



Atlas des aléas naturels dans le département Sud-Est d'Haïti

Un aperçu des aléas, des expositions et des vulnérabilités dans le département Sud-Est, Haïti

Image recadrée. “[Haiti and the Greater Antilles \(NASA, International Space Station Science, 08/19/08\)](#)” by NASA’s Marshall Space Flight Center is licensed under [CC BY-NC 2.0](#)

Table des matières

Préambule.....	1
Cadre théorique	2
Aléas multiples dans le département Sud-Est d’Haïti	4
Tremblement de terre.....	7
Glissement de terrain	10
Tsunami.....	12
Cyclone	14
Sécheresse	18
Dégradation des sols	20
Inondation.....	22
Exposition dans le département du Sud-Est	25
Vulnérabilité dans le département du Sud-Est	28
Liste de références.....	31
Liste des sources de données	35



Acronymes et abréviations

AP	<i>Associated Press</i>
BBC	<i>British Broadcasting Company</i>
CIAT	Comité interministériel d'aménagement du territoire
CNN	<i>Cable News Network</i>
CRI	Indice de risque climatique à long terme
EMDAT	Emergency Events Database
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GFDRR	Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophes et le relèvement
IDH	Indice de développement humain
IFAD	Fonds international de développement agricole
MARNDR	Ministère national de l'agriculture, des Ressources naturelles et du développement rural
MW	Mégawatt
NASA	Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace
NATHAT	Analyse des risques naturels multiples en Haïti
NOAA	Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique
OMAFRA	Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (Ontario)
PAM	Programme alimentaire nationale
PGA	Accélération maximale du sol
PIB	Produit Intérieur Brut
PMEL	<i>Pacific Marine Environmental Laboratory</i>
PVA	Accélération maximale de la vitesse
SMI	Échelle d'intensité
UNDRR	Bureau des Nations unies pour la réduction des risques de catastrophes
UNEP	Programme des Nations unies pour l'environnement
UNESCO	Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture
UNOCHA	Bureau des Nations unies pour la coordination des affaires humanitaires
USAID	Agence des États-Unis pour le développement international
USGS	Institut d'études géologiques des États-Unis
WHO	Organisation mondiale de la santé

Préambule

Cet atlas a été conçu pour soutenir la programmation des partenaires humanitaires et de développement dans le département du Sud-Est. En particulier, la prise de décision pour la gestion des risques de désastre sera soutenue par une meilleure information du personnel de terrain.

L'atlas contient un total de 16 cartes : premièrement, il contient trois cartes multi-aléas; ensuite, il contient sept cartes d'aléas incluant les tremblements de terre, les glissements de terrain, les tsunamis, les inondations, la dégradation des sols, les cyclones et la sécheresse. En outre, deux cartes fournissent des informations sur l'exposition aux inondations de la population et des bâtiments du département du Sud-Est. Une autre carte, elle, fournit des informations sur l'occupation des sols. Enfin, trois cartes de vulnérabilité ont été conçues en utilisant les trois indicateurs de vulnérabilité suivants : (i) les personnes nécessitant de l'aide humanitaire ; (ii) le degré d'insécurité alimentaire et (iii) la densité de population.

En abordant les trois principales composantes du risque de désastre (aléas, exposition et vulnérabilité), ces cartes fournissent les informations nécessaires pour améliorer l'opérationnalisation des activités de gestion des risques de désastre dans le département.

IMPACT Initiatives

IMPACT Initiatives est un groupe de réflexion et d'action de premier plan, basé à Genève, qui a pour vocation de façonner les pratiques humanitaires, d'influer sur les politiques pour une action humanitaire mieux informée et plus efficace et d'impacter la vie des bénéficiaires de l'aide humanitaire par le biais d'informations fiables, de partenariats et de programmes de renforcement des capacités. Les équipes d'IMPACT sont présentes dans plus de 20 pays du Moyen-Orient, d'Amérique latine, d'Afrique, d'Europe et d'Asie et travaillent dans des régions affectées par les conflits et les catastrophes, ainsi que celles touchées par les déplacements et les migrations. Les activités d'IMPACT sont menées dans le cadre de ses deux initiatives – REACH & AGORA ainsi qu'à travers le soutien direct en matière d'évaluation à des partenaires humanitaires (PANDA).

Contexte d'Haïti

L'île d'Hispaniola est située dans l'archipel des Grandes Antilles, dans la mer des Caraïbes. Elle est bordée par la République dominicaine à l'Est. Le climat est un climat tropical humide avec des températures moyennes de 25 °C en janvier/février et 30 °C en juillet/août (Britannica, 2021).

L'économie d'Haïti est principalement basée sur la production agricole (25% du PIB) et les principales exportations comprennent les bananes, le cacao et les mangues. Cependant, la production agricole a fortement diminué au cours des 20 dernières années, ce qui oblige à importer 60% de la nourriture qui est consommée (IFAD, 2021).

Selon l'UNOCHA (2021), 4,4 millions d'haïtiens, sur 11,4 millions étaient confrontés à l'insécurité alimentaire au cours des premiers mois de 2021. En 2020, le taux de chômage était de 14,5%, le plus élevé des dix dernières années (Statista, 2021). En outre, le taux d'inflation était de 12,2 % en juillet 2021 (tradingeconomics.com, 2021). Ainsi, le PIB a diminué au cours des cinq dernières années pour atteindre 13,42 milliards de dollars en 2020 (Worldbank, 2021). Haïti est classé 170ème payssur 189 pour l'Indice de développement humain (IDH) en 2020. **En conséquence, Haïti reste le pays le moins développé de tous les pays de la région Amérique du Sud et Caraïbes (Worldbank, 2021).**



Image 1 : Cité Soliel, Haïti ; 2013. Image recadrée. "Making of Aluminium Cooking Pots in Cité Soleil, Haiti" by United Nations Photo is licensed under CC BY-NC-ND 2.0

Le pays souffre non seulement de défis sociopolitiques complexes mais aussi de l'exposition à différents types de aléas. 96% de la population est exposée aux aléas naturels (Worldbank, 2021). Ces aléas comprennent les tremblements de terre, les tsunamis, les glissements de terrain, la dégradation des sols (érosion des terres), les sécheresses, les cyclones et les inondations. Par conséquent, Haïti est confronté chaque année à un grand nombre de pertes matérielles et humaines. Le changement climatique va accélérer la situation dans les prochaines années, entraînant une modification de la variabilité des précipitations, une augmentation des températures, et des événements climatiques extrêmes (USAID, 2021). **Aujourd'hui encore, Haïti se situe à la 3ème place au niveau mondial de l'Indice de risque climatique à long terme (CRI) avec plus de 80 événements climatiques extrêmes entre 2000 et 2019 (Germanwatch, 2021).**

Cadre théorique

Pour évaluer les risques de désastre, les éléments que sont les aléas, l'exposition et la vulnérabilité forment un calcul. Dans ce qui suit, les 4 éléments de ce calcul seront expliqués et élaborés.



Risque de désastre

“Les pertes potentielles en vies humaines, les blessures ou les biens détruits ou endommagés qui pourraient survenir pour un système, une société ou une communauté dans une période spécifique, déterminés de manière probabiliste en fonction de l'aléa, de l'exposition, de la vulnérabilité et de la capacité.” - (Terminology, UNDRR, 2021)

De nombreux types de pertes, souvent difficiles à quantifier, sont associés aux risques de désastre. Cependant, en améliorant la compréhension des aléas sous-jacents, de l'exposition et des vulnérabilités, les risques de désastre peuvent être évalués et cartographiés (Classification & Hazard Review, UNDRR, 2020 : page 27).

Par conséquent, l'atlas abordera les trois dimensions du risque de désastre afin de fournir aux partenaires une meilleure connaissance de leurs zones de mise en œuvre.

Aléas

“Un processus, un phénomène ou une activité humaine qui peut causer des pertes en vies humaines, des blessures ou d'autres impacts sur la santé, des dommages matériels, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement.” (Terminology, UNDRR, 2021)

Les aléas sont une partie fondamentale du calcul du risque. Ils peuvent être :

- **Aléas naturels** - phénomènes ou effets naturels.
- **Aléas anthropiques** - événements d'origine humaine
- **Aléas socio naturels** - une combinaison de aléas naturels et anthropiques, y compris le changement climatique.

En outre, et conformément aux définitions de l'UNDRR, les aléas peuvent être classés en cinq “Groupes d'aléas” différents : les aléas biologiques, environnementaux, géologiques, hydrométéorologiques et technologiques. La liste globale actuelle des aléas en compte plus de 302. Cependant, elle est conçue pour être constamment mise à jour (Classification & Hazard Review, UNDRR, 2020:page 27).

Les aléas examinés pour cet atlas sont **les tsunamis, les inondations, les sécheresses, la dégradation des sols (érosion des sols), les cyclones, les tremblements de terre et les glissements de terrain.**

Exposition

“La situation des personnes, des infrastructures, des logements, des capacités de production et des autres biens humains tangibles situés dans les zones exposées aux aléas” (Terminology, UNDRR, 2021)

Pour mesurer l'exposition, différents indicateurs peuvent être utilisés. Pour l'atlas, l'exposition de la population et des bâtiments aux inondations a été utilisée dans le Sud-Est. De plus, une carte d'occupation du sol a été conçue pour le département Sud-est.



Image 2 : Tavorvur Volcano, Rabaul, Papua New Guinea; 2008. Image recadrée. “Eruption” by tarotastic is licensed under [CC BY 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/)

Cadre théorique

Vulnérabilité

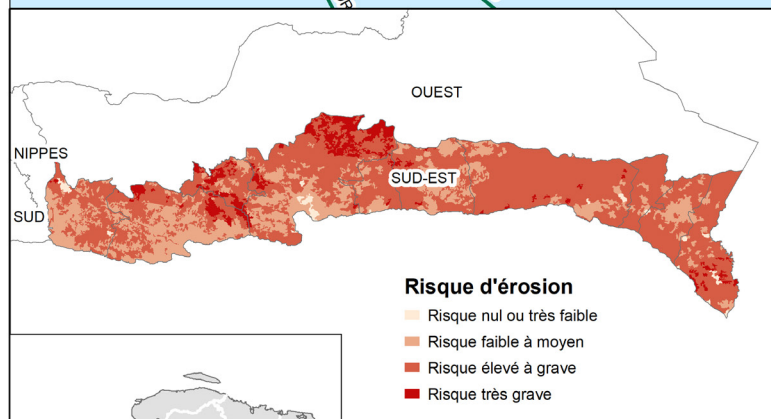
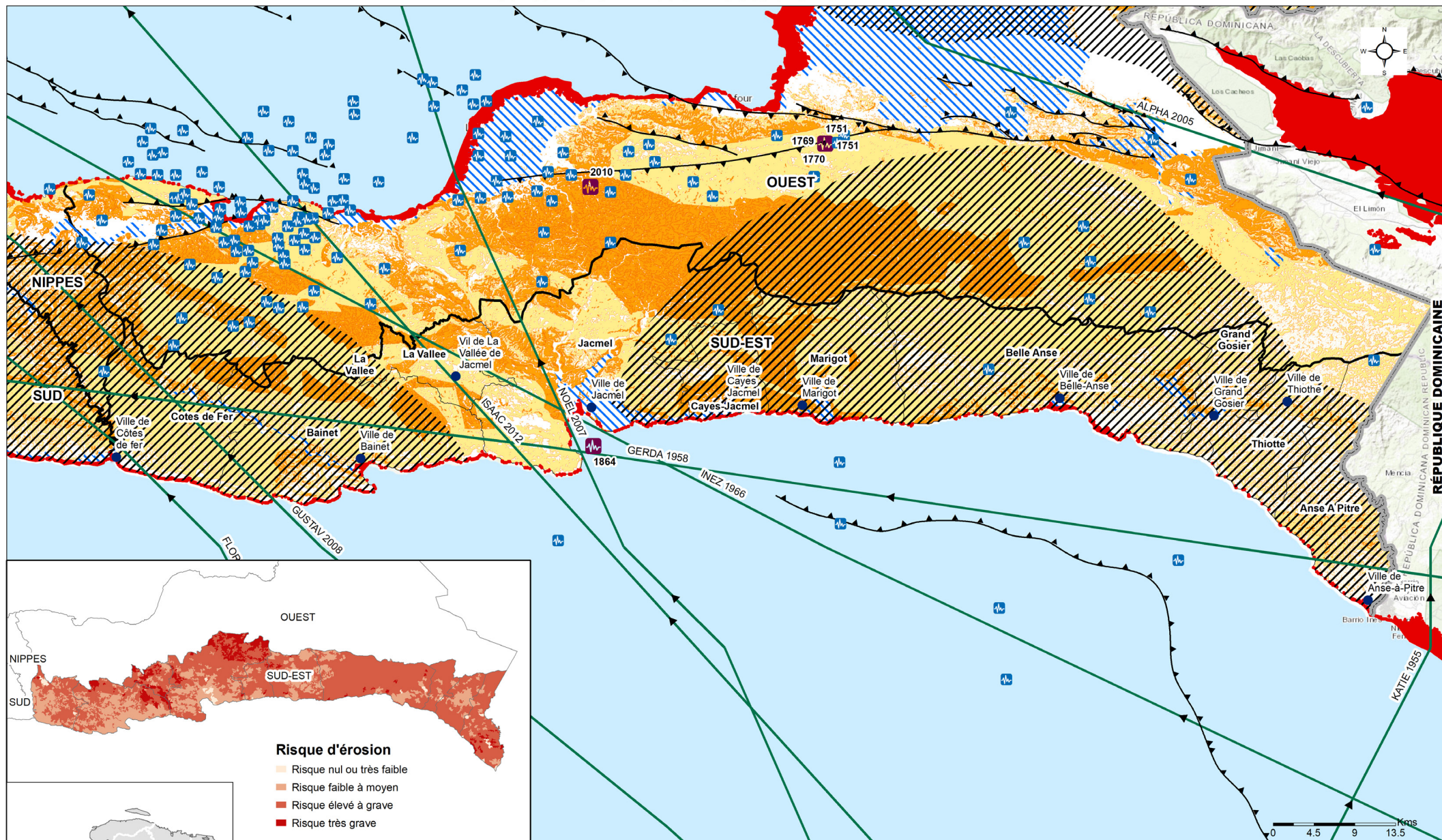
“Les conditions déterminées par des facteurs ou processus physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui augmentent la susceptibilité d’un individu, d’une communauté, de biens ou de systèmes aux impacts des aléas.” (Terminology, UNDRR, 2021).

La vulnérabilité est la dimension humaine des désastres. Plusieurs facteurs peuvent déterminer la vulnérabilité, notamment des facteurs sociaux, politique, économiques, physiques et environnementaux. En effet : **une personne, une communauté ou un système peut être exposé à un aléa mais ne pas être vulnérable, de sorte que le risque de désastre resterait minime** (Classification & Hazard Review, UNDRR, 2020:page 30). En outre, la vulnérabilité peut avoir une relation dépendante ou indépendante à l’aléa (Hostettler, 2021). Un exemple serait celui des bâtiments protégés contre les inondations, tels qu’ils sont utilisés dans de nombreuses régions du monde. Cette architecture spéciale réduit les vulnérabilités physiques des habitants tout en restant exposés à l’aléa sous-jacent - les inondations. Ainsi, les habitants ont une capacité d’adaptation suffisante pour réduire leur vulnérabilité.



Image 3 :Cap Haïtien ; 2014. Image recadrée. “Thousands Displaced Due to Flooding in Cap-Haïtien, Haiti” by United Nations Photo is licensed under [CC BY-NC-ND 2.0](#)

Les capacités à réagir et à s’adapter sur le long terme déterminent en partie la vulnérabilité de la société, tout comme la probabilité (probabilité de subir un dommage). En améliorant ces capacités, une société peut réduire sa vulnérabilité à subir des dommages. Pour présenter les cartes des vulnérabilités, cet atlas comporte une carte de l’insécurité alimentaire, une carte de la densité de population et une carte des personnes ayant besoin d’une aide humanitaire.



Risque d'érosion

- Risque nul ou très faible
- Risque faible à moyen
- Risque élevé à grave
- Risque très grave

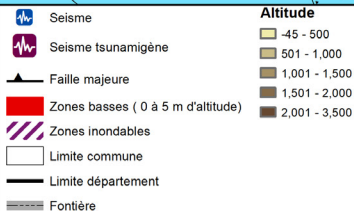
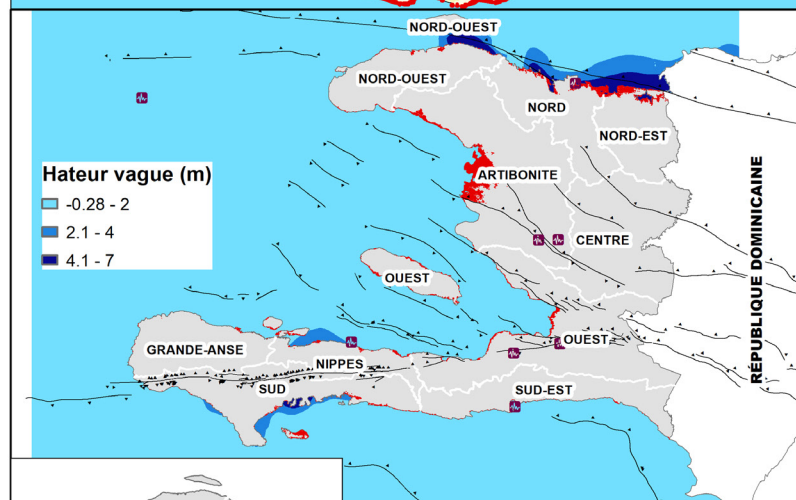
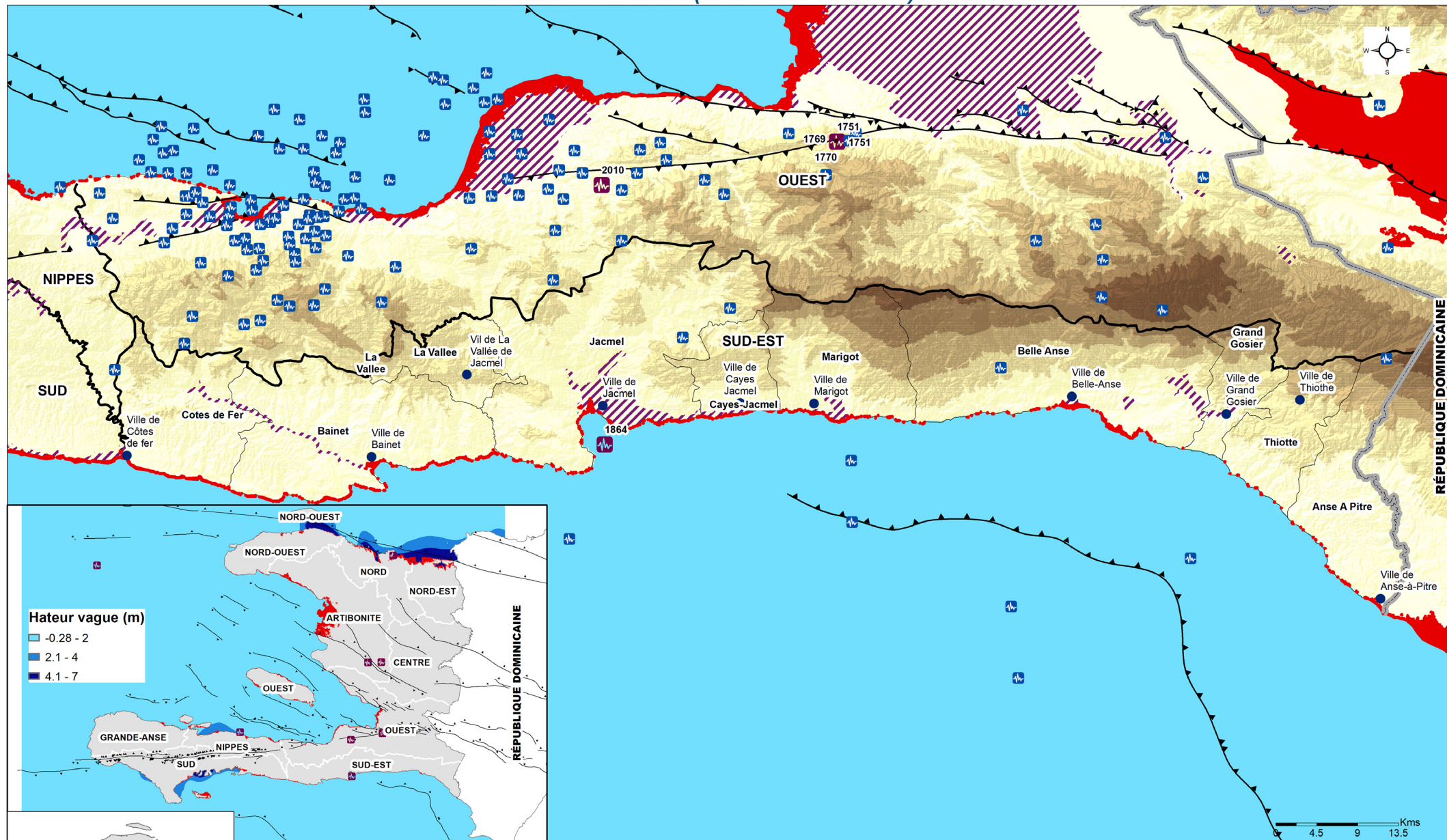
- Ville
- Seisme
- Seisme tsunamigène
- Zones basses (0 à 5 m d'altitude)
- Zones inondables
- Limite commune
- Limite département
- Faille majeure
- Trajectoire des cyclones depuis 1950
- Zones de sécheresse
- Niveau d'aléa (mouvement de terrain)
- Nul à faible
- Moyen à élevé
- Grave à très grave

