

Les Principaux Dangers en Afrique Centrale

Module 1 - INTRODUCTION AUX DANGERS ET AUX CATASTROPHES

Module 2.1 – LES RISQUES D'INONDATION

Module 2.2 – LES GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

Module 3 - LES RISQUES (DANGERS) DE MALADIES INFECTIEUSES

Module 4.1 - LES RISQUES SISMIQUES

Module 4.2- LES VOLCANS ET RISQUES VOLCANIQUES DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

Module 4.3- LES ÉMANATIONS DE GAZ VOLCANIQUES TOXIQUES DES LACS DE LA RÉGION DE LA CEEAC



Une initiative du Groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique financée par l'Union Européenne

Mis en oeuvre par:



PERIPERI U

Mai 2021

INTRODUCTION AUX DANGERS ET AUX CATASTROPHES

MODULE 1



PERIPERI U

Mis en oeuvre par:

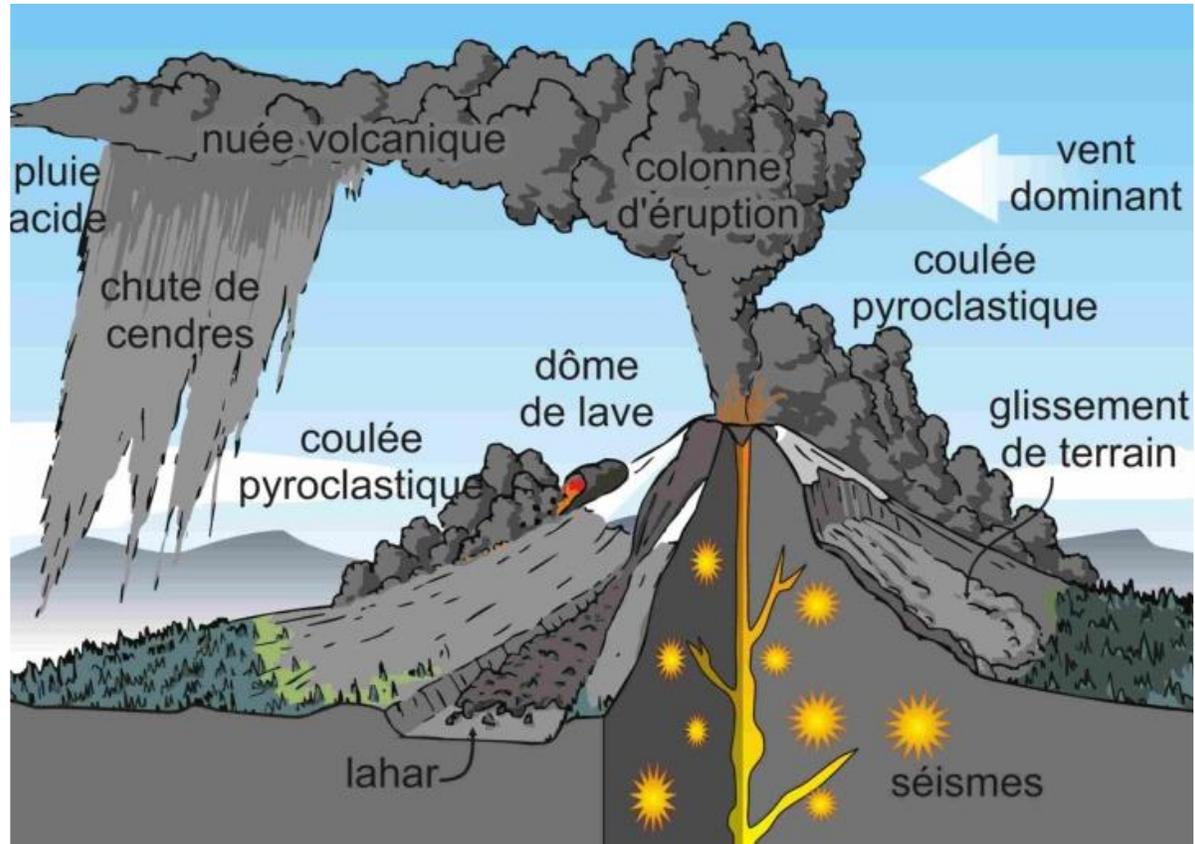


PLAN DE PRÉSENTATION

- ★ Définition de quelques termes clés
- ★ Classification des risques
- ★ Classification des catastrophes
- ★ Cycle de gestion des catastrophes
- ★ Impacts des catastrophes
- ★ Cadres internationaux et nationaux sur la réduction des risques de catastrophes

DÉFINITION : DANGER

Les risques volcaniques



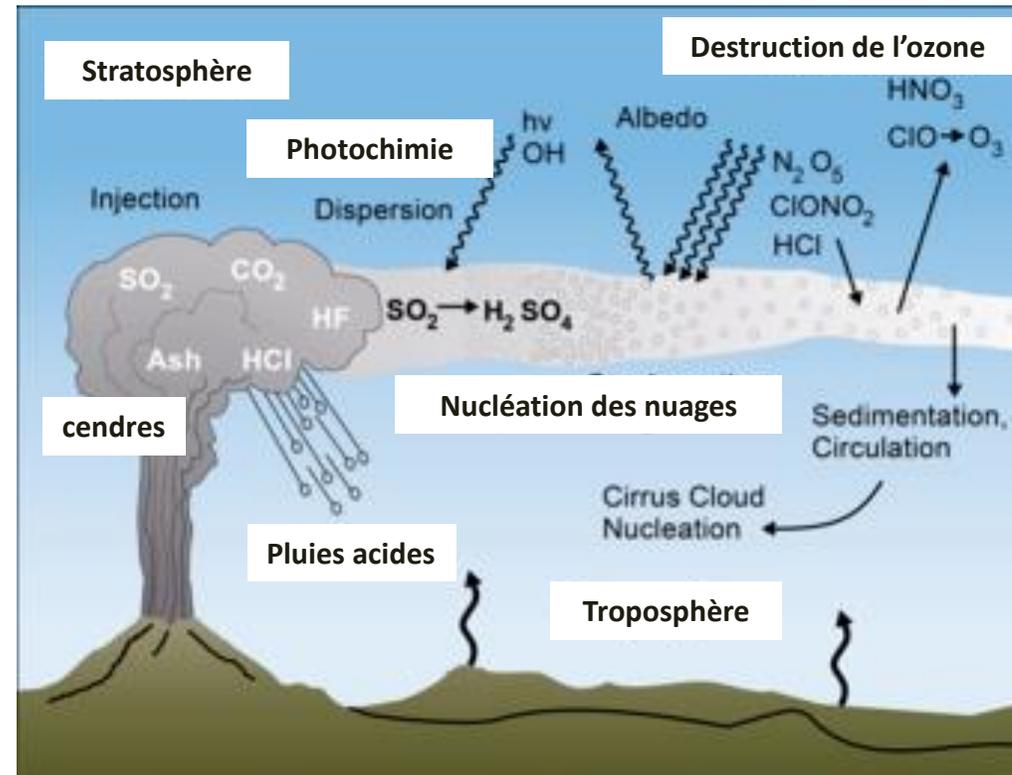
Danger : événement physique, phénomène ou activité humaine potentiellement dommageable qui peut causer pertes en vies humaines ou blessures, dommages matériels, perturbations sociales et économiques ou dégradation de l'environnement (ONU/SIPC, 2004).
Toute catastrophe commence par un danger.



DÉFINITION : EXPOSITION



Exposition : elle résulte de l'occupation par des personnes de zones géographiques où elles pourraient être affectées par des types spécifiques d'événements qui menacent leur vie ou leurs biens, par exemple l'exposition aux cendres et aux gaz volcaniques pour ceux qui vivent sur les flancs des volcans actifs.



DÉFINITION : VULNÉRABILITÉ

La vulnérabilité aux risques de tremblement de terre illustrée par deux maisons (béton armé)



Faible vulnérabilité

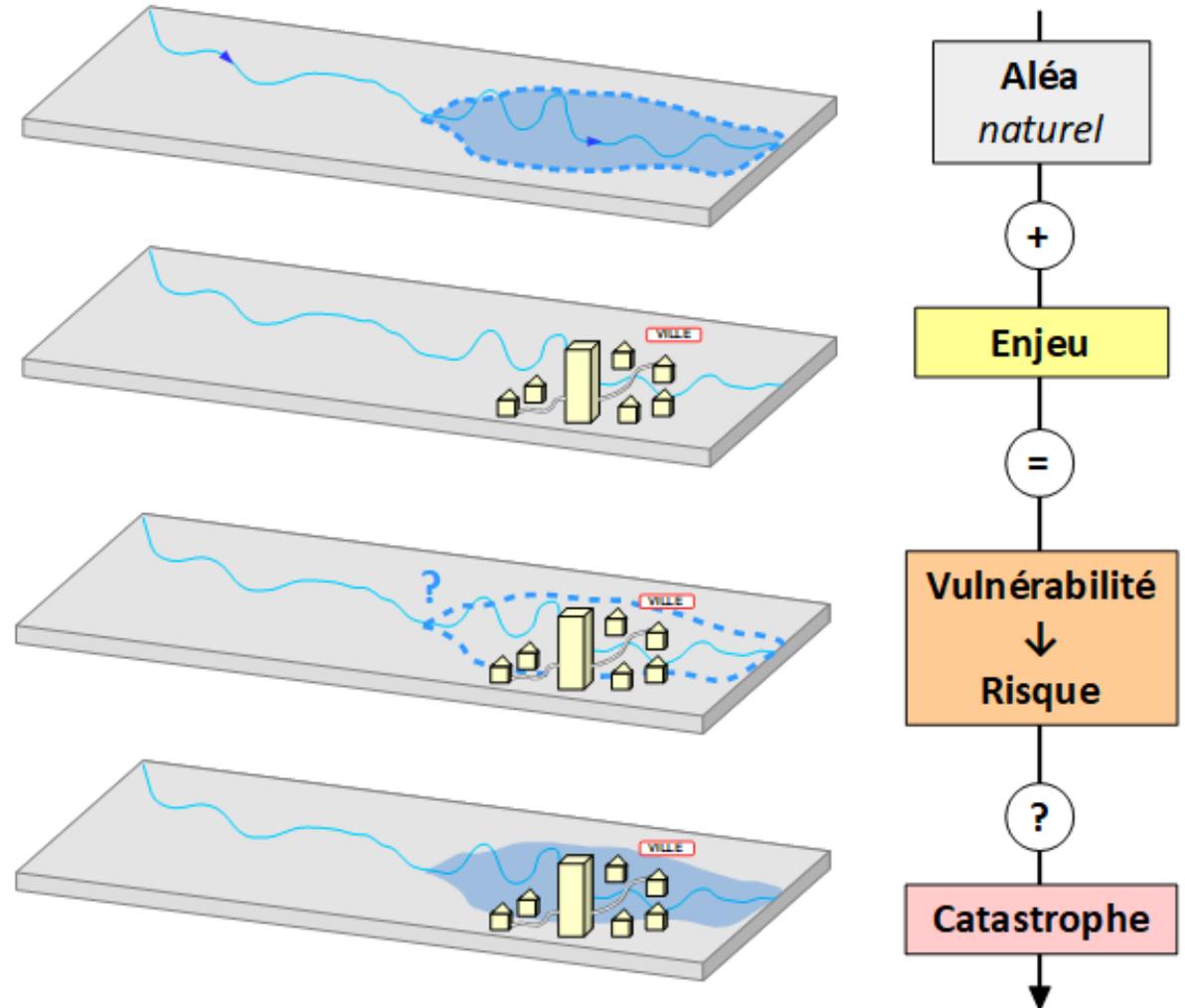


Vulnérabilité élevée

- ★ **Vulnérabilité** : mesure dans laquelle une structure communautaire, un service ou une zone géographique est susceptible d'être endommagé ou perturbé par l'impact d'une catastrophe particulière,
- ★ La **vulnérabilité humaine** est le manque relatif de capacité d'une personne ou d'une communauté à anticiper, à faire face, à résister et à se remettre des impacts d'un danger,
- ★ La vulnérabilité fait référence aux conditions sociales et matérielles découlant des caractéristiques des individus ou des groupes qui les rendent susceptibles de subir des dommages et des pertes à cause des aléas environnementaux et qui limitent leur capacité à faire face aux catastrophes (Blaikie et al., 1994).

DÉFINITION : RISQUE

- ★ Le risque peut être défini au sens large comme une situation dans laquelle il existe une possibilité que des personnes ou des biens subissent des conséquences négatives (Lindell et al., 2006),
- ★ Il s'agit du nombre prévu de vies perdues, de personnes blessées, de dommages aux biens et de perturbations des activités économiques dus à un phénomène naturel particulier (Cardona, 2003),
- ★ $\text{Risque} = \text{Danger} \times \text{Vulnérabilité} \times \text{Exposition}$.



