



GT Tempêtes et Submersions Historiques

4^e Réunion plénière - 11 & 12 mars 2025



LES OUTILS DE LA GEOMATIQUE POUR L'ETUDE DES RISQUES NATURELS

Contribution pour une base de donnée sur les cyclones à Mayotte

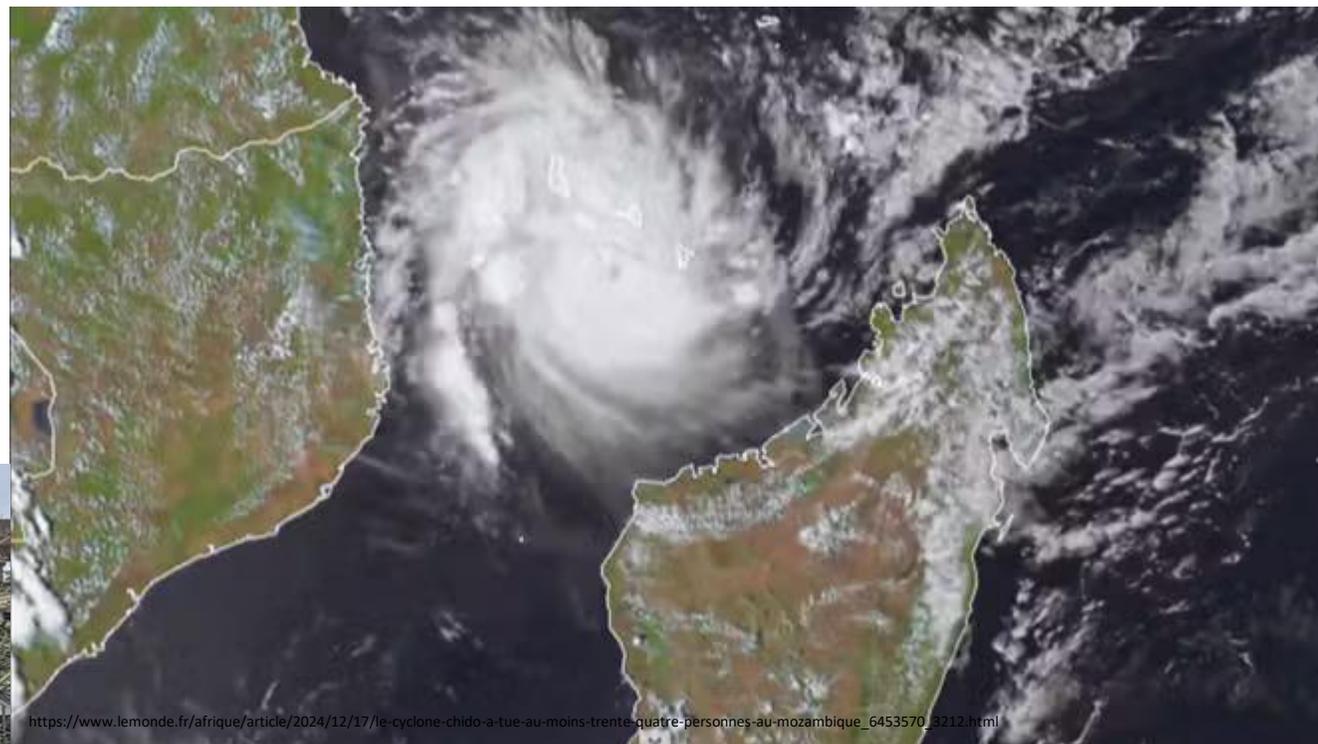
Le Duff M., Lamure F-X., Bonnefoy N.

Université de Mayotte (UMAY)



Introduction

Mayotte
Chido (14 décembre 2024)
Dikeledi (12 janvier 2025)



Cyclone majeur (Chido) survenant 40 ans après Kamisys (11 avril 1984) et Feliksa (16 février 1985)

Présentation du programme

Nom du programme : "Cyclone Mayotte"

Discipline : Géographie

Durée : 3 ans (*Terminé en Juin 2024*)

Nombre de personnes impliquées : 9 personnes (MCF x 5, AI x 1, IR x 1, Stage M2 x 2)

Coût du projet : 142 000 euros

Financement : Fond Barnier (DEALM Mayotte)



