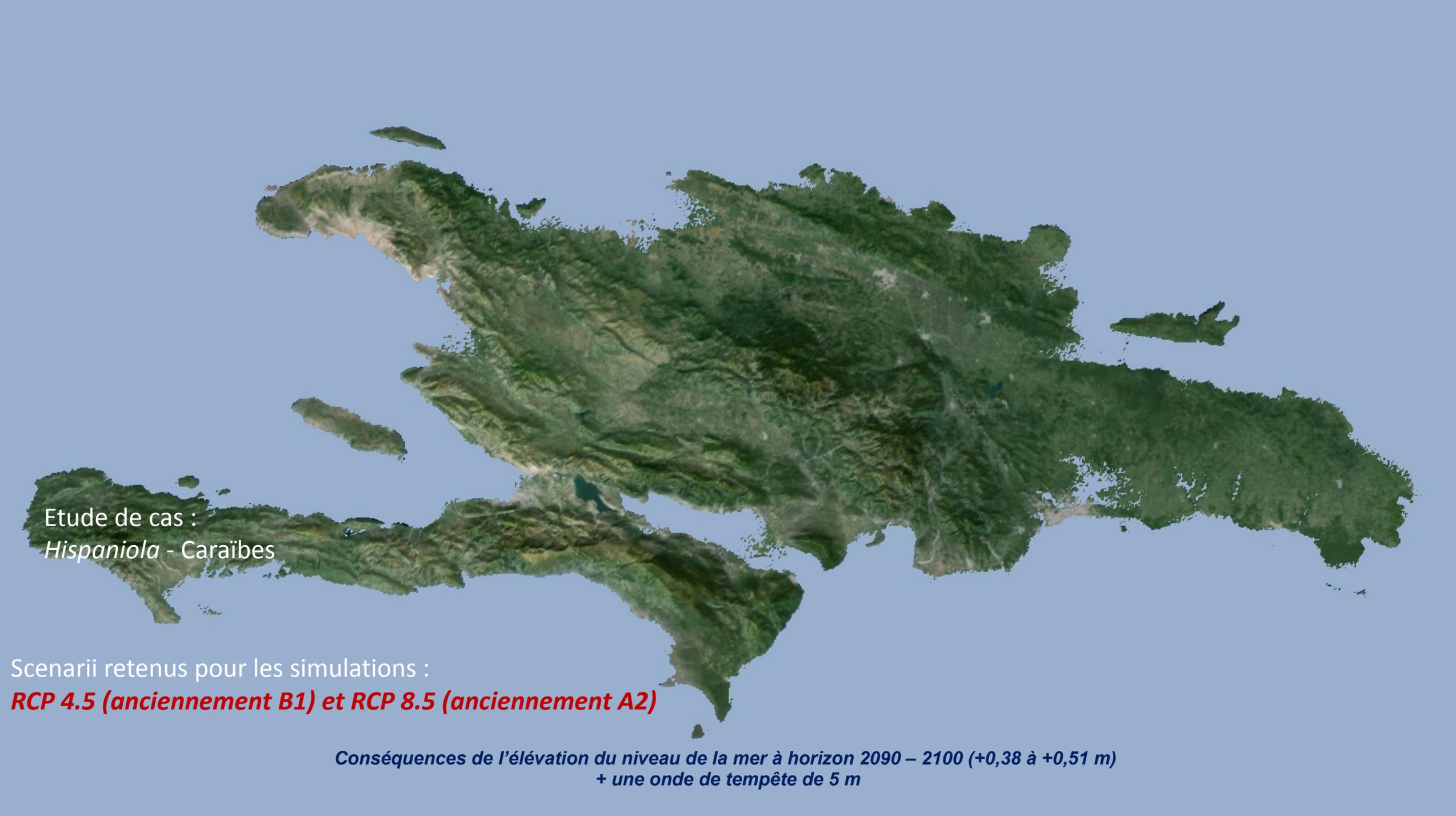


Etude de cas :
Hispaniola - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
Hispaniola - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***



30/10
2015

**LE
CLIMAT**

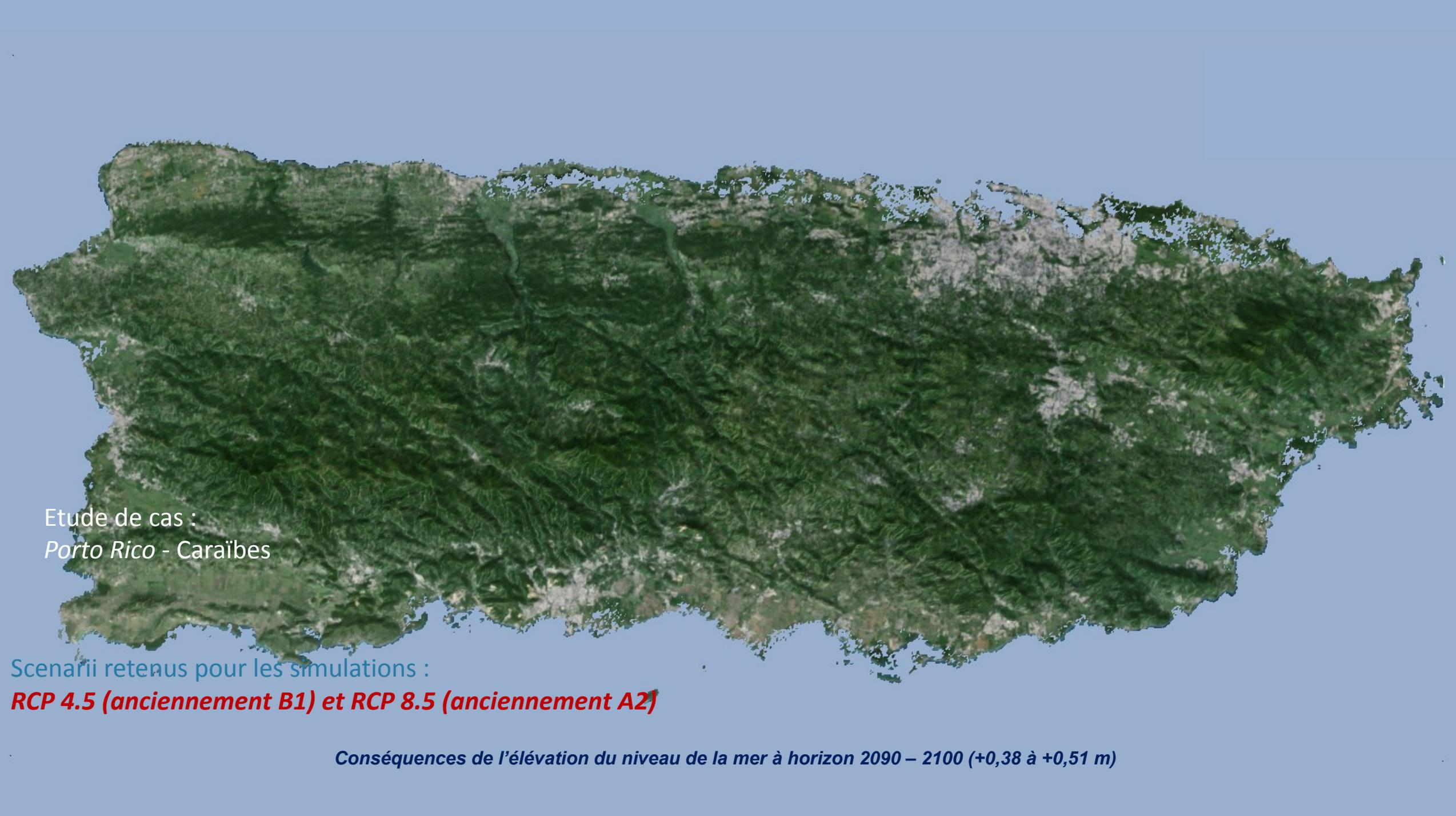
DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

Porto Rico

A satellite-style topographic map of Puerto Rico, showing the island's rugged terrain with green vegetation and grey urban areas. The map is oriented horizontally. In the bottom-left corner, there is white text.