Sources de données:

Seisme tsunamigène (1745-2021) : NOAA Center
 Faille majeure: Géoscience Haiti
 Zones exposées à l'érosion : CNIGS
 Zones exposées à la sécheresse : CNIGS 2010
 Zones exposées à l'inondation : CNIGS 2010
 Mouvement de terrain: NATHAT, 20210/CNIGS
 MNT srtm_30m : © Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) pour le calcul des zones basses
 Limite administrative: CNIGS
 Fond de carte: @ OSM contributeurs

Système de coordonnées: GCS WGS 1984
 Fichier: reach_hti_map_multi_aléa_Sud_Est_102021_a3_landscape_FR_V1
 Contact: reach.mapping@impact-initiatives.org

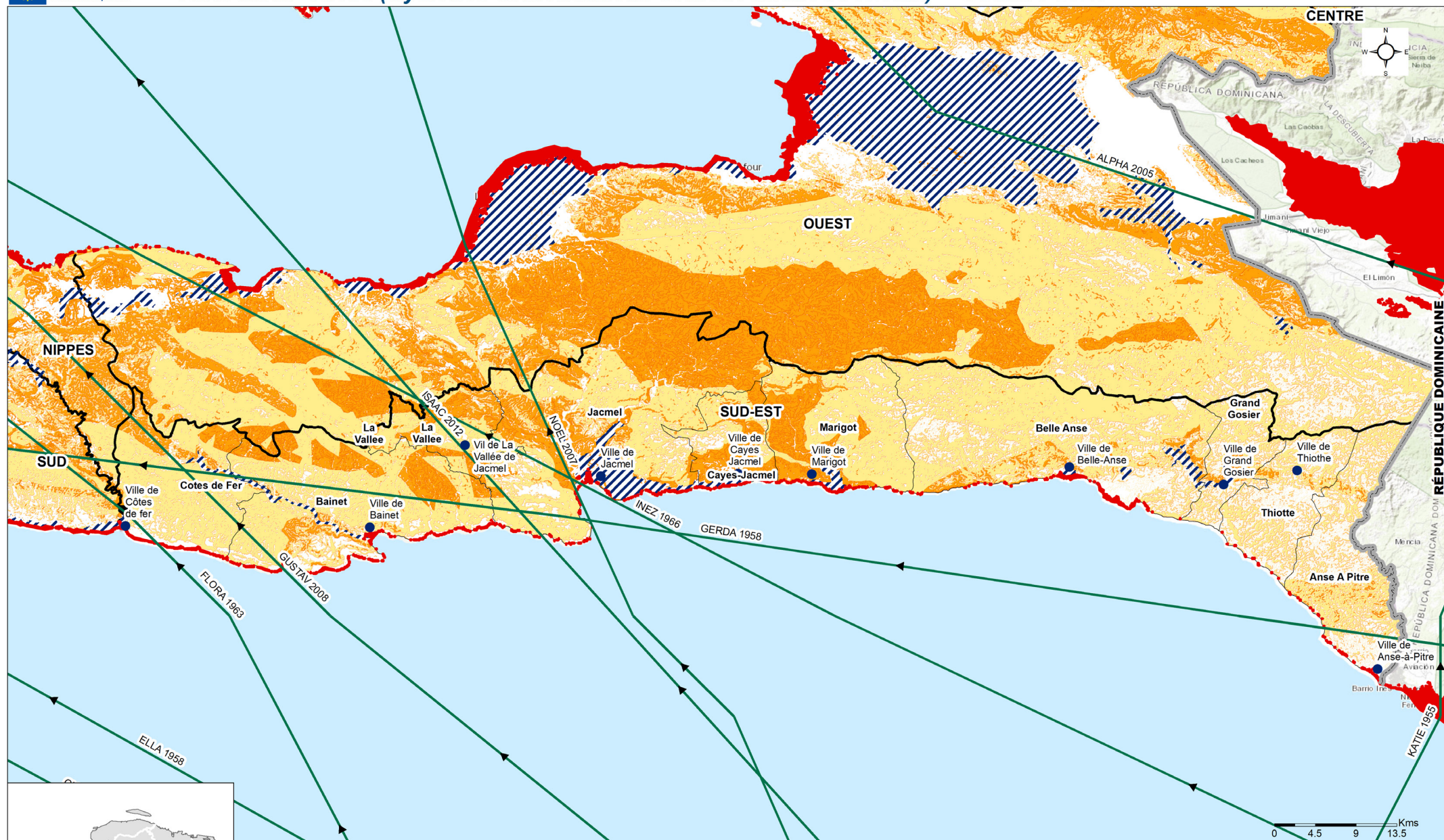
Remarque : les données, désignations et limites figurant sur cette carte ne sont pas garanties sans erreur et n'impliquent pas l'acceptation par les partenaires, associés et donateurs de REACH mentionnés sur cette carte.



Sources de données:
Seisme tsunamigène (1745-2021) : NOAA Center
Faillite majeure: Géoscience Haiti
Zones exposées à l'inondation : CNIGS 2010
MNT srtm_30m : © Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) pour le calcul des zones basses
Limite administrative: CNIGS

Système de coordonnées : GCS WGS 984
Fichier : reah_hti_map_multi_aléa_Seisme_Tsunami_Sud-Est_102021_a3_landscape_FR_V1
Contact : reach.mapping@impact-initiatives.org

Remarque : les données, désignations et limites figurant sur cette carte ne sont pas garanties sans erreur et n'impliquent pas l'acceptation par les partenaires, associés et donateurs de REACH mentionnés sur cette carte.



- Ville
- ▶ Trajectoire des cyclones depuis 1950
- Zones basses (0 à 5 m d'altitude)
- ▨ Zones inondables
- Limite commune
- Limite département
- Frontière

Niveau d'aléa (mouvement de terrain)

- Nul à faible
- Moyen à élevé
- Grave à très grave

Sources de données:

Trajectoires des cyclones depuis 1950: IBTrACS
Zones exposées à l'inondation: CNIGS 2010
Mouvement de terrain: NATHAT, 20210/CNIGS
MNT srtm_30m: © Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) pour le calcul des zones basses
Limite administrative: CNIGS
Fond de carte: @ OSM contributeurs

Système de coordonnées: GCS WGS 1984

Fichier: reach_hti_map_multi_aléa_Cyclone_inondation, landslide_Sud_Est_102021_a3_landscape_FR_V1
Contact: reach.mapping@impact-initiatives.org

Remarque: les données, désignations et limites figurant sur cette carte ne sont pas garanties sans erreur et n'impliquent pas l'acceptation par les partenaires, associés et donateurs de REACH mentionnés sur cette carte.



Image 4 : Port-au-Prince, Haïti ; 2010. Image recadrée. "Haiti Earthquake" by United Nations Development Programme is licensed under CC BY-NC-ND 2.0

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Tremblement de terre

Aperçu général

Les tremblements de terre sont un aléa naturel dévastateur qui menace l'île d'Hispaniola et en particulier Haïti. Cet aléa fait partie des géo aléas. Les tremblements de terre sont souvent causés par la friction entre les plaques tectoniques. Cette friction conduit à des ondes sismiques (vibrations) et peut entraîner une secousse massive de la surface (Atlas des menaces naturelles en Haïti, CIAT & The World Bank, 2016).



Image 5: Port-au-Prince, Haïti ; 2010. Image recadrée. “[Haïti Earthquake](#)” by [RIBI Image Library](#) is licensed under [CC BY 2.0](#)

À l'exception de ce qui est souvent rapporté par les médias, les magnitudes des événements sismiques ne sont normalement plus exprimées sur l'échelle de Richter mais sur l'échelle de magnitude des moments (MW). Celle-ci mesure la quantité d'énergie libérée lors d'un événement et permet d'en évaluer la taille. Un tremblement de terre n'a toujours qu'une seule magnitude (ESG Solutions, 2020). Cependant, une autre façon d'exprimer les événements sismiques est de mesurer l'intensité. L'intensité exprime les effets de l'événement sur la surface. Par conséquent, l'intensité peut varier pour un même séisme dans différents endroits. De plus, l'intensité peut être observationnelle ou instrumentale. Pour évaluer l'intensité observationnelle, il existe de nombreuses échelles différentes, dont l'échelle d'intensité Mercalli modifiée (MMI) bien connue (Earthquake, USGS, 2021). De même, l'intensité instrumentale peut être indiquée par une variété de paramètres différents, y compris l'accélération maximale du sol (PGA) et l'accélération maximale de la vitesse (PVA) (Kramer & Upsall, 2006). Ces paramètres ont également été utilisés pour réaliser la carte de l'aléa sismique. **D'une manière générale, les séismes sont caractérisés par leur intensité, leur magnitude, leur localisation et leur fréquence / probabilité.**

Les tremblements de terre se produisent souvent au niveau des failles tectoniques et des frontières entre les plaques tectoniques, mais ils ne se limitent pas à ces zones. De plus, ces aléas se produisent à différentes profondeurs, ces différents niveaux de profondeur influençant souvent l'intensité du séisme en surface. En outre, l'épicentre d'un tremblement de terre est défini comme l'emplacement à la surface directement au-dessus du point de déclenchement / hypocentre (Introduction to International Disaster Management, Coppola, 2011:p.46 -47).

Lorsqu'un tremblement de terre se produit, la population doit être consciente qu'il peut s'agir d'un événement précédant un séisme plus intense, mais aussi que des répliques suivant l'événement principal sont très probables. Ces répliques peuvent apparaître des mois, des semaines, des jours ou des heures après l'événement principal. **En outre, un séisme peut déclencher des aléas secondaires associés, notamment la liquéfaction, la rupture de la surface, l'affaissement et le soulèvement, les tsunamis, les gaz souterrains et les glissements de terrain** (Classification & Hazard Review, UNDRR, 2020:p. 73). Les glissements de terrain et les tsunamis seront décrits plus en détail dans les prochains chapitres.

Enfin, la probabilité de dommages graves et de décès après un séisme de plus de 6 MW est très élevée. Outre les codes de construction imposés pour limiter l'impact des événements sismiques sur les zones habitées, il est conseillé de limiter les mouvements personnels pendant un séisme et de rejoindre des lieux sûrs prédéfinis à proximité (Introduction to International Disaster Management, Coppola, 2011:p.297).



Image 6: Port-au-Prince, Haïti ; 2010. Image recadrée. “[Haïti Earthquake](#)” by [United Nations Development Programme](#) is licensed under [CC BY-NC-ND 2.0](#)

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Tremblement de terre

Tremblement de terre sur Hispaniola et le Sud-Est

La situation géographique d'Hispaniola entraîne une exposition accrue aux tremblements de terre. L'île est située sur la plaque des Caraïbes qui est entourée de plusieurs autres plaques, dont la plaque des Cocos, la plaque nord-américaine, la plaque sud-américaine et la plaque de Nazca. Parce qu'Haïti est situé près de l'intersection entre les plaques nord-américaine et caraïbe (AP, 2021), la friction entre ces plaques crée une pression qui entraîne des tremblements de terre de plusieurs magnitudes. **On pense donc que les tremblements de terre de 2010 et 2021 sont le résultat du mouvement de la plaque des Caraïbes contre la plaque nord-américaine.** La plaque nord-américaine se déplace vers l'ouest tandis que la plaque caraïbe se déplace vers l'est. Le contact entre ces plaques provoque alors des tremblements de terre et rend les événements suivants plus probables (National Geographic, 2021).

Comme expliqué précédemment, les tremblements de terre se manifestent souvent à proximité des failles. Ces sources d'activité sismique comprennent (NATHAT, Gouvernement d'Haïti & Worldbank, 2010:p. 11) la faille Enriquillo-Plantain Garden qui est située entre le sud de la péninsule de Tiburon avec un chemin à travers *Miragoâne & Petionville* continuant en direction de *la Plaine du Cul-de-Sac* et de la frontière sud. Les derniers événements sismiques majeurs de plus de 7 MW le long de la faille ont eu lieu en novembre 1751 (magnitude : 7,5) et en juin 1770 (magnitude : 8,0). Ils ont été suivis par le tremblement de terre de 2010 (magnitude 7,0) et le tremblement de terre de 2021 (magnitude : 7,2) (Nature, 2021). Les calculs montrent qu'il existe un potentiel pour un événement futur d'une magnitude de 8,0 du côté de la République dominicaine d'Hispaniola. Cependant, un séisme d'une telle intensité aurait également un impact sur *Port-Au-Prince* mais aussi sur les régions du sud d'Haïti. Les autres failles sont la faille Septentrional-Oriente, la faille d'Hispaniola Nord et les failles du plateau central. Les tremblements de terre le long de ces failles auraient principalement un impact sur les régions du nord d'Hispaniola. De plus, une faille supplémentaire est située au sud de la côte du Sud-Est. Cependant, **il existe une incertitude quant aux autres sources sismiques possibles sur Hispaniola** (NATHAT, Gouvernement d'Haïti & Worldbank, 2010:p. 13).

Événements historiques

Type d'aléa	Position géographique	Ampleur	Escaille	An	Mois	Jour	Total des décès	Personnes blessées	Total des personnes touchées	Total des dommages ('000 US\$)
Tremblement de terre	Anse-a-Veau	6.2	MW	1952	October	27	6			20000
	5 km sud est d Arcahaie, Haïti	6.1	MW	1953	January	25				
	12 km sud de Anse-À -Veau, Haïti	6.2	MW	1956	July	9				
	Port-au-prince, Kenscoff municipalities (Port-au-Prince district), Croix-des-Bouquets municipality (Croix-des-Bouquets district), Leogane, Petit-Goave, Grand-Goave municipalities (Leogane) (Ouest province), Jacmel municipality (Jacmel district, Sud Est province), Les Cayes municipality (Cayes district, Sud province), Jeremie municipality (Jeremie district, Grande Anse province), Gonaïves municipality (Gonaïves district, Artibonite province)	7	MW	2010	January	12	222570	300000	3700000	8000000
	Port-de-Paix, Gros-Morne, Saint-Louis-du-Nor	6	MW	2018	October	6	17	421	39336	
	Nippe, Grand Anse and the Sud departments	7	MW	2021	August	14	2577	12763	591763	

Tableau 1: Principaux tremblements de terre survenus au cours des 80 dernières années. Source: EMDAT & USGS

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Tremblement de terre

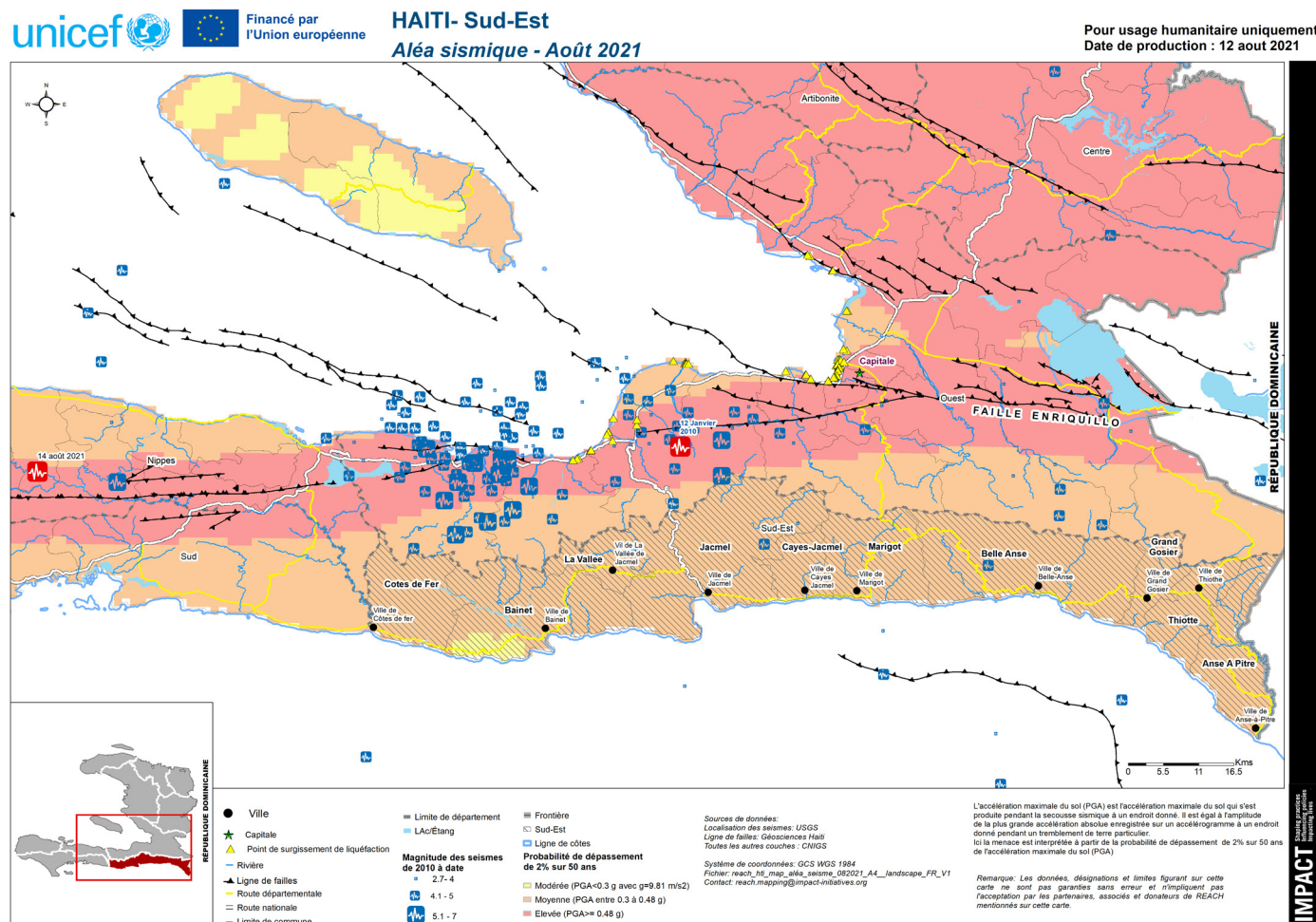
Cartes des aléas

La carte des aléas sismiques montre les séismes qui ont touché la région au cours des dix dernières années dans le département Sud-Est d'Haïti.