DÉFINITION : CATASTROPHE

Catastrophe du lac Nyos en 1986

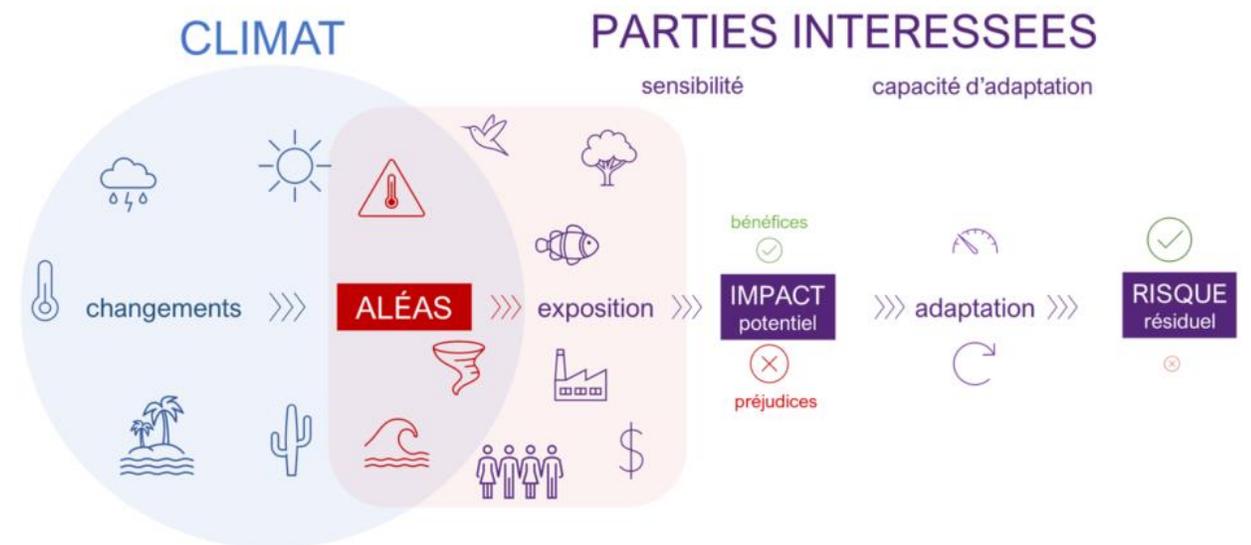


- ★ Une catastrophe est une perturbation grave du fonctionnement d'une société/communauté, causant des pertes humaines, matérielles et environnementales étendues, qui dépassent la capacité de la société touchée à y faire face avec ses propres ressources (SIPC, 2017),
- ★ Les points les plus importants de cette définition sont les suivants :
 - ✓ Une catastrophe perturbe le fonctionnement normal d'une communauté,
 - ✓ La population touchée ne peut pas faire face aux effets de la catastrophe,
 - ✓ Le relèvement n'est pas possible sans aide extérieure.

DÉFINITION : ADAPTATION

- ★ L'adaptation fait référence aux changements de processus, de pratiques et de structures visant à modérer les dommages potentiels ou à tirer profit des opportunités associées au changement climatique. Cela comprend :
 - ✓ L'ajustement des systèmes écologiques, sociaux ou économiques en réponse à des stimuli climatiques réels ou attendus et à leurs effets ou impacts,
 - ✓ Adapter le développement aux changements progressifs de la température moyenne, du niveau de la mer et des précipitations
 - ✓ Réduire et gérer les risques liés à des phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents, plus graves et plus imprévisibles.

Adaptation au changement climatique



CLASSIFICATION DES RISQUES

1. Les risques naturels (événements géophysiques et biologiques extrêmes)

- ✓ **Géologique** : tremblements de terre, éruptions volcaniques, glissements de terrain, avalanches
- ✓ **Atmosphérique** : cyclones tropicaux, tornades, grêle, glace
- ✓ **Hydrologique** : inondations fluviales, inondations côtières, sécheresse
- ✓ **Biologique** : maladies épidémiques, incendies

2. Risques technologiques (accidents majeurs ; risques anthropiques)

- ✓ **Accidents de transport** : avions, trains, bateaux
- ✓ **Défaillances industrielles** : explosions et incendies, rejet de matières toxiques ou radioactives
- ✓ **Bâtiments et installations publics dangereux** : effondrement de la structure, incendie
- ✓ **Matériaux dangereux** : stockage, transport, utilisation abusive des matériaux

3. Risques contextuels (changement environnemental global ; risques anthropiques)

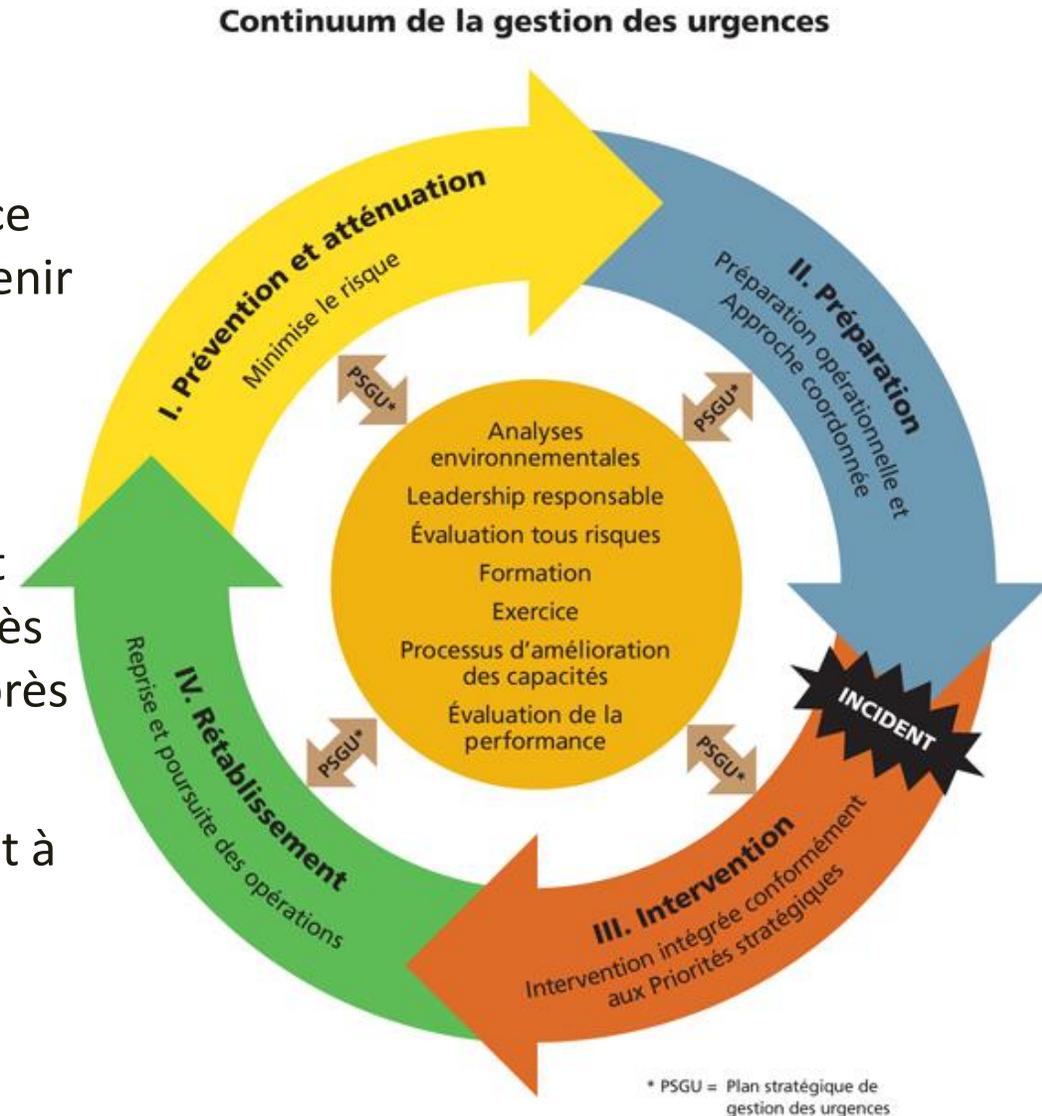
- ✓ **Pollution atmosphérique internationale** : changement climatique, élévation du niveau de la mer
- ✓ **Dégradation de l'environnement** : déforestation, désertification, perte de ressources naturelles
- ✓ **Pression foncière** : urbanisation intensive, concentration des équipements de base
- ✓ **Super dangers** : changements catastrophiques de la terre, impact des objets proches de la terre

CLASSIFICATION DES CATASTROPHES

- ★ Traditionnellement, les catastrophes sont classées selon **le critère des agents causaux**, qu'ils soient **naturels ou anthropiques (fabriqués par l'homme)**,
- ★ **Les catastrophes naturelles** se produisent sans intervention humaine, elles sont généralement classées en trois grands groupes (Cred, 2009) :
 - ✓ **Les catastrophes géophysiques** : par exemple, les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les mouvements de masse (chutes de pierres, glissements de terrain, avalanches et affaissements),
 - ✓ **Les catastrophes hydrométéorologiques** : par exemple, les inondations, les sécheresses, les tempêtes, les températures extrêmes, les incendies de forêt et les mouvements de masse humides),
 - ✓ **Les catastrophes biologiques** : par exemple, les épidémies (par exemple, le choléra, COVID-19), les infestations d'insectes et la ruée des animaux.
- ★ **Les catastrophes anthropiques** peuvent être définies comme toute **catastrophe** causée par l'action ou l'inaction de l'homme,
- ★ Les catastrophes anthropiques sont généralement classées en deux grands groupes :
 - ✓ **Les catastrophes technologiques** : par exemple, les catastrophes dues à des défaillances techniques (par exemple, l'explosion du nitrate d'ammonium de Beyrouth), les catastrophes liées aux transports et les catastrophes environnementales,
 - ✓ **Les catastrophes sociologiques** : par exemple, les actes criminels, les émeutes, la guerre, les estafilades, etc.

CYCLE DE GESTION DES CATASTROPHES

- ★ La **gestion des catastrophes** vise à réduire, ou à éviter, les pertes potentielles dues aux dangers, à assurer une assistance rapide et appropriée aux victimes de catastrophes, et à parvenir à un rétablissement rapide et efficace;
- ★ Le **cycle de gestion des catastrophes** (voir figure) illustre le processus continu par lequel les gouvernements, les entreprises et la société civile planifient et réduisent l'impact des catastrophes, réagissent pendant et immédiatement après une catastrophe et prennent des mesures pour se rétablir après une catastrophe;
- ★ Des **actions appropriées** à tous les points du cycle conduisent à une meilleure préparation, à de meilleures alertes, à une réduction de la vulnérabilité ou à la prévention des catastrophes lors de la prochaine répétition du cycle.



CYCLE DE GESTION DES CATASTROPHES

- ★ **Avant une catastrophe (pré-catastrophe) :** activités entreprises pour réduire les pertes humaines et matérielles dues à un danger potentiel, telles que la réalisation de campagnes de sensibilisation, le renforcement des structures faibles existantes, la préparation de plans de gestion des catastrophes au niveau des ménages et des communautés, etc. Ces mesures de réduction des risques prises à ce stade sont appelées activités d'atténuation et de préparation,
- ★ **Lors d'une catastrophe (survenance d'une catastrophe) :** initiatives prises pour veiller à ce que les besoins et les prestations des victimes soient satisfaits et que les souffrances soient réduites au minimum. Les activités prises à ce stade sont appelées activités d'intervention d'urgence, par exemple la fourniture d'eau, d'abris, l'évacuation, les services de santé, etc.
- ★ **Après une catastrophe (post-catastrophe) :** initiatives prises en réponse à une catastrophe dans le but de parvenir à un rétablissement et à une réhabilitation rapides des communautés touchées, immédiatement après une frappe de catastrophe. Elles sont appelées activités d'intervention et de rétablissement.

IMPACTS DES CATASTROPHES

- ★ **Destruction des infrastructures et des biens** : il s'agit des pertes physiques qui sont généralement subies lors des catastrophes : destruction des lignes de vie (réseau de transport, câbles de communication, lignes électriques, conduites d'eau, etc.,
- ★ **Pertes de vies et blessures** : les décès peuvent être directement causés par l'impact d'une catastrophe, par exemple plus de 1700 personnes ont perdu la vie lors de la catastrophe du lac Nyos au Cameroun en 1986. De nombreuses personnes qui ont échappé à la mort lors de la catastrophe ont subi des blessures corporelles allant de petites blessures à la perte de parties du corps entier comme les membres et la perte de fonction de certains organes,
- ★ **Destruction de l'écosystème/environnement** : l'abattage excessif d'arbres à des fins diverses telles que la récolte de bois pour l'exportation et l'utilisation locale, pour le bois de chauffage et le charbon de bois et le défrichement de terres pour les chantiers de construction, a conduit à un grave problème de déforestation imposant la menace de la sécheresse, détruit également les habitats des animaux sauvages (faune) et des plantes (flore). De mauvaises méthodes agricoles entraînent l'érosion des sols et la pollution de l'environnement.