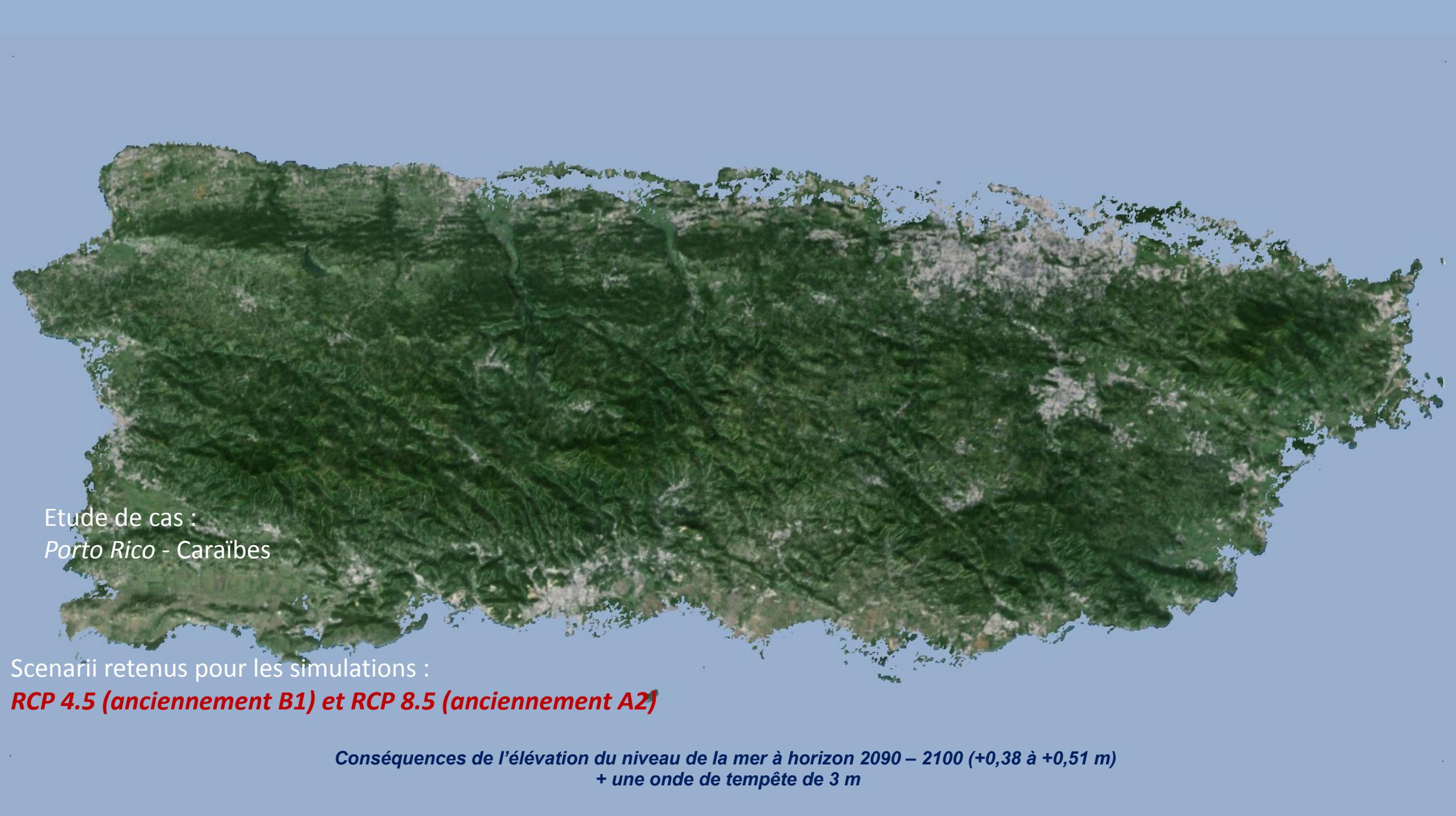
Etude de cas :
Porto Rico - Caraïbes

A topographic map of Puerto Rico, showing the island's terrain with green representing lower elevations and brown representing higher elevations. The map is overlaid with a semi-transparent blue layer, likely representing the projected sea level rise. The text 'Etude de cas : Porto Rico - Caraïbes' is written in white on the left side of the map. Below the map, the text 'Scenarii retenus pour les simulations : RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)' is written in blue and red. At the bottom, the text 'Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)' is written in dark blue.

Etude de cas :
Porto Rico - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)

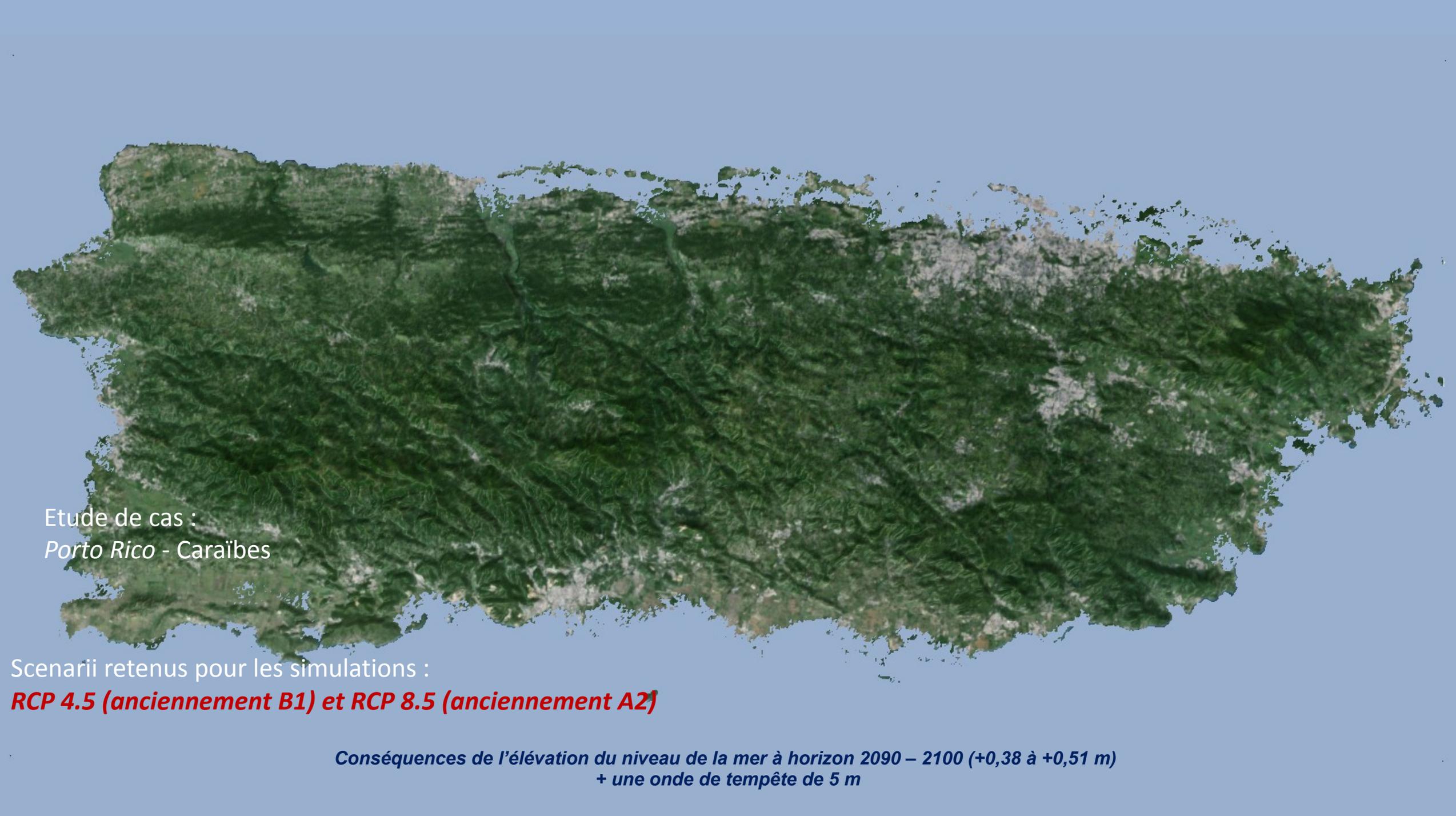
A topographic map of Puerto Rico, showing the island's terrain with green representing lower elevations and brown representing higher elevations. The map is overlaid with a simulation of sea level rise and storm surge. The coastal areas are shaded in a light blue/white color, indicating the extent of the simulated water inundation. The inland areas are mostly green and brown, showing the topography. The map is set against a light blue background representing the sky.

Etude de cas :
Porto Rico - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***

A topographic map of Puerto Rico, showing the island's terrain with green and brown colors representing elevation. The map is overlaid with a simulation of a 5m storm surge, indicated by a light blue area that covers the coastal regions and extends inland in some areas. The background is a solid light blue color.