Ainsi, elle montre les événements sismiques avec leur magnitude sur l'échelle MW. Elle montre aussi les lignes de failles, les limites communales, les limites départementales, les grandes villes, les routes nationales et départementales, les points de liquidation, le littoral, les rivières et les grands plans d'eau. Elle indique également la probabilité d'une accélération maximale du sol dans 50 ans. **La carte des aléas montre que plus de 26 séismes se sont produits dans la région proche de Sud-Est, dont beaucoup avec une magnitude supérieure à 5 sur l'échelle des MW, au cours des dix dernières années.** De plus, les épicentres du séisme intense de 2010 (7,0 MW) et d'un séisme de suivi (5 MW) n'étaient pas loin de la région Sud-Est et ont eu un impact sur des zones urbaines plus importantes comme *Jacmel* ou *Cayes-Jacmel* (NPR, 2010). Le séisme de 2021 s'est également produit près de la même faille (faille Enriquillo Plantain Garden).

Cependant, le département Sud-Est est soumis à une accélération maximale du sol (*Peak Ground Acceleration - PGA*) moyenne, d'un maximum de 0,3 à 0,48 g avec une probabilité de 2% en 50 ans. Le PGA indique l'accélération maximale du sol à un endroit donné pendant un tremblement de terre - en d'autres termes, il décrit l'ampleur du mouvement de la surface vers le haut et vers le bas. En outre, le facteur PGA est essentiel pour le développement d'infrastructures et de bâtiments parasismiques. Comme référence, on peut prendre en considération l'échelle d'intensité SMI (Wald et al., 1999a).

Enfin, l'exposition aux aléas secondaires, par exemple les tsunamis, ne doit pas être sous-estimée avec une faille identifiée à proximité des côtes de la région Sud-Est. Comme l'expliquera le chapitre sur les tsunamis, les côtes du Sud-Est sont potentiellement exposées à cet aléa.



Secousses perçues	Non ressentie	Faible	Léger	Modéré	Fort	Très fort	Sévère	Violent	Extrême
Dommages potentiels	aucune	aucune	aucune	Très légère	Légère	Modérée	Modérée/lourde	Lourde	Très lourde
PGA (%g)	< 0.17	0.17 - 1.4	1.4 - 3.9	3.9 - 9.2	9.2	18 - 34	34 - 65	65 - 124	> 124
PGV (cm/sec)	< 0.1	0.1 - 1.1	1.1 - 3.4	3.4 - 8.1	8.1 - 16	16 - 31	31 - 60	60 - 116	> 116
Intensité instrumentale	I	II - III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Tableau 2: L'échelle d'intensité SMI, Source:Wald et al., 1999a



Image 7 : Fonds-des-Nègres, Nippes, Haïti ; 2015. Image recadrée. "Ayiti mòn" by ruifo is licensed under [CC BY-NC-SA 2.0](#)

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Glissement de terrain

Aperçu général

Les glissements de terrain font partie des aléas naturels les plus meurtriers. Par définition, cet aléa naturel implique un mouvement de masse descendant de terre, de roches ou de débris (Landslide Types, USGS, 2021). Il fait partie des géo aléas et constitue souvent un aléa secondaire des tremblements de terre ou des cyclones accompagnés de fortes pluies. Cet aléa se produit lorsque des matériaux perdent leur stabilité physique et commencent donc à se déplacer le long d'une pente. En plus d'être un aléa secondaire, **les glissements de terrain peuvent également être le résultat de l'absence de végétation ou être causés par des interventions humaines**. Les glissements de terrain peuvent se déplacer lentement ou descendre rapidement et se produire sur les côtes, les montagnes, les collines ou les berges des rivières. En outre, les inondations et les tsunamis sont deux aléas secondaires potentiels des glissements de terrain (Introduction to International Disaster Management, Coppola, 2011:p.57). Le terme "glissement de terrain" définit une variété d'événements tous caractérisés par un mouvement vers le bas et vers l'extérieur. Dans ce qui suit, différents types de glissements de terrain sont décrits et sont utilisés dans le processus de classification des glissements de terrain (Landslide Types, USGS, 2021).

Types de glissements de terrain

- **Glissement rotationnel** (mouvement de rotation)
- **Glissement translationnel** (mouvement autour "d'une surface grossièrement plane avec peu de rotation" (USGS, 2021)).
- **Glissement de bloc** (déplacement d'une seule unité)
- **Chute de pierres / éboulement** (descente soudaine de rochers)
- **Basculement** (rotation vers l'avant sur le point de pivot)
- **Lave torrentielle** (mélange de différents matériaux, notamment des roches, de l'eau, des matières organiques et du sol.)
- **Avalanche de débris** (coulée de débris très rapide)
- **Coulée de boue** (sol perdu et fin, roches fines ou autres matériaux fins avec eau)
- **Fluage** (caractérisé par le mouvement lent mais régulier du sol ou des roches)
- **Étalement latéral** (déclenchée par la liquéfaction, se produit sur des pentes légères ou des zones plates).

De plus, pour une classification plus poussée d'un glissement de terrain, le statut d'activité, la distribution et le style doivent être pris en compte (UNESCO, 1993).

Mouvement de terrain dans le Sud-Est

Après les séismes de 2010 et 2021, de nombreux glissements de terrain ont pu être observés avec des effets dévastateurs sur la population. Après le tremblement de terre de 2021, les scientifiques pensent que de nombreux glissements de terrain se sont produits loin des populations vulnérables dans le parc national de Pic Macaya. Le parc national est particulièrement exposé en raison des pentes abruptes de ses terrasses (Washington Post, 2021) (NATHAT, Gouvernement d'Haïti & Worldbank, 2010, p. 59). Néanmoins, **le niveau d'exposition est faible à modéré pour les glissements de terrain dans l'ensemble du département du Sud-Est**. Une étude menée par la Banque mondiale en collaboration avec le gouvernement haïtien a cependant identifié les zones autour des villes de *Cayes-Jacmel* et de *Jacmel* comme étant particulièrement exposées aux glissements de terrain. L'étude a également conclu que les tremblements de terre et plusieurs risques météorologiques et hydrologiques influencent l'occurrence des glissements de terrain dans le Sud-Est (NATHAT, Gouvernement d'Haïti & Worldbank, 2010, p. 59). Outre les différents types de glissements de terrain, un autre phénomène lié aux tremblements de terre a été observé, **à savoir l'effondrement de cavités souterraines artificielles et naturelles pouvant conduire à des gouffres géants particulièrement dangereux dans les zones habitées**.

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Glissement de terrain

Cartes des aléas

La carte de aléa de mouvement de terrain conçue par IMPACT montre l'exposition aux différents types de glissements de terrain mais aussi l'exposition à l'effondrement de cavités souterraines dans le département du Sud-Est. De plus, elle illustre le niveau des précipitations, les niveaux d'altitudes, les zones urbaines et les pentes dans le Sud-Est.

La carte indique un niveau moyen d'aléa pour plusieurs parties du Sud-Est. Plusieurs agglomérations importantes sont situées dans des zones exposées aux glissements de terrain, comme la ville de Jacmel avec plus de 198 000 habitants et plus généralement la commune du même nom. De plus, plusieurs zones des communes de *La Vallée-de-Jacmel*, *Bainet*, *Côtes-de-Fer*, *Cayes-Jacmel* et *Marigot* ont une exposition similaire aux glissements de terrain ; en examinant la carte des pentes, on constate que les pentes sont particulièrement fortes dans ces communes. Les plus grandes altitudes se trouvent au nord de Belle-Anse, Marigot, Grand-Gosier, Thiotte et Anse-à-Pitres avec des altitudes comprises entre 500 et 3000 mètres. Le reste du département a une exposition plus faible aux glissements de terrain.

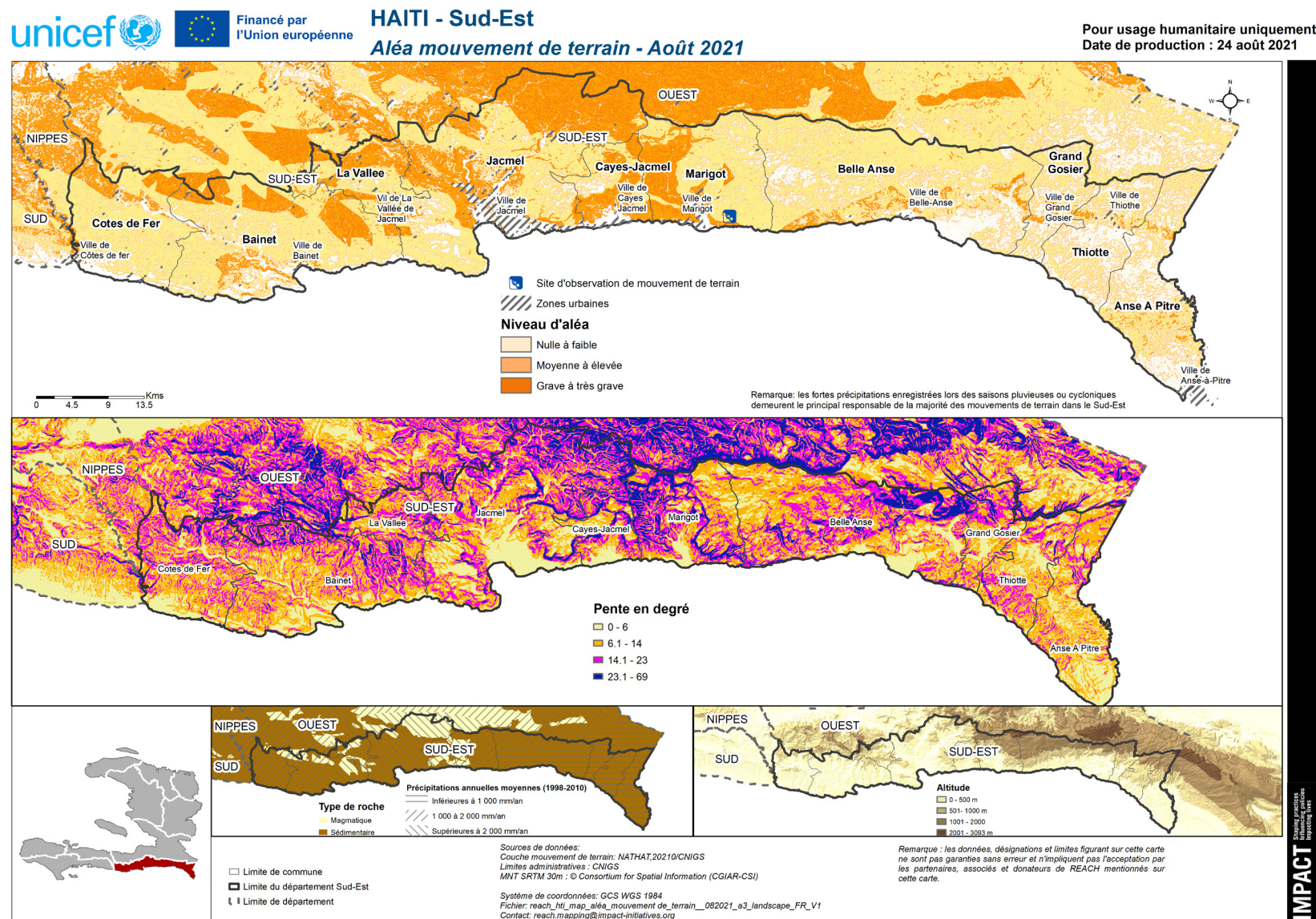




Image 8 : Banda Aceh, Sumatra, Indonesia ; 2012. Image recadrée. “[Tsunami wreck](#)” by [robysaltori](#) is licensed under [CC BY-NC 2.0](#)

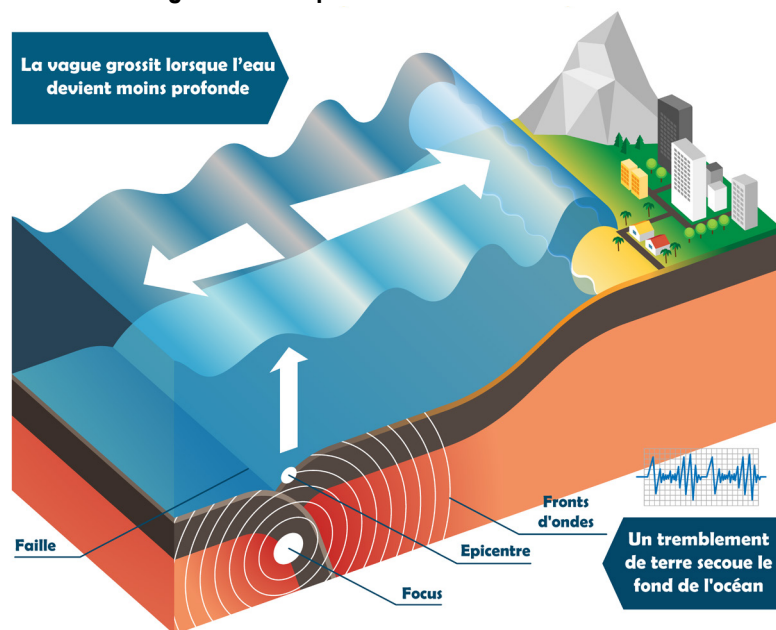
Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Tsunami

Aperçu général

Les tremblements de terre, les volcans, les glissements de terrain terrestres et marins peuvent provoquer des vagues de tsunami qui font partie des aléas hydrologiques ou géologiques (Classification & Hazard Review, UNDRR, 2020: p.73) (Tsunamis and Tsunami Hazards, USGS, 2020). Les tsunamis sont constitués de plusieurs vagues, qui n'augmentent pas sensiblement leur hauteur en eau libre (Oceanservice.noaa.gov, 2021). Cependant, **si un tsunami frappe une côte et des eaux peu profondes, les masses d'eau peuvent s'élever à une hauteur considérable**. Des vagues d'une hauteur supérieure à 30 mètres ont déjà été observées (Introduction into International Disaster Management, Coppola, 2011: p.54).

De plus, les tsunamis se déplacent à une vitesse importante, ce qui les rend encore plus dangereux (Oceanservice.noaa.gov, 2021). De plus, si un tsunami est déclenché le long d'une faille par un tremblement de terre, les vibrations du séisme peuvent entraîner un tsunami dont la trajectoire se situe à plusieurs milliers de kilomètres de l'épicentre initial (Introduction into International Disaster Management, Coppola, 2011: p.50-54). **Ainsi, les tsunamis peuvent atteindre les communautés côtières en quelques minutes, d'où l'importance de systèmes d'alerte précoce bien organisés et rapides.**



Graphique 1: "Tsunami vector illustration", Source: VectorMine, shutterstock.com



Image 9 : Ishinomaki, Japon ; 2011. "Earthquake and Tsunami Japan" by CECAR - Climate and Ecosystems Change Adaptation R is licensed under CC BY 2.0

Tsunamis en Haïti et dans le département du Sud-Est

Suite au tremblement de terre du 12 janvier 2010 en Haïti, deux vagues de tsunamis d'environ trois mètres ont frappé le littoral du Sud-Est, en Haïti. L'une de ces vagues a touché la ville de Jacmel sur la côte sud d'Haïti. Plusieurs vagues de plus d'un mètre ont touché les 300 km de côte et ont aussi atteint la République dominicaine voisine (Twin Tsunamis Triggered by the 12 January 2010 Haiti Earthquake, Fritz H.M., Hillaire J.V., Molière E., Wei Y. & Mohammed F., 2010: p.10) . Pour le tremblement de terre de 2021, la NOAA (*United States National Oceanic and Atmospheric Administration*) a émis plusieurs avertissements pour de potentielles vagues entrantes sur les côtes d'Haïti, y compris sur la commune de Jacmel (Tsunami.gov, 2021).

Cependant, la NOAA, a déclaré l'exposition au tsunami comme étant invalide dans son dernier avis d'alerte du 14 août 2021 (Tsunami.gov, 2021). Néanmoins, étant donné que les destructions des tsunamis liés au tremblement de terre de 2010 n'ont été détectées que quelques semaines plus tard, il faudra attendre de nouvelles investigations.

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Tsunami

Carte des aléas

Pour mieux comprendre l'aléa de tsunami en Haïti, IMPACT Initiatives a développé une carte des aléas liés aux tsunamis pour le Sud-Est d'Haïti. Cette carte présente les niveaux d'altitudes, et notamment les zones de basse altitude potentiellement exposées aux Tsunamis, les grandes villes, les événements sismiques liés aux tsunamis, les lignes de géo-faille, les frontières, les limites départementales et communales.

Les données historiques ont révélé au moins deux tremblements de terre déclenchant des tsunamis qui ont touché le département au cours des 150 dernières années. En particulier, la zone autour de la ville de Jacmel est potentiellement exposée aux tsunamis. Mais aussi d'autres villes côtières comme Cayes-Jacmel, Marigot, Belle Anse, Anse-à-Pitres et Bainet peuvent être exposées à cet aléa.

Ainsi, un séisme marin ou un glissement de terrain maritime au large des côtes pourrait avoir des effets dévastateurs sur les zones urbaines du département.

