

Erosion du littoral et évènements extrêmes : le cas de Saint-Martin (Caraïbes) et de l'ouragan Irma (2017)

Gwenael Jouannic¹, Julien Gargani^{2,3}, Kelly Pasquon^{1,2}, Benjamin Piccinini⁴, Elise Banton^{1,2,5}, Oscar Navarro⁵

¹ Cerema, Matris, Nantes, France

² Université Paris-Saclay, Geops, CNRS, Orsay, France

³ Université Paris-Saclay, Centre d'Alembert, Orsay, France

⁴ Cerema, Toulouse, France

⁵ Nîmes Université, Chromes, Nîmes, France



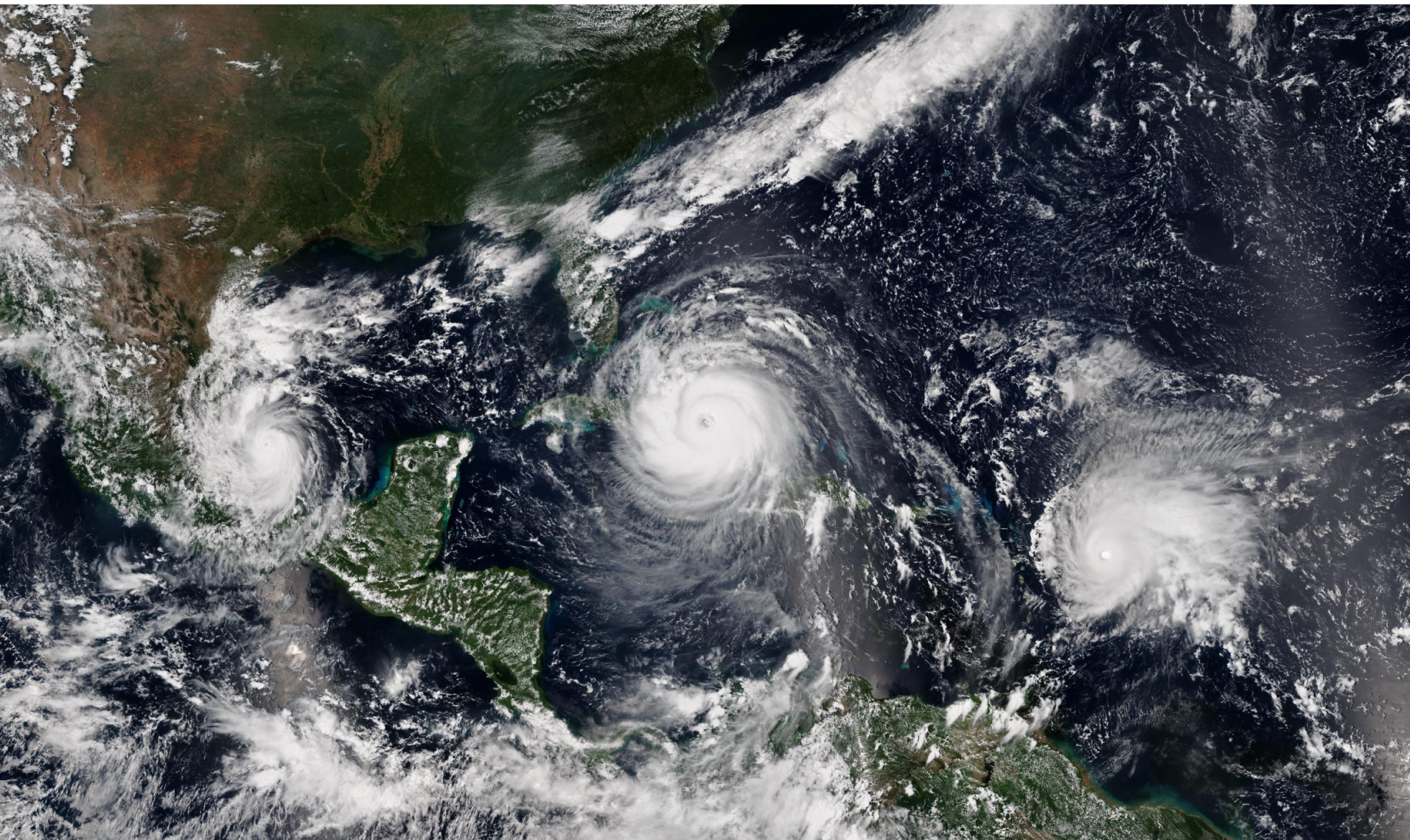
université
PARIS-SACLAY



Université de Nîmes
CHROME



Une saison cyclonique 2017 intense



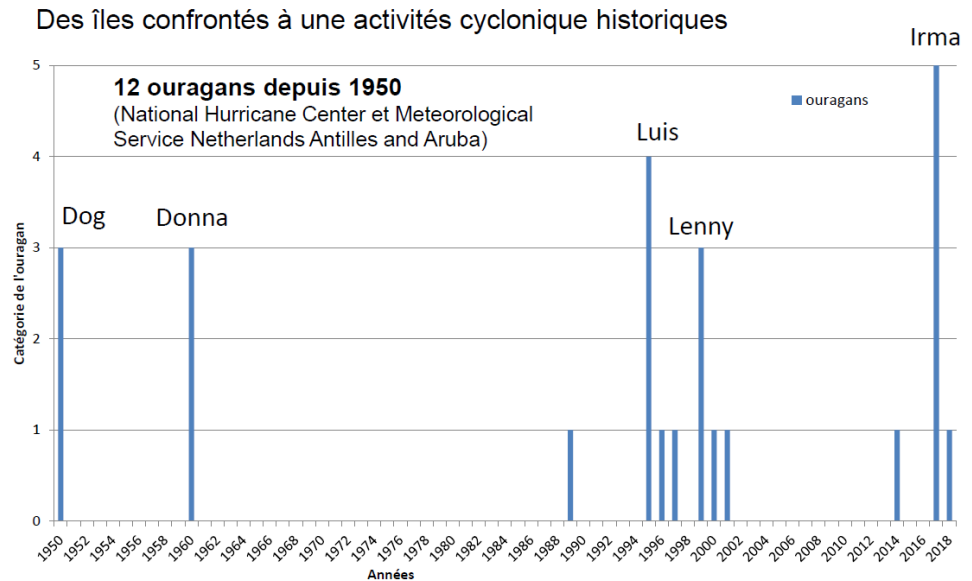