Etude de cas :
Porto Rico - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***

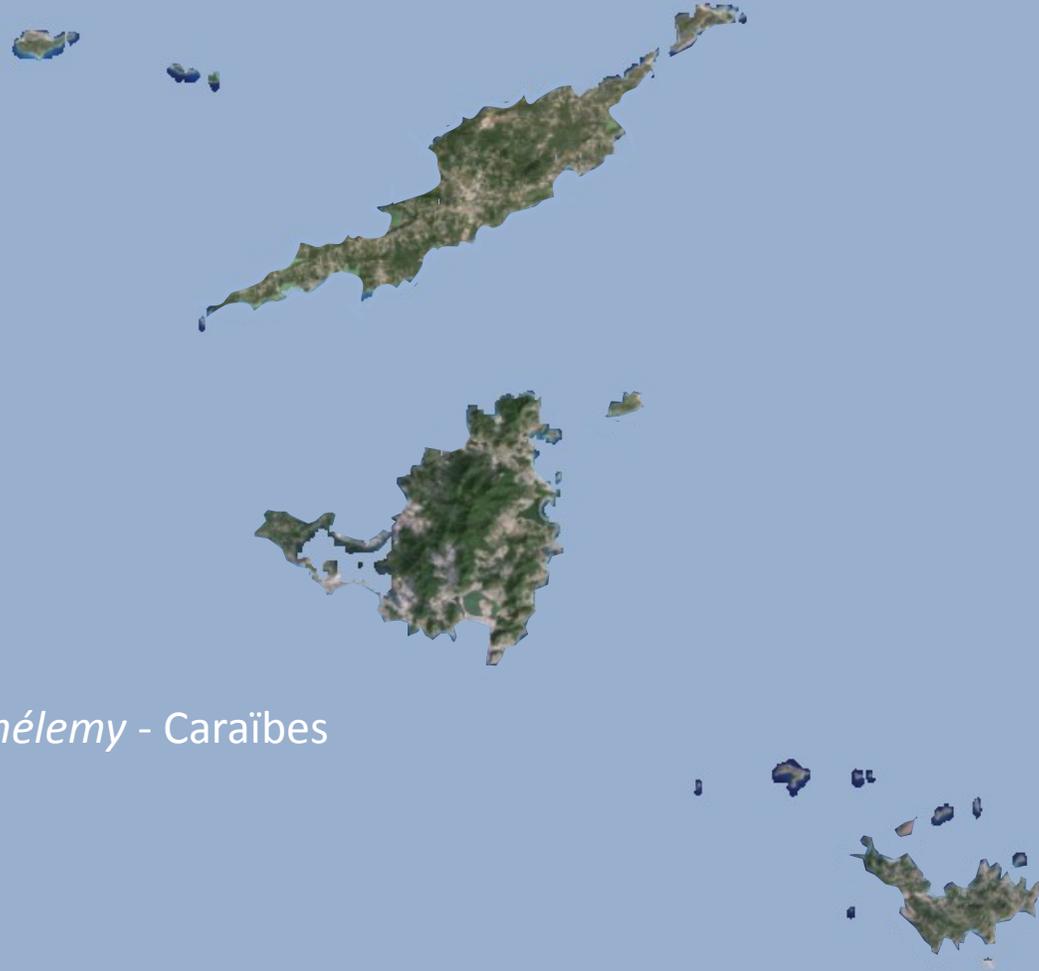
LE
CLIMAT
30/10
2015
DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