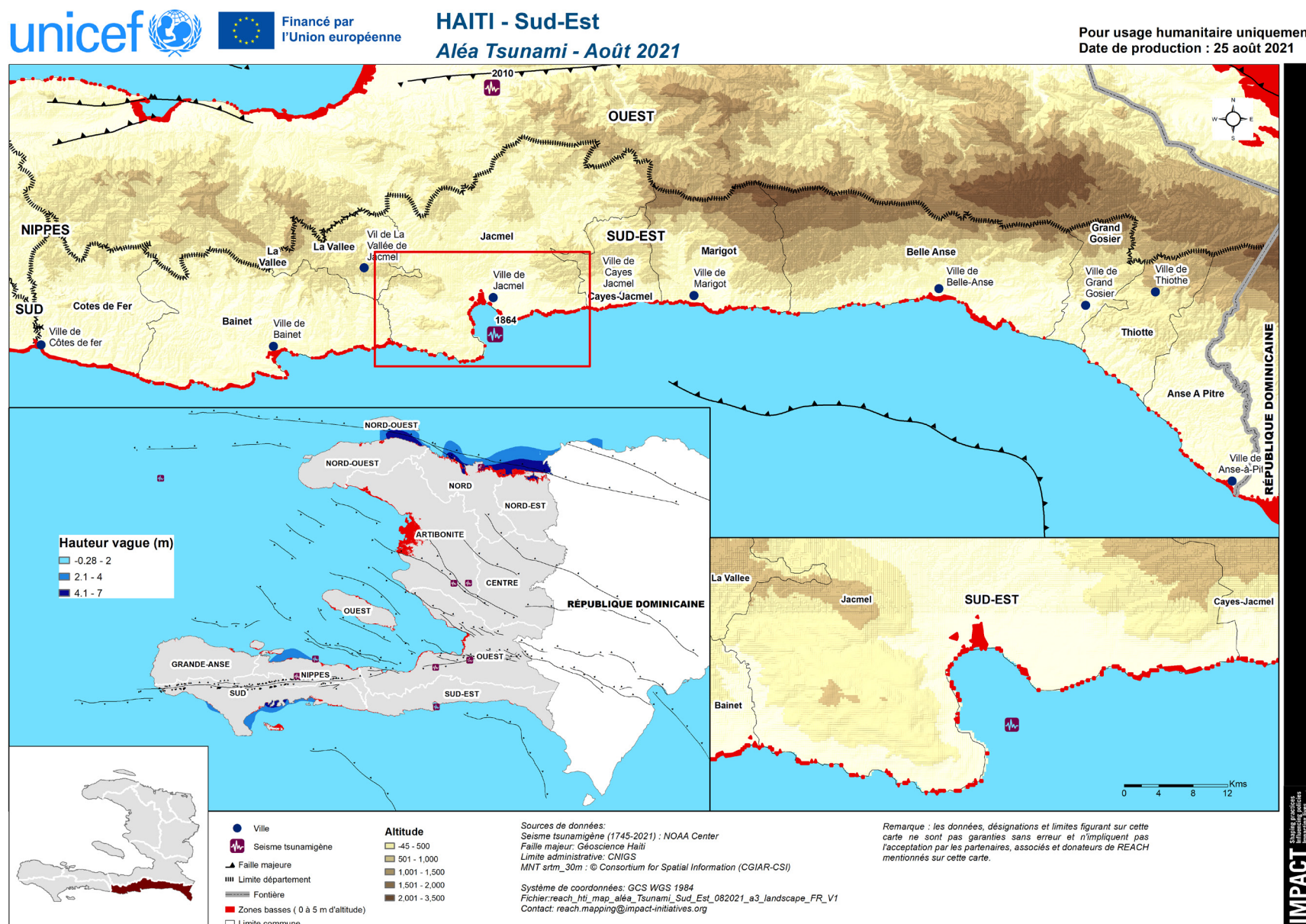




Image 10 : Haïti ; 2012. Image recadrée. "Hurricane Sandy Causes Heavy Rains and Floods in Haiti" by United Nations Photo is licensed under CC BY-NC-ND 2.0

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Cyclone

Aperçu général

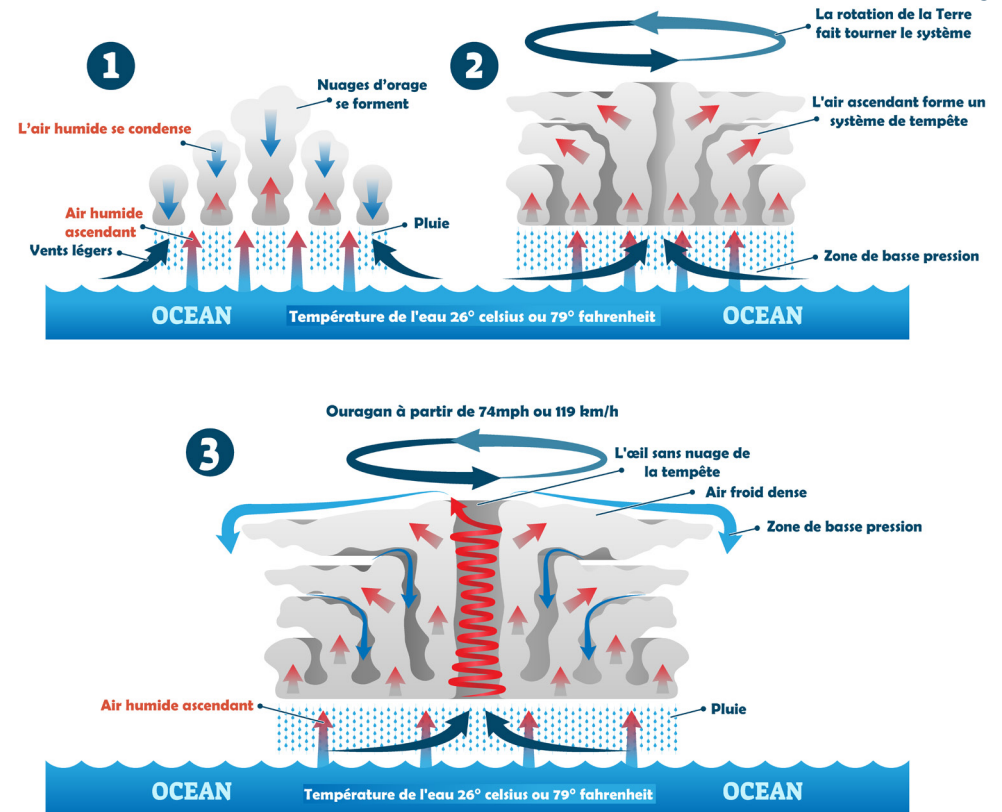
Chaque année, entre juin et novembre environ, Haïti est exposée à des vents forts pendant la saison des cyclones (ouragans). La saison des cyclones se déroule entre juillet et novembre.

Ces systèmes de basse pression rotatifs sont déclenchés par deux facteurs principaux. Premièrement, l'eau chaude de l'océan doit avoir une température d'environ 26°C dans les 50 mètres supérieurs de la surface (Scijinks.gov, 2020). Le deuxième déclencheur est le vent, dans le cas d'Haïti et des Caraïbes, ce vent souffle de l'Afrique à travers l'Atlantique.



Image 11 : Les Cayes, Haiti, 2016. Image recadrée. “[Haiti Hit by Hurricane Matthew](#)” by [United Nations Photo](#) is licensed under [CC BY-NC-ND 2.0](#)

Les vents forts entraînent l'évaporation de l'eau de l'océan qui, par conséquent, remonte, se refroidit et l'eau évaporée se transforme à nouveau en gouttelettes d'eau. Ces gouttelettes forment alors d'énormes nuages. Pendant que l'eau se transforme (se condense) en gouttelettes, elle réchauffe l'air environnant. De l'eau chaude supplémentaire évaporée monte et est également aspirée dans les nuages. Ce processus se poursuit et les nuages deviennent de plus en plus grands. Le vent commence à se déplacer autour du centre calme (œil). Avec cette croissance, les nuages deviennent moins stables et se refroidissent. Le processus subséquent de refroidissement, de réchauffement, de croissance et d'augmentation de la pression atmosphérique fait que l'air se détourne des zones de haute pression environnantes.



Graphique 2: “[Hurricane formation labeled vector illustration](#)”, Source : VectorMine, shutterstock.com

Par la suite, cet air se déplace vers les zones de basse pression, se réchauffe, s'élève et entraîne une plus grande activité au sein du système de vent (Scijinks.gov, 2020) (Spaceplace, NASA, 2020).

Les systèmes de vents cycloniques sont classés en fonction de la vitesse de leurs vents de surface: un système de vent inférieur à 62 km/h mais supérieur à 40 km/h est appelé dépression tropicale. Si les vents sont supérieurs à 62 km/h, on parle de tempête tropicale. À ce stade, la tempête est nommée, et elle commence à se déplacer autour de son œil (centre calme). Au-dessus de 119 km/h, la tempête devient un cyclone (ouragan). La tempête a alors une altitude de 15 km et un diamètre d'un minimum de 200 km. Son centre calme a un diamètre compris entre 8 km et 48 km (Scijinks.gov, 2020). Suivant la terminologie de la NOAA (2020) et l'échelle de vent des cyclones (ouragans) de Saffir-Simpson, cinq catégories sont utilisées pour évaluer l'effet potentiel d'un cyclone sur les zones habitées. Plus la catégorie est élevée, plus les dommages et le danger potentiels pour les populations sont importants.

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Cyclone

L'échelle de vent des cyclones de Saffir-Simpson

Catégorie	Vitesse du vent	Niveau de dommages à l'atterrissage	Types de dommages à l'atterrissage
1	119-153 km/h	Minimum	Des vents très dangereux produiront quelques dégâts : Les maisons à ossature bien construites pourraient subir des dommages au toit, aux bardeaux, au revêtement en vinyle et aux gouttières. Les grosses branches des arbres se casseront, et les arbres à racines peu profondes pourront être renversés. Des dommages importants aux lignes électriques et aux poteaux entraîneront probablement des pannes de courant qui pourraient durer de quelques jours à plusieurs jours.
2	154-177 km/h	Modéré	Des vents extrêmement dangereux causeront d'importants dégâts : Les maisons à ossature bien construites pourraient subir des dommages importants au niveau du toit et du revêtement. De nombreux arbres aux racines peu profondes seront cassés ou déracinés et bloqueront de nombreuses routes. On s'attend à une perte quasi-totale d'électricité, les pannes pouvant durer de plusieurs jours à plusieurs semaines.
3	178-208 km/h	Extensif	Des dommages dévastateurs vont se produire : Les maisons à ossature bien construites aléant de subir des dommages importants ou l'enlèvement du platelage du toit et des pignons. De nombreux arbres seront cassés ou déracinés, bloquant de nombreuses routes. L'électricité et l'eau ne seront pas disponibles pendant plusieurs jours ou semaines après le passage de la tempête.
4	209-251 km/h	Extrême	Des dommages catastrophiques se produiront : Les maisons à ossature bien construites peuvent subir de graves dommages avec la perte de la majeure partie de la structure du toit et/ou de certains murs extérieurs. La plupart des arbres seront cassés ou déracinés et les poteaux électriques abattus. La chute des arbres et des poteaux électriques isolera les zones résidentielles. Les coupures de courant dureront des semaines, voire des mois. La majeure partie de la zone sera inhabitable pendant des semaines ou des mois. ou semaines après le passage de la tempête.
5	252 km/h ou plus	Catastrophique	Des dommages catastrophiques vont se produire : Un pourcentage élevé de maisons à ossature sera détruit, avec une rupture totale du toit et un effondrement des murs. La chute d'arbres et de poteaux électriques isolera les zones résidentielles. Les coupures de courant dureront des semaines, voire des mois. La majeure partie de la zone sera inhabitable pendant des semaines ou des mois.

Tableau 3: L'échelle de vent des cyclones de Saffir-Simpson, Source: NOAA, 2021

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Cyclone

Cyclones en Haïti et dans le Sud-Est

Les cyclones affectent la région du Sud-Est d'Haïti chaque année. Les événements majeurs des vingt dernières années ont été les cyclones Noel (2007), Gustav (2008) et Isaac (2012) qui ont touché directement le Sud-Est. En 2016, le cyclone Matthew a tué 546 personnes, principalement dans *la Grand'Anse, le Sud, les Nippes* et *l'Ouest*, mais il a également eu des effets considérables sur la sécurité alimentaire dans tout le pays. **Environ 80% du réseau électrique et 90% des maisons ont été détruits dans la partie sud d'Haïti. Selon la FAO (2016), jusqu'à 100% des récoltes ont été détruites**, avec comme conséquences la population rurale dépendante de l'agriculture dans un grand besoin. Jacmel, la plus grande ville du Sud-Est, a subi des dommages importants (weather.com, 2016).

Événements historiques

Type d'aléa	Nom	Position géographique	Aléa secondaire	Année	Mois	Total des décès	Total des personnes affectée
Cyclone	Michelle	Grande Anse, Centre, Sud, Nippes, Ouest, Artibonite, Nord Ouest, Nord, Nord Est, Sud Est		2001	10		
	Lili	Grande Anse, Centre, Sud, Nippes, Ouest, Artibonite, Nord Ouest, Nord, Nord Est, Sud Est	Inondation	2002	9	4	250
	Alpha	Dame Marie, Les Irois villages (Anse-D'Ainault district, Grande Anse province), Carrefour, Gressier, Port-au-Prince villages (Port-Au-Prince district, Ouest province), Leogane district (Ouest province), Anse à Pitre village (Belle Anse district, Sud Est province), Jacmel district (Sud Est province), Anse Rouge village (Gros Morne district, Artibonite province), Hinche district (Centre province)	Inondation	2005	10	12	2192
	Dennis	Sud, Ouest, Nippes, Sud Est, Grande Anse	Pluie	2005	7	40	15036
	Wilma	Sud, Sud Est	Inondation	2005	10	12	
	Dean	Sud, Sud Est, Grande Anse, Nippes, Ouest, Artibonite, Centre, Nord, Nord Est, Nord Ouest	Inondation	2007	8	9	3966
	Noel	Port-au-Prince district (Ouest province), Gonaïves district (Artibonite province), Jacmel district (Sud Est province), Cayes district (Sud province)	Inondation	2007	10	90	108763
	Gustav	Sud Est, Sud, Nippes, Ouest, Grande Anse, Artibonite, Centre	Inondation	2008	8	85	73006
	Hanna	Gonaïves, Saint-Marc, Gros Morne districts (Artibonite province), Port-au-Prince district, Sud, Nord, Sud Est, Nippes provinces	Inondation	2008	9	529	48000
	Fay	Grande Anse, Centre, Sud, Nippes, Ouest, Artibonite, Nord Ouest, Nord, Nord Est, Sud Est provinces		2008	8	10	220
	Tomas	Port-au-Prince, Leogane districts (Ouest province), Cayes district (Sud province), Jacmel district (Sud Est province), Grande Anse	Inondation	2010	11	21	5020
	Sandy	Ouest, Sud, Grande Anse, Nippes, Sud Est, Artibonite	Glissement de terrain	2012	10	75	201850
	Isaac	Grande-Anse, Sud, Sud Est, Artibonite, Ouest		2012	8	13	8007

Tableau 4: Événements météorologiques extrêmes ayant des effets primaires sur Sud-Est (2000 -2020), Source: EMDAT

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Cyclone

Carte des aléas

La carte des aléas cycloniques, élaborée par IMPACT Initiatives, montre les zones historiquement exposées dans le département du Sud-Est.

La carte présente les trajectoires des cyclones qui ont touché terre dans le Sud-Est d'Haïti au cours des soixante dernières années. De plus, elle montre les principales villes, les routes nationales et départementales, les terres basses, les rivières et les limites / frontières départementales, communales et nationales.

Six cyclones ont affecté directement le département tandis que d'autres sont passés en dehors du territoire du Sud-Est mais ont tout de même eu des effets directs ou indirects sur la population. En 2007, 2008 et 2012, les cyclones Noel, Gustav et Issac ont traversé directement le Sud-Est d'Haïti, affectant les départements des Nippes, du Sud, de l'Ouest et surtout du Sud-est. La trajectoire de cyclone Noel en 2007 a conduit le système météorologique à quelques kilomètres seulement à l'ouest de la ville de Jacmel, entraînant des pluies abondantes et des inondations dans la commune (OPS, 2007). De même, en 2008, Gustav a provoqué des inondations à Jacmel et des dégâts dans le département du Sud-Est (CNN, 2008). En 2012, la trajectoire d'Isaac est passée par la ville de Vallée et a provoqué des dégâts importants dans l'ouest du Sud-Est.

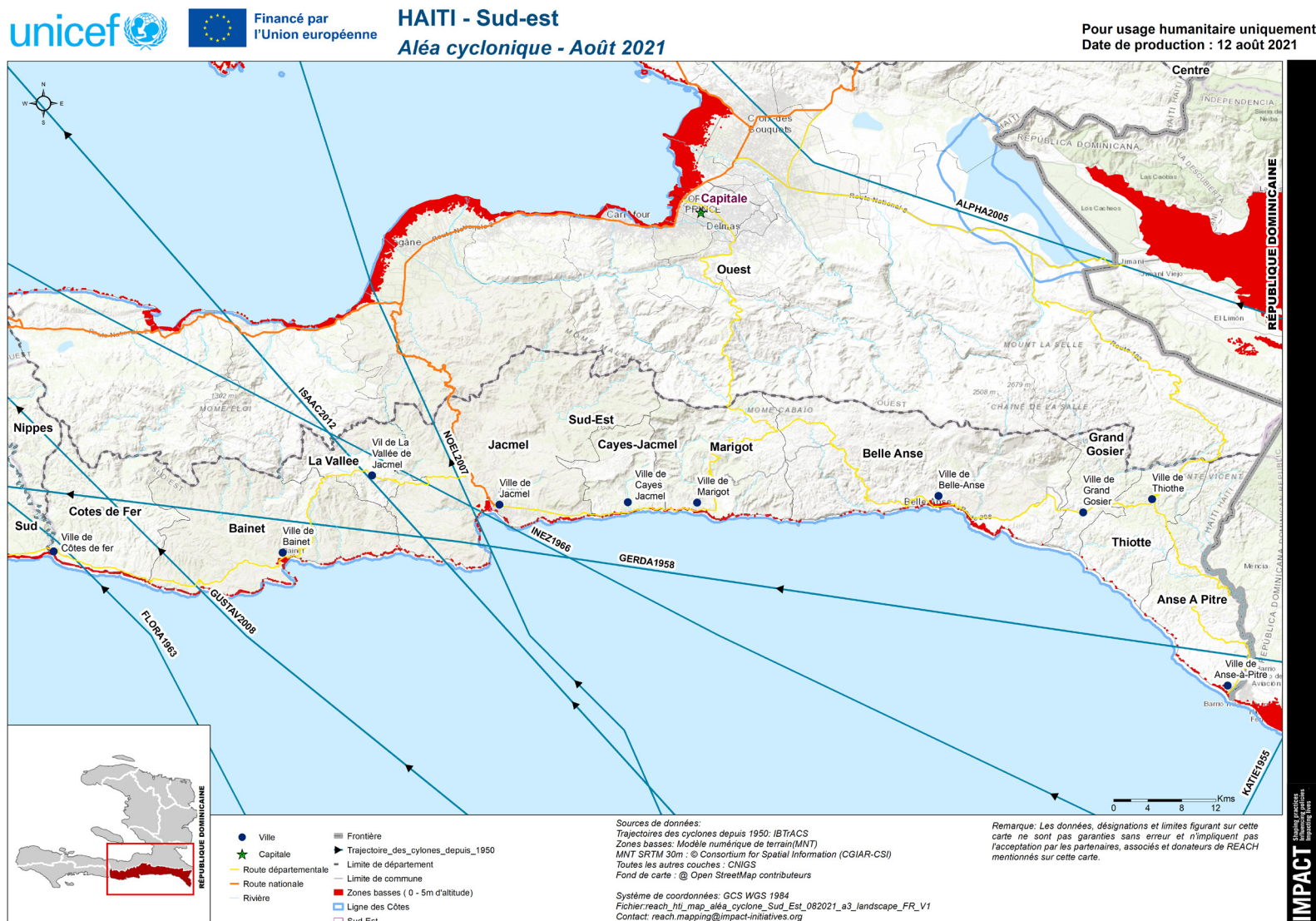




Image 12 : Haïti ; 2015. Image recadrée. "Unprecedented drought spreads through Haiti and the Dominican Republic" by EU Civil Protection and Humanitarian Aid is licensed under CC BY-NC-ND 2.0

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Sécheresse

Aperçu général

L'aléa de sécheresse fait référence à des conditions météorologiques extrêmement sèches entraînant des pertes de récoltes et des pénuries d'eau. **La gravité de l'événement dépend de la durée, du niveau de pénurie d'eau et d'humidité et de l'étendue de la zone affectée** (Introduction to Disaster Management, Coppola, 2010 : 62). Les sécheresses peuvent durer des mois, voire des années. **Plus que tout autre aléa naturel, l'impact des sécheresses dépend fortement du mécanisme d'adaptation de la zone affectée.** Par conséquent, la définition d'une sécheresse est toujours sujette à discussion : lié à l'approvisionnement en eau nécessaire pour soutenir l'agriculture, l'approvisionnement en eau pour les humains, et l'approvisionnement en eau pour d'autres besoins, les conditions météorologiques sèches pourraient être appelées dans certaines régions "sécheresse", alors qu'elles ne sont pas considérées comme telles dans d'autres régions (Introduction to Disaster Management, Coppola, 2010:62).