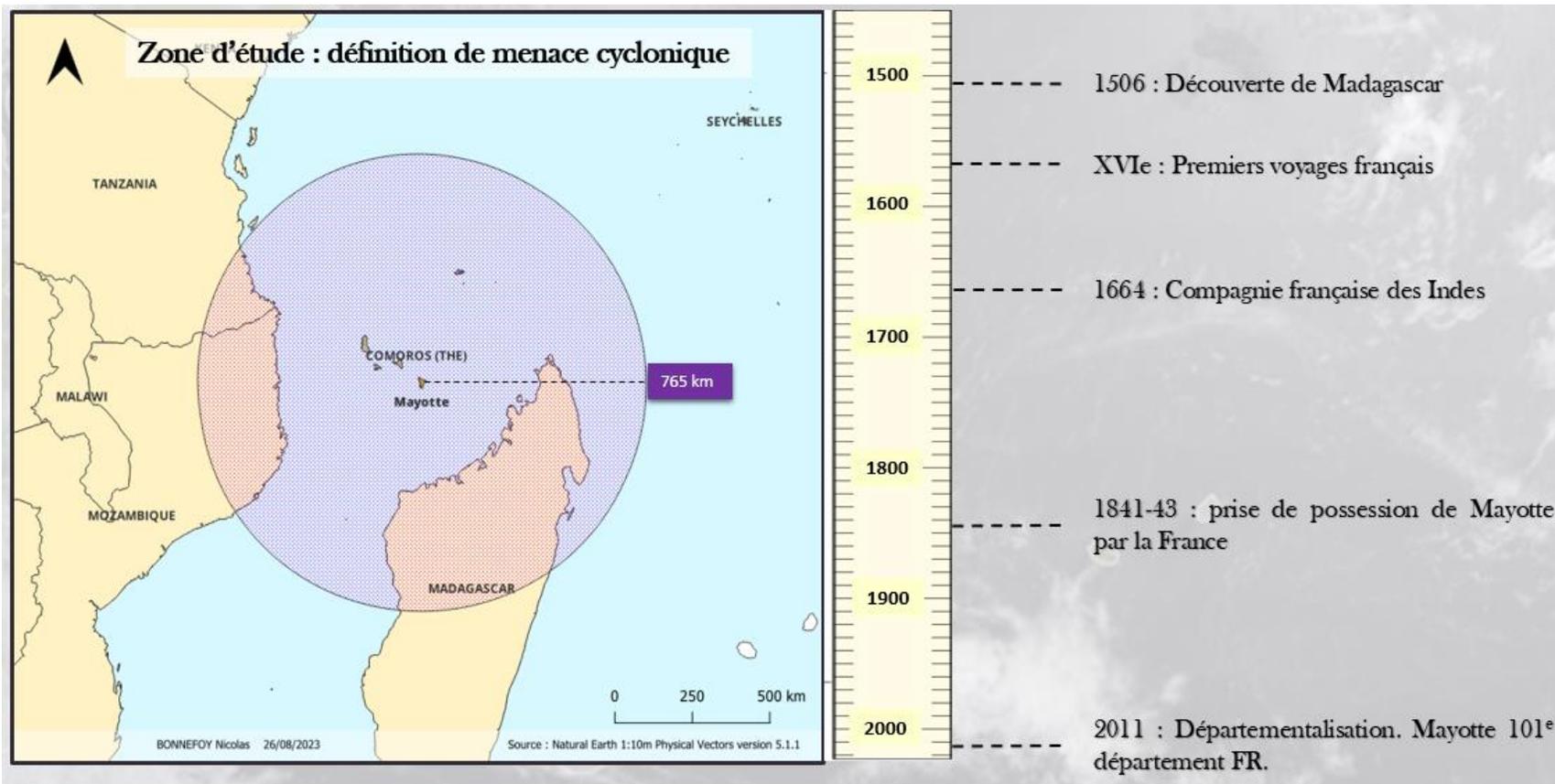
Blocs coralliens sur le récif frangeant au nord de Bouéni (Clichés : Matthieu Jeanson)

Les axes du programme : 2 concepts : Mémoire / Endommagement (matériel et immatériel)

- Mémoire « *géologique* » : trace sédimentaire
 - Echelle temporelle : Plusieurs milliers d'années (Temps géologique)
- Mémoire « *archivistique* » : documentation historique
 - Echelle temporelle : Plusieurs siècles (Temps historique). Focale mise sur la période coloniale et post-coloniale
- Mémoire « *orale* » : témoignage des populations
 - Echelle temporelle : Plusieurs décennies (Temps sociétal). Focale mise sur les événements cycloniques Kamisy (1984) et Feliksa (1985)



Méthode : cadre spatio-temporel et données



Délimitation spatiale de la zone d'étude = **zone de « menace »**

Définition :

Moyenne des vitesses de translation des systèmes cycloniques sur la période 1951-2011 dans le bassin sud-ouest de l'océan Indien.

Dispositif de mise en alerte des populations (48 h)

= 763,2 km

Quels types de données ?

Documents d'archives : manuscrits et dactylographiés (source historique primaire et secondaire)

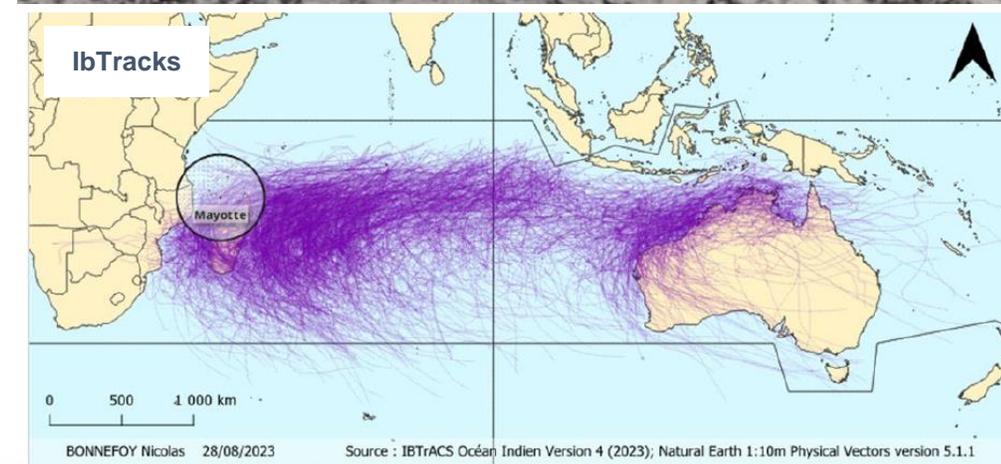
Documents iconographiques : photographies, dessins, gravures, cartographies anciennes