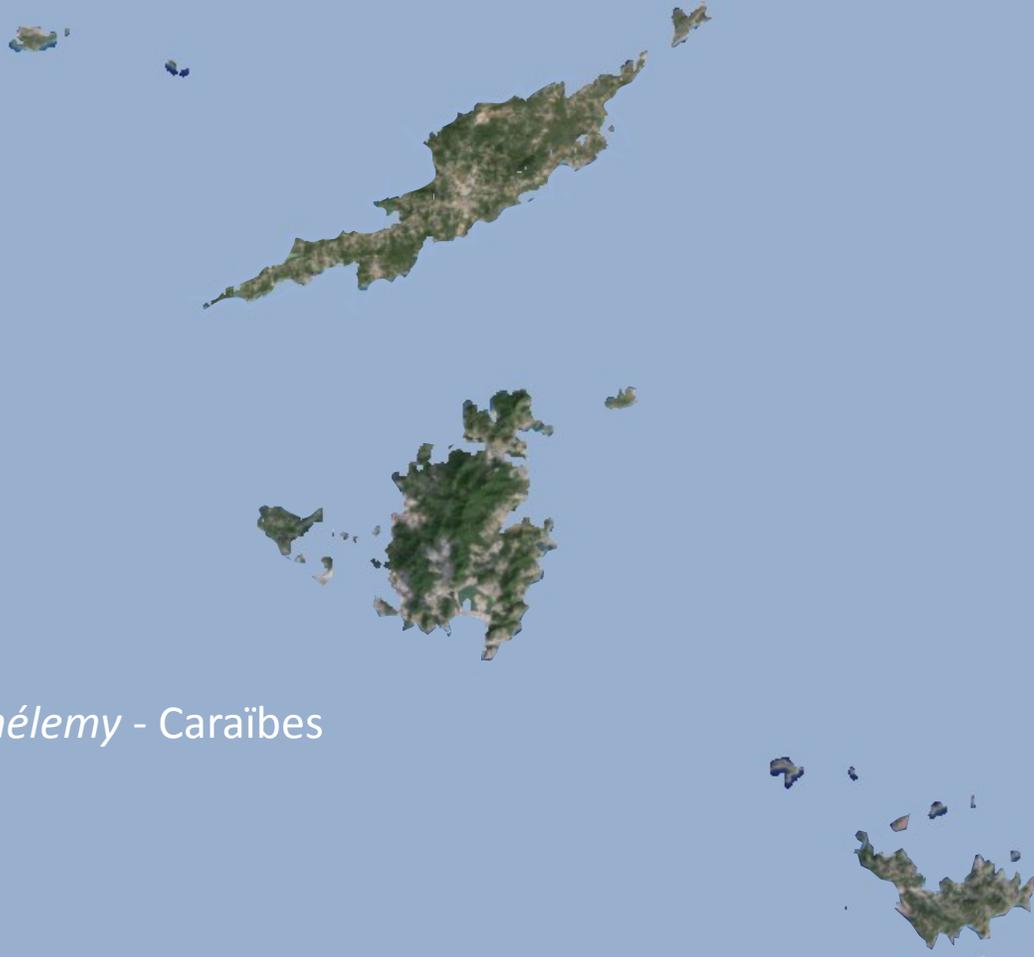
Anguille
Saint-Martin
Saint-Barthélemy



Etude de cas :
Anguille/ Saint-Martin/ Saint-Barthélemy - Caraïbes



Etude de cas :
Anguille/ Saint-Martin/ Saint-Barthélemy - Caraïbes



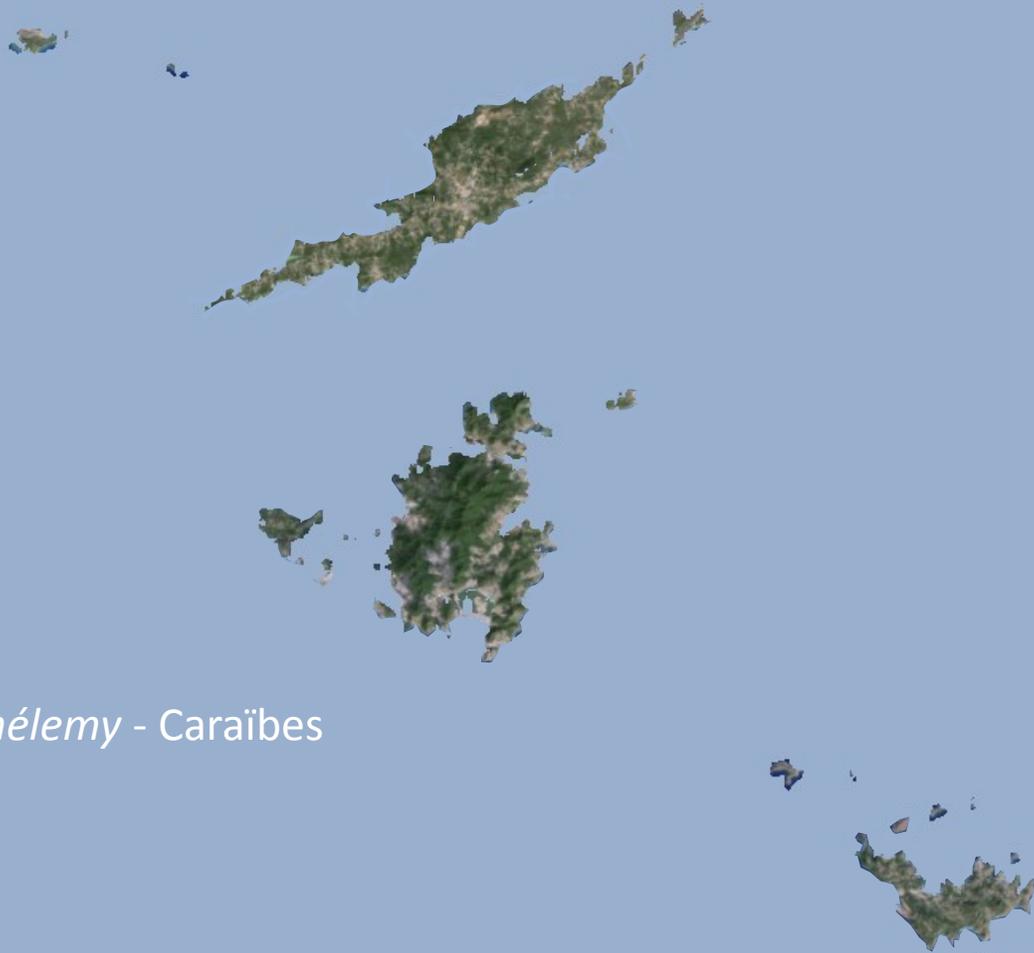
Etude de cas :

Anguille/ Saint-Martin/ Saint-Barthélemy - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
Anguille/ Saint-Martin/ Saint-Barthélemy - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***

LE
CLIMAT
30/10
2015
DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

La Guadeloupe



Etude de cas :
La Guadeloupe - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (base : +0,38 à +0,51 m)



Etude de cas :
La Guadeloupe - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
La Guadeloupe - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***

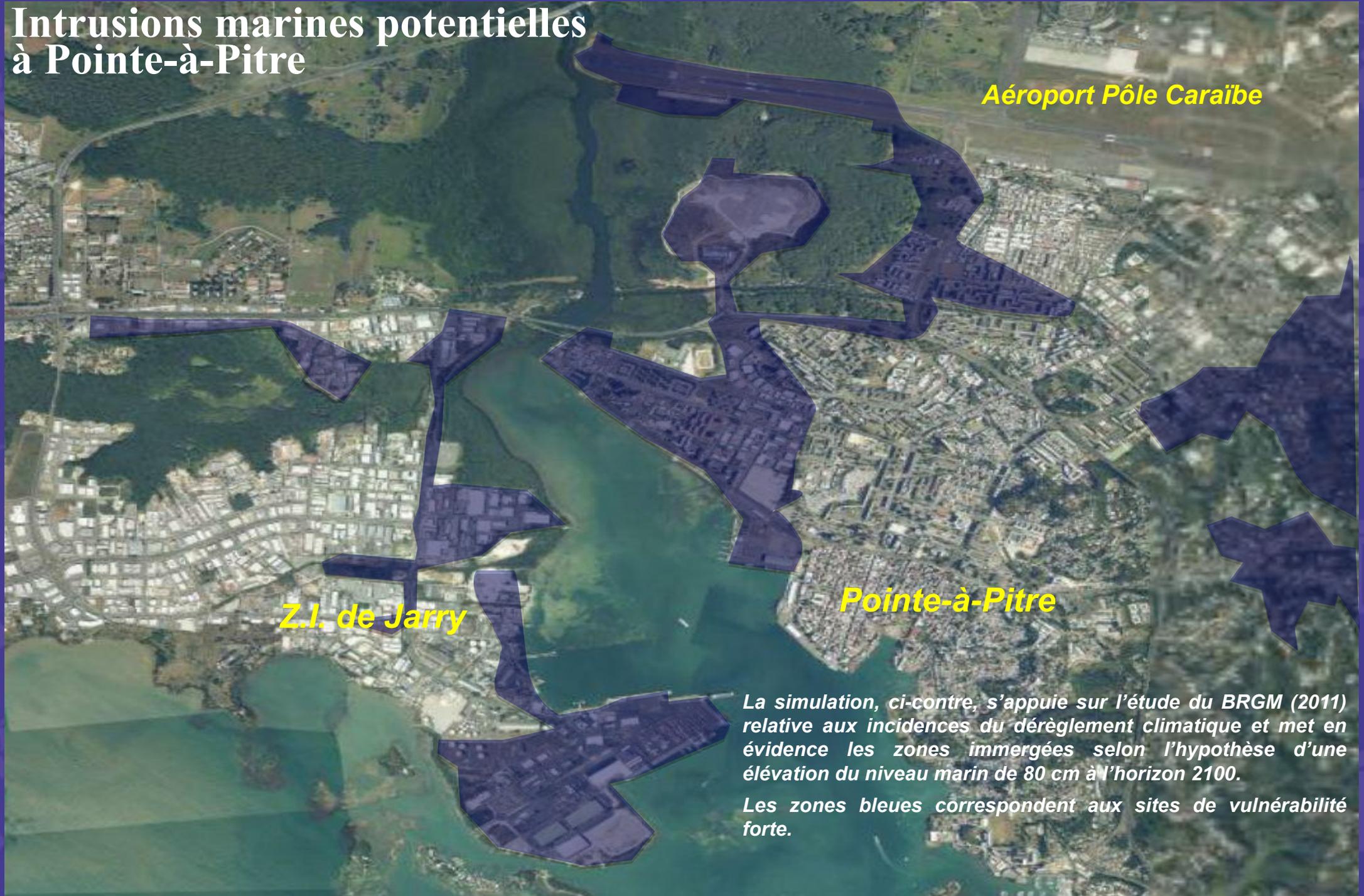


Etude de cas :
La Guadeloupe - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***

Intrusions marines potentielles à Pointe-à-Pitre



Aéroport Pôle Caraïbe

Z.I. de Jarry

Pointe-à-Pitre

La simulation, ci-contre, s'appuie sur l'étude du BRGM (2011) relative aux incidences du dérèglement climatique et met en évidence les zones immergées selon l'hypothèse d'une élévation du niveau marin de 80 cm à l'horizon 2100.

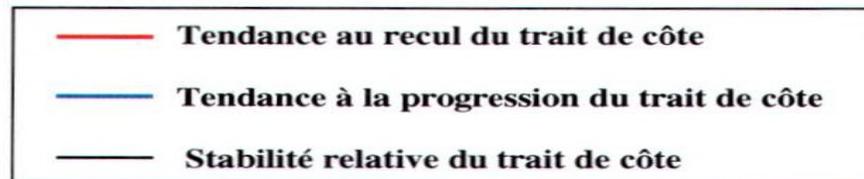
Les zones bleues correspondent aux sites de vulnérabilité forte.