Au cours des dernières années, les sécheresses et autres aléas naturels ont entraîné des dommages et des mauvaises récoltes en Haïti. Par conséquent, l'insécurité alimentaire s'est aggravée dans plusieurs régions du pays, notamment dans le Sud-Est (FAO, 2019). Les conditions de sécheresse les plus récentes en 2020 ont déstabilisé davantage la sécurité alimentaire dans le pays. Ainsi, la production agricole des agriculteurs locaux a considérablement diminué en 2020 et en 2021. En outre, il était prévu que 4,4 millions de personnes auraient besoin d'une assistance alimentaire début 2021 (UNOCHA, 2021).

Selon les données du ministère national de l'Agriculture, des Ressources naturelles et du Développement rural (MARNDP) d'Haïti, les sécheresses ont déjà un impact sur l'ensemble du pays. Même les zones plus humides sont affectées par ces conditions pendant de courtes périodes, tandis que les zones semi-arides peuvent être considérées comme déjà fragiles et sévèrement affectées par les sécheresses (Atlas des menaces naturelles en Haïti, CIAT & The World Bank, 2016:page 74).

El Niño en Haïti

Un phénomène qui aggrave la situation de sécheresse en Haïti et dans de nombreuses régions du monde est l'effet dit "El Niño" (petit garçon en espagnol). Il peut affecter la météo dans les Caraïbes de manière significative (NOAA, 2020). Ainsi, il peut entraîner des températures plus élevées et des précipitations moins abondantes lors de son apparition.

Les effets sur la production agricole peuvent être graves en Haïti. Les facteurs sous-jacents d'"El Niño" sont encore inconnus. Cependant, sur la base de données historiques, il est possible d'identifier ses caractéristiques et son cycle de vie (PMEL, 2021). Ainsi, une fois son apparition confirmée, il est possible de prévoir approximativement l'évolution des 6 à 9 mois à venir, mais il est encore impossible de prévoir le phénomène lui-même (PMEL, 2021). En général, El Niño apparaît tous les quatre ou cinq ans. Néanmoins, chaque "El Niño" est légèrement différent. De plus, dans l'Atlantique, l'effet semble diminuer le nombre de cyclones pendant "El Niño". El Niño peut entraîner des conditions plus sèches dans les Caraïbes et en Haïti de juin à octobre (PAM, 2016).

Changement climatique et variabilité des précipitations en Haïti

Le changement climatique aura de graves répercussions sur les territoires insulaires comme Haïti. Comme le montre cet atlas, Haïti est exposé à de nombreux aléas et souffre d'un large éventail de vulnérabilités. Les impacts de ces aléas devraient augmenter avec le changement climatique. C'est particulièrement vrai pour les inondations, l'érosion, les tempêtes, l'élévation du niveau de la mer, la salinisation des eaux souterraines et les inondations côtières (Karden, 2021) (Worldbank, 2011).

Au cours des 20 prochaines années, on peut s'attendre à une augmentation de la température globale d'au moins 1,5°C. La variabilité des précipitations entraînera non seulement une augmentation des inondations, mais aussi des sécheresses plus extrêmes dans d'autres régions du pays. **On prévoit une réduction des précipitations moyennes annuelles de 43mm3 d'ici 2050 (climatelinks, 2017), et l'intensité des cyclones devrait augmenter de 5% à 10 % d'ici 2050.**

Afin de s'adapter au changement climatique et de réduire ses impacts négatifs, Haïti doit prendre un certain nombre de mesures, notamment le reboisement et la résolution des problèmes d'érosion, mais aussi : l'adaptation écologique pour la protection des zones côtières, y compris l'amélioration de la couverture de mangrove de ces zones, qui augmenterait la protection contre les tempêtes et l'érosion côtière (Karden, 2021). Cependant, en raison des vulnérabilités préexistantes, le processus d'adaptation nécessaire peut être difficile pour le pays.

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Sécheresse

Carte des aléas

La carte des aléas de sécheresse, développée par IMPACT Initiatives, montre le département du Sud-Est d'Haïti. Elle illustre trois indicateurs principaux : 1) les zones confrontées à la sécheresse, 2) les précipitations et 3) le changement de végétation entre 2014 et 2021.

Selon la carte, la plupart des communes sont exposées à la sécheresse : toutes les communes, y compris *Côtes-de-Fer*, *Bainet*, *Cayes-Jacmel*, *Marigot*, *Belle-Anse*, *Grand-Gosier*, *Thiotte* et *Anse-à-Pîtres*, sont exposées à la sécheresse. Seules les zones particulièrement humides autour de la commune de *La Vallée-de-Jacmel* et certaines parties de *Jacmel* ne sont pas encore exposées à la sécheresse. La carte des précipitations indique environ 2000 mm/an dans la zone autour de *Jacmel* tandis que *Belle-Anse* peut s'attendre à des précipitations comprises entre 1000 et 1999 mm/an. Les communes orientales de *Grand-Gosier*, *Thiotte* et *Anse-à-Pîtres* connaissent déjà des conditions très sèches avec une variabilité attendue des précipitations de 0 à 999 mm/an. L'indicateur de végétation sera traité dans le prochain chapitre sur la dégradation des terres et l'érosion des sols.

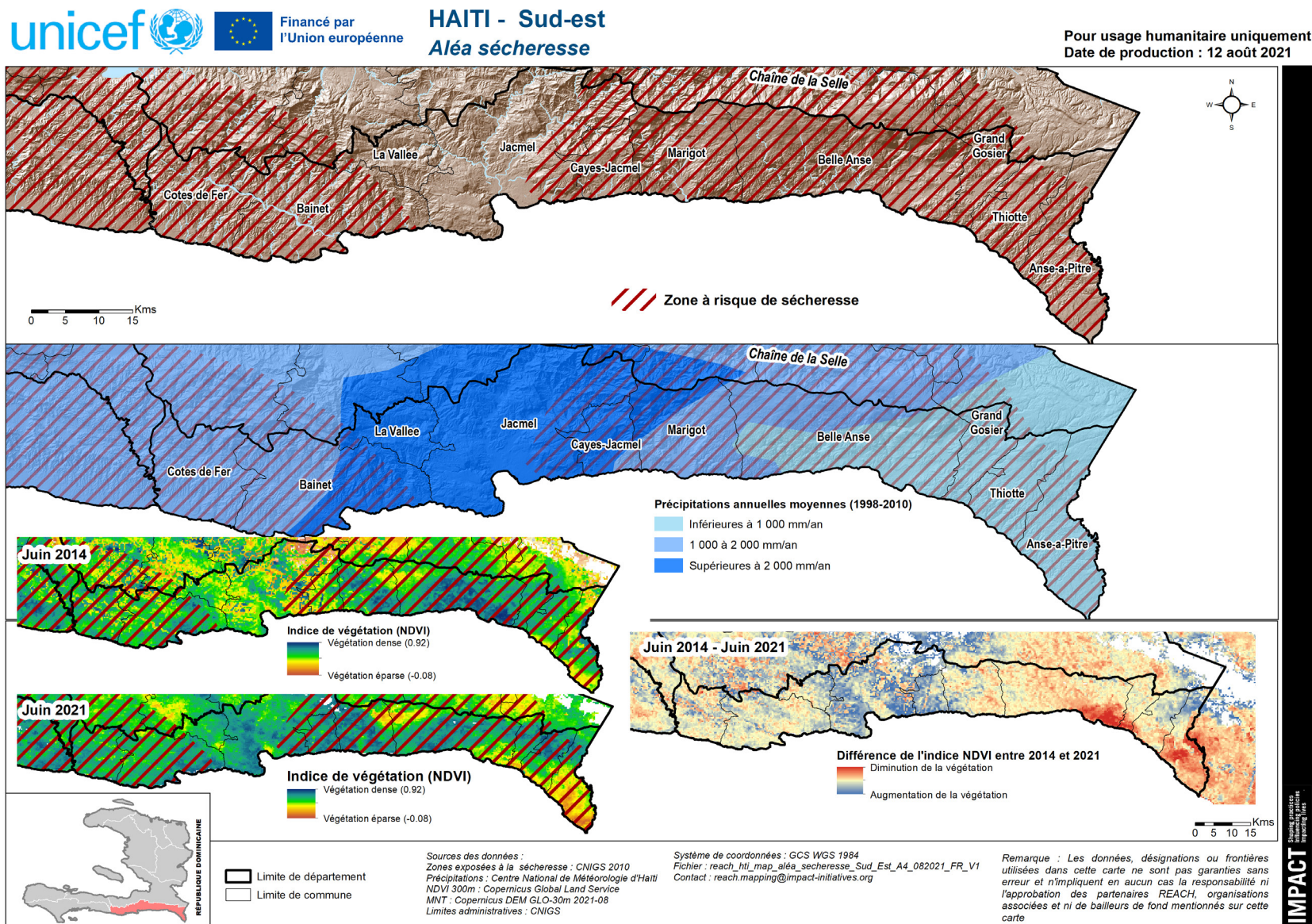




Image 13 : Fondwa, Haïti ; 2012. Image recadrée. "Haïti" by [Direct_Relief](#) is licensed under [CC BY-NC-ND 2.0](#)

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Dégradation des sols

Aperçu général

Une définition commune de la dégradation des terres décrit cet aléa comme “ la perte à long terme de la fonction et de la productivité des écosystèmes causées par des perturbations dont la terre ne peut se remettre sans aide “. (Land degradation, UNEP, 2012, p. 1). L'érosion des sols concerne plus spécifiquement l'arrachement du sol sous l'effet de la pluie, du vent et d'autres facteurs. Ce processus est naturel mais peut être aggravé par des interventions humaines. La dégradation des terres et l'érosion des sols deviennent de plus en plus un défi pour de nombreux pays, en particulier en lien avec le changement climatique. Les facteurs qui favorisent la dégradation des sols sont les conditions météorologiques extrêmes, par exemple la sécheresse (WHO, 2018). La dégradation des sols se produit généralement lentement sur une longue période, et a des impacts majeurs sur la population rurale & urbaine d'une région (Land degradation, UNEP, 2012, p. 1).

Selon la FAO, l'érosion des sols affecte une grande partie du territoire haïtien. En effet, plus de 166 500 hectares sont dégradés ou érodés en Haïti (Action Against Desertification, FAO, 2021). Cette dégradation est liée à l'exploitation non durable des ressources naturelles depuis un siècle, y compris les taux élevés de déforestation (Dr. Foran and McIntyre, 2019). Selon une étude du CIAT & de la banque mondiale, les types d'érosion des sols suivants sont les plus courants (Atlas des menaces naturelles en Haïti, CIAT & World bank, 2016, p. 59):

- **L'érosion éolienne.** L'érosion éolienne se produit sur de longues périodes, en raison de conditions sèches. Par conséquent, l'érosion éolienne se produit surtout dans les zones arides et les régions touchées par la sécheresse. Les matériaux légers sont soulevés dans l'air tandis que les matériaux plus lourds sont déplacés à la surface par le vent (OMAFRA, 2021). L'érosion éolienne peut entraîner des dommages et des pertes de récoltes à long terme.
- **L'érosion hydrique.** L'augmentation de la durée et de l'intensité des pluies peut entraîner un degré d'érosion plus élevé dans une zone. Les matériaux plus légers des couches supérieures du sol (par exemple, le sable, les fentes ou les matières organiques) sont enlevés par la quantité accrue d'eau. Ce type de mouvement du sol peut être observé en particulier lors de tempêtes tropicales et de cyclones de courte durée mais très intenses. Des précipitations moins intenses mais plus longues peuvent également avoir un impact significatif sur l'érosion des sols dans une zone donnée. L'érosion hydrique peut affecter la production agricole, entraînant des pertes de récoltes et des dommages aux cultures (OMAFRA, 2021).

En Haïti, une forme courante d'érosion hydrique est l'érosion en nappe. Elle se produit lorsque l'intensité des précipitations dépasse les capacités d'infiltration du sol.

Une autre forme courante est l'érosion linéaire (Roose, 2021). L'érosion linéaire est le phénomène d'approfondissement des cours d'eau ou des lignes d'écoulement lorsqu'ils sont peu profonds (Université de Lyon, n.d.).

- **Érosion causée par les interventions humaines.** La susceptibilité du sol à subir une érosion hydrique augmente avec la production agricole. En effet, le travail du sol par les machines agricoles (par exemple, les machines et les équipements de labourage) rend le sol plus sujet à l'érosion. De manière générale, une diminution de la production agricole réduira la susceptibilité du sol à l'érosion dans une zone donnée (OMAFRA, 2021).

En plus des trois types mentionnés par l'étude du CIAT et de la Banque mondiale (2016), l'érosion côtière a un impact sur des îles comme Hispaniola.

- **L'érosion côtière.** L'érosion côtière est causée par les vagues et les inondations côtières. Les cyclones tropicaux, en particulier, provoquent de graves dégâts sur les côtes. L'élévation du niveau de la mer associée au changement climatique mondial aggravera encore les effets de l'érosion (U.S. Climate Resilience Toolkit, 2021).

Déforestation

En Haïti, la déforestation reste l'un des principaux défis à relever, entraînant l'érosion des sols, la disparition de la faune et de la flore et une exposition accrue aux glissements de terrain. Cependant, la population est encore largement dépendante des combustibles issus du bois (par exemple, le charbon de bois ou le bois de chauffage). La population rurale notamment vit de l'exploitation et de la transformation du bois en combustible (USAID, 2020). En 2018, une étude a révélé que les taux de déforestation actuels pourraient potentiellement conduire à la perte de la totalité de la forêt en Haïti. En 2018, Haïti n'a conservé que 1 % de ses forêts d'origine, faisant du pays l'un des pays les plus déboisés au monde (Hedges, Cohen et. Al, 2018). Ce phénomène est confirmé par l'analyse des images satellites d'Haïti qui a indiqué, 42 des 50 plus grandes montagnes avaient perdu leur végétation primaire jusqu'en 2016 (Hedges, Cohen et. Al, 2018). La situation est encore aggravée par de mauvaises politiques d'utilisation des terres et de faibles capacités gouvernementales. Cependant, les acteurs se concentrant sur la reforestation rapportent de grands succès, en particulier au nord du pays, avec la plantation de plus de 5 millions d'arbres dans les zones déboisées au cours des prochaines années (USAID, 2020).

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Dégradation des sols

Carte des aléas

La carte de la dégradation des sols, développée par IMPACT Initiatives, présente trois indicateurs principaux : le risque des zones sujettes à l'érosion des sols, les zones de précipitations, les indices de végétation (2014 & 2021), et le changement de végétation entre 2014 et 2021.

Les communes de l'Est souffrent d'un risque d'érosion élevé qui inclut les communes : Cayes-Jacmel, Belle-Anse, Grand-Gosier, certaines parties de Thiotte, certaines parties de Marigot et Anse-à-Pitres. De plus, le Nord-Est de Jacmel, La Vallée-de-Jacmel et l'Est de Baitet présentent des niveaux élevés de risque d'érosion des sols.

L'évolution de la végétation montre un déclin de la végétation à Anse-à-Pitres et dans de nombreuses zones de Belle-Anse, plus sérieusement dans l'Est de la commune. De plus, plusieurs points de déclin de la végétation sont visibles dans les zones plus humides de Jacmel.



Financé par
l'Union européenne

HAÏTI - Sud-est
Dégradation de sol

Pour usage humanitaire uniquement
Date de production : 29 septembre 2021

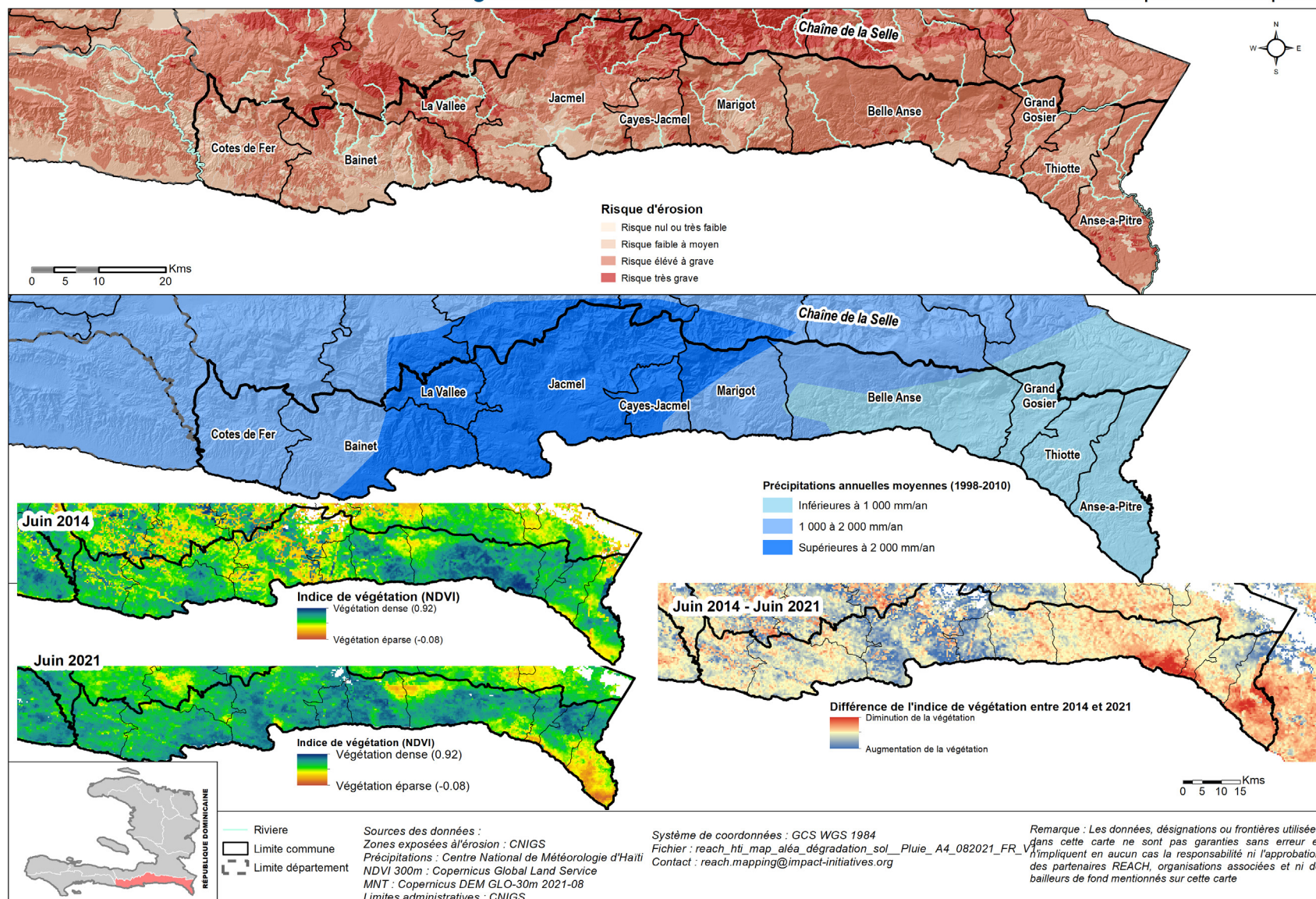




Image 14 : Hurricane Tomas, Gonaïves; 2010. Image recadrée. "Hurricane Tomas Floods Streets of Gonaïves, Haiti" by United Nations Photo is licensed under CC BY-NC-ND 2.0

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Inondation

Aperçu général

Les inondations constituent le aléa le plus courant dans le monde ; plus de personnes sont touchées par les inondations que par tout autre aléa (Introduction into International Disaster Management, Coppola, 2011, p. 60). En Haïti, les inondations urbaines et rurales sont des événements fréquents, surtout de juin à novembre. Ainsi, de 2000 à 2020, au moins 3 134 personnes ont été tuées suite à des inondations en Haïti (EMDAT, 2021).