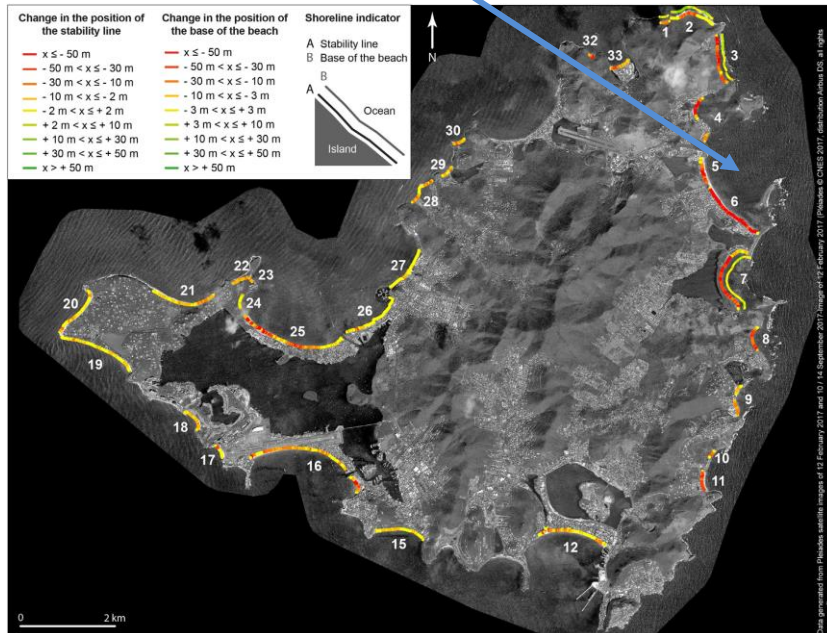
Katia, Irma et José sur l'Atlantique Nord - National Oceanic and Atmospheric Administration's Suomi NPP satellite - NOAA View Global Data Explorer

Problématique

Décrypter l'influence respective de l'événement extrême et de l'évolution littorale à long terme :

- (i) Les morphologies côtières résistent-elles aux événements hydro-climatiques extrêmes et évoluent-elles pour retrouver leur forme initiale ?
- (ii) A quelle vitesse les plages de sable évoluent au cours du temps ?
- (iii) L'évolution à long terme est-elle principalement contrainte par les impacts des événements extrêmes ?