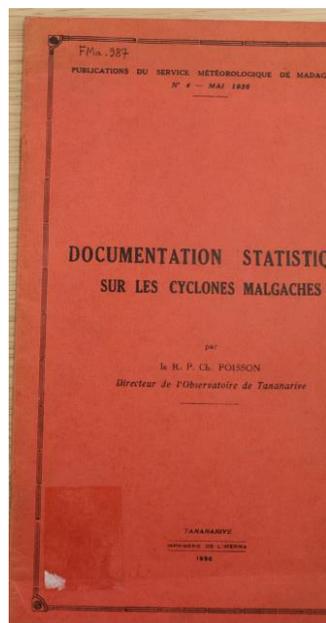
Littérature grise : rapports d'expertises

Documentation scientifique : contemporaine et ancienne

+ base de données internationales déjà existantes : Cliwoc / IbTracks

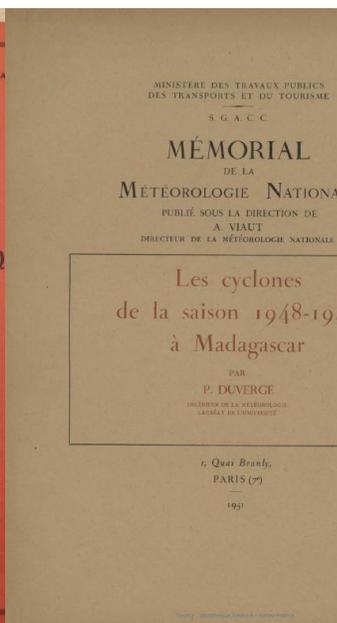
Permet de créer un corpus de données hétérogènes





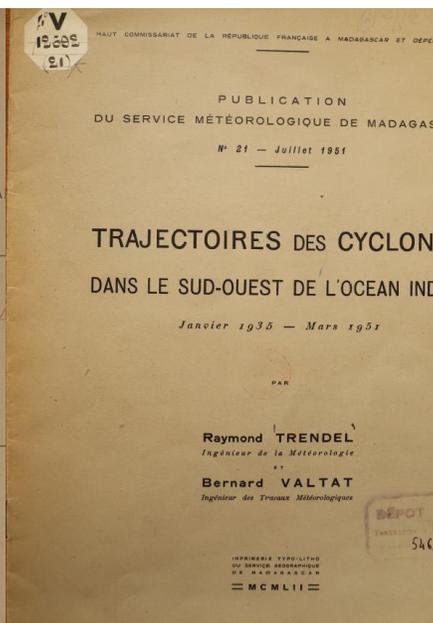
RP. Poisson (1936)

Période :
1836-1935



Duvergé (1951)

Période :
1948-1949



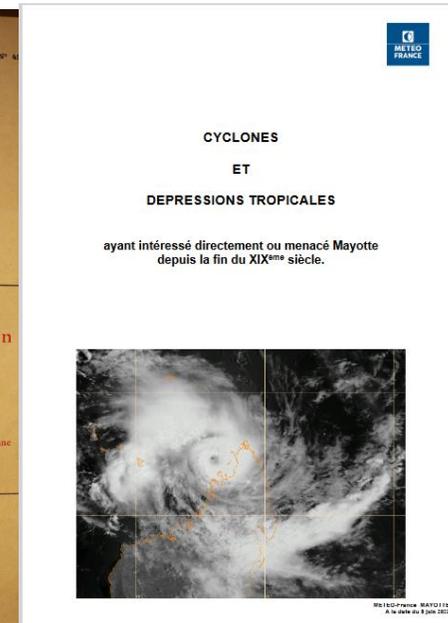
Trendel et
Valtat (1952)

Période :
1935-1950



Chaussard et
Laplace (1964)

Période :
1913-1960



Météo France (2019)

Période :
1858-2019



Précisions sur les outils et méthodes

Objectiver l'analyse des documents : Application de la démarche méthodologique proposée par **Athimon et al (2021)** :