IMPACTS DES CATASTROPHES

- ★ **Effets psychologiques** : Un traumatisme psychologique peut se produire lorsque des personnes sont forcées de fuir leur domicile et que les personnes déplacées sont confrontées à un stress pendant la fuite, tout au long de leur vie dans un campement et même après leur retour chez elles ou leur installation dans d'autres pays,
- ★ **Effets sociologiques** : Comme les personnes déplacées passent de plus en plus de temps à chercher de la nourriture, de l'eau, un abri et la sécurité, les familles se séparent et une séparation prolongée les empêche de former des relations à long terme qui aident à maintenir un groupe uni,
- ★ **Effets économiques** : Ils comprennent les coûts des travaux de réparation, de reconstruction et de réinstallation des structures sociales et économiques perturbées ou totalement détruites, ainsi que des établissements :
 - ✓ *Les migrations de main-d'œuvre masculine qui peuvent être déclenchées par la sécheresse laissent de nombreuses épouses et leurs enfants avec un faible soutien économique, voire aucun,*
 - ✓ *Certaines femmes ont recours à la prostitution dans le but de gagner un revenu pour subvenir aux besoins de leur famille. Ce faisant, elles s'exposent au risque permanent de contracter le VIH/sida et d'autres maladies sexuellement transmissibles.*

CADRES INTERNATIONAUX ET NATIONAUX SUR LA RÉDUCTION DES RISQUES DE CATASTROPHES

- ★ **Le cadre d'action de Hyogo (CAH)** : adopté en 2005 au Japon, il a fourni une feuille de route stratégique mondiale pour la réduction des risques de catastrophe. Le CAH était un plan directeur mondial pour la réduction des risques de catastrophes, dont l'objectif était de réduire considérablement les pertes en vies humaines et en biens sociaux, économiques et environnementaux des communautés et des pays d'ici 2015;
- ★ **Facilité mondiale pour la prévention des catastrophes et le relèvement (GFDRR)** : partenariat entre la Banque mondiale, la Stratégie internationale des Nations unies pour la prévention des catastrophes (UNISDR) et les donateurs internationaux pour soutenir la mise en œuvre du CAH. Il fournit une assistance technique et financière aux pays à haut risque, à faible revenu et à revenu intermédiaire afin d'intégrer la prévention des catastrophes dans les stratégies nationales de développement. Il offre une assistance technique en matière de réponse aux catastrophes, de rétablissement et de reconstruction;
- ★ **Stratégie internationale des Nations unies pour la prévention des catastrophes (UNISDR / UNDRR)** : agence des Nations Unies qui facilite la mise en œuvre du CAH et encourage les dialogues politiques sur la RRC et le relèvement. Elle vise à construire des communautés résistantes aux catastrophes en promouvant une plus grande sensibilisation à l'importance de la prévention des catastrophes en tant que composante intégrale du développement durable, dans le but de réduire les pertes humaines, sociales, économiques et environnementales dues aux risques naturels et aux catastrophes technologiques et environnementales qui y sont liées;
- ★ **Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030** : adopté lors de la troisième conférence mondiale sur la réduction des risques de catastrophe, qui s'est tenue du 14 au 18 mars 2015 à Sendai, Miyagi, au Japon. Le nouveau cadre a été adopté à l'unanimité par 187 États membres des Nations unies. Il vise à comprendre les risques de catastrophe, renforcer la gouvernance des risques de catastrophe pour gérer les risques de catastrophe, investir dans la réduction des risques de catastrophe pour la résilience et améliorer la préparation aux catastrophes pour une réponse efficace et "mieux reconstruire" dans le cadre du redressement, de la réhabilitation et de la reconstruction.

RISQUES D'INONDATION

MODULE 2.1



Une initiative du Groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique financée par l'Union Européenne

Mis en oeuvre par:



PERIPERI U

PLAN DE PRÉSENTATION

- ★ Introduction – Qu'est-ce qu'une inondation ?
- ★ Répartition mondiale des précipitations et des zones inondées
- ★ Causes des inondations
- ★ Types d'inondations
- ★ Impacts des inondations
- ★ Atténuation des inondations
- ★ Études de cas d'inondations dans la région de la CEEAC
- ★ Mesures d'atténuation et d'adaptation mises en place pour réduire les inondations dans la région de la CEEAC
- ★ Conclusion

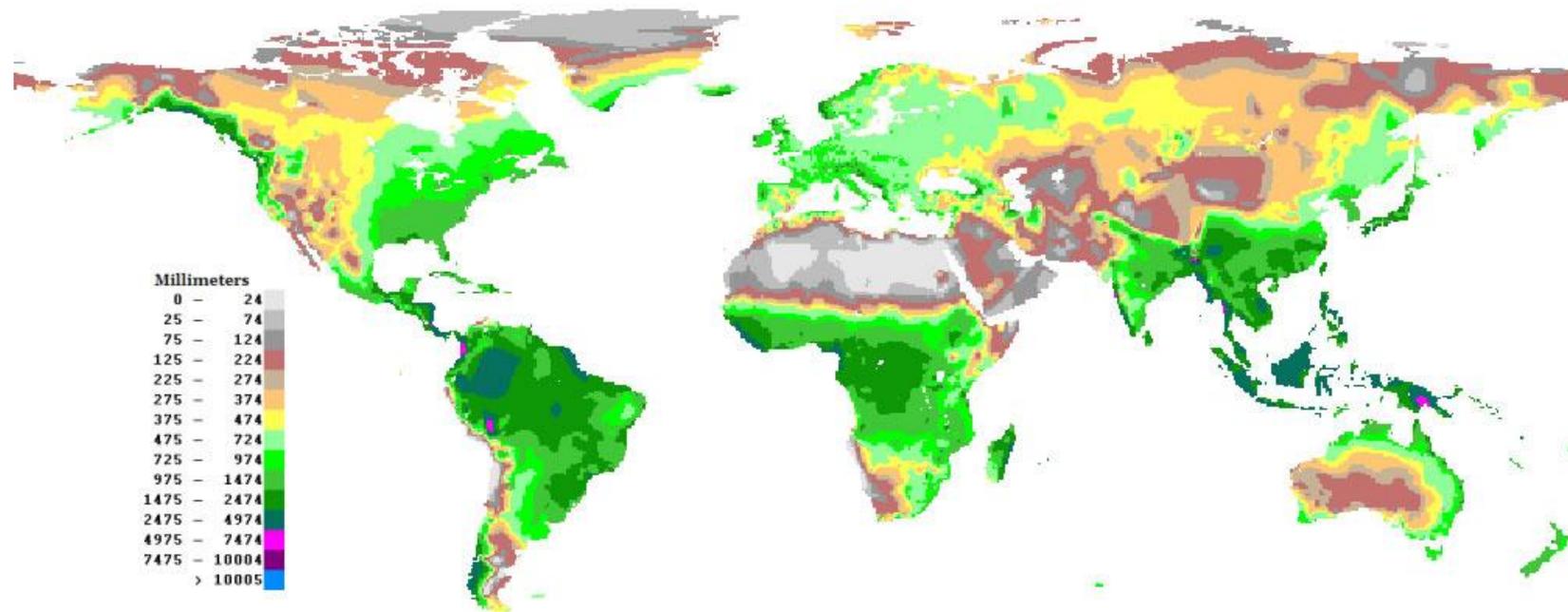
QU'EST-CE QU'UNE INONDATION ?

- ★ L'eau couvre environ 70 % de la surface de la Terre et est essentielle au maintien de la vie sur la planète. Toutefois, l'eau peut également représenter un risque important pour la vie humaine et les biens dans certaines situations, comme une inondation,
- ★ Une inondation est un phénomène naturel résultant d'une libération soudaine d'eau due à de fortes précipitations, ou d'une libération soudaine d'eau retenue dans un barrage à la suite d'un glissement de terrain, d'un embâcle dans une rivière ou du débordement d'un lac glaciaire (Kundzewicz et Hirabayashi, 2010),
- ★ Les inondations sont le risque naturel le plus universellement vécu et leurs effets sont également très dévastateurs,
- ★ Les inondations sont un processus naturel qui restera un risque majeur tant que les gens choisiront de vivre et de travailler dans des zones inondables.

QU'EST-CE QU'UNE INONDATION ?

- ★ Comme la population continue de croître, nous devons réduire les risques d'inondation d'une manière qui ne nécessite pas de réponse massive, mais qui est proactive. Nous devons planifier une réduction des risques d'inondation futurs qui ne nécessite pas une évacuation massive des zones inondables, mais qui évite le risque par l'utilisation des terres,
- ★ Dans la région de la CEEAC, les crues soudaines sont devenues un important facteur de mortalité à la suite d'événements liés à des tempêtes convectives dans divers pays de la région (Bang, 2013),
- ★ Le blocage des systèmes de drainage urbain par les déchets augmente la fréquence et la gravité des inondations et constitue une difficulté particulière dans les pays en développement (Lamond et al., 2012).

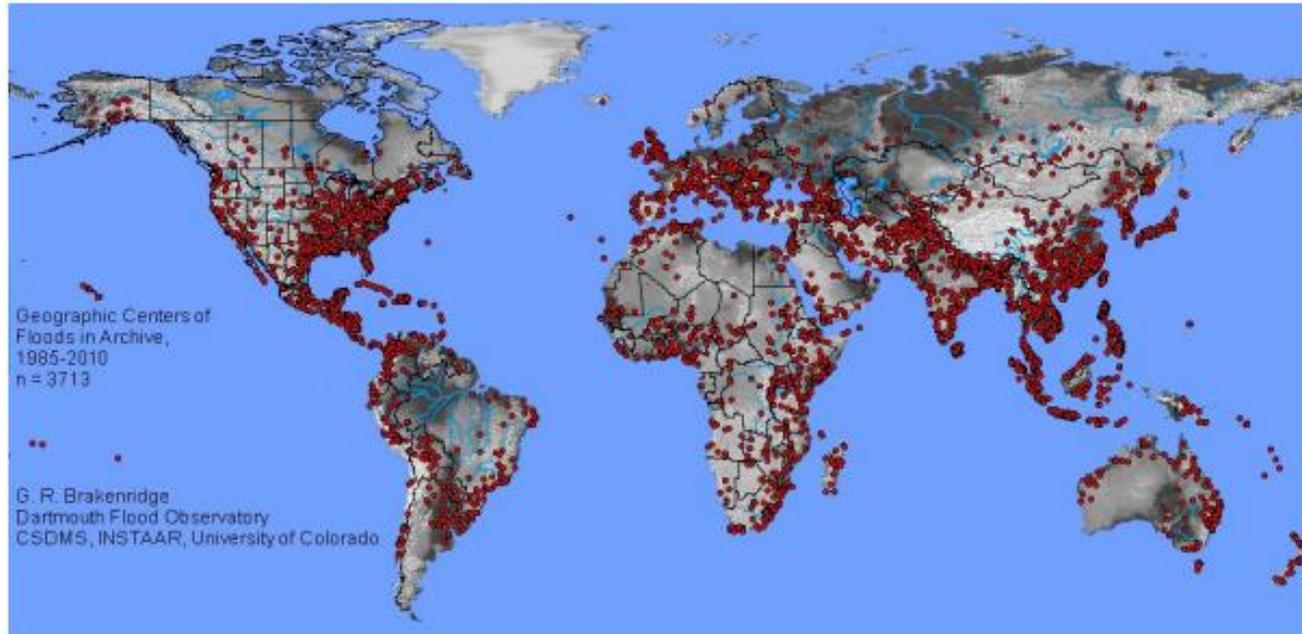
RÉPARTITION MONDIALE DES PRÉCIPITATIONS



<http://www.carte-du-monde.net/map-1-carte-pluies-monde.html>

Les zones rouges montrent que la plupart des pays de la région de la CEEAC sont caractérisés par des précipitations comprises entre 724 et 4974, ce qui est significativement élevé.