Site d'étude : Baie Orientale sur l'île de Saint-Martin (-37 m à -70 m de recul entre février et septembre 2017)



Impacts estimés des cyclones de septembre 2017 sur la position du trait de côte de l'île de Saint-Martin (Duvat et al., 2019)

Méthode

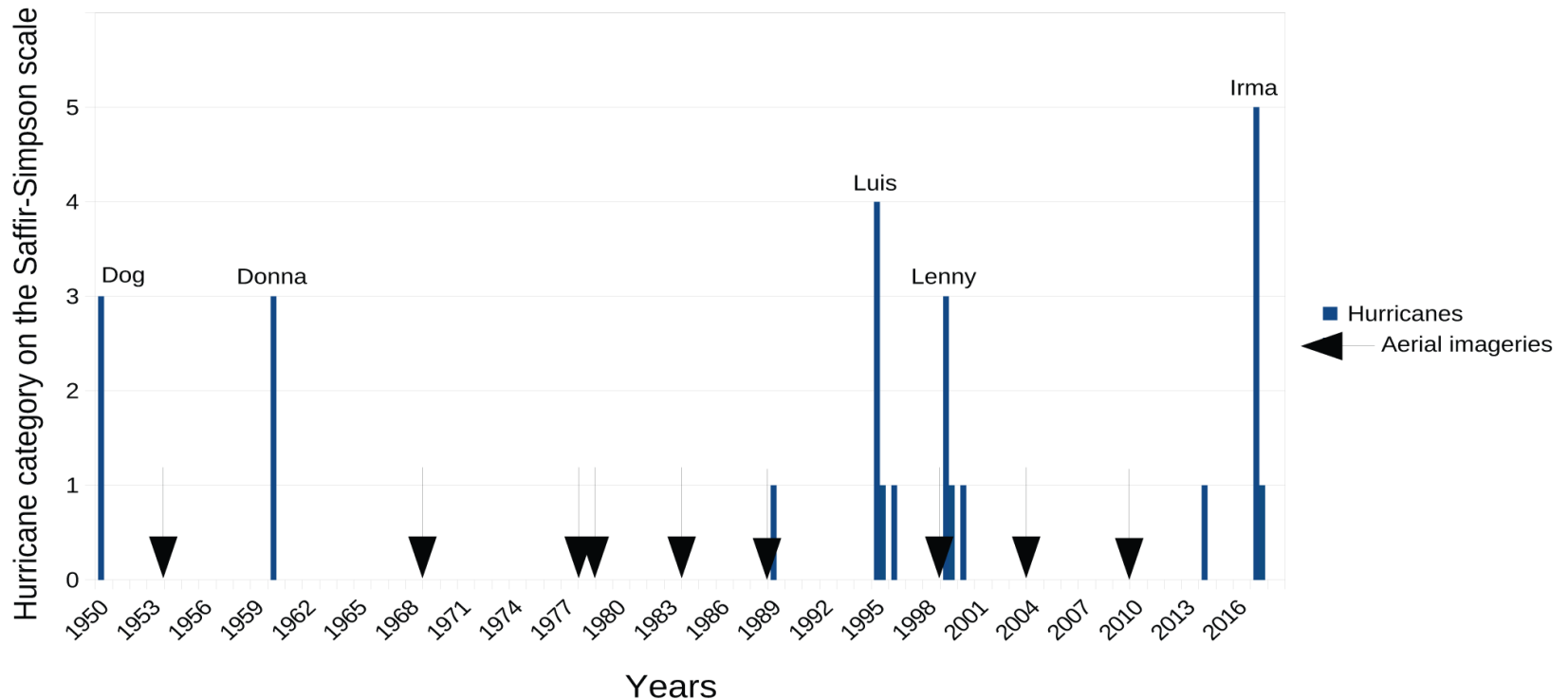
Mesure de l'évolution du trait de côte à partir d'images satellitaires et aériennes

- Limite de jet de rive : limite entre la mer et la terre (plage). Incertitude de mesure liée à la couleur ou NB des images, des vagues, et à l'existence de la marée (0,2 de marnage localement).
- Limite de végétation : limite est plus constante car elle n'est généralement pas affectée par la marée et les vagues, mais elle est sensible aux activités anthropiques