- **Historical Document Quality Method**

Recours privilégié à des logiciels libre : Qgis, SQLite

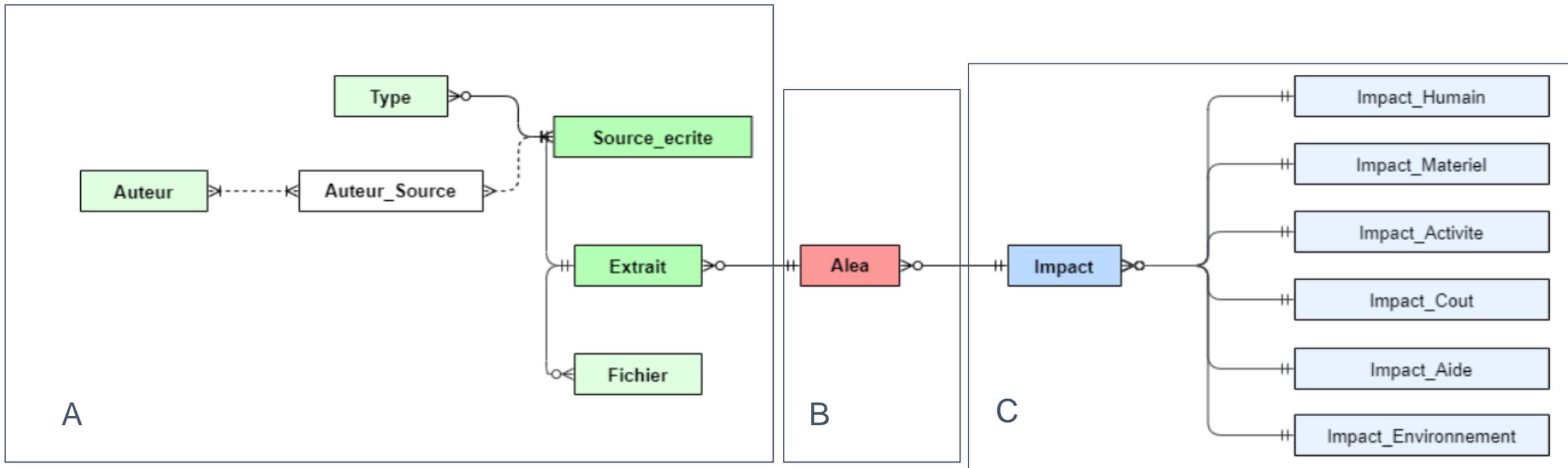
Développement d'un bd relationnelle

Créer un diagramme entité-association (ERD) :

- Modèle Conceptuel des Données (MCD)
- Modèle Logique des Données (MLD)
- Modèle Physique des Données (MPD)

Dictionnaire des données : descriptions et précisions sur les champs

Mise en place d'un formulaire (QGIS) : Instaurer une procédure standardisé pour le remplissage de la Bd pour optimiser la convention d'appellation et limiter les erreurs de saisies.



Légende des cardinalités					
Symbole					
Type de cardinalité	un à un	zéro ou un	un à plusieurs	zéro ou plusieurs	plusieurs à plusieurs
	1 : 1	0 : 1	1 : n	0 : n	n : n

Source : Bonnefoy (2023)

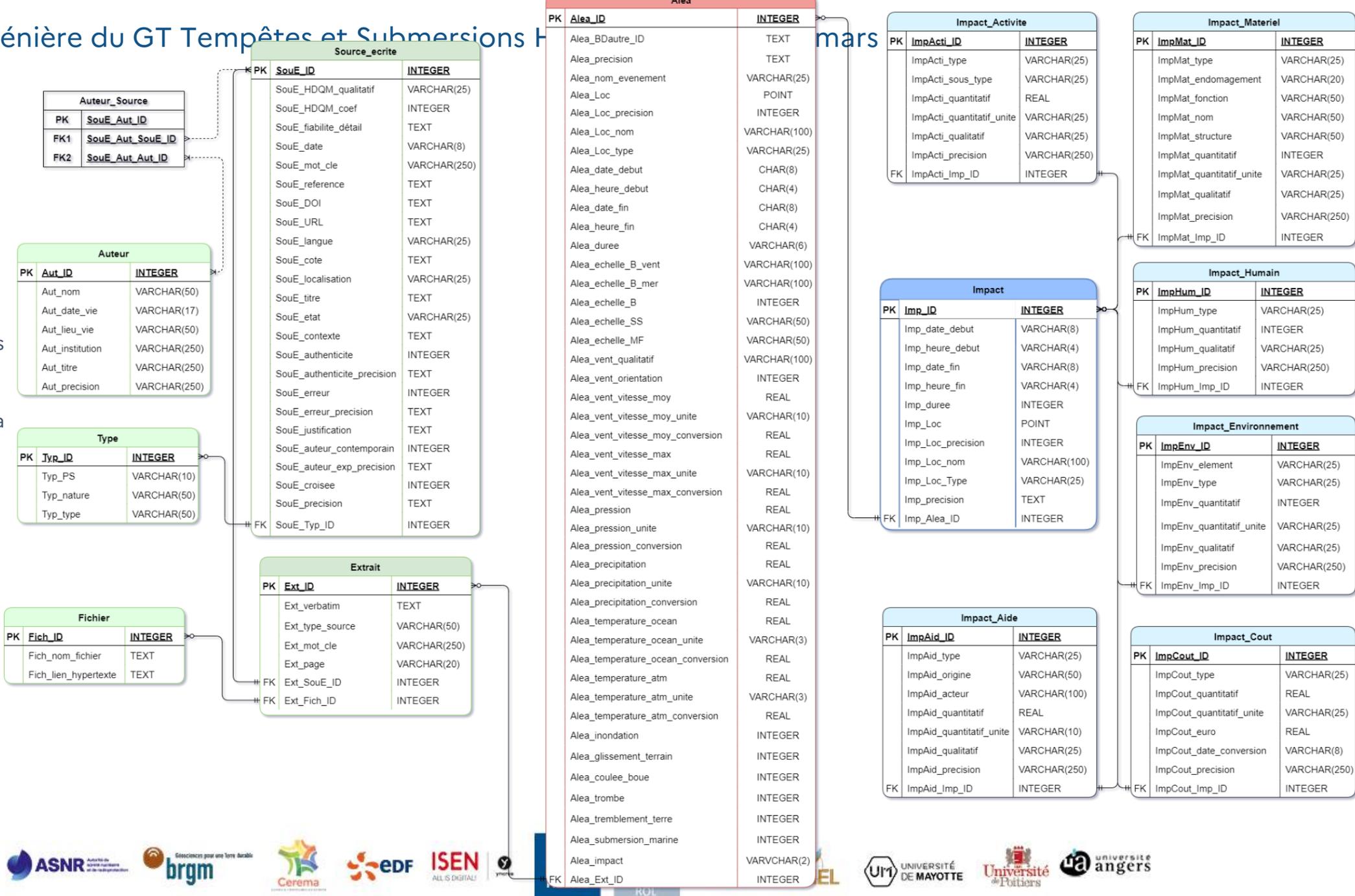
Modèle Conceptuel des Données (MCD) et (MLD): Architecture et articulation