L'érosion

Le cas de la Guadeloupe



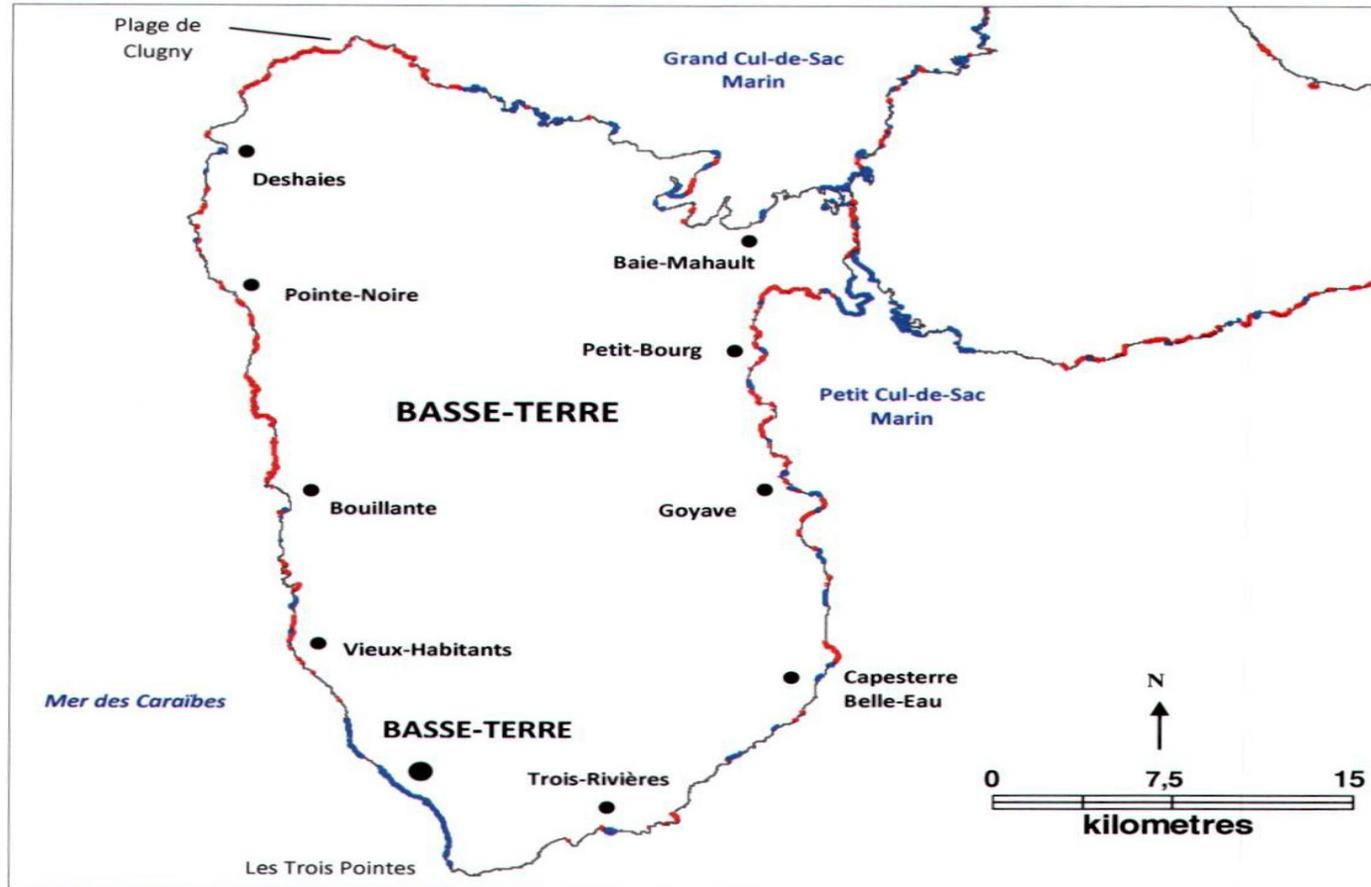
Entre 1955 et 2010, recul moyen enregistré : 50 m.



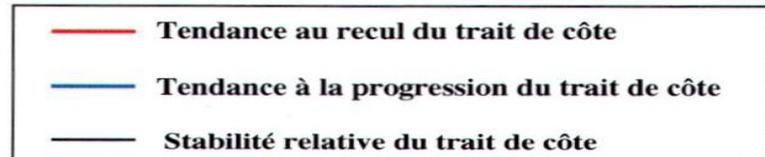
Réalisation : Forestier L., 2013

L'érosion

Le cas de la Guadeloupe



Entre 1955 et 2010, recul moyen enregistré : 40 m.



Réalisation : Forestier L., 2013

L'érosion

Le cas de la Guadeloupe (Plage de Cluny)



— Trait de côte en 2010

— Trait de côte en 1955

Fond cartographique : BD ORTHO®, 2010

LE
CLIMA
T
30/10
2015
DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas de la Caraïbe insulaire

La Martinique

Etude de cas :
Martinique - Caraïbe





Etude de cas :
Martinique - Caraïbe

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (base : +0,38 à +0,51 m)



Etude de cas :
Martinique - Caraïbe

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (base : +0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
Martinique - Caraïbe

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (base : +0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***

L'érosion

Le cas de la Martinique



Commune du Prêcheur



Commune du François



Commune du Marin



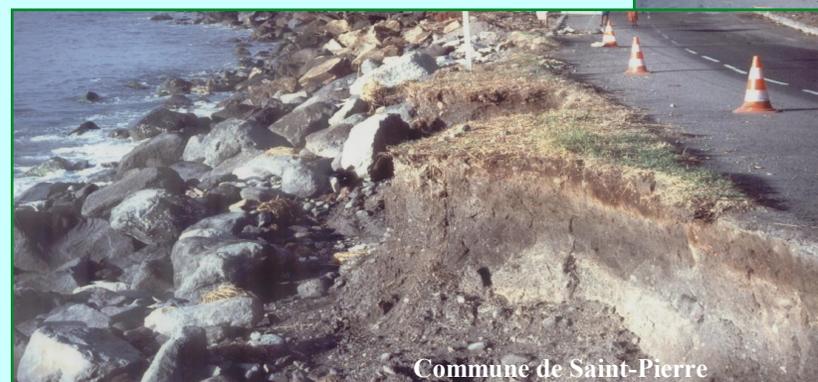
Commune du Carbet



Commune de Bellefontaine



Commune de Rivière-Pilote

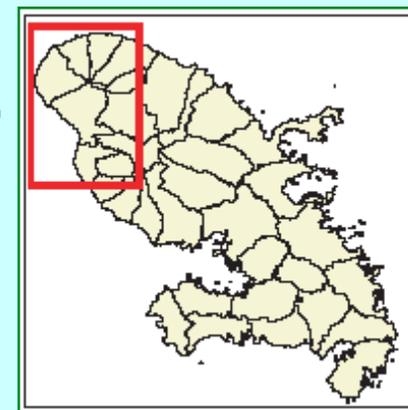
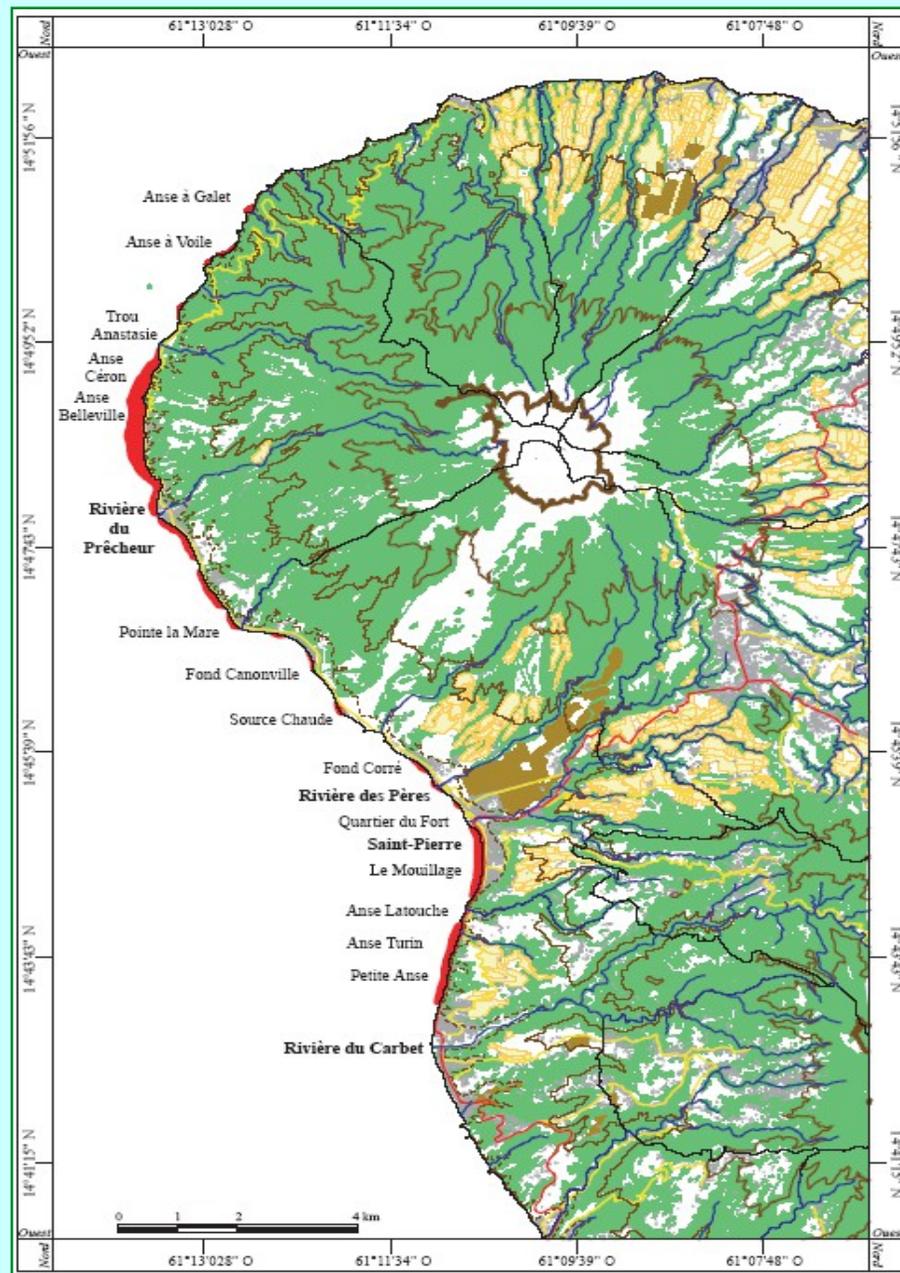