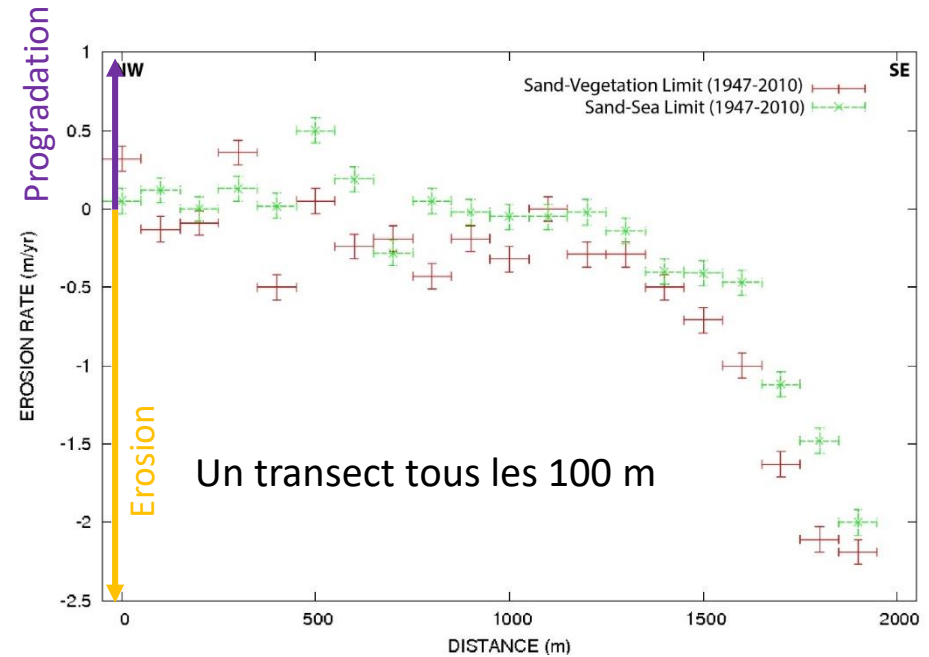
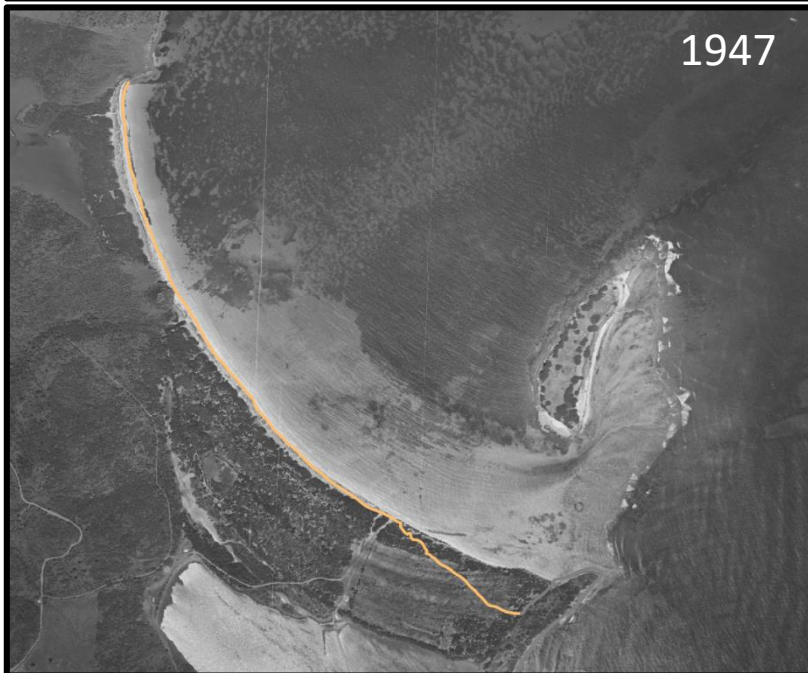


Données

- Photographies aériennes historiques (IGN) : 12 campagnes ont été réalisées entre 1947 et 2010 (pas de temps irréguliers entre 2 campagnes, différences de couvertures et de résolution, NB avant 1989)
- Images satellites Pléiades (ortho-images, 20 centimètres par pixel) :
 - 2 images avant Irma (2013 et mars 2017)
 - 5 images post-Irma (+ 3 mois, + 6 mois, + 1 an, +2 ans, + 3ans)



Evolution «long-terme»