RÉPARTITION MONDIALE DES ZONES INONDÉES



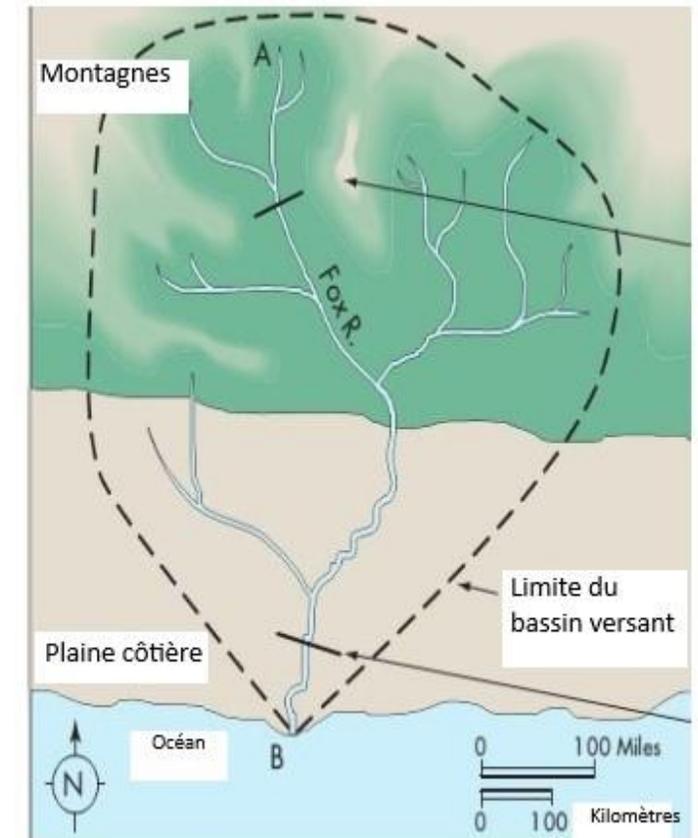
Centres géographiques des inondations dans les archives - 1985-2010

**G.R. Brakenridge
Observatoire des inondations de Dartmouth
Université du Colorado**

- Le cercle rouge montre que la plupart des pays de la région de la CEEAC sont sujets aux inondations.

LES CAUSES DES INONDATIONS

- ★ Le processus naturel d'écoulement par-dessus les berges est appelé inondation,
- ★ La plupart des crues de rivière sont fonction de :
 - ✓ de la quantité totale et de la répartition des précipitations dans le bassin versant,
 - ✓ de la vitesse à laquelle les précipitations s'infiltrent dans la roche ou le sol, et
 - ✓ de la topographie.
- ★ Certaines inondations, cependant, résultent de la fonte rapide de la glace et de la neige au printemps,
- ★ Enfin, l'utilisation des terres peut grandement affecter les inondations dans les petits bassins versants.



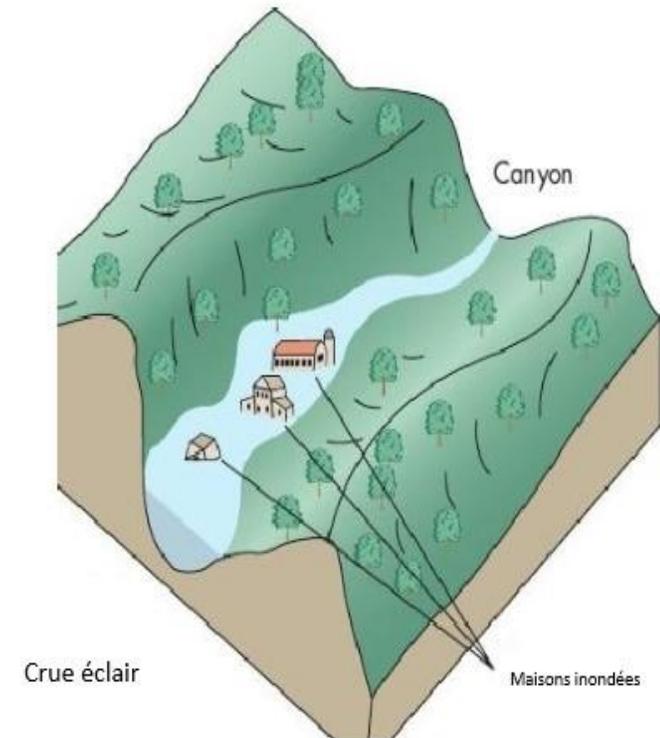
Bassin fluvial

LES CAUSES DES INONDATIONS

- ★ L'urbanisation,
- ★ L'utilisation humaine des terres en milieu urbain a augmenté à la fois l'ampleur et la fréquence des inondations dans les petits bassins de drainage de quelques kilomètres carrés,
- ★ Le taux d'augmentation est fonction du pourcentage du terrain qui est couvert de toits, de pavés et de ciment, appelé couverture imperméable, et du pourcentage de la zone desservie par les égouts pluviaux,
- ★ Dans certains cas, les constructions humaines ont affecté le lit des cours d'eau : elles détournent les canaux, réduisent leur taille ou les bloquent,
- ★ Les inondations sont fonction des relations entre les précipitations et les écoulements, et l'urbanisation entraîne un nombre considérable de changements dans ces relations,
- ★ Certaines crues soudaines se sont produites parce que des ponts construits en travers de petits cours d'eau bloquent le passage de débris flottants, provoquant une vague d'eau en aval lorsque les débris se détachent.

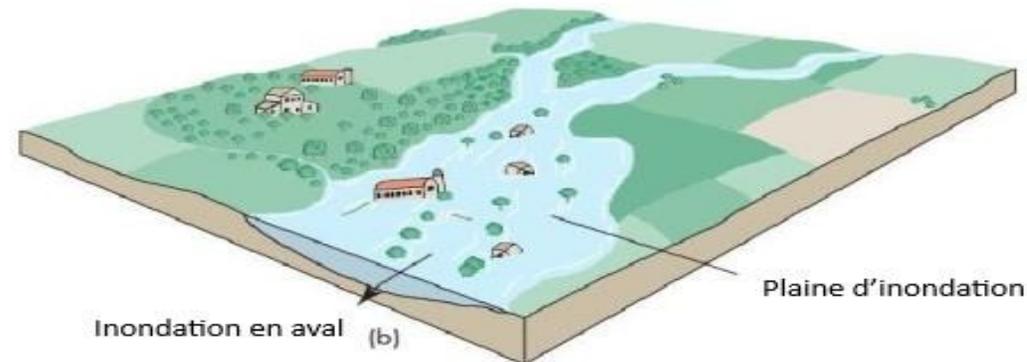
LES TYPES D'INONDATIONS

- ★ Il existe principalement deux types d'inondations :
 - ✓ les crues soudaines,
 - ✓ Les inondations en aval,
- ★ Les crues soudaines se produisent dans les parties supérieures des bassins versants et sont généralement produites par des précipitations intenses de courte durée sur une zone relativement petite,
- ★ En général, les crues soudaines ne provoquent pas d'inondation dans les cours d'eau plus importants qu'elles rejoignent en aval, bien qu'elles puissent être assez graves localement.



LES TYPES D'INONDATIONS

- ★ Inondations en aval,
- ★ Elles couvrent une large zone et sont généralement produites par des orages de longue durée qui saturent le sol et produisent un ruissellement accru,
- ★ L'inondation des petits bassins tributaires est limitée, mais la contribution de l'augmentation du ruissellement de milliers de bassins tributaires peut provoquer une grande inondation en aval,
- ★ Une inondation de ce type est caractérisée par le mouvement vers l'aval des eaux de crue, avec une forte augmentation et diminution du débit à un endroit particulier.



LES IMPACTS DES INONDATIONS

Les effets d'une inondation peuvent être primaires, c'est-à-dire directement causés par l'inondation, ou causés par la perturbation et le dysfonctionnement des services et des systèmes dus à l'inondation.

- ★ **Les effets primaires** comprennent les blessures, les pertes de vie et les dommages causés par les courants rapides, les débris et les sédiments aux fermes, aux maisons, aux bâtiments, aux voies ferrées, aux ponts, aux routes et aux systèmes de communication,
- ★ L'érosion et le dépôt de sédiments dans le paysage rural et urbain peuvent également entraîner une perte considérable de sol et de végétation,
- ★ **Les effets secondaires** peuvent inclure la pollution à court terme des rivières, la faim et la maladie, et le déplacement des personnes qui ont perdu leur maison,
- ★ En outre, des incendies peuvent être provoqués par des courts-circuits électriques ou des conduites de gaz rompues par les inondations et l'érosion connexe.

L'ATTÉNUATION DES INONDATIONS

Les risques d'inondation peuvent être réduits en recourant à ***des mesures structurelles et non structurelles***.

A. Mesures structurelles

- ★ **Barrières physiques** Les mesures visant à prévenir les inondations comprennent :
 - ✓ la construction de barrières physiques telles que des digues et des murs de protection contre les inondations (barrages), qui sont généralement construits en béton,
 - ✓ des levées de terre ; des réservoirs pour stocker l'eau afin de la libérer ultérieurement à des taux sûrs ; et
 - ✓ des bassins de rétention des eaux pluviales sur le site.
- ★ **Canalisation** : terme général désignant diverses modifications du canal du cours d'eau lui-même, généralement destinées à augmenter la vitesse d'écoulement de l'eau, le volume du canal, ou les deux.
 - ✓ Ainsi, la canalisation peut impliquer le redressement, l'approfondissement, l'élargissement, le déblaiement ou le revêtement des canaux existants,
 - ✓ En dépit de ses avantages, la canalisation peut être confrontée à certains défis ou défauts écologiques.

L'ATTÉNUATION DES INONDATIONS

A. Mesures structurelles

★ **Bassins de rétention et canaux de dérivation :**

- ✓ Si des terrains ouverts sont disponibles, les risques d'inondation le long d'un cours d'eau peuvent être considérablement réduits par l'utilisation de bassins de rétention. Avec des terrains disponibles, les bassins de rétention sont une option relativement peu coûteuse de réduction des risques d'inondation,
- ✓ Les canaux de dérivation sont le résultat de l'élévation du niveau du cours d'eau, l'eau étant redirigée vers des zones adjacentes où les inondations peuvent causer des dommages minimes.

★ **Restauration des canaux : alternative à la canalisation**

- ✓ De nombreux cours d'eau dans les zones urbaines ne ressemblent guère à des canaux naturels. Le processus de construction des routes, des services publics et des bâtiments, avec la production de sédiments qui en découle, suffit à perturber la plupart des petits cours d'eau,
- ✓ La restauration des canaux fait appel à diverses techniques :
 - 1) Nettoyage des déchets urbains du canal, permettant au cours d'eau de s'écouler librement,
 - 2) Protéger les berges existantes du canal en n'enlevant pas les arbres existants,
 - 3) Planter des arbres indigènes supplémentaires et d'autres végétaux.

L'ATTÉNUATION DES INONDATIONS

B. Mesures non structurelles

- ★ Zonage restrictif et cartographie des risques d'inondation
 - ✓ La première étape consiste à identifier la zone à risque,
 - ✓ Entreprendre une cartographie minutieuse associée à des données précises sur le débit des cours d'eau,
 - ✓ Les terres qui pourraient être menacées par une inondation à intervalle de récurrence différent devraient être réservées à des usages peu constructifs,
 - ✓ Les cartes des risques d'inondation peuvent délimiter les inondations passées ou les inondations d'une fréquence particulière. Elles sont utiles pour réglementer le développement privé, pour acheter des terrains à usage public comme des parcs et des installations récréatives, et pour créer des directives pour l'utilisation future des terrains dans les plaines inondables.

L'ATTÉNUATION DES INONDATIONS

B. Mesures non structurelles

- ★ **Assurance contre les inondations** : Le programme d'assurance est destiné à fournir une aide financière à court terme aux victimes d'inondations, ainsi qu'à établir des réglementations à long terme sur l'utilisation des terres dans les plaines inondables de la nation,
- ★ **Règlement sur les inondations**
 - ✓ D'un point de vue environnemental, c'est la meilleure approche pour minimiser les dommages causés par les inondations dans les zones urbaines,
 - ✓ L'objectif de la réglementation des plaines inondables est d'obtenir l'utilisation la plus bénéfique des plaines inondables tout en minimisant les dommages causés par les inondations et le coût de la protection contre les inondations,
 - ✓ La réglementation des plaines inondables est un compromis entre l'utilisation inconsidérée des plaines inondables, qui entraîne des pertes de vie et d'énormes dommages matériels, et l'abandon complet des plaines inondables, qui renonce à une ressource naturelle précieuse.

ÉTUDES DE CAS D'INONDATIONS DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

A. RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO (RDC)

- ★ Les fortes pluies du 16 mars 2021 ont provoqué de graves inondations soudaines dans les villes voisines de Kinshasa, capitale de la RDC, et de Brazzaville, capitale de la République du Congo, également appelée Congo-Brazzaville,
- ★ 4 enfants sont morts dans les inondations et plusieurs maisons ont été emportées dans la municipalité de Kisenso, à l'est de Kinshasa.