Modèle Physique des Données (MLD) :

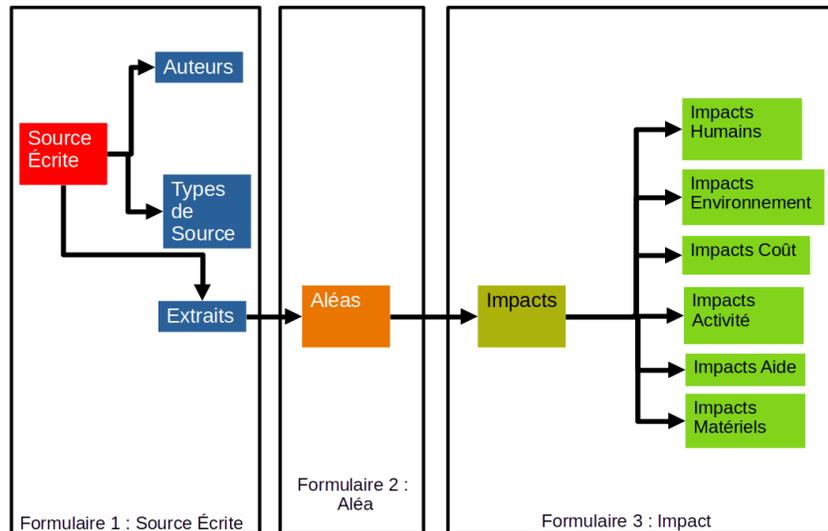
Ensemble des champs à renseigner :

- 14 tables
- 139 champs





Exemple de formulaire



PK	Alea_ID	INTEGER
	Alea_BDautre_ID	TEXT
	Alea_precision	TEXT
	Alea_nom_evenement	VARCHAR(25)
	Alea_Loc	POINT
	Alea_Loc_precision	INTEGER
	Alea_Loc_nom	VARCHAR(100)
	Alea_Loc_type	VARCHAR(25)
	Alea_date_debut	CHAR(8)
	Alea_heure_debut	CHAR(4)
	Alea_date_fin	CHAR(8)
	Alea_heure_fin	CHAR(4)
	Alea_duree	VARCHAR(6)
	Alea_echelle_B_vent	VARCHAR(100)
	Alea_echelle_B_mer	VARCHAR(100)
	Alea_echelle_B	INTEGER
	Alea_echelle_SS	VARCHAR(50)
	Alea_echelle_MF	VARCHAR(50)
	Alea_vent_qualitatif	VARCHAR(100)
	Alea_vent_orientation	INTEGER
	Alea_vent_vitesse_moy	REAL
	Alea_vent_vitesse_moy_unite	VARCHAR(10)
	Alea_vent_vitesse_moy_conversion	REAL
	Alea_vent_vitesse_max	REAL
	Alea_vent_vitesse_max_unite	VARCHAR(10)
	Alea_vent_vitesse_max_conversion	REAL
	Alea_pression	REAL
	Alea_pression_unite	VARCHAR(10)
	Alea_pression_conversion	REAL
	Alea_precipitation	REAL
	Alea_precipitation_unite	VARCHAR(10)
	Alea_precipitation_conversion	REAL
	Alea_temperature_ocean	REAL
	Alea_temperature_ocean_unite	VARCHAR(3)
	Alea_temperature_ocean_conversion	REAL
	Alea_temperature_atm	REAL
	Alea_temperature_atm_unite	VARCHAR(3)
	Alea_temperature_atm_conversion	REAL
	Alea_inondation	INTEGER
	Alea_glissement_terrain	INTEGER
	Alea_coulee_boue	INTEGER
	Alea_trombe	INTEGER
	Alea_tremblement_terre	INTEGER
	Alea_submersion_marine	INTEGER
	Alea_impact	VARVCHAR(2)
FK	Alea_Ext_ID	INTEGER