Commune de Saint-Pierre

L'érosion côtière : l'exemple de la côte nord-ouest

Quantification de l'érosion côtière (1955 - 2012)

Anse à galets :	- 8 m
Anse à Voile :	- 13 m
Trou Anastasie :	- 10 m
Anse Céron :	- 12 m
Anse Belleville :	- 78 m
Pte Gribouldin :	- 46 m
Les Abymes :	- 38 m
Riv. du Prêcheur :	- 29 m
La Charmeuse :	- 41 m
Pte Philomène :	- 12 m
Pointe La Mare :	- 38 m
Fond Canonville :	- 13 m
Source Chaude :	- 21 m
Fond Corré :	- 17 m
Rivière des Pères :	- 36 m
Quartier du Fort :	- 18 m
Le Mouillage :	- 15 m
Anse Latouche :	- 11 m
Anse Turin :	- 14 m
Petite Anse :	- 13 m



LE
CLIMAT

30/10
2015

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

Martinique :
Fort-de-France
(côte ouest de l'île)



Etude de cas :
Fort-de-France - Martinique



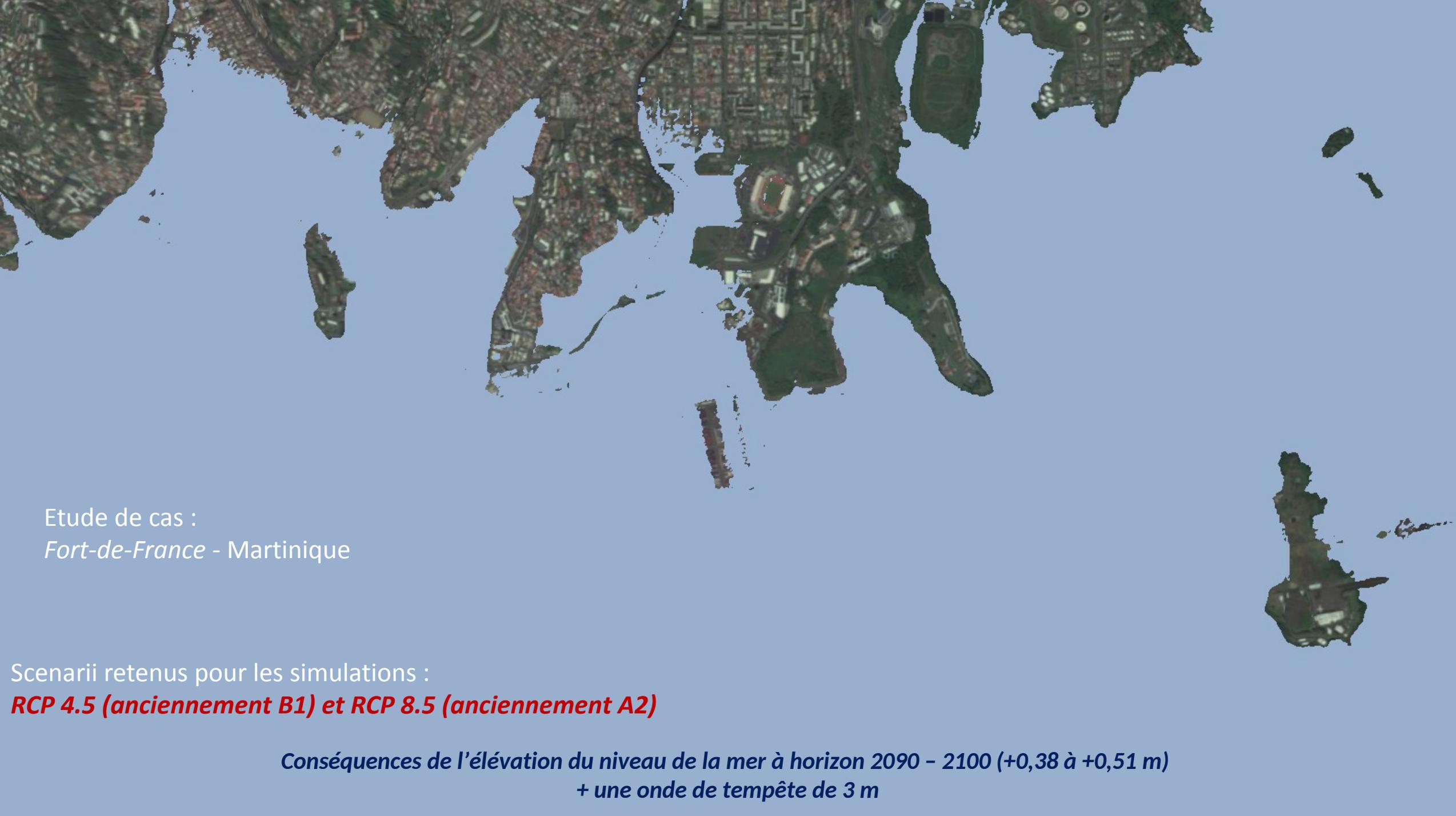


Etude de cas :
Fort-de-France - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (+0,38 à +0,51 m)



Etude de cas :
Fort-de-France - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
Fort-de-France - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***

30/10
2015

LE CLIMAT

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

Martinique :
Le Marin
(façade sud de l'île)

A satellite map of the coastal town of Le Marin in Martinique, French West Indies. The map features a bathymetric overlay on the harbor and surrounding waters, with colors ranging from light blue (shallow) to dark blue (deep). The town is visible as a cluster of buildings and roads along the coast. The surrounding terrain is hilly and green. The text 'Etude de cas : Le Marin - Martinique' is overlaid on the left side of the map.

Etude de cas :
Le Marin - Martinique



Etude de cas :
Le Marin - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du
niveau de la mer à horizon 2090 -
2100
(+0,38 à +0,51 m)***



Etude de cas :
Le Marin - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau
de la mer à horizon 2090 - 2100
(+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m***



Etude de cas :
Le Marin - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau
de la mer à horizon 2090 - 2100
(+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***