Point de Njili après la pluie, Kinshasa

ÉTUDES DE CAS D'INONDATIONS DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

B. BURUNDI

- ★ Les fortes pluies de janvier 2021 ont provoqué des inondations et des glissements de terrain dans certaines parties du nord-ouest de la province de Citiboke (province de Bujumbura) au Burundi,
- ★ Au 29 janvier, 356 maisons étaient gravement endommagées ou détruites, principalement dans la commune de Rugombo,
- ★ Les fortes pluies du 08 janvier ont provoqué la crue de la rivière Rusizi et la montée du lac Tanganyika, inondant des zones des zones Rukaramu et Gatumba dans la commune de Mutimbuzi de la province de Bujumbura,
- ★ Une personne est morte et une autre a été blessée. Les habitations, les infrastructures, les écoles et les centres médicaux ont subi des dégâts. Pas moins de 1 214 ménages ont quitté leurs maisons,
- ★ De graves inondations ont frappé Gatumba en mai 2018, affectant 12 956 personnes.



Inondations à Gatumba

ÉTUDES DE CAS D'INONDATIONS DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

C. CONGO BRAZAVILLE

- ★ Les inondations du 20 décembre 2019 au Congo-Brazzaville ont touché 8 des 12 départements de la République du Congo (Congo Brazzaville) : Likouala, Cuvette, Plateaux, Sengha, Kouilou, Niari, Brazzaville et Pointe-Noire affectant au moins 170 000 personnes,
- ★ Les inondations ont été provoquées par le débordement des fleuves Oubangui et Congo. Des centaines de villages situés le long du fleuve ont été touchés, dont beaucoup sont complètement submergés,
- ★ Les inondations ont endommagé les infrastructures et entravé l'accès à la nourriture, à l'eau, à l'éducation et aux soins de santé. Les maisons, les écoles et les centres de santé des zones touchées ont été inondés et ne sont accessibles que par bateau,
- ★ D'importantes pertes de récoltes et de bétail ont également été signalées.



Inondations dans le département de la Likouala, Congo Brazzaville

ÉTUDES DE CAS D'INONDATIONS DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

D. RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

- ★ Les inondations du 15 novembre 2019, liées aux fortes pluies ont affecté la capitale Bangui détruisant plus de 10 000 maisons, impactant au moins 57 000 personnes,
- ★ La population déplacée s'est réfugiée dans un camp de déplacés surpeuplé,
- ★ Le transport dans la ville de Bangui se faisait à l'aide de pirogues,
- ★ Les eaux stagnantes laissées par les inondations ont servi de terrain de reproduction aux moustiques,
- ★ Plus de la moitié de la population avait besoin d'une aide humanitaire et 600 000 personnes ont été déplacées par les conflits en cours dans plusieurs régions du pays.



ÉTUDES DE CAS D'INONDATIONS DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

E. TCHAD

- ★ Les inondations qui ont commencé vers le 30 octobre 2020 et se sont poursuivies jusqu'au 5 décembre 2020 après que le barrage soutenant le bassin inférieur du fleuve Chari a cédé en deux endroits, ont inondé plusieurs quartiers de la capitale N'Djamena,
- ★ Les inondations à N'Djamena sont le plus souvent liées à une forte pluviométrie,
- ★ L'inondation du 20 août 2020 a entraîné la mort de 10 personnes et le déplacement de 32 000 personnes.



Inondations à N'Djamena, Tchad, août 2020

ÉTUDES DE CAS D'INONDATIONS DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

F. CAMEROUN

- ★ En 2020, de fortes précipitations à la fin du mois de juillet ont provoqué des inondations généralisées dans sept districts de la division Mayo-Danay, région Extrême-Nord (Extrême-Nord), rendant 5000 personnes sans abri,
- ★ Dans cette même région en 2019, au cours des mois d'octobre et novembre, des inondations ont affecté plus de 70 000 personnes déplaçant 45 000 personnes,
- ★ Les autres villes du Cameroun sujettes aux inondations sont : Yaoundé, Douala et Limbe.



Inondations dans la région du Grand Nord

ÉTUDES DE CAS D'INONDATIONS DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

F. CAMEROUN



Yaoundé



Limbé



Douala

L'ADAPTATION AUX RISQUES D'INONDATION AU CAMEROUN



Construction de digues le long des principaux cours d'eau de Yaoundé

L'ADAPTATION AUX RISQUES D'INONDATION À SAO TOME ET PRINCIPE

- ★ Les communautés côtières de São Tomé subissent des inondations jusqu'à 10 fois par an et des coulées de boue chaque année, détruisant des maisons et des biens générateurs de revenus,
- ★ Les efforts visant à minimiser les inondations comprennent des mesures structurelles et non structurelles,
- ★ Une meilleure planification de l'utilisation des sols, la construction d'infrastructures vertes et grises et la plantation d'arbres pour stabiliser le littoral ont contribué à atténuer les effets des inondations et des glissements de terrain.



CONCLUSION

- ★ Les principales causes des inondations dans la région de la CEEAC sont les fortes pluies qui entraînent généralement le débordement des canaux fluviaux,
- ★ En outre, l'urbanisation qui a conduit à l'installation dans les plaines inondables et l'élimination sans discernement des déchets sont d'autres facteurs majeurs d'inondations,
- ★ Les efforts visant à minimiser les inondations comprennent des mesures structurelles et non structurelles.

RÉSUMÉ DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

MODULE 2.2



PERIPERI U

Mis en oeuvre par:



PLAN DE PRESENTATION

- ★ Introduction
- ★ Études de cas
- ★ La connaissance des risques de glissement de terrain
- ★ Service de surveillance technique et d'alerte
- ★ La capacité de répondre à chaque niveau
- ★ Communication des alertes
- ★ Conclusion

INTRODUCTION

Un glissement de terrain est :

- ✓ " le déplacement d'une masse de roche, de débris ou de terre le long d'une pente, sous l'influence de la gravité " (Hungry et al., 2013);
- ✓ c'est un type de processus de gaspillage de masse qui agit sur les pentes naturelles et artificielles;
- ✓ un phénomène naturel qui se produit avec ou sans activité humaine.

D'un point de vue global :

- ✓ ils sont présents sur tous les continents;
- ✓ ils jouent un rôle important dans l'évolution du paysage;
- ✓ Mais dans de nombreuses régions, ils constituent une menace pour la population (Petley, 2013).

L'Afrique n'apparaît pas comme un point chaud des glissements de terrain à l'échelle mondiale, mais les rapports de terrain disponibles suggèrent que les glissements de terrain posent des problèmes aigus en Afrique équatoriale (Kervyn et al., 2015).

INTRODUCTION

Différents phénomènes influencent la stabilité des pentes et provoquent des glissements de terrain :

- ✓ Précipitations;
- ✓ Fonte de la neige;
- ✓ Changements de température;
- ✓ Tremblement de terre;
- ✓ Activité volcanique;
- ✓ Diverses actions humaines.

Le climat et ses variations contrôlent ou influencent certains de ces phénomènes, et principalement les précipitations et la température

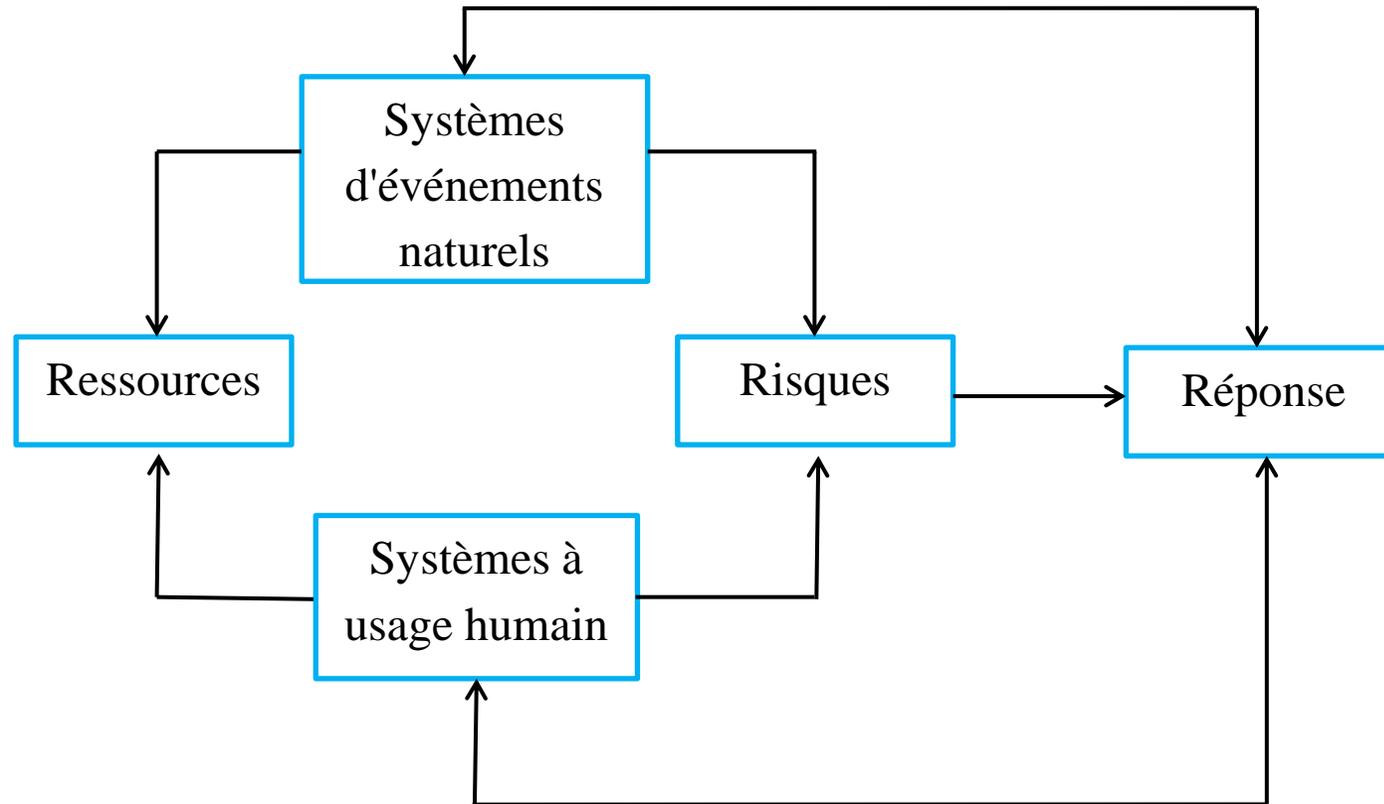
L'influence du climat et de ses variations sur les glissements de terrain peut être classée comme :

- ✓ Local ou régional (ou mondial);
- ✓ Impact à court ou à long terme;
- ✓ Directe ou indirecte.

INTRODUCTION

- ★ Seuls quelques pays ont pris en compte les glissements de terrain dans leurs stratégies d'adaptation au climat, généralement en association avec d'autres risques comme les inondations, l'érosion, les affaissements de terrain et la sécheresse (Gariano et Guzzetti (2016))
- ★ Cependant, les stratégies d'adaptation ne sont pas claires ou précises sur les mesures requises pour limiter les glissements de terrain et réduire les risques.

INTRODUCTION



Les glissements de terrain , tout comme les autres risques environnementaux, se trouvent à l'interface entre les événements naturels et les systèmes d'utilisation humaine.

Source : d'après Burton, Kates et White (1978)

INTRODUCTION

- ★ Les glissements de terrain peuvent être considérés comme un produit environnemental ou géomorphique de processus dynamiques liés à l'évolution du paysage
- ★ Ces processus géomorphiques naturels sont également affectés par l'activité humaine, créant des environnements dangereux
- ★ Ainsi, le risque de catastrophe est une conséquence de l'interférence entre les processus naturels et l'activité humaine.

IMPACTS DES GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA CEEAC

| Impact direct et tangible | Impact indirect et tangible |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Perte de vies humaines; ✓ Dégâts aux infrastructures: routes, écoles; ✓ Pertes économiques (maison, terre, cultures, animaux); ✓ Perturbation de la surface. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Perte de la fertilité des sols; ✓ Dégradation des sols; ✓ Diminution du rendement des cultures, insécurité alimentaire; ✓ Perte de revenus et d'emploi; ✓ Dépréciation de la valeur des terres , conflit foncier; ✓ Abandon des études : maladie : migration; ✓ Déplacement: mauvaises conditions de la vie. |
| Impacts directs et intangibles. | Impacts intangibles indirects |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Souffrance psychique : peur , frustration; ✓ Perte de temps : reconstruction de maison; ✓ Perte de la biodiversité, destruction des écosystèmes; ✓ Perte des sites culturels. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Perte de la beauté esthétique du paysage; ✓ Stigmatisation des victimes; ✓ Renforcement des liens sociaux; ✓ Aide d'urgence des bailleurs de fonds externes; ✓ Possibilité de sensibilisation. |

QUELQUES ÉTUDES DE CAS DE GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA CEEAC CAMEROUN

Les comptes rendus sur les glissements de terrain se trouvent dans Che et al, 2012 ; Che et al, 2011 ; Nyambod, 2010 ; Ayonghe et Ntasin, 2008 ; Thierry et al, 2008 ; Zoogning et al, 2007 ; Ayonghe et al, 2004 ; Lambi et al, 2002 ; Ayonghe et al, 1999

- ★ Occurrence : généralement dans les régions du Nord-Ouest, de l'Ouest et du Sud-Ouest;
- ★ Période : signalée surtout après 1980 et assez fréquente de 2000 à aujourd'hui;
- ★ Conséquences : plus de 500 personnes ont été tuées ; destruction de terres agricoles et d'infrastructures routières ; perturbation des services;
- ★ Caractéristiques :
 - ✓ Glissements de terrain en translation, peu profonds, dominants;
 - ✓ Sur des sols résiduels abrupts et très altérés d'origine volcanique;
 - ✓ Des glissements de terrain récurrents, petits mais nombreux.