Selon la liste initiale des dangers de l'UNDRR, il existe plus de douze types d'inondations différents (Classification & Hazard Review, UNDRR, 2020, p.72). En Haïti, les types dominants sont les inondations pluviales, les inondations fluviales et les inondations côtières. Plus spécifiquement, l'accent est mis sur les crues soudaines/les inondations de surface (inondations pluviales) et les inondations fluviales (Atlas des menaces naturelles en Haïti, CIAT & World Bank, 2016: p21-24). En outre, les inondations côtières, en tant qu'aléa secondaire des cyclones et des tempêtes tropicales, ont un impact significatif sur Haïti.

Inondations fluviales. Les inondations fluviales sont principalement causées par le débordement des rivières. Elles se produisent lorsque les niveaux d'eau montent et dépassent la capacité de lit de la rivière, entraînant l'inondation des zones environnantes (OPW, 2020). En Haïti, les inondations fluviales sont souvent causées par des pluies abondantes mais aussi par un blocage potentiel du cours naturel de la rivière (NATHAT, Gouvernement d'Haïti, 2010). En effet, les rivières qui débordent affectent également des rivières plus petites en aval, ce qui entraîne des dommages aux barrages, aux digues et des inondations dans des zones supplémentaires (Intermaps, 2014).



Image 15 : Baradères, Haïti, 2010. Image recadrée. “[Haïti - floods](#)” by [IFRC](#) is licensed under [CC BY-NC-ND 2.0](#)



Image 16 : Gonaïves, Haïti, 2018. Image recadrée. “[Haitian Village Devastated by Tropical Storm ‘Hanna’](#)” by [United Nations Photo](#) is licensed under [CC BY-NC-ND 2.0](#)

La quantité de pluie (précipitations) est donc l'un des nombreux facteurs influençant les inondations. De plus, dans les zones basses, l'eau monte normalement plus lentement, tandis que dans les zones entourées de collines et de montagnes, les précipitations peuvent entraîner des inondations dans un délai très court (Intermaps, 2014). Ainsi, de nombreuses parties montagneuses d'Haïti et du Sud-Est sont particulièrement exposées aux inondations à déclenchement rapide.

Inondations pluviales. Lors d'inondations pluviales (crues éclair ou inondations de surface), les précipitations provoquent des inondations sans qu'il y ait de lien avec le débordement d'une rivière, d'un lac ou d'un autre plan d'eau. Ces inondations peuvent se produire par exemple dans les zones urbaines en cas de dépassement des systèmes de drainage par les eaux de pluie. Les inondations pluviales se produisent souvent en combinaison avec des inondations fluviales et des inondations côtières et peuvent ainsi causer de graves dommages (Intermaps, 2014).

Inondations côtières. Les tempêtes tropicales, les dépressions tropicales ou les cyclones provoquent des vents extrêmes et des effets de surtension (OPW, 2020). Par conséquent, l'eau déborde dans les zones côtières, ce qui entraîne des dommages importants et des décès. Plusieurs facteurs influencent le niveau des inondations côtières, notamment la vitesse et la direction du système météorologique (Intermaps, 2014).

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

Inondation

Inondations à Hispaniola et dans le Sud-Est

L'exposition aux inondations est forte dans le Sud-Est d'Haïti. En particulier pendant la saison des cyclones (juin-novembre), on peut s'attendre à des inondations sur les côtes du Sud-Est, y compris dans certaines grandes zones urbaines comme Jacmel. Mais aussi, en dehors de cette période, des événements météorologiques extrêmes peuvent provoquer des inondations dévastatrices dans le Sud-Est d'Haïti.

Un exemple du passé est celui des inondations de mai 2004 (BBC, 2004). Des pluies abondantes sur une période de deux semaines ont provoqué des inondations dans plusieurs régions d'Hispaniola, notamment dans le Sud-Est. Les précipitations ont dépassé 500mm3 et ont fait déborder plusieurs rivières (NOAA, 2004). Dans la section communale de *Mapou* (commune de *Belle-Anse*), la moitié des maisons de la ville ont été détruites. De plus, des coulées de boue ont tué des centaines de personnes dans le département du Sud-Est (BBC, 2004).

Sur les photos satellites prises par la National Aeronautics and Space Administration (NASA) en 2003 et 2004, on peut facilement identifier la zone inondée autour de *Mapou*.

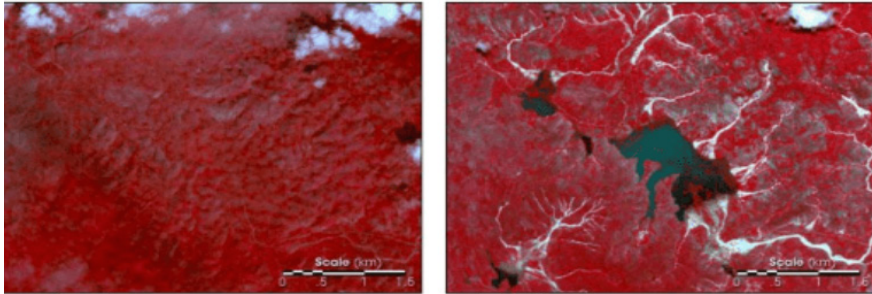


Image 17: Imagerie satellite de la région de Mapou. Source : NASA, 2004

Selon le GFDRR (2020), l'exposition au aléa d'inondations côtières dans le Sud-Est peut être considéré comme moyen, avec une probabilité de 20% d'inondations côtières dévastatrices au cours des 10 prochaines années. Pour les inondations pluviales et fluviales l'exposition au aléa est considérée comme plus élevée. Par conséquent, il est probable que le Sud-Est connaîtra au moins une fois en 10 ans des inondations majeures, qui pourront potentiellement endommager des biens et menacer des vies (GFDRR, 2020).

Événements historiques

Type d'aléa	Position géographique	Origine	Aléa secondaire	Année	Mois	Total des décès	Total des personnes affectées
Inondation fluviale	Fonds Verrettes village (Croix-Des-Bouquets district, Ouest province), Bodarie, Grand-Gosier, Mapou villages (Belle Anse district, Sud Est province), Jacmel district (Sud Est province)	Pluies abondantes		2004	5	2665	31283
Inondation	Côtes-de-Fer village (Bainet district, Sud Est province)		Slide (land, mud, snow, rock)	2005	6		83
Inondation fluviale	Grande'Anse, Centre, Sud, Nippes, Ouest, Artibonite, Nord Ouest, Nord, Nord Est, Sud Est provinces	Pluies abondantes		2007	10	41	75947
Inondation fluviale	Artibonite, Centre, Grande'Anse, Nippes, Nord, Nord Est, Nord Ouest, Ouest, Sud, Sud Est provinces	Pluies		2012	11	17	7865

Tableau 5: Principaux événements d'inondation (2000-2020), Source:EMDAT, 2021



Image 18 : Grand Dessalines, Artibonite Region, Haiti, 2010. Image recadrée. "Grand Dessalines after Hurricane Tomas" by United Nations Photo is licensed under [CC BY-NC-ND 2.0](#)

Aléas multiples dans le département Sud-Est d'Haïti

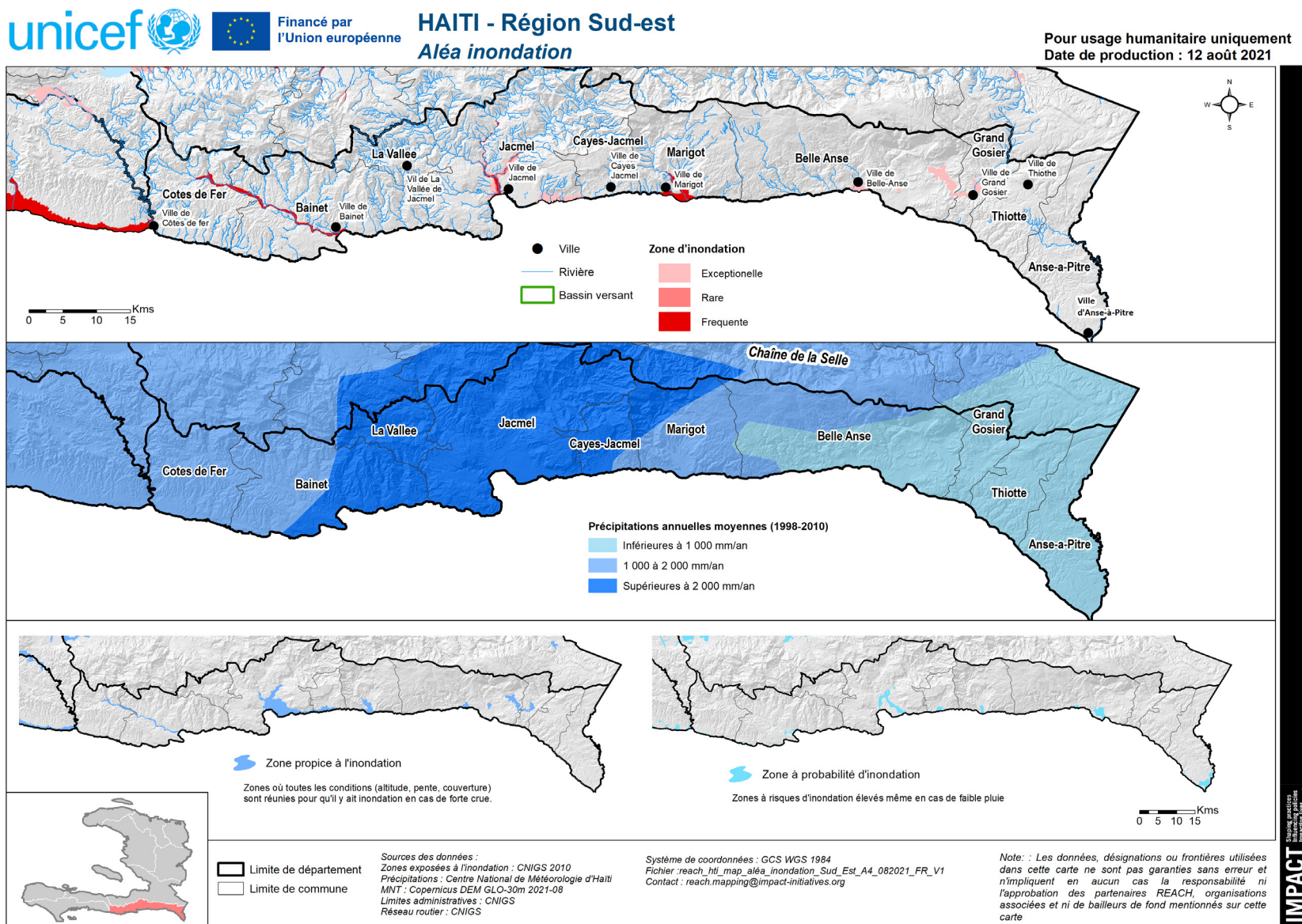
Inondation

Carte des aleas

La carte des aléas d'inondation, élaborée par Impact Initiatives, traite des zones géographiques exposées aux inondations dans le Sud-Est.

Ainsi, la carte des inondations à côté présente plusieurs indicateurs. Tout d'abord, les zones exposées aux inondations à l'aide d'un système de classification des zones exceptionnellement exposées, rarement exposées et fréquemment exposées. De plus, elle indique la localisation géographique des rivières et des grandes villes. Troisièmement, les précipitations annuelles dans le département du Sud-Est sont cartographiées. Quatrièmement, la carte montre les zones présentant des conditions propices aux inondations et les zones présentant une probabilité d'inondation.

Selon la carte, les zones proches des villes de *Jacmel*, de *Marigot*, de *Bainet* et des *Côtes-de-Fer* sont fréquemment exposées aux inondations. Ce n'est que dans des cas exceptionnels que les zones de *Cayes-Jacmel*, la ville de *Belle-Anse*, les zones à l'est de *Belle-Anse* et les zones proches de la ville de *Grand-Gosier* sont exposées aux inondations. Il y a également une probabilité d'inondations dans le sud de l'*Anse-à-Pitres*.



Exposition dans le département du Sud-Est

La carte d'exposition des bâtiments aux inondations, développée par IMPACT Initiatives, indique l'exposition des bâtiments aux inondations dans le Sud-Est. La carte ci-dessous présente trois indicateurs principaux : le niveau d'exposition des bâtiments aux inondations, les précipitations et les zones inondables. De plus, les principales villes, les limites communales et départementales sont affichées.

Les bâtiments de la zone de Jacmel sont fortement exposés aux inondations, tout comme les bâtiments des zones proches des villes de Marigot et de Grand-Gosier. En comparaison, les bâtiments des communes de Bainet et des Côtes-de-Fer sont assez exposés à cet aléa. À Marigot, Bainet, Grand-Gosier et Belle-Anse, de petites parties géographiques des communes sont faiblement exposées aux inondations. De plus, de grandes parties des communes de Thiotte et d'Anse-à-Pitres sont confrontées à la même exposition aux inondations. Dans le sud d'Anse-à-Pitres près de la ville, les bâtiments sont exposés à un niveau moyen.

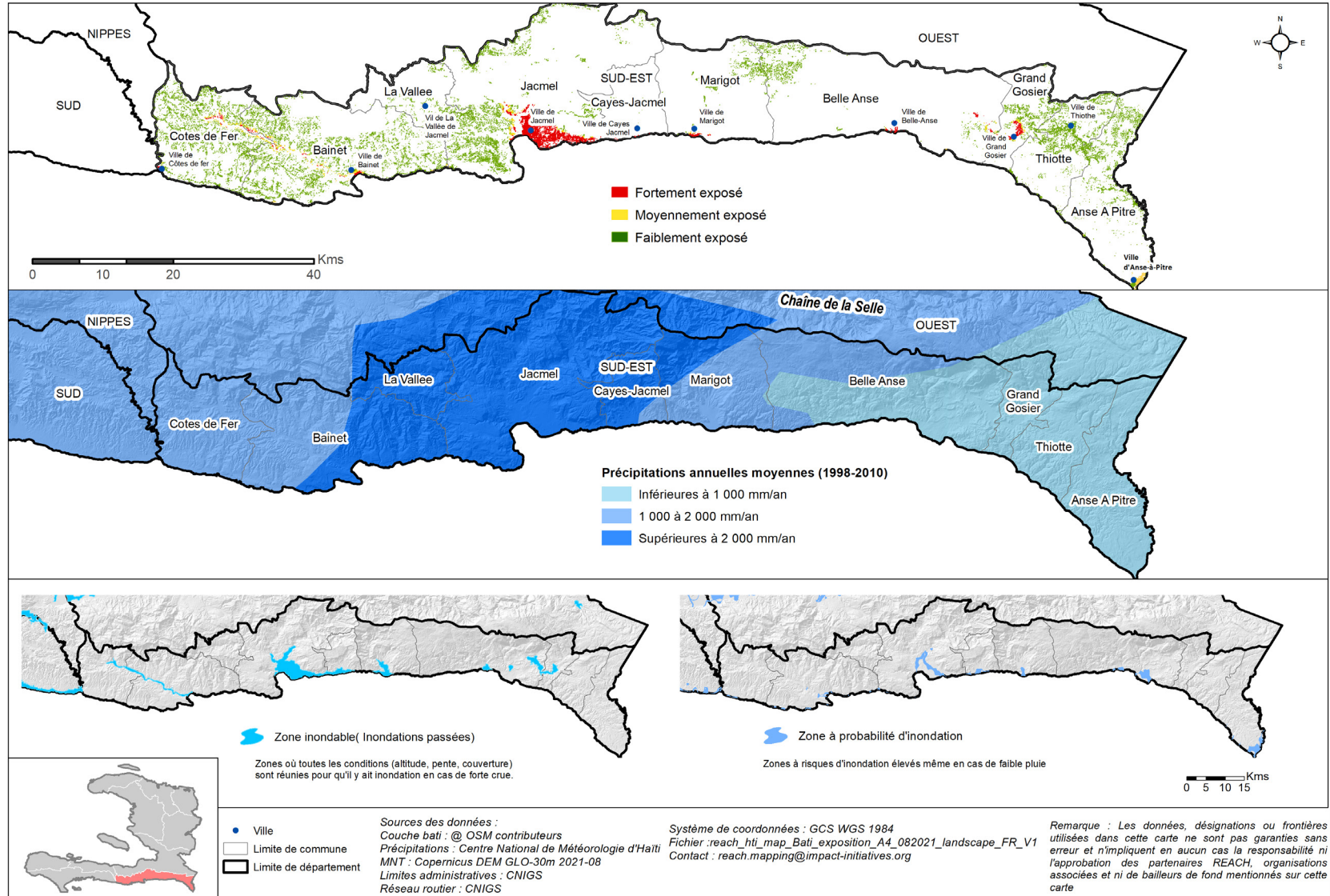


Financé par
l'Union européenne

HAITI - Région Sud-est

Exposition du bâti à l'inondation - Septembre 2021

Pour usage humanitaire uniquement
Date de production : 06 septembre 2021

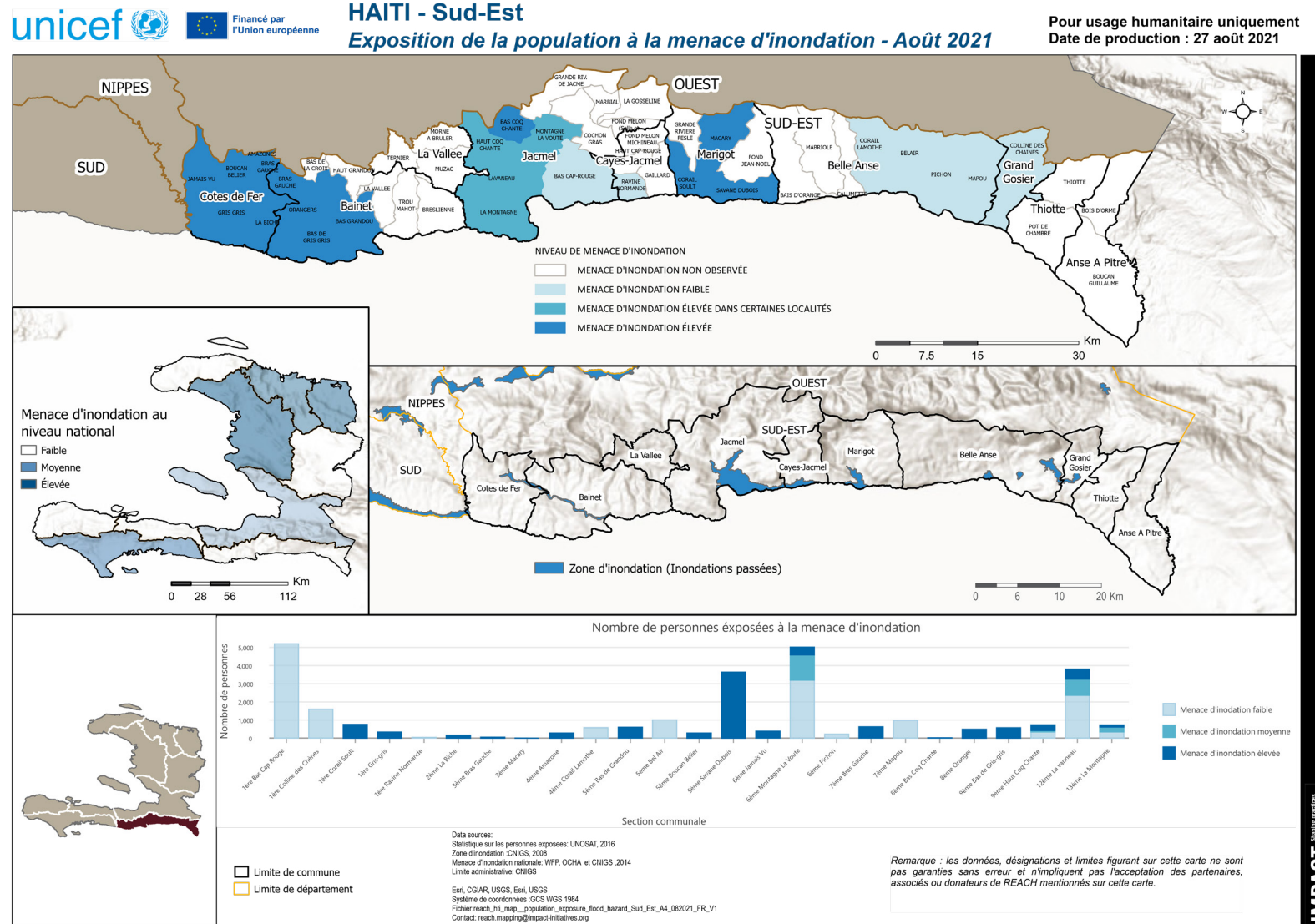


Exposition dans le département du Sud-Est

Carte d'exposition de la population aux inondations

La carte d'exposition de la population aux inondations, développée par IMPACT Initiatives, indique l'exposition de la population locale aux inondations par rapport à la taille de la population dans chaque commune du Sud-Est. Trois indicateurs principaux sont présentés sur cette carte : 1) exposition de la population aux inondations, 2) les zones inondables, et 3) le nombre de personnes exposées aux inondations par section communale du Sud-Est. De plus, la carte montre les limites des sections comunales, des communes et celles des départements.