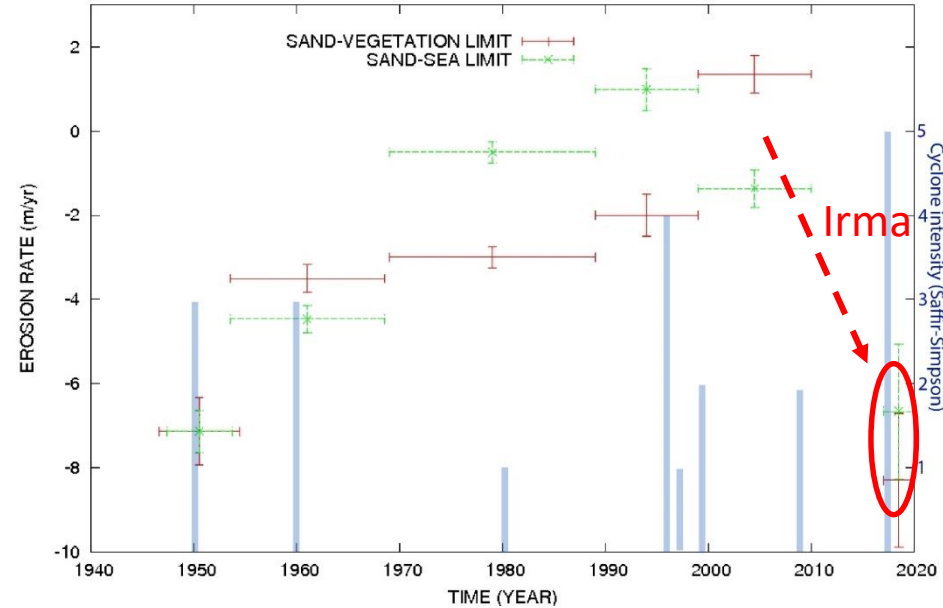


- Évolutions linéairement contrastées entre 1947 et 2010 sur Baie Orientale :
 - SE -2 m/an sur 60 ans
 - NO évolution quasi nulle sur 60 ans
- Limite de végétation indique une érosion plus importante que la mesure de la limite de jet de rive (+5-20%)
- Tendances à long terme sont comparables quelle que soit l'approche : lorsque l'érosion augmente, elle est observée à l'aide des deux indicateurs

Evolution «long-terme»



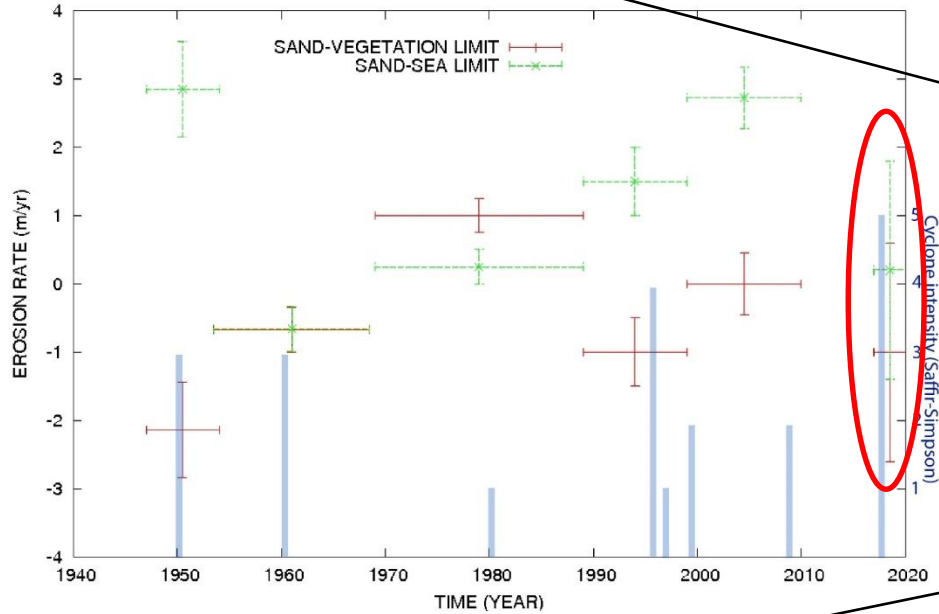
Sud-Est



- Taux d'érosion non constants dans le temps :
 - Moyenne de -2 m/an entre 1947 et 2010
 - Diminution progressive du taux d'érosion entre 1947 et 2010 (7 m/an entre 1947 et 1954, < 2 m/an entre 1989 et 2010)
- Les changements morphologiques sont significatifs au cours des dernières décennies
- L'impact ponctuel de l'ouragan Irma peut être observé sur l'augmentation du taux d'érosion

Evolution «long-terme»