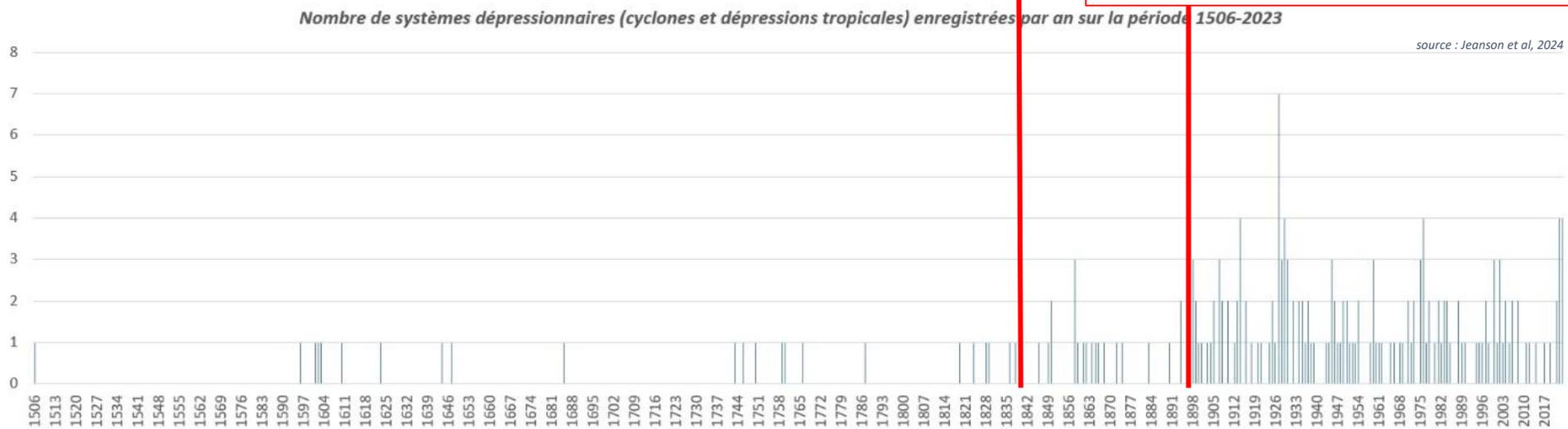
Résultats

Mise à jour des catalogues des cyclones et dépressions ayant impactés ou menacés Mayotte depuis le XIXe siècle.

182 événements
(Cyclones et dépressions ayant menacé ou directement impacté Mayotte) sur la période 1819-2023

1841 : Prise de possession de Mayotte par la France (Ratification du traité : 1843)

1898 : Cyclones en Février, Avril, Décembre. Les aides accordées pour la reconstruction vont avoir un impact significatif sur l'évolution économique de la colonie pendant plusieurs années;



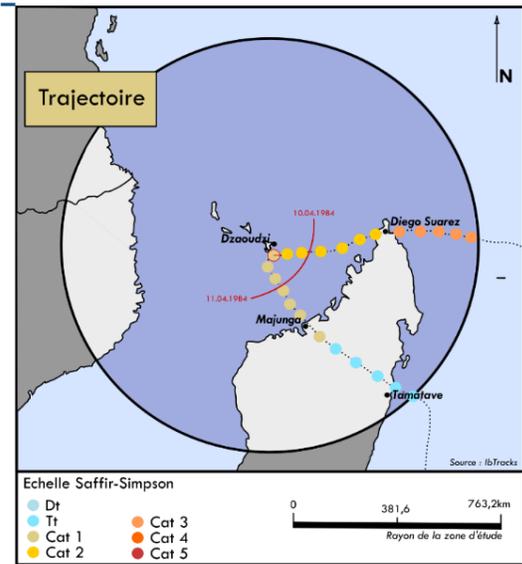
Disponibilité de la documentation historique en lien avec la présence coloniale.



Production de fiche de synthèse

Possibilité de construire des fiches de synthèse à destination des pouvoirs publics et de la population pour venir nourrir les dispositifs réglementaire de prévention des risques :

- Document Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM)
- Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)
- Plan Communaux de Sauvegarde (PCS)
- Document d'Information Acquéreur-Locataire (IAL)



Cyclone KAMISY

Système actif du 03 avril au 16 avril 1984
 Passage au plus près de Mayotte le 10 avril à 11h45
 Impact Mayotte du 10 avril au 11 avril 1984

Principales caractéristiques météorologiques			
Localisation	Vent Max	Précipitations	Pression
Pamandzi (Mayotte)	125km/h Rafale à +148km/h	139,7mm/24h	985mb
Diego Suarez (Madagascar)	- Rafale à +250km/h	-	970mb
Majunga (Madagascar)	- Rafale à +250km/h	232,2mm/24h	970mb

Caractéristiques météorologiques MAX de Kamisy			
En mer	203km/h	325,2mm/24h	945mb
08/04/1984	Rafale à +250km/h	à Tamatave	

Classification des phénomènes cycloniques									
Beaufort	Force 5 à 7		Force 8 à 9		Force 10 à 11				
Saffir-Simpson	Dépression tropicale		Tempête tropicale		Cyclone Catégorie 1	Cyclone Catégorie 2	Cyclone Catégorie 3	Cyclone Catégorie 4	Cyclone Catégorie 5
Océan Indien	Perturbation tropicale	Dépression tropicale	Tempête tropicale modérée	Forte tempête tropicale	Cyclone tropical	Cyclone tropical intense		Cyclone tropical très intense	
Vent max / 1 min Km/h	12	22	33	48	63	74	96	110	140

Contexte

Marée

Mardi 10 avril 1984		Mercredi 11 avril 1984	
Heure	Hauteur	Heure	Hauteur
Basse Mer	04h42 1.67	Basse Mer	06h59 1.51
Pleine Mer	10h56 2.35	Pleine Mer	13h08 2.58
Basse Mer	16h55 1.76	Basse Mer	19h14 1.54
Pleine Mer	23h57 2.79	---	---