L'exposition des populations est élevée à *Côtes-de-Fer*, *Bainet* et dans la section communale de *Bas-Coq Chante* (commune de *Jacmel*) à la frontière avec le département d'Ouest, alors qu'elle n'est élevée que dans quelques endroits de la section communale du *Haut-Coq Chante*, de *Lavaneau*, de *La Montagne*, et de *Montagne la Voute*. Elle est faible dans les sections communales de *Bas Cap-Rouge* et de *Ravine Normande* de la commune de *Cayes-Jacmel*. À *Marigot*, une grande partie de la commune est fortement exposée aux inondations, notamment les sections communales de *Corail Soult*, de *Macary*, et de *Savane Dubois*. Par ailleurs, dans la commune de *Belle-Anse*, la population des sections communales de *Corail Lamothe*, de *Belair*, de *Pichon* et de *Mapou* est faiblement exposée aux inondations. Dans la commune de *Grand-Gosier*, une partie de la population est confrontée à une faible exposition aux inondations.

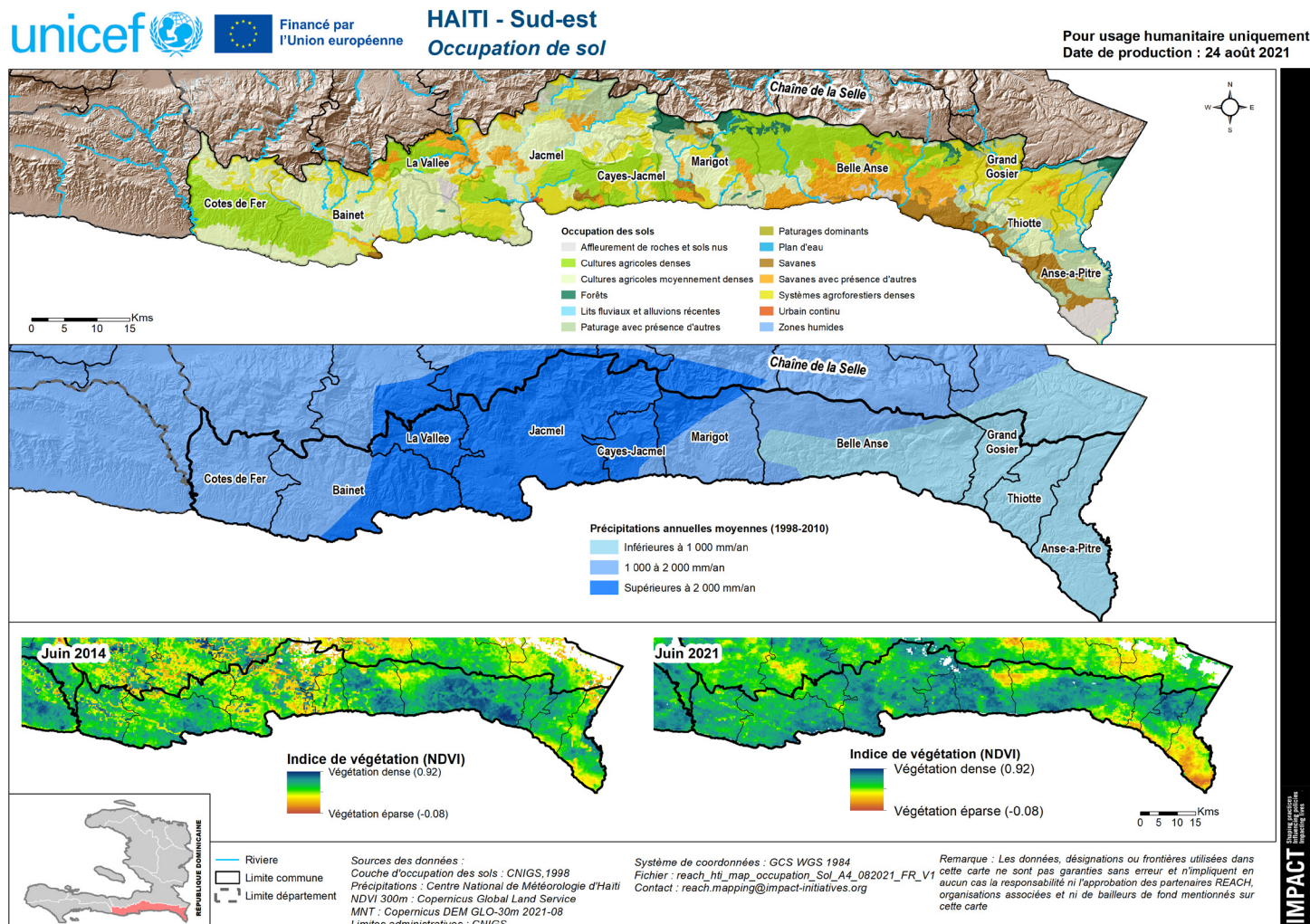


Exposition dans le département du Sud-Est

Carte de l'occupation des sols

Afin de mettre en évidence d'autres aléas, IMPACT Initiatives a élaboré une carte de l'occupation des sols montrant les différents types d'utilisation et de couverture des sols dans les communes du Sud-Est. La carte présente trois indicateurs principaux : l'occupation des terres, les précipitations et le changement de végétation.

La production agricole peut être observée principalement au nord de *Marigot*, au nord de *Belle-Anse*, à *Cayes-Jacmel*, à *Jacmel*, à *La Vallée-de-Jacmel*, à *Bainet*, et aux *Côtes-de-Fer*. D'énormes parties de *Grand-Gosier*, *Thiotte* et *Anse-à-Pitres* sont dominées par l'agroforesterie. Cependant, de grandes parties de *Belle-Anse*, plusieurs zones de *Marigot*, et de *Thiotte* et d'*Anse-à-Pitres* sont principalement des savanes. Les savanes sont également présentes dans certaines parties de *La Vallée-de-Jacmel* et de *Jacmel*.

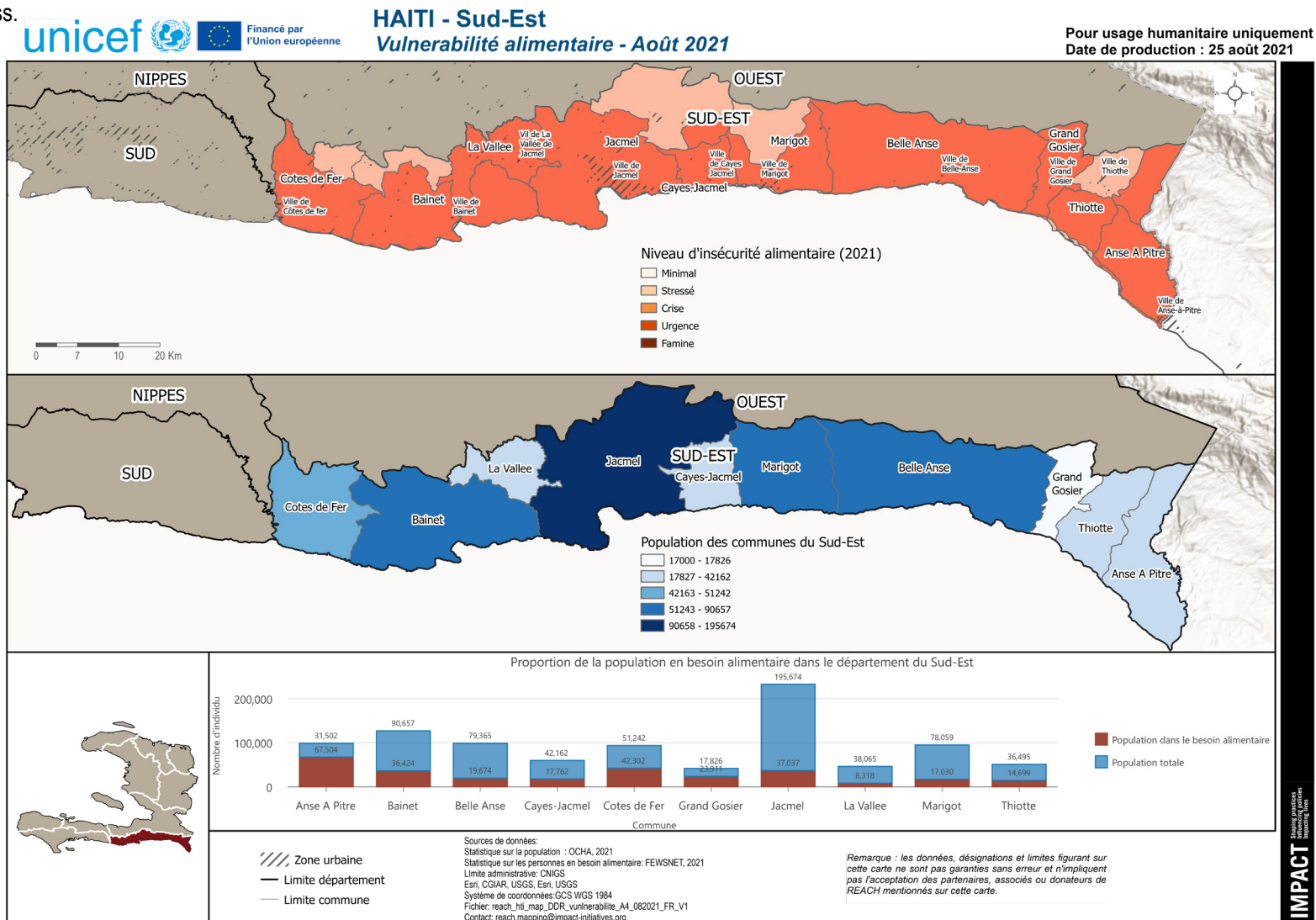


Vulnérabilité dans le département du Sud-Est

Carte de vulnérabilité de la sécurité alimentaire

La carte de vulnérabilité de la sécurité alimentaire développée par IMPACT Initiatives montre l'insécurité alimentaire dans les différentes communes du Sud-Est. Elle expose notamment dans un diagramme à barres le nombre d'habitants de chaque commune et le nombre de personnes par commune confrontées à des besoins alimentaires.

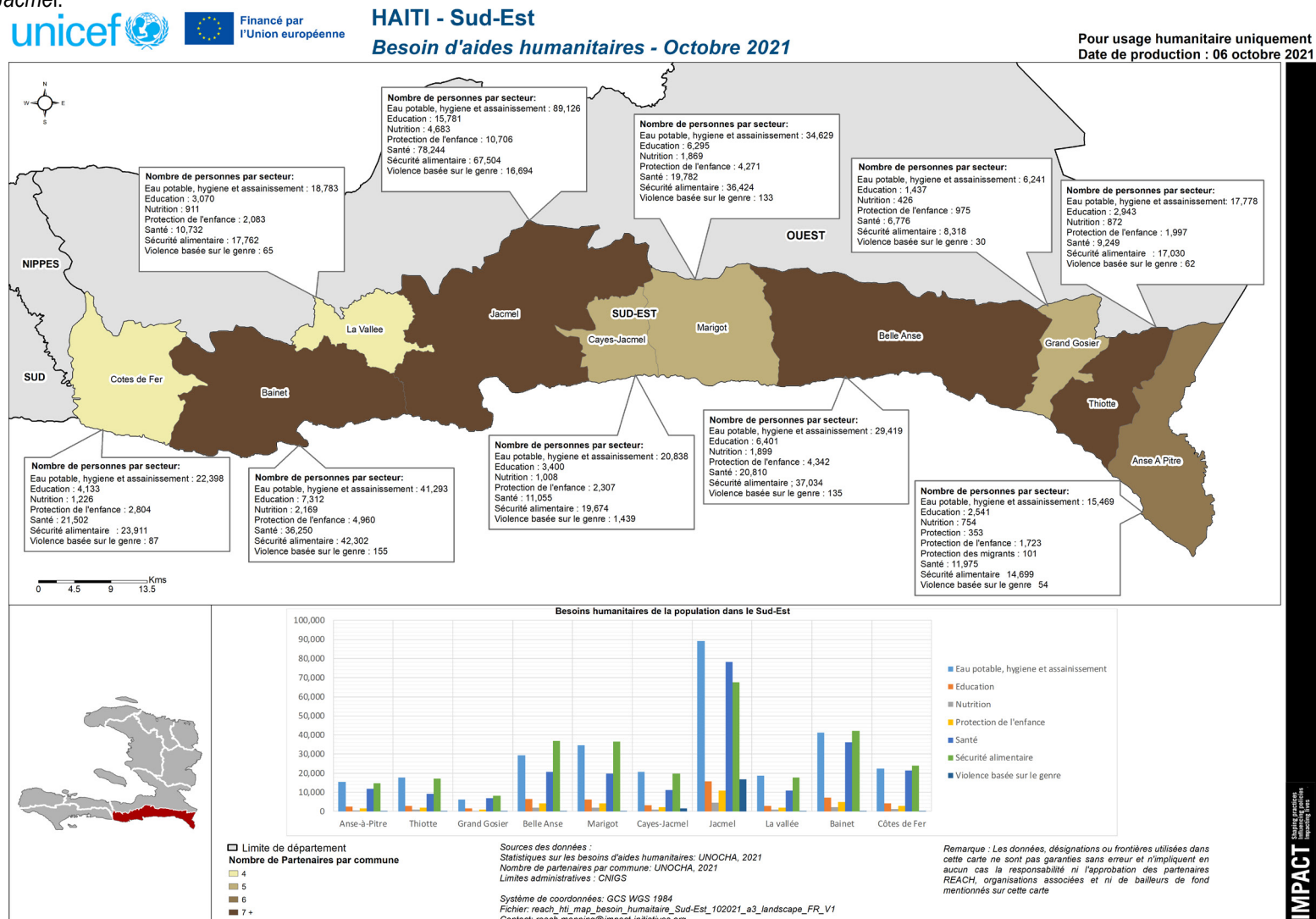
La plupart des communes du Sud-Est sont confrontées à des conditions de crise tandis que le Nord-Est de *Jacmel*, le Nord de *Marigot*, le Nord-Est des *Côtes-de-Fer* et le Nord de *Bainet* ne sont que dans une phase de stress.



Vulnérabilité dans le département du Sud-Est

Carte des personnes ayant besoin d'aide humanitaire

La carte des personnes ayant besoin d'une aide humanitaire, élaborée par l'initiative IMPACT, présente des indicateurs supplémentaires de vulnérabilité. Elle montre la présence des partenaires humanitaires par commune. De plus, elle indique le nombre de personnes ayant besoin d'une assistance spécifique. Cette assistance comprend l'eau, l'assainissement et l'hygiène, l'éducation, la nutrition, la protection de l'enfance, la santé, la sécurité alimentaire et la violence basée sur le genre. À Jacmel et à Bainet, la population fait face aux plus grands besoins, suivis de Marigot, de Belle-Anse et de La Vallée-de-Jacmel.



Vulnérabilité dans le département du Sud-Est

Carte de densité de population

La carte des densités de population, développée par IMPACT Initiatives, montre la densité de population dans le département du Sud-Est comme indicateur de vulnérabilité physique. Comme information secondaire, les anciens cyclones et séismes ont été inclus sur la carte. De plus, la carte montre les limites communales et départementales.

Une forte densité de population peut être observée dans les zones de Jacmel, Bainet, Cayes-Jacmel, Belle-Anse, Côtés-de-Fer, Anse-à-Pitres et Marigot près des zones urbaines côtières. De plus, la ville de Thiotte présente une densité de population plus élevée alors que la commune de la Vallée-de-Jacmel ne présente qu'une densité de population modérée sur l'ensemble de la commune. Plusieurs cyclones ont traversé des zones à forte densité de population et plusieurs épicentres de séismes étaient proches de ces parties extrêmement denses du département. Cela conduit à une exposition potentielle élevée de la population dans ces zones densément peuplées.