30/10
2015

LE CLIMAT

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

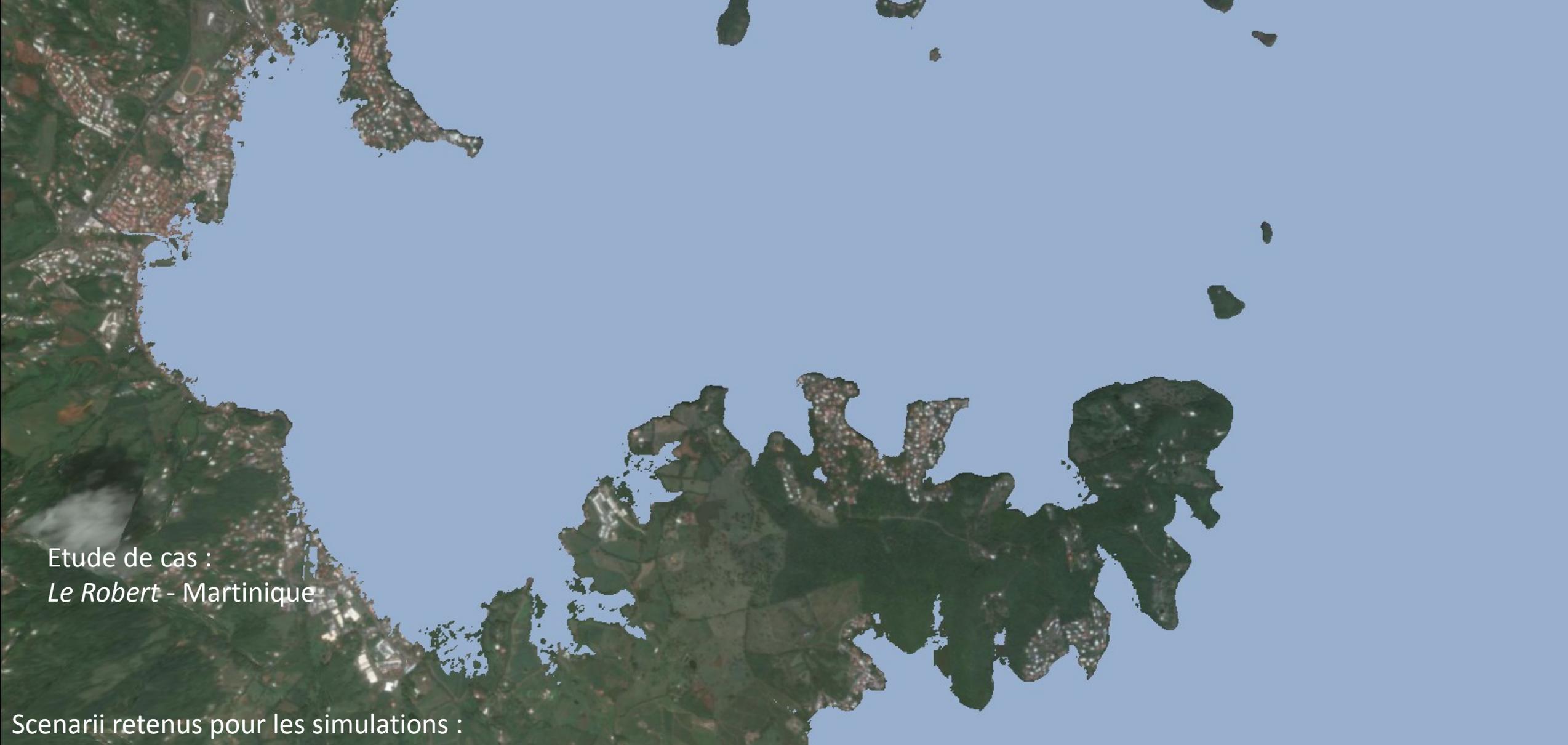
Etudes de cas

La Martinique :
Le Robert
(Côte Est de l'île)



Etude de cas :
Le Robert - Martinique

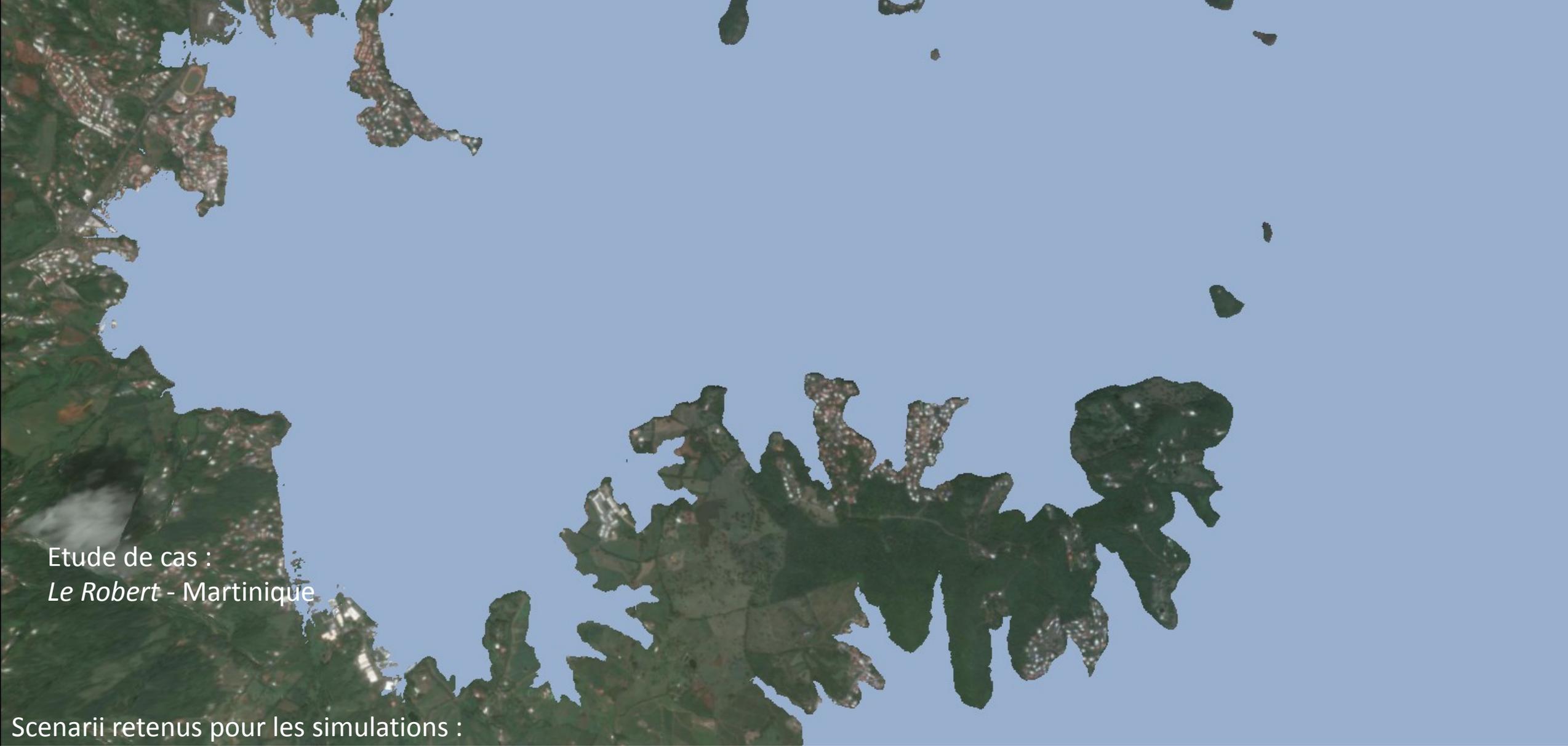




Etude de cas :
Le Robert - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (base : +0,38 à +0,51 m)



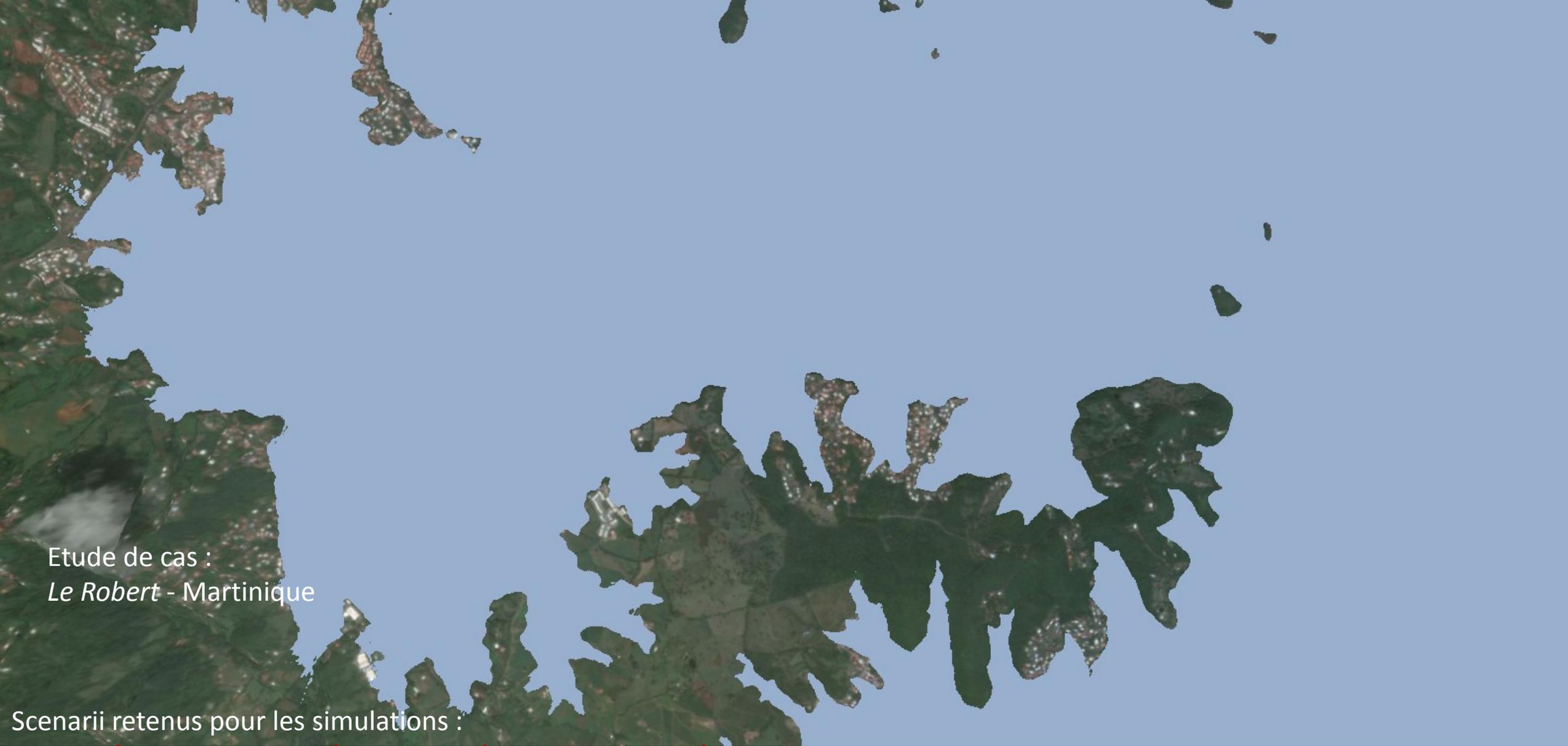
Etude de cas :
Le Robert - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :

RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (base : +0,38 à +0,51 m)

+ une onde de tempête de 3 m



Etude de cas :
Le Robert - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

***Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 - 2100 (base : +0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m***



30/10
2015

LE CLIMAT

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Etudes de cas

Martinique :
Le François
(Côte Est de l'île)



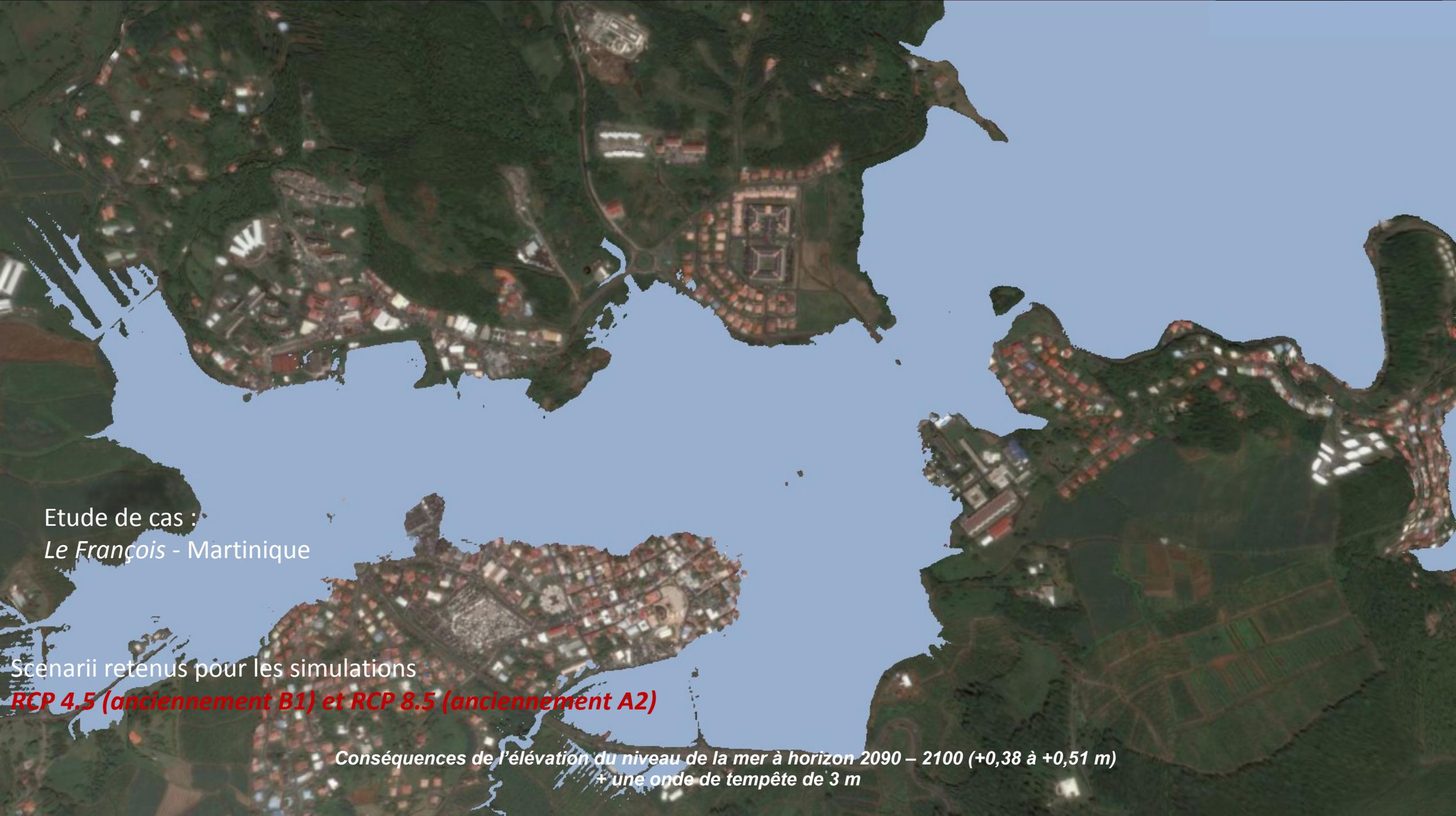
Etude de cas :
Le François - Martinique

A satellite-style aerial view of the coastal town of Le François in Martinique. The image shows a mix of urban buildings, green fields, and a central river. A light blue overlay indicates the projected coastal flooding area under two different climate scenarios. The flooding is most prominent along the coastline and in the central river valley.

Etude de cas :
Le François - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)

A satellite-style map of Martinique, French West Indies, showing the island's coastline and inland terrain. The map is overlaid with a simulation of coastal flooding. The flooded areas are shown in a light blue color, primarily along the coastlines and in some inland valleys. The text is overlaid on the left side of the map.

Etude de cas :
Le François - Martinique

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 3 m

A satellite-style map of Puerto Rico and surrounding islands, showing the extent of coastal flooding under two climate scenarios: RCP 4.5 (formerly B1) and RCP 8.5 (formerly A2). The map includes a 5m storm surge. The flooded areas are highlighted in a light blue color, showing significant inundation of low-lying coastal regions and some inland areas. The background is a dark green satellite image of the land, and the sky is a clear light blue.

Etude de cas :
Porto Rico - Caraïbes

Scenarii retenus pour les simulations :
RCP 4.5 (anciennement B1) et RCP 8.5 (anciennement A2)

*Conséquences de l'élévation du niveau de la mer à horizon 2090 – 2100 (+0,38 à +0,51 m)
+ une onde de tempête de 5 m*

LE
CLIMAT

30/10
2015

DANS LES
OUTRE-MER
ENJEUX & PERSPECTIVES

Le François :
premiers indices d'intrusions marines



Bourg de la ville du François

**Intrusion marine
30/09/2015**





**Sans intempéries et par 38°C
le François une ville à fleur
d'eau**

30/092015





Avancée de la mer dans le bourg du François

30/09/2015





Avancée de la mer dans
le bourg du François

30/09/2015



30/10
2015

LE CLIMAT DANS LES OUTRE-MER ENJEUX & PERSPECTIVES

Conclusion



Conclusion

// Que faire pour pallier l'érosion côtière et protéger les populations d'une élévation potentielle du niveau de la mer (d'autant qu'il y a une très forte littoralisation des populations et de leurs activités) ?

// Quelques pistes :

- Informer la population
- Initier des groupes de travail pluridisciplinaire (aménageurs, écologues, etc.)
- Élargir ces groupes de travail à nos voisins caribéens
- Réfléchir à une stratégie de repli et à de possibles opérations de « durcification » de la ligne de rivage (l'idée est de gagner du temps pour trouver des solutions plus pérennes par la suite)