Nord-Ouest

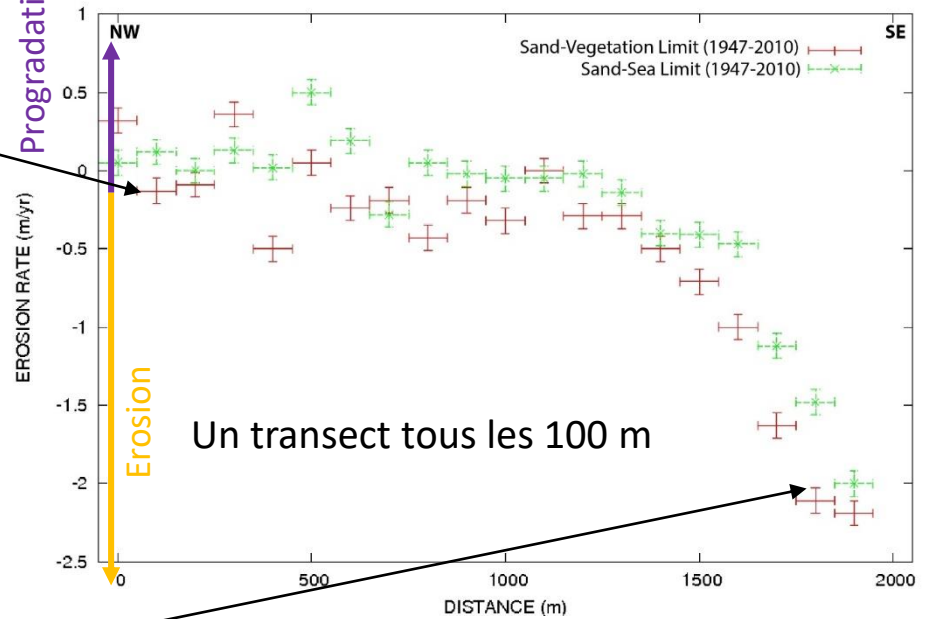


Progradation

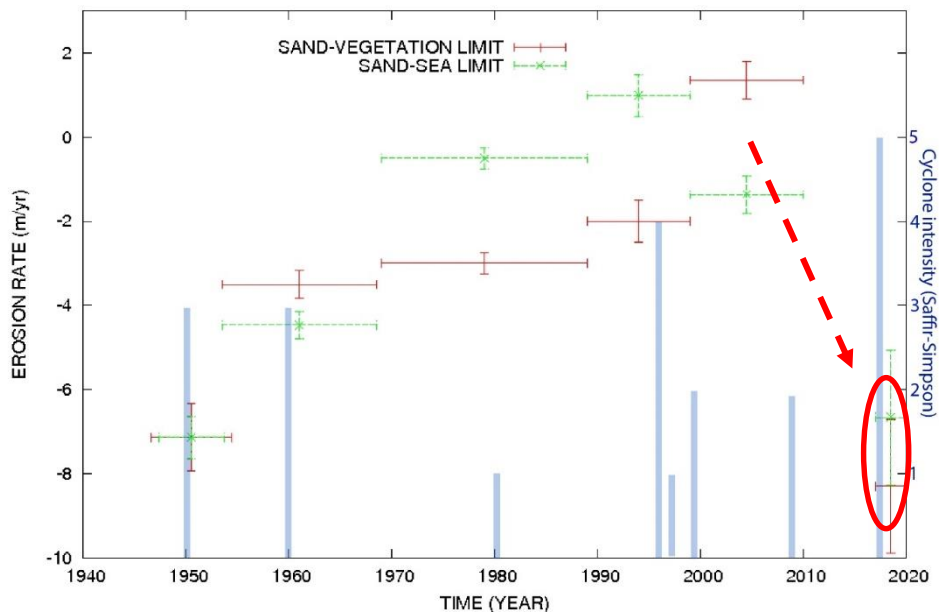
EROSION RATE (m/yr)