QUELQUES ÉTUDES DE CAS DE GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA CEEAC

CAMEROUN

★ Le glissement de terrain le plus récent s'est produit le 29.11.2019 dans le district de Guache de Bafousam, Région Ouest

★ Forte pluie



- ✓ 43 morts dont 26 enfants, 4 femmes enceintes;
- ✓ 11 blessés;
- ✓ 13 maisons détruites ;
- ✓ Destruction d'une partie importante de la route.

QUELQUES ÉTUDES DE CAS DE GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA CEEAC CAMEROUN

- ★ Le plus récent glissement de terrain dans la région de Limbe Sud-Ouest s'est produit le 24.07.2018
- ★ En raison des fortes précipitations, qui ont également provoqué des inondations



- ✓ 4 morts;
- ✓ Des dizaines de sans-abri.

QUELQUES ÉTUDES DE CAS DE GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LA CEEAC

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

Mont Rwenzori

- ★ Au cours du siècle dernier et plus particulièrement de la fin des années 90 à 2015;
- ★ 48 LS et crues éclair;
- ★ 58 décès;
- ★ Dommages aux infrastructures et aux terres cultivées;
- ★ Plus de 14 000 personnes se sont retrouvées sans abri.



CONNAISSANCE DES RISQUES DE GLISSEMENTS DE TERRAIN

Résumé des connaissances des parties prenantes sur les facteurs causant les glissements de terrain lors de la réunion des parties prenantes au Cameroun (Kervyn et al., 2015)

| Facteurs naturels | Facteurs anthropiques |
|--|--|
| ★ Sol de type "fragile" | ★ Déboisement des pentes |
| ★ Roche, géologie, lithologie | ★ Pratiques agricoles : méthodes de conservation du sol et de l'eau (visant à réduire l'érosion), type de culture, feux de brousse, surpâturage. |
| ★ Pente | ★ Excavation des pentes pour la construction |
| ★ Pluie - Saison des pluies | ★ Planification de l'utilisation des sols inexistante/imposée |
| ★ Activité sismique | ★ Implantations non planifiées sur des pentes raides/zones à risque en raison de : <ul style="list-style-type: none"> ✓ la pénurie de terres, la pression démographique ✓ la pauvreté ✓ raisons culturelles : migration des zones rurales vers la ville |
| ★ Accumulation d'eau (dans les concavités) | ★ Mauvais entretien du drainage |
| | ★ Élimination inadéquate des eaux usées |
| | ★ L'effondrement des pratiques culturelles |

CONNAISSANCE DES RISQUES DE GLISSEMENTS DE TERRAIN

★ Évaluation des risques de glissement de terrain :

Une combinaison d'une forte sensibilité aux risques et de la présence de population ou d'infrastructure qui peut être affectée par un glissement de terrain (Varnes, 1984)

★ Connaissance des risques améliorée par

- ✓ Analyse d'admissibilité
- ✓ Cartes d'acceptabilité

★ L'amélioration des connaissances locales et de la sensibilisation aux risques de glissement de terrain est très importante pour la prévention et l'atténuation des impacts.

CONNAISSANCE DES RISQUES DE GLISSEMENTS DE TERRAIN

- ★ Au Cameroun par exemple, il existe des cartes de susceptibilité aux glissements de terrain dans la région de Limbe-Buea;
- ★ Dans le cas de Rwenzori : il n'existe pas d'inventaire systématique des glissements de terrain pour la région, ni d'études scientifiques sur leurs causes, facteurs déclenchants ou impacts (Kervyn et al., 2015).

CONNAISSANCE DES RISQUES DE GLISSEMENTS DE TERRAIN

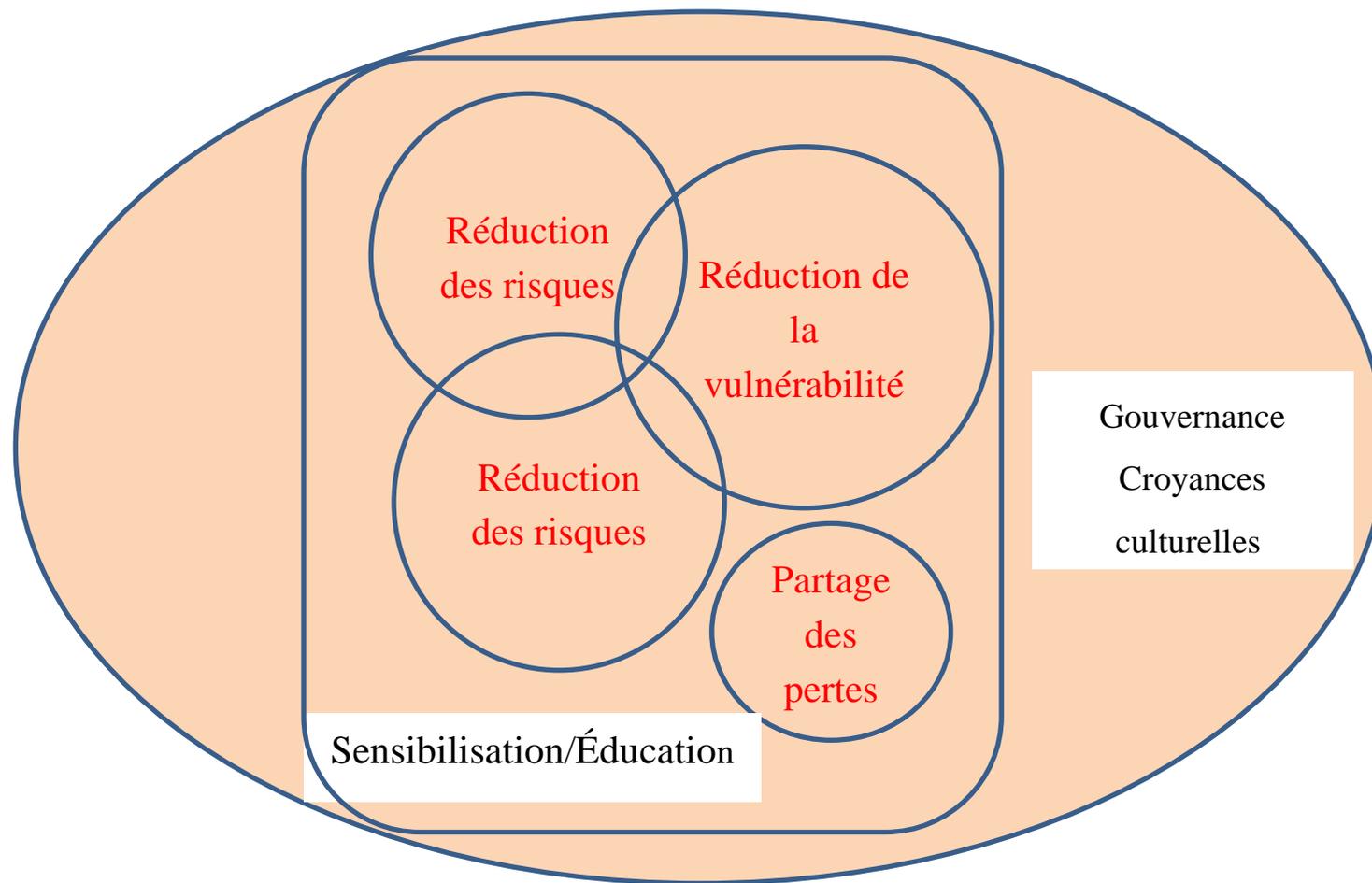


Schéma de classification des différentes stratégies de réduction des risques de glissement de terrain (adapté de Vaciago et al., 2013)

SERVICE DE SURVEILLANCE TECHNIQUE ET D'ALERTE

Méthodes d'alerte pour les glissements de terrain :

1. Surveillance : la plus simple, qui consiste à inspecter les zones à risque pour détecter les changements apparents et à noter les petits éboulements sur les routes et autres zones pour les éliminer rapidement;
2. Systèmes électriques, inclinomètres et géophones qui captent les vibrations des roches en mouvement;
3. Les puits peu profonds peuvent être surveillés pour signaler lorsque les pentes contiennent une quantité d'eau dangereuse;

Ces méthodes (2 et 3) font partie de la surveillance en temps réel

4. La surveillance des précipitations est utile pour détecter quand un seuil de précipitation a été dépassé et que les glissements de terrain peu profonds deviennent plus probables.

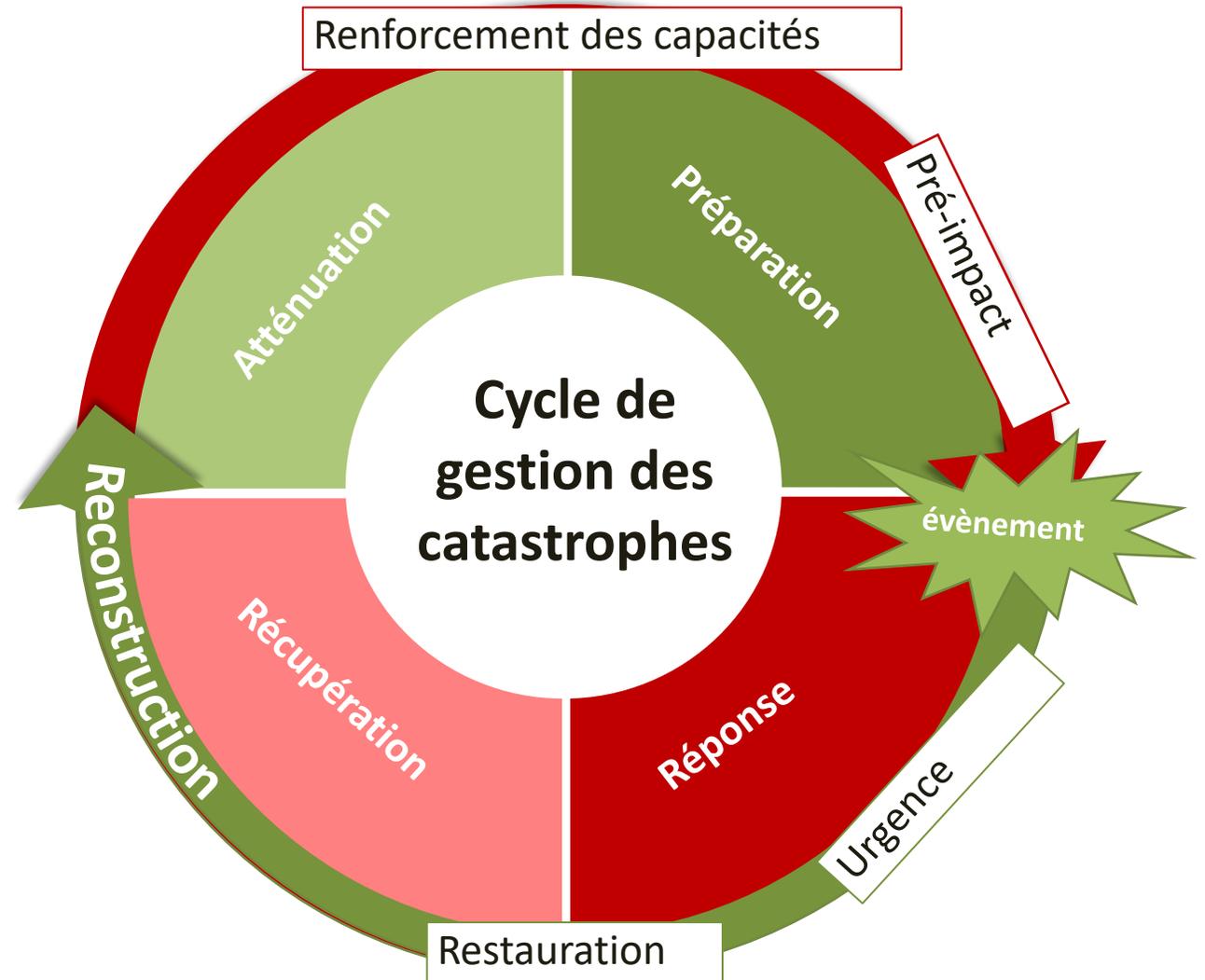
SERVICE DE SURVEILLANCE TECHNIQUE ET D'ALERTE

- ★ Au fond, la surveillance technique des glissements de terrain aura un sens :
 - ✓ Pour les mesures préventives existantes;
 - ✓ Pour les zones à haut risque de glissement de terrain.
- ★ Une réduction efficace des risques de glissement de terrain est nécessaire :
 - ✓ un mélange d'efforts d'atténuation et de stratégies d'adaptation;
 - ✓ agissant à différentes échelles temporelles et géographiques, et;
 - ✓ l'adoption d'un ensemble de mesures structurelles et non structurelles.