Mode de diffusion de l'alerte à la population
 Communiqué de la Préfecture via les ondes radio (RFO)

Source : SHOM, Dzaoudzi

Territoire (en 1985)
 Population Mayotte : 66 929 hab
 Population jeune : 60,6 % a moins de 20 ans
 Prédominance habitat traditionnel
 Taux de chômage : 22,95%
 Population active : secteur primaire 59,8%
 Electricité et télécom uniquement dans 4 communes

Le système d'alerte cyclonique en 1984

Alerte Phase 1 : Avis de cyclone (Mise en Alerte)
 Déclenchée le 08 avril à 18h30. Constitution du PC ORSEC

Alerte Phase 2 : Menace de passage d'un cyclone dans les 24 heures
 Déclenchée le 09 avril à 15h45. Réunion du PC ORSEC

Alerte Phase 3 : Menace cyclonique concernant directement Mayotte
 Déclenchée le 10 avril à 7h25

Alerte Phase 4 : Accalmie (Retour aux mesures préventives de la Phase 2)
 Déclenchée le 11 avril à 10h

Alerte Phase 5 : Fin de l'alerte
 Déclenchée le 11 avril à 20h

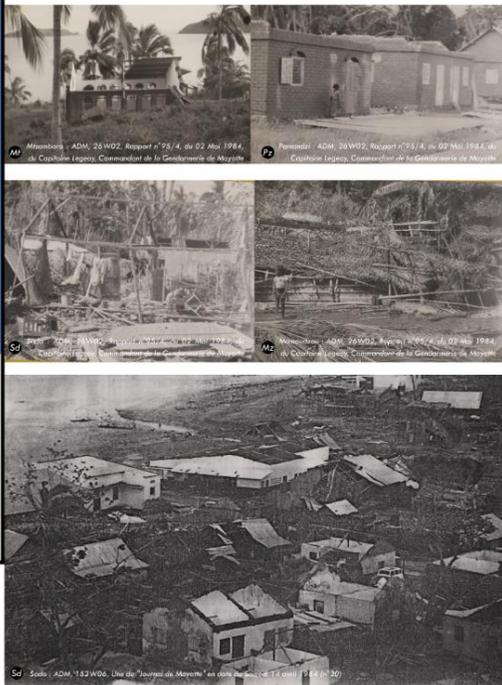
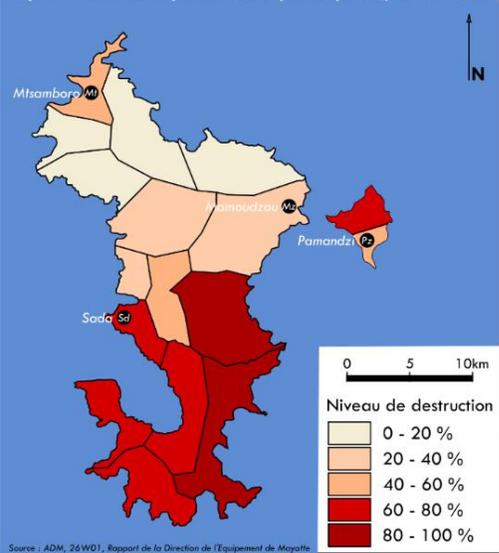
Fin de la mise en oeuvre du plan ORSEC Cyclone
 Terme le 16 avril à 18h

Economie	1985		
Budget (Francs)	Etat	Collectivités Territoriales	Total
Fonctionnement	137.600.000	167.600.000	305.200.000
Equipement	71.400.000	150.400.000	221.800.000
Total	209.000.000	318.000.000	527.000.000

Source : Minet et Weber, 1992

La connaissance locale du risque cyclonique

Extrait : "(...) si diverses dépressions tropicales (...) sont passés ces dernières années au voisinage immédiat de l'île, la dernière manifestation cyclonique à avoir investit directement Mayotte remonte à plus de 25 ans et la notion même de cyclone est ignorée de la majorité de la population qui n'a pas connu un tel phénomène." (Plan ORSEC cyclone, 1984)



Synthèse des impacts matériels et humains

Reconstitution des impacts Humains		
	Nombre Variable selon les sources	Localisation
Décès	1	Tsingoni
Blessés	30 à 55	Mayotte
Sinistrés	20 000 à 25 000	Mayotte
Évacués	850	Mamoudzou Sada
Epidémies	RAS	Mayotte

Mayotte-la-belle, Mayotte blessée, Mayotte affamée...

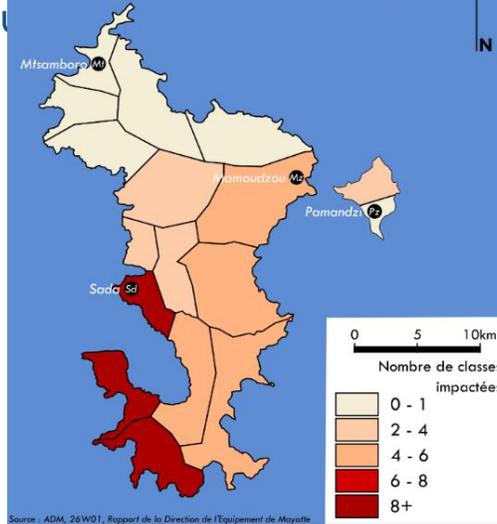
(...) Les cocotiers, décapités comme par un sabre, dressent leur tronc amputé vers le ciel... Mais la vision des villages est encore plus tragique : recouvertes de tôles ou d'ouanjas, les toitures n'ont pas résisté à des vents qui soufflaient à 150 km/h. (...) c'est un véritable paysage de guerre qui s'étend sous mes yeux, avec des maisons en ruines, des enchevêtrements de tôles et amoncellements de décombres."