Erosion

Un transect tous les 100 m

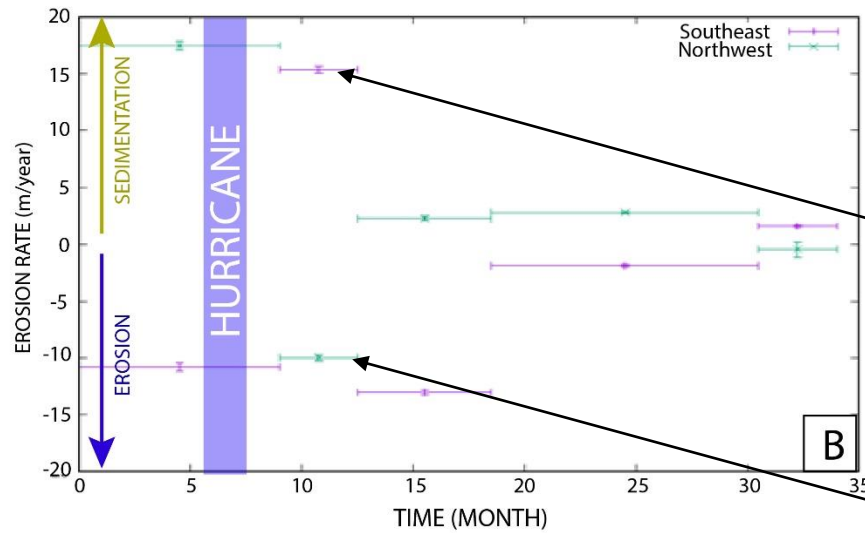
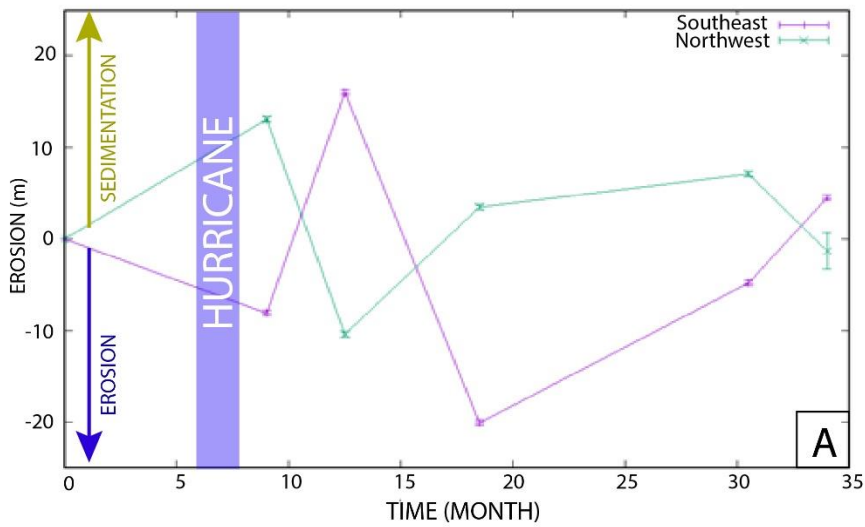


Sud-Est



- Rôle des ouragans sur l'évolution long-terme :
 - Non négligeable dans les zones où l'érosion est importante à long terme
 - Impact réduit sur les zones à faible érosion
- Pas de tendance claire entre les 2 méthodes de mesures (inversion fréquente entre les indicateurs)
- Taux d'érosion dans le nord-ouest de la baie Orientale est resté faible par rapport au sud-est (malgré des fluctuations en 60 ans)

Evolution «court-terme», post-Irma



Pendant les mois qui suivent les événements extrêmes, il peut y avoir une inversion des caractéristiques sédimentaires :

- Après l'érosion de la partie sud-est de la plage causée par l'ouragan Irma, la limite terre-mer indique une phase d'accrétion
- À l'opposé, après une phase d'accrétion observée dans la partie nord-ouest de la plage causée par l'ouragan Irma, une phase d'érosion est observée

Evolution «court-terme», post-Irma

Malgré l'impact significatif des événements extrêmes sur la morphologie, on peut observer deux caractéristiques différentes :

- (i) l'érosion a pu continuer localement après l'occurrence d'ouragans pendant plusieurs années à un taux significatif dans certaines zones
- (ii) tendances au retour à l'équilibre passé (retour à la position géographique antérieure à l'événement extrême ou à la tendance antérieure de l'érosion côtière en ce qui concerne le taux d'érosion)