(Gariano et Guzzetti (2016))
- ★ Les mesures de prévention (d'ingénierie) typiques comprennent :
 - ✓ Les gabions, les murs de soutènement et les terrasses;
 - ✓ La plupart du temps, elles sont appliquées par les autorités locales ou par des particuliers.
- ★ Cependant, la conception et l'entretien à long terme des mesures structurelles ci-dessus au sein de la CEEAC sont souvent sous-optimales (Kervyn et al., 2015)

LA CAPACITÉ DE RÉPONDRE À CHAQUE NIVEAU

- ★ Dans la plupart des cas, et en raison de l'absence de systèmes d'alerte précoce;
- ★ Les glissements de terrain dans la région de la CEEAC se produisent par surprise;
- ★ Les contraintes financières et techniques entravent considérablement les efforts déployés pour intervenir à différents niveaux d'une catastrophe due à un glissement de terrain.



LA CAPACITÉ DE RÉPONDRE À CHAQUE NIVEAU

- ★ La prévention des grands glissements naturels est très difficile, mais des pratiques d'ingénierie prudentes peuvent faire beaucoup pour minimiser le danger lorsqu'il ne peut être évité;
- ★ Au sein de la CEEAC, comme peu d'études ont été menées sur les glissements de terrain, il est évident que les cartes de risques n'existent peut-être que pour certains des quelques cas qui ont été étudiés;
- ★ Par conséquent, les mesures prises à l'égard des glissements de terrain se situent principalement au niveau de l'intervention ou de l'urgence du cycle;
- ★ Et cela implique des secours aux victimes de catastrophes, la récupération des cadavres enterrés dans la boue, et parfois le déplacement.

COMMUNICATION DES ALERTES

- ★ Les activités humaines sont plus susceptibles de provoquer des glissements de terrain dans les zones urbaines où il y a une forte densité de personnes et de structures de soutien telles que les routes, les maisons et les industries;
- ★ Les informations concernant les activités passées de glissement de terrain sont combinées avec les considérations d'utilisation des terres pour élaborer une carte de stabilité des pentes ou de risque de glissement de terrain avec les utilisations des terres recommandées;
- ★ Les éléments ci-dessus doivent être mis à la disposition du public, qui doit en être informé par les canaux locaux appropriés;
- ★ Un flux régulier de cette communication aura un impact sur les perceptions locales des glissements de terrain, en particulier pour les habitants ou les constructeurs des zones sujettes aux glissements de terrain.

Questions pour DISCUSSIONS EN GROUPE

Les participants se divisent en groupes, la composition de chaque groupe devant refléter un mélange des différents pays de la CEEAC.

- ★ État des recherches sur les glissements de terrain dans les pays respectifs ; quelles sont les informations disponibles et celles qui ne le sont pas ?
- ★ Quels sont les services techniques et de suivi disponibles dans votre pays ?
- ★ Sur la base du cycle de gestion des catastrophes, discuter des mesures à prendre pour faire face à des glissements de terrain spécifiques dans leur pays de la part :
 - ✓ du gouvernement ;
 - ✓ de la communauté locale ;
 - ✓ des organisations internationales / locales de la société civile.
- ★ Communication d'alerte : existe-t-elle ? Défis et opportunités pour une communication adéquate des alertes;
- ★ Possibilités de partage et de transfert des connaissances sur les glissements de terrain au sein de la CEEAC.

LES RISQUES (DANGERS) DE MALADIES INFECTIEUSES

MODULE 3



Une initiative du Groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique financée par l'Union Européenne

Mis en oeuvre par:



PERIPERI U

PLAN DE PRÉSENTATION

- ★ Introduction
- ★ Répartition des risques de maladies dans la région de l'Afrique
- ★ Facteurs de risque
- ★ Réalisations – défis
- ★ Mesures de mitigation
- ★ Actions proposées aux états membres
- ★ Conclusions/recommandations

INTRODUCTION

- ★ Les pandémies sont des éclosions à grande échelle de maladies infectieuses qui peuvent accroître considérablement la morbidité et la mortalité sur une vaste zone géographique et causer d'importantes perturbations économiques, sociales et politiques,
- ★ Il existe des preuves importantes que les pandémies ont augmenté au cours du dernier siècle en raison de l'accroissement des déplacements et de l'intégration à l'échelle mondiale, de l'urbanisation, des changements dans l'agriculture et l'utilisation des terres, des changements climatiques et de la perturbation accrue de l'environnement naturel.

(Smolinsky et al, 2003 ; Jones et al, 2008

INTRODUCTION

- ★ Lorsque des épidémies ou des pandémies frappent, elles frappent généralement les pauvres en premier et le plus durement,
- ★ Les décideurs politiques doivent se concentrer sur la détection et la limitation des nouvelles épidémies de santé publique qui pourraient conduire à des épidémies/pandémies, et affecter et maintenir les investissements pour renforcer la préparation aux épidémies et les capacités sanitaires (Ben et Gavin, 2017).
- ★ Une maladie infectieuse est un état qui se caractérise par :
 - ✓ L'agent pathogène ou le germe (virus, bactérie, parasite, etc.) est transféré d'un hôte infecté à un autre (d'animal à homme, d'homme à homme, d'homme à animal). Transféré à l'homme par inhalation, ingestion ou absorption
 - ✓ Par un moyen de communication (air, contact, sol, nourriture, eau, etc.)

DEFINITIONS

- ★ Une épidémie est définie comme " **l'apparition dans une communauté ou une région de cas d'une maladie ... dépassant nettement l'espérance normale** ". Alors qu'une pandémie est " **une épidémie se produisant sur une très vaste zone, traversant les frontières internationales, et touchant généralement un grand nombre de personnes** » ,
- ★ Alors qu'une pandémie est " **une épidémie se produisant sur une très vaste zone, traversant les frontières internationales, et touchant généralement un grand nombre de personnes** ". Les pandémies sont des menaces pour la santé publique identifiées par leur échelle géographique plutôt que par la gravité de la maladie (Porta, 2014).

DEFINITIONS

- ★ La plupart des nouvelles pandémies ont été provoquées par la transmission " zoonotique " d'agents pathogènes des animaux aux humains, et la prochaine pandémie sera probablement aussi une zoonose.
- ★ Les zoonoses pénètrent dans les populations humaines à partir d'animaux domestiques (comme les porcs d'élevage, la volaille et les systèmes de production animale) et d'animaux sauvages (p. ex. VIH/sida, Ebola), introduites par une interaction accrue entre l'homme et l'animal. La chasse et la consommation d'espèces sauvages (comme la viande de brousse), le commerce d'animaux sauvages et d'autres contacts avec la faune (Pike et al, 2010 ; Wolf et al, 2007).

RÉPARTITION DES ÉPIDÉMIES/PANDÉMIES

- ★ Le risque de pandémie, est déterminé par les effets combinés du risque d'étincelle (introduction ou importation d'un agent pathogène) et du risque de propagation. Les foyers des deux facteurs de risque se chevauchent souvent, en particulier dans les PFR-PRI (Afrique centrale et occidentale et Asie du Sud-Est), ce qui rend ces régions particulièrement vulnérables aux pandémies et à leurs conséquences négatives,
- ★ Des épidémies récurrentes de choléra, de paludisme, de méningite, de rougeole et de fièvres hémorragiques virales zoonotiques, de peste et de dengue continuent d'affecter de nombreux pays de la Région africaine, entraînant une morbidité et une mortalité élevées et des répercussions importantes sur la santé et le développement économique (OMS, 2015).

RÉPARTITION DES ÉPIDÉMIES/PANDÉMIES

- ★ Plus de 40 ans après sa résurgence en Afrique en 1970, le choléra reste un grave problème de santé publique, caractérisé par une charge de morbidité importante, des flambées fréquentes, des taux de guérison élevés et une endémicité persistante, en particulier dans la région des Grands Lacs d'Afrique centrale qui sont des réservoirs possibles pour le choléra,
- ★ Entre 1970 et 2011, les pays africains ont signalé à l'Organisation mondiale de la Santé 3 221 050 cas suspects de choléra, soit 46 % de tous les cas signalés dans le monde,
- ★ Si l'on exclut l'épidémie haïtienne, l'Afrique subsaharienne représentait 86 % des cas signalés et 99 % des décès dans le monde en 2011 (Martin et al, 2014).

RÉPARTITION DES ÉPIDÉMIES/PANDÉMIES

- ★ En Afrique, la moitié des cas de choléra entre 1970 et 2011 ont été notifiés par sept pays seulement : Afrique du Sud, Angola, Mozambique, Nigeria, République démocratique du Congo, Somalie et Tanzanie. Contrairement à la tendance mondiale à la baisse des taux de létalité, ces taux sont restés stables en Afrique, à environ 2 % (OMS, 2015),
- ★ Il semble que la propagation d'un virus à cinq pays en 24 heures en 2003, soit une fiction. La virulente pandémie de grippe, de source inconnue, s'est propagée dans le monde entier en 36 heures, tuant jusqu'à 80 000 personnes, provoquant la panique, déstabilisant la sécurité nationale et coupant des pans entiers de l'économie mondiale.

RÉPARTITION DES ÉPIDÉMIES/PANDÉMIES

- ★ Les épidémies associées à une morbidité et une mortalité élevées se produisent souvent sur de vastes zones géographiques. **Par exemple, en Afrique, entre 2004 et 2008:**
- ★ 13 pays ont signalé un total de 170 927 cas de méningite,
- ★ 44 pays ont signalé un total de 749 713 cas de rougeole,
- ★ 41 pays ont signalé un total de 691 290 cas de choléra,
- ★ Des épidémies récurrentes de choléra, de méningite et de rougeole ont été signalées par de nombreux pays (voir Tableau 1 ci-dessous).

RÉPARTITION DES ÉPIDÉMIES/PANDÉMIES

Table 1. Épidémies récurrentes en Afrique (2004 - 2008)

| Épidémie | No de Pays | Pays |
|-----------|------------|--|
| Choléra | 11 | Angola, RDC, Éthiopie, Kenya, Libéria, Mozambique Nigéria, Sénégal, Tanzanie, Ouganda, Zambie |
| Méningite | 10 | Burkina Faso, RCA, Tchad, Côte D'ivoire, RDC, Éthiopie, Ghana, Mali, Niger, Nigéria |
| Rougeole | 10 | Algerie, Tchad, RDC, Guinée Bissau, Mauritanie, Niger, Nigéria, Tanzanie, Ouganda |

RÉPARTITION DES ÉPIDÉMIES/PANDÉMIES

- ★ En 2009, les 46 États membres de la Région ont tous signalé au moins une épidémie de maladie : 33 pays ont signalé une grippe pandémique A (H1N1),
- ★ 20 pays ont signalé le choléra, sept pays ont signalé la méningite, et le Malawi et le Mozambique ont signalé la typhoïde,
- ★ La ceinture de la méningite s'étend sur 21 pays (voir Figure 1 ci-dessous) avec un total de 495 millions d'habitants à haut risque d'épidémie pendant la saison de la méningite (octobre à mai). Pendant la saison de la méningite 2009, 81 283 cas et 4473 décès (CFR = 5,5%) ont été signalés par 14 pays de la ceinture de la méningite (Benido et al, 2010).

Ceinture méningitique en Afrique



Source: Benido et al. ((2010)

LES GROUPES VULNÉRABLES

- ★ Les gens qui vivent dans des quartiers surpeuplés,
- ★ Faible statut socio-économique,
- ★ Femmes,
- ★ Enfants,
- ★ Personnes âgées,
- ★ Minorités ethniques,
- ★ Handicapés,
- ★ Les peuples autochtones,
- ★ Tous sont souvent plus vulnérables à cause de :
 - ✓ Génétique, âge, sexe, culture, etc.
 - ✓ Ils ne sont pas en mesure de changer leurs conditions de vie ou leur environnement.

LES FACTEURS DE RISQUE

Les conditions favorisant les épidémies récurrentes sont prévalentes dans la plupart des États membres de la Région :

- ★ Un accès insuffisant à l'eau potable et à l'assainissement,
- ★ les conditions de santé sous-jacentes,
- ★ Sensibilisation limitée du public aux risques sanitaires existants,
- ★ Manque de mesures d'éducation et de promotion de la santé,
- ★ La faiblesse des systèmes de santé et leur capacité limitée à identifier les épidémies et à y réagir en temps voulu sont autant de facteurs qui contribuent à la fréquence et à la gravité des épidémies,
- ★ Le lien inextricable entre les humains et les animaux peut entraîner un risque grave pour la santé publique .