Extrait du journal : Le Quotidien de La Réunion, du 16 avril 1984

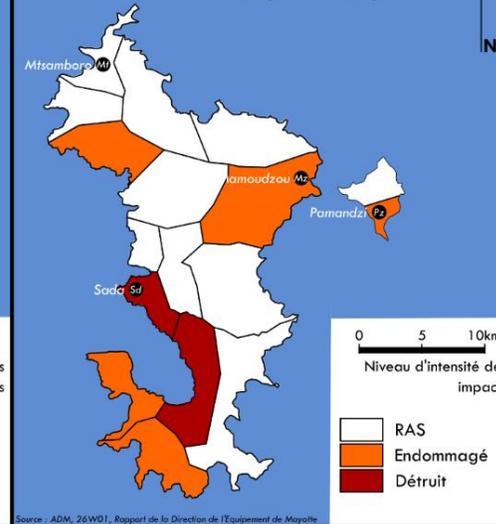
Reconstitution des impacts de la catastrophe à Mayotte et des coûts de reconstructions à partir des archives départementales

Infrastructure	Quantité	Types (Précisions sur les biens impactés)	Coûts des réparations (Euros constants)	Infrastructure	Quantité	Types (Précisions sur les biens impactés)	Coûts des réparations (Euros constants)
Habitat	5.250	Cases Traditionnelles	12.000.000 - 43.700.000	Sinistrés	---	Indemnisation (immobilier)	8.850.000
	750	Maçonnerie (Habitat social et locatif)	16.000.000		---	Indemnisation (mobilier)	1.500.000
Santé	6	Dispensaires	1.500.000	4.658	Autres	931.600	
	2	Hopitaux	350.000	---	Denrées alimentaires distribuées	14.500.000	
Education	70	Classes (Primaire)	4.550.000	---	Dons (Privés)	2.649.030	
	3	Collèges (Secondaire)	450.000	---	Pirogues	2.500.000	
Transport	---	Aéroport (Dzaoudzi)	250.000	Achat matériaux (Divers)	---	Secours de la Communauté Européenne	396.280
	---	Service des Transports Maritimes	315.000		---	CFPA Mayotte	191.693
Route	100%	Routes Nationales	4.000.000 - 12.500.000	Subvention	---	Logement administratif	230.000
		Chemins Collectivité Territoriale	17.500.000		---	Perte totale	1.982.000
Administration	---	Communes	2.065.000	Forêt	---	Coûts de la reconstruction	636.000
	---	Services de l'Etat (Direction de l'Équipement)	501.500		Religion	26	Mosquées
Sport	275	Recrutement de personnels (3 mois)	1.500.000	Régime équilibré, Nélson	---	Dzaoudzi, Pamandzi, Mamoudzou	2.500.000
	29	Terrain Football (+ Annexes)	1.188.700		15.353	Bénéficiaires des semences de Paddy	257.302
Socioculturelle	5	Terrain Polyvalent	175.000	60 à 70 %	Pertes (Bétaïls, riz, manioc, bananes)	2.500.000	
	1	Piscine (Dzaoudzi)	121.600	2.697	Exploitants agricoles	1.348.500	
Socioculturelle	15	Foyer des jeunes (Communes)	365.000	39	Pêcheurs	78.000	
	6	Locaux associatifs	1.085.000	Total	Reconstitution	161.667.210 Francs soit 50.477.222 (Euros Constants, 2022)	
Total	Variable selon les sources		130.000.000 à 168.000.000 Francs				

Endommagement des établissements scolaires (primaire et secondaire)



Endommagement des établissements de santé (hopitaux et dispensaires)



Reconstruction

Kamisystème - Kamicase et Kamiclasse



"La structure en bois est offerte par la S.I.M. Légère et peu coûteuse, elle est adaptable aux besoins des sinistrés. Ce sont eux qui vont monter les murs et poser la toiture. Cette case peut être agrandie par derrière. Quelques jours après les fondations, elle est habitable."

Extrait du "Journal de Mayotte" n°21, du 20 avril 1984





Limites et difficultés

Accessibilité et qualité des données
Evolution de la toponymie et de la distribution spatiale des lieux de vie

Formulaires facilitent la rentrée des informations et limitent les erreurs d'entrée dans la Bd, mais ne les élimine pas toutes

Difficultés à automatiser la génération de fiche de synthèse par événement identifié

Perspectives

Continuer d'alimenter la base de données avec des archives et la survenance de nouveaux événements

Ouvrir la base de données à une approche multirisque (risques combinés et en cascades) : un premier travail sur les risques sanitaires a été mené

Intégrer de nouveaux formats de données : notamment les documents de sources orales



GT Tempêtes et Submersions Historiques

4^e Réunion plénière - 11 & 12 mars 2025



Merci de votre attention



UNIVERSITÉ DE MAYOTTE