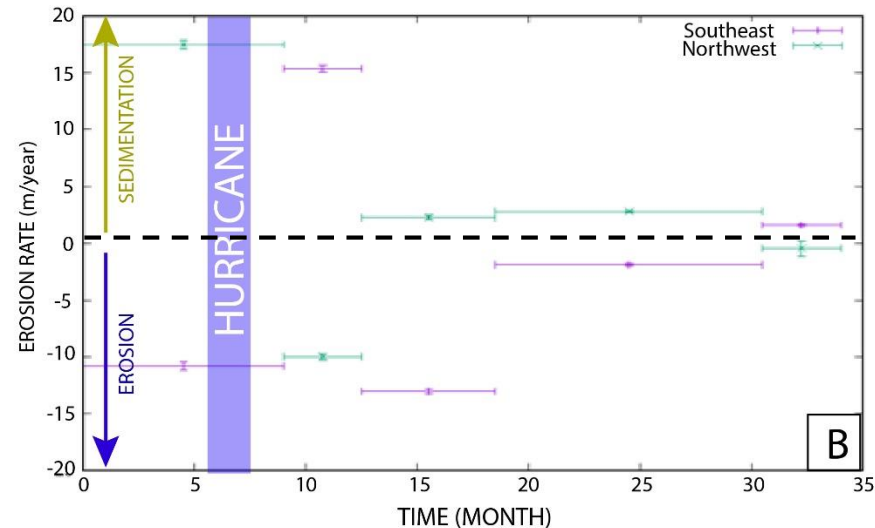
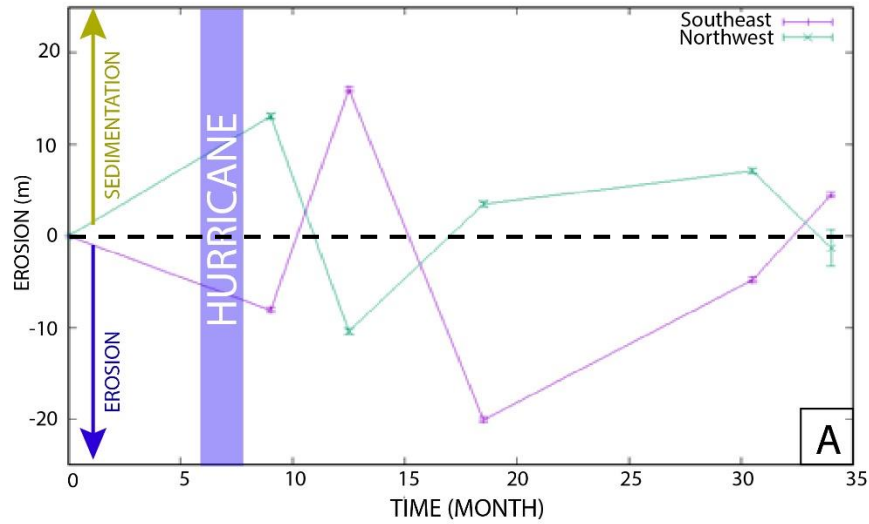


Evolution «court-terme», post-Irma



- L'ouragan Irma a provoqué un recul de la végétation, mais aussi la recolonisation de la dune et de la plage par la végétation en moins de deux ans (environ 50 m en 25 mois)
- Le déplacement de la limite de végétation à la suite d'événements extrêmes n'est pas plus lent que le déplacement de la limite terre-mer lorsqu'il est considéré sur une période de temps suffisante (>1 an), tout comme la période nécessaire à la végétation pour croître et recoloniser la dune

Evolution «court-terme», post-Irma



- Lorsque l'aggradation dominante caractérise l'évolution côtière à long terme, le sable continue à s'accumuler et le littoral retrouve sa forme d'avant l'ouragan en quelques mois
- Lorsque l'érosion caractérise l'évolution côtière à long terme, le littoral retrouve sa morphologie d'origine en moins d'un an, sur la base de la limite terre-mer, ou en deux ans environ, sur la base de la limite de végétation
- 24 mois après l'ouragan Irma, le taux d'érosion faible et est proche de ceux qui ont été estimés au cours de la décennie 2000-2010 (nul à 2m/an)
- Une dérive littorale long terme à baie Orientale de l'est vers l'ouest.
- Mais des évolutions saisonnières semblent se produire sur le littoral de Saint-Martin. Ces observations suggèrent une migration latérale du sable le long de la plage dans des directions opposées à différents moments

Conclusions

- L'érosion à Saint-Martin n'est pas homogène dans l'espace et dans le temps au cours de la période 1947-2020. Les taux d'érosion moyens le long d'une plage doivent être utilisés avec prudence
- La méthodologie utilisée pour quantifier l'érosion (limite de jet de rive vs. limite de végétation) indique des tendances similaires sur le long terme : l'érosion augmente aux mêmes endroits avec les deux indicateurs
- La mesure de la limite de végétation sableuse suggère des taux d'érosion plus élevés à long terme (5-20%)
- La limite de terre-mer réagit plus rapidement aux événements extrêmes que la limite de végétation (plus lente à enregistrer l'aggradation à court terme)



Conclusions

- Un seul événement extrême (l'ouragan Irma) sur la période 1947-2020 semble avoir influencé significativement le taux d'érosion moyen calculé sur des durées > 2 ans, mais pas en totalité à Saint-Martin
- Les événements extrêmes ne modifient pas de manière significative les tendances observées dans l'évolution côtière. Le retour aux conditions antérieures à l'ouragan a été réalisé à Saint-Martin :
 - en moins d'un an pour les plages de sable
 - en deux ans pour la végétation des dunes de sable
- Une dérive littorale est observée à Baie Orientale (Saint-Martin), montrant des directions opposées avec le temps, peut-être avec une cyclicité saisonnière



Merci de votre attention

Gwenaël JOUANNIC

gwenael.jouannic@cerema.fr