LES FACTEURS DE RISQUE

- ★ Manque de capacités pour mettre en place ou améliorer les capacités communautaires, de district, régionales et nationales de détection précoce, de confirmation et de caractérisation des menaces d'épidémie et de pandémie,
- ★ Toutefois, la plupart des pays n'ont pas procédé à des évaluations complètes des risques pour faciliter l'identification des populations et des zones géographiques exposées aux épidémies,
- ★ Les stratégies de communication existantes sont souvent inadéquates pour sensibiliser la communauté aux risques pour la santé humaine et aux comportements qui pourraient réduire ces risques.

LES FACTEURS DE RISQUE

- ★ La présence de systèmes de surveillance capables de détecter des épidémies qui ne peuvent pas fonctionner comme des systèmes d'alerte précoce,
- ★ Les 46 Etats membres de la Région africaine de l'OMS disposent tous de systèmes de surveillance capables de détecter les épidémies **mais incapables de fonctionner comme des systèmes d'alerte précoce**. Pour la plupart des épidémies, le délai entre la détection des cas et la notification est supérieur aux 24 heures recommandées,
- ★ Les raisons en sont notamment une surveillance communautaire insuffisante, un faible indice de suspicion chez les agents de santé, des équipements de laboratoire et des réseaux d'aiguillage inadéquats au niveau local, et des systèmes de communication et de notification des maladies peu performants.

LES FACTEURS DE RISQUE

- ★ Absence ou faiblesse de la collaboration globale entre les secteurs de la santé humaine et animale, tant au niveau des districts et des régions qu'au sein des États membres,
- ★ Manque de connaissances et de compréhension adéquates concernant l'interface homme-animal pour la transmission de certaines maladies zoonotiques émergentes telles que le virus Ebola, le virus de Marburg et la grippe,
- ★ Absence de structures de coordination multisectorielles. Les comités nationaux et de district de gestion des épizooties n'intègrent généralement pas d'experts techniques des secteurs de l'agriculture, de la faune sauvage, de l'environnement ou des services vétérinaires ; en outre, il n'existe pas de systèmes de partage des informations sur la surveillance systématique des maladies ou d'activités conjointes de préparation et de réaction pour la santé animale et humaine.

RÉALISATIONS ET DÉFIS

- ★ Le Bureau régional de l'OMS pour l'Afrique a appuyé la mise en œuvre des protocoles de collaboration entre pays en créant des équipes sous régionales d'appui technique qui fournissent une assistance pour la préparation et la riposte aux épidémies.
- ★ Par exemple, les pays de la ceinture de la méningite mettent désormais en œuvre une surveillance renforcée de la méningite et échangent des données sur une base hebdomadaire pour suivre les tendances ; des réunions inter pays sont organisées chaque année pour partager les expériences, les défis et les enseignements tirés.

RÉALISATIONS ET DÉFIS

- ★ Les approches coordonnées entre pays et les réponses globales aux épidémies potentielles sont encore insuffisantes. Par exemple, les réunions transfrontalières visant à planifier des activités conjointes ne sont pas prévues dans les plans nationaux de préparation et d'intervention et ne sont pas tenues régulièrement.
- ★ Une réponse rapide aux épidémies nécessite des ressources suffisantes et des plans complets. Bien que les 46 pays de la Région soient tous préparés à une pandémie de grippe, seuls 16 pays disposent de plans consolidés de préparation et de riposte aux épidémies qui couvrent de multiples maladies prioritaires.

RÉALISATIONS ET DÉFIS

- ★ Moins de 20 % des pays sont en mesure de maintenir des équipes nationales de riposte rapide à l'épidémie et des stocks d'urgence de fournitures nécessaires à la riposte à l'épidémie.
- ★ La préparation et la riposte aux maladies à tendance épidémique à tous les niveaux sont gravement limitées par le manque de ressources financières adéquates.
- ★ La capacité d'intervention dans les établissements de soins de santé et au niveau communautaire s'est améliorée là où des activités sont en cours pour renforcer la sensibilisation et la participation de la communauté à des comportements sans danger liés à l'hygiène personnelle et communautaire.

RÉALISATIONS ET DÉFIS

- ★ De même, la riposte s'est améliorée lorsque les agents de santé, les agents de santé communautaires, les bénévoles et d'autres partenaires des communautés à haut risque ont été formés à la reconnaissance et à la gestion des cas de maladies locales à tendance épidémique,
- ★ Néanmoins, la capacité d'intervention est limitée au niveau local dans la plupart des pays en raison du manque de sensibilisation et de l'insuffisance des fournitures.

RÉALISATIONS ET DÉFIS

- ★ Certains des facteurs sous-jacents associés aux épidémies récurrentes ne relèvent pas du secteur de la santé. Les changements écologiques, environnementaux et socio-économiques ont tendance à aggraver les facteurs prédisposant.
- ★ L'accès insuffisant à l'eau potable et à l'assainissement, les saisons pluvieuses ou sèches prolongées et les déplacements de population associés aux catastrophes naturelles ou causées par l'homme contribuent à la fréquence et à la gravité des épidémies.
- ★ L'augmentation des investissements financiers visant à relever le niveau de vie permettra en fin de compte de réduire la fréquence des épidémies. Des partenariats solides et la participation de la communauté sont essentiels au succès des actions préventives.

RÉALISATIONS ET DÉFIS

- ★ Certains des facteurs sous-jacents associés aux épidémies récurrentes ne relèvent pas du secteur de la santé. Les changements écologiques, environnementaux et socio-économiques ont tendance à aggraver les facteurs prédisposant.
- ★ Les organisations d'aide bilatérales et multilatérales ont canalisé un financement substantiel pour construire et maintenir les capacités techniques locales dans les PRFM. Ce type d'investissement est d'une importance critique, mais les PRFM ayant une faible capacité du système de santé, sont lents à s'occuper des catastrophes locales.
- ★ Corruption et détournement de fonds pour les catastrophes dans les PFR-PRI.

Les mesures d'atténuation

Les systèmes de transfert de risques exigent la disponibilité de données compilées de façon rigoureuse et transparente pour déclencher des résultats positifs. Dans le domaine de l'assurance pandémique, le développement de systèmes de transfert de risques exige que les pays renforcent les capacités suivantes, entre autres :

- ★ Des données de surveillance robustes permettant de déterminer quand une épidémie a atteint une ampleur suffisante pour nécessiter le déblocage de fonds,
- ★ Capacité du laboratoire à confirmer l'agent causal,
- ★ Des plans d'urgence et d'intervention prédéfinis pour dépenser efficacement les fonds dès leur déblocage.

Les mesures d'atténuation

- ★ L'augmentation des investissements dans la fourniture de soins de santé de base,
- ★ Le renforcement des capacités des systèmes de surveillance des maladies infectieuses et d'autres dimensions de la préparation aux pandémies a des avantages incertains mais potentiellement lointains,
- ★ L'utilisation d'outils de modélisation des catastrophes peut clarifier la logique coûts-avantages et l'horizon temporel pertinent pour les investissements dans la préparation, et elle peut éclairer la conception et la structure financière des polices d'assurance contre les pandémies.

Les actions proposées aux États membres

Détection précoce, confirmation et caractérisation des menaces d'épidémie et de pandémie.

- ★ Effectuer des évaluations des risques pour identifier les populations et les zones géographiques à risque de maladies pertinentes sujettes aux épidémies. Des analyses multisectorielles devraient être menées pour caractériser les risques spécifiques (par exemple, les vecteurs de maladie, l'eau et l'assainissement inadéquats, les comportements à risque) afin de faciliter la planification de la prévention des maladies et de la préparation et de la réponse aux épidémies

Les actions proposées aux États membres

- ★ Établir ou renforcer les systèmes d'alerte précoce pour détecter les maladies à tendance épidémique. Les systèmes d'alerte précoce devraient être intégrés aux activités nationales de surveillance intégrée des maladies à tous les niveaux,
- ★ Les systèmes de surveillance à base communautaire gérés par les agents de santé communautaires devraient être soutenus et reliés aux systèmes nationaux de surveillance et d'alerte rapide.

Les actions proposées aux États membres

- ★ Adopter l'approche " un monde, une santé " pour la prévention et le contrôle des maladies zoonotiques. La collaboration entre les secteurs de la santé humaine et animale doit être renforcée afin d'améliorer la compréhension de l'interface homme-animal dans la transmission des zoonoses

Les recommandations pour faire respecter la prévention

- ★ Investir dans la santé environnementale pour améliorer l'accès à l'eau potable et à un assainissement adéquat, promouvoir une bonne hygiène communautaire et personnelle, l'hygiène alimentaire et mettre en œuvre des mesures de lutte contre les vecteurs pour faire progresser la prévention et le contrôle des maladies transmissibles.

Les recommandations pour faire respecter la prévention

- ★ Développer les activités de promotion de la santé pour les maladies à tendance épidémique en collaboration avec les programmes existants de promotion de la santé et d'éducation à l'hygiène. Les niveaux national, provincial et de district devraient aider les communautés à planifier et à mettre en œuvre des mesures pratiques de réduction des risques, y compris l'amélioration de l'hygiène du milieu,
- ★ Des messages clés sur les menaces épidémiques communes devraient être inclus dans les programmes des écoles primaires et secondaires.

Les recommandations pour faire respecter la prévention

- ★ Mener des recherches pour identifier les facteurs environnementaux, écologiques, climatiques, socio-économiques et culturels qui facilitent l'émergence et la transmission des maladies à tendance épidémique. Explorer les facteurs d'accueil qui influent sur l'impact et la propagation des épidémies, y compris la suppression immunitaire (p. ex., VIH/sida, malnutrition) et la résistance aux antimicrobiens.

Les recommandations pour améliorer la préparation et la capacité de réponse aux épidémies

- ★ Mettre en place des comités nationaux fonctionnels de gestion multisectorielle de l'épidémie, chargés de préparer et de coordonner les ripostes à l'épidémie,
- ★ Organiser une formation pour les agents de santé, y compris des cours de recyclage sur la gestion des maladies à tendance épidémique, ainsi que sur la prévention et la lutte contre l'infection. Créer et maintenir des équipes d'intervention rapide en cas d'épidémie aux niveaux national, provincial et de district et former les équipes à l'enquête et à l'intervention en cas d'épidémie, y compris l'utilisation d'exercices de simulation.

Les recommandations pour améliorer la préparation et la capacité de réponse aux épidémies

- ★ Améliorer la capacité d'intervention rapide en pré positionnant des stocks d'urgence de fournitures, d'équipements, de vaccins et de fournitures de diagnostic et de traitement essentiels aux niveaux national, provincial et local,
- ★ Fournir des ressources financières suffisantes pour soutenir les activités d'intervention,
- ★ Organiser régulièrement des réunions inter pays pour discuter de la mise en œuvre des protocoles conjoints de coopération pour la lutte contre l'épidémie. Les États Membres sont encouragés à renforcer les communications avec les pays voisins afin d'améliorer le partage des informations sur les maladies transmissibles.

Les recommandations pour améliorer la préparation et la capacité de réponse aux épidémies

- ★ Les PRFM peuvent améliorer les systèmes pour faciliter et coordonner les poussées de soutien étranger de la façon suivante :
- ★ Rationaliser les processus douaniers pour les fournitures médicales et les médicaments essentiels.
- ★ Établir des mécanismes pour coordonner le déploiement et les opérations des équipes médicales étrangères.
- ★ Établir des mécanismes de coordination entre les unités militaires et humanitaires participant à l'intervention en cas de crise.

RISQUES SISMIQUES

MODULE 4.1



Une initiative du Groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique financée par l'Union Européenne

Mis en oeuvre par:



PERIPERI U

PLAN DE PRÉSENTATION

- ★ Le récent tremblement de terre de Sao Tomé
- ★ Localisation des séismes (mondiaux, Afrique, CEEAC)
- ★ Causes des tremblements de terre (types)
- ★ Impacts des tremblements de terre
- ★ Localisation des séismes
- ★ Vulnérabilité et résilience aux aléas sismiques
- ★ Atténuation des dommages causés par les tremblements de terre
- ★ Discussion
- ★ Conclusion

INTRODUCTION

- ★ Vidéo sur le tremblement de terre de Sao Tomé

Séisme de Sao Tomé du 19 décembre 2019 à 15:25'59" avec une magnitude de 5,5 sur l'échelle de Richter;

- ★ Discussion sur les tremblements de terre enregistrés dans votre pays, quand ? où exactement, impacts de la magnitude/intensité, quelle est la fréquence)

LE TREMBLEMENT DE TERRE DE SAO TOMÉ TEL QUE RAPPORTÉ