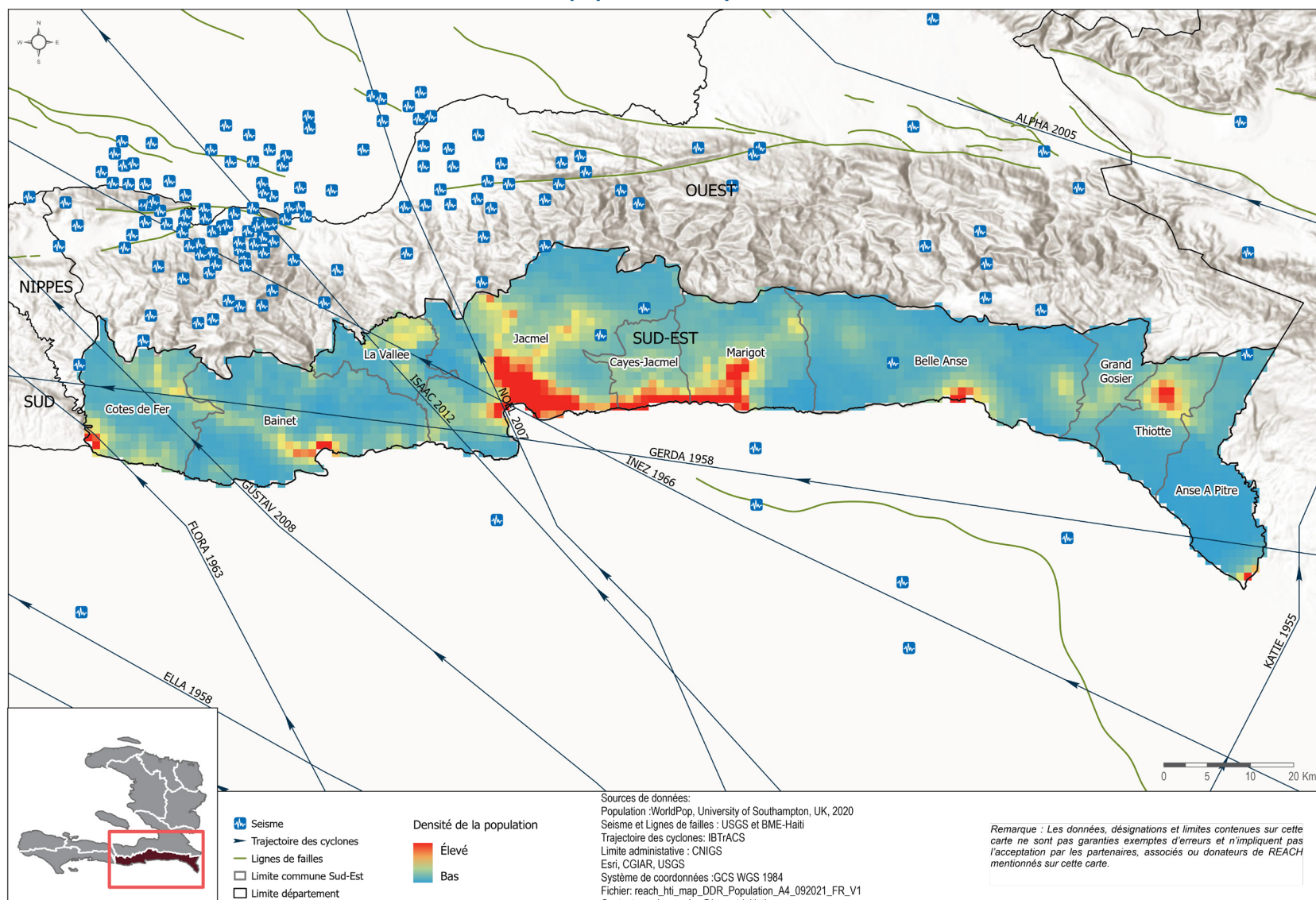


Financé par
l'Union européenne

HAITI - Sud-Est

Densité de la population - Septembre 2021

Pour usage humanitaire uniquement
Date de production: 13 septembre 2021



Liste de références

- 2016. EL NIÑO IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. [ebook] WFP, p.2. Available at: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WFP%20EI%20Nino%20in%20Latin%20America%20and%20the%20Caribbean%20External%20Situation%20Report%20%231%2030%20May%202016_0.pdf> [Accessed 10 October 2021].
- 2016. HAITI—HURRICANE MATTHEW. [ebook] IOM, pp.1-2. Available at: <<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/IOM%20Situation%20Report%20%233-%20Hurricane%20Matthew%20-%207%20October%202016.pdf>> [Accessed 10 October 2021].
- 2020. USAID/HAITI REFORESTATION & AGROFORESTRY. [ebook] USAID. Available at: <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/USAID_Haiti_Reforestation_Fact_Sheet_-_January_2020.pdf> [Accessed 11 October 2021].
- Abraham, B., 2019. Are These 'Flood-Resistant' Houses The Future? Kerala's Experience From 2018 Deluge Suggests So. [online] India Times. Available at: <<https://www.indiatimes.com/news/india/are-these-flood-proof-houses-the-future-kerala-s-experience-from-2018-deluge-suggests-so-373430.html>> [Accessed 10 October 2021].
- Allen, G., 2010. Haiti's Cultural Capital Jacmel Damaged In Quake. [online] Npr.org. Available at: <<https://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=122755202>> [Accessed 10 October 2021].
- Center, F., (uOttawa), U., Medicine, U. and Icahn School of Medicine at Mount Sinai (ISMMS), M., 2021. Home seismometers provide crucial data on Haiti's quake. [online] Nature.com. Available at: <<https://www.nature.com/articles/d41586-021-02279-y>> [Accessed 5 October 2021].
- Climatelinks.org. 2021. Haiti. [online] Available at: <<https://www.climatelinks.org/countries/haiti>> [Accessed 5 October 2021].
- Data.humdata.org. 2021. Haiti population statistics - Humanitarian Data Exchange. [online] Available at: <<https://data.humdata.org/dataset/haiti-population-statistics-country-level>> [Accessed 5 October 2021].
- Eckstein, D., Kuenzel, V. and Schaefer, L., 2019. GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2021. [ebook] Bonn: Germanwatch, p.3. Available at: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Global%20Climate%20Risk%20Index%202021_1_0.pdf> [Accessed 5 October 2021].
- Encyclopedia Britannica. 2021. Haiti | History, Geography, Map, Population, & Culture. [online] Available at: <<https://www.britannica.com/place/Haiti>> [Accessed 5 October 2021].
- Esgsolutions.com. 2020. What is Moment Magnitude? | ESG Solutions. [online] Available at: <<https://www.esgsolutions.com/technical-resources/microseismic-knowledgebase/what-is-moment-magnitude>> [Accessed 10 October 2021].
- Fao.org. 2021. Haiti | Action Against Desertification | Food and Agriculture Organization of the United Nations. [online] Available at: <<http://www.fao.org/in-action/action-against-desertification/countries/caribbean/haiti/en/>> [Accessed 11 October 2021].
- Fewes.net. 2021. El Niño and Precipitation | Famine Early Warning Systems Network. [online] Available at: <<https://fewes.net/sectors-topics/sectors/agroclimatology/el-ni%C3%B1o-and-precipitation>> [Accessed 10 October 2021].
- Finley, B., 2021. EXPLAINER: Why Haiti Is Prone to Devastating Earthquakes. [online] US News. Available at: <<https://www.usnews.com/news/world/articles/2021-08-16/explainer-why-haiti-is-prone-to-devastating-earthquakes>> [Accessed 10 October 2021].

Liste de références

- Floodinfo.ie. 2021. About - OPW Flood Risk Management. [online] Available at: <https://www.floodinfo.ie/about_frm/types_and_causes/> [Accessed 10 October 2021].
- Hedges, B., Cohen, W., Timyan, J. and Yang, Z., 2018. Haiti's biodiversity threatened by nearly complete loss of primary forest. [online] PNAS. Available at: <<https://www.pnas.org/content/115/46/11850>> [Accessed 11 October 2021].
- Humanitarianresponse.info. 2021. Haïti : Plan de réponse humanitaire (HRP) 2021-2022 | HumanitarianResponse. [online] Available at: <<https://www.humanitarianresponse.info/en/operations/haiti/document/ha%C3%A9ti-plan-de-r%C3%A9ponse-humanitaire-hrp-2021-2022>> [Accessed 5 October 2021].
- IFAD. 2021. Haiti context. [online] Available at: <<https://www.ifad.org/en/web/operations/w/country/haiti>> [Accessed 5 October 2021].
- Ipcc.ch. 2021. Climate change widespread, rapid, and intensifying – IPCC — IPCC. [online] Available at: <<https://www.ipcc.ch/2021/08/09/ar6-wg1-20210809-pr/>> [Accessed 10 October 2021].
- Lorant, G., 2016. Seismic Design Principles | WBDG - Whole Building Design Guide. [online] Wbdg.org. Available at: <<https://www.wbdg.org/resources/seismic-design-principles>> [Accessed 10 October 2021].
- Maddox, I., 2014. Three Common Types of Flood Explained. [online] Intermap.com. Available at: <<https://www.intermap.com/risks-of-hazard-blog/three-common-types-of-flood-explained>> [Accessed 10 October 2021].
- National Geographic. 2021. Here's what makes earthquakes so devastating in Haiti. [online] Available at: <<https://www.nationalgeographic.com/science/article/heres-what-makes-earthquakes-so-devastating-in-haiti>> [Accessed 5 October 2021].
- Ncdc.noaa.gov. 2021. Global Hazards - May 2004 | National Centers for Environmental Information (NCEI). [online] Available at: <<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards/200405>> [Accessed 10 October 2021].
- News.bbc.co.uk. 2004. BBC NEWS | World | Americas | Hundreds dead in Caribbean floods. [online] Available at: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/3746619.stm>> [Accessed 10 October 2021].
- Nhc.noaa.gov. 2021. Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale. [online] Available at: <<https://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php>> [Accessed 10 October 2021].
- Oceanservice.noaa.gov. 2021. What is a tsunami?. [online] Available at: <<https://oceanservice.noaa.gov/facts/tsunami.html>> [Accessed 5 October 2021].
- PAHO, 2007. Haiti and Dominican Republic: Tropical Storm Noel Special Report - 29 Oct 2007. [online] Available at: <<https://reliefweb.int/report/dominican-republic/haiti-and-dominican-republic-tropical-storm-noel-special-report-29-oct>> [Accessed 10 October 2021].
- Patel, K., 2021. Haiti earthquake triggered widespread landslides; Grace may have unleashed more. [online]
- Washington Post. Available at: <<https://www.washingtonpost.com/weather/2021/08/17/haiti-earthquake-landslides-grace/#:~:text=They%20occur%20when%20masses%20of,tens%20of%20thousands%20of%20landslides.>>> [Accessed 10 October 2021].
- Ritter, J., 2012. L'érosion du sol – Causes et effets. [online] Omafra.gov.on.ca. Available at: <<http://www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/12-054.htm>> [Accessed 11 October 2021].

Liste de références

- Spaceplace.nasa.gov. 2021. How Do Hurricanes Form? | NASA Space Place – NASA Science for Kids. [online] Available at: <<https://spaceplace.nasa.gov/hurricanes/en/>> [Accessed 10 October 2021].
- Statista. 2021. Haiti - unemployment rate 1999-2020 | Statista. [online] Available at: <<https://www.statista.com/statistics/808531/unemployment-rate-in-haiti/>> [Accessed 5 October 2021].
- Terrier, M., Rancon, J., Bertil, D., Chene, F., Desprats, J., Lecacheux, S., Le Roy, S., Stollsteiner, P., Bouc, O. and Raynal, M., 2021. Atlas des menaces naturelles in Haiti. [ebook] Port-au-Prince: CIAT & Worldbank. Available at: <http://ciat.gouv.ht/sites/default/files/articles/files/ATLAS%20HAITI%20FRENCH%2005032017_LR.pdf> [Accessed 5 October 2021].
- Thinkhazard.org. 2021. Think Hazard - Haiti - Coastal flood. [online] Available at: <<https://thinkhazard.org/en/report/108-haiti/CF>> [Accessed 10 October 2021].
- Toolkit.climate.gov. 2021. Coastal Erosion | U.S. Climate Resilience Toolkit. [online] Available at: <<https://toolkit.climate.gov/topics/coastal-flood-risk/coastal-erosion>> [Accessed 11 October 2021].
- Tradingeconomics.com. 2021. Haiti Inflation Rate | 2021 Data | 2022 Forecast | 2003-2020 Historical | Chart | News. [online] Available at: <<https://tradingeconomics.com/haiti/inflation-cpi>> [Accessed 5 October 2021].
- Tsunami.gov. 2021. Tsunami Warning, 14th of August. [online] Available at: <<https://www.tsunami.gov/events/PHEB/2021/08/14/21226002/2/WECA41/WECA41.txt>> [Accessed 10 October 2021].
- Undrr.org. 2021. Terminology. [online] Available at: <<https://www.undrr.org/terminology>> [Accessed 5 October 2021].
- USGS, 2021. Landslide Types. [image] Available at: <<https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/images/fig3grouping-2LG.jpg>> [Accessed 5 October 2021].
- Usgs.gov. 2021. Earthquakes. [online] Available at: <<https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/earthquakes>> [Accessed 5 October 2021].
- Usgs.gov. 2021. Tsunamis and Tsunami Hazards. [online] Available at: <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/tsunamis-and-tsunami-hazards?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects> [Accessed 5 October 2021].
- Usgs.gov. 2021. Tsunamis and Tsunami Hazards. [online] Available at: <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/tsunamis-and-tsunami-hazards?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects> [Accessed 10 October 2021].
- USNEWS. 2021. Why haiti is prone to devastating earthquakes. [online] Available at: <<https://www.usnews.com/news/world/articles/2021-08-16/explainer-why-haiti-is-prone-to-devastating-earthquakes>> [Accessed 5 October 2021].
- washingtonpost.com. 2021. Haiti earthquake triggered widespread landslides; Grace may have unleashed more. [online] Available at: <<https://www.washingtonpost.com/weather/2021/08/17/haiti-earthquake-landslides-grace/#:~:text=They%20occur%20when%20masses%20of,tens%20of%20thousands%20of%20landslides>> [Accessed 5 October 2021].
- Wbdg.org. 2021. Seismic Design Principles | WBDG - Whole Building Design Guide. [online] Available at: <<https://www.wbdg.org/resources/seismic-design-principles>> [Accessed 5 October 2021].
- Scijinks.gov. 2021. How Does a Hurricane Form? | NOAA SciJinks – All About Weather. [online] Available at: <<https://scijinks.gov/hurricane/>> [Accessed 10 October 2021].

Liste de références

- Wei-Haas, M., 2021. Here's what makes earthquakes so devastating in Haiti. [online] National Geographic. Available at: <<https://www.nationalgeographic.com/science/article/heres-what-makes-earthquakes-so-devastating-in-haiti>> [Accessed 10 October 2021].
- Who.int. 2021. Climate change: Land degradation and desertification. [online] Available at: <<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/climate-change-land-degradation-and-desertification>> [Accessed 11 October 2021].
- Witze, A., 2021. Home seismometers provide crucial data on Haiti's quake. [online] Nature.com. Available at: <<https://www.nature.com/articles/d41586-021-02279-y>> [Accessed 10 October 2021].
- worldbank.org. 2021. Haïti at a glance. [online] Available at: <<https://www.worldbank.org/en/country/haiti/overview#1>> [Accessed 5 October 2021].
- Web.archive.org. 2008. Gustav weakens to tropical storm - CNN.com. [online] Available at: <<https://web.archive.org/web/20080912102209/http://edition.cnn.com/2008/WORLD/americas/08/26/hurricane.gustav/index.html>> [Accessed 10 October 2021].
- 2016. Atlas des menaces naturelles en Haïti. [ebook] Port-Au-Prince: Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire. Available at: <http://ciat.gouv.ht/sites/default/files/articles/files/ATLAS%20HAITI%20FRENCH%2005032017_LR.pdf> [Accessed 28 October 2021].
- Coppola, D., 2015. Introduction to International Disaster Management Ed. 3. Butterworth-Heinemann, pp.46,47,54,57,60,62, 297.
- n.d. Erosion lineaire. [online] Available at: <https://theses.univ-lyon2.fr/documents/getpart.php?id=lyon2.2004.nguimalet_cr&part=192308#:~:text=L'%C3%A9rosion%20lin%C3%A9aire%20est%20le,lorsqu'ils%20ont%20en%20plan.&text=Cependant%2C%20par%20des%20apports%20s%C3%A9dimentaires,l'%C3%A9rosion%20lin%C3%A9aire%20est%20minimis%C3%A9e.> [Accessed 28 October 2021].
- n.d. Land Degradation. [ebook] UNEP, p.1. Available at: <https://na.unep.net/atlas/kenya/downloads/chapters/kenya_screen_chapter4b.pdf> [Accessed 28 October 2021].
- NATHAT (2010) – Analysis of Multiple Natural Hazards in Haiti. Report prepared by the Government of Haiti, with support from the World Bank, the Inter-American Development Bank, and the United Nations System
- Dr. Foran and McIntyre, A., 2019. Haiti: Erosion and Deforestation. [ebook] p.4. Available at: <https://www.csus.edu/college/social-sciences-interdisciplinary-studies/environmental-studies/_internal/_documents/haiti-erosion-and-deforestation---aidan-mcintyre.pdf> [Accessed 28 October 2021].
- Fritz, H., Hillaire, J., Moliere, E., Wei, Y. and Mohammed, F., 2013. Twin Tsunamis Triggered by the 12 January 2010 Haiti Earthquake. [ebook] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/256373520_Twin_Tsunamis_Triggered_by_the_12_January_2010_Haiti_Earthquake> [Accessed 28 October 2021].
- Hostettler, D., 2021. Vulnerability and Exposure. [ebook] Lausanne: EPFL. Available at: <https://courses.edx.org/asset-v1:EPFLx+Tech4DRR+3T2018+type@asset+block@1.3d_Handout.pdf> [Accessed 29 October 2021].
- Gouvernement d'Haïti & Worldbank, 2010. Analysis of Multiple Natural hazards in Haiti (NATHAT). [online] Government of Haiti. Available at: <<https://reliefweb.int/report/haiti/analysis-multiple-natural-hazards-haiti-nathat>> [Accessed 30 October 2021].
- 1993. Multilingual Landslide Glossary. [online] UNESCO. Available at: <<https://www.cgs.ca/pdf/heritage/Landslide%20Glossary.pdf>> [Accessed 1 November 2021].

Liste des sources de données

- 05/2010, C., 2010. CNIGS Spatial Data Haiti Hazard Climate Humidity Factor Raster 05/2010. [online] GeoNode. Available at: <https://haitidata.org/layers/cnigsspatialdata_hti_hazardclimate_humidityfactor_raster_052010:geonode:cnigsspatialdata_hti_hazardclimate_humidityfactor_raster_052010> [Accessed 19 October 2021].
- Copernicus. 2020. Normalized difference vegetation index, Global Land Service,. [online] Available at: <<https://land.copernicus.eu/global/products/ndvi>> [Accessed 19 October 2021].
- Data.humdata.org. 2016. Hazard Flood Zones - Humanitarian Data Exchange. [online] Available at: <<https://data.humdata.org/dataset/hazard-flood-zones>> [Accessed 19 October 2021].
- Earthquake.usgs.gov. 2021. Search Earthquake Catalog. [online] Available at: <<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>> [Accessed 19 October 2021].
- Fewes.net. 2021. Haiti | Famine Early Warning Systems Network. [online] Available at: <<https://fewes.net/central-america-and-caribbean/haiti>> [Accessed 19 October 2021].
- Geosciencehaiti.com. 2020. Geoscience haiti. [online] Available at: <<https://www.geosciencehaiti.com/file-share/3270072c-1667-49c7-8b36-b3b1a4b6c70a>> [Accessed 19 October 2021].
- Haitidata.org. 2021. Bienvenue! - HaitiData. [online] Available at: <<https://www.haitidata.org>> [Accessed 19 October 2021].
- Lines, H., 2017. Haiti Geology Tectonic Faults BME Lines. [online] GeoNode. Available at: <https://haitidata.org/layers/geonode_data:geonode:hti_geology_tectonic_faults_bme_lines> [Accessed 19 October 2021].
- Ncdc.noaa.gov. 2021. IBTrACS - International Best Track Archive for Climate Stewardship. [online] Available at: <<https://www.ncdc.noaa.gov/ibtracs/index.php?name=ib-v4-access>> [Accessed 19 October 2021].
- OpenStreetMap. 2021. OpenStreetMap. [online] Available at: <<https://www.openstreetmap.org/#map=16/18.2351/-72.5229>> [Accessed 19 October 2021].
- Portal.opentopography.org. 2015. OpenTopography - Copernicus GLO-30 Digital Elevation Model. [online] Available at: <<https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSDEM.032021.4326.3>> [Accessed 19 October 2021].
- Srtm.csi.cgiar.org. 2021. Download – CGIAR-CSI SRTM. [online] Available at: <<https://srtm.csi.cgiar.org/download/>> [Accessed 19 October 2021].
- Data.humdata.org. 2014. ICA Haiti - Landslide Risk - Humanitarian Data Exchange. [online] Available at: <<https://data.humdata.org/showcase/wfp-geonode-ica-haiti-landslide-risk-showcase>> [Accessed 30 October 2021].
- Data.humdata.org. 2017. ICA Haiti - Drought Risk - Humanitarian Data Exchange. [online] Available at: <<https://data.humdata.org/dataset/4e07b256-8a77-46a7-9209-0668f6bbdb0c#>> [Accessed 30 October 2021].
- Data.humdata.org. 2021. Haiti: Humanitarian Needs Overview - Humanitarian Data Exchange. [online] Available at: <<https://data.humdata.org/dataset/haiti-pin-hno-2019>> [Accessed 30 October 2021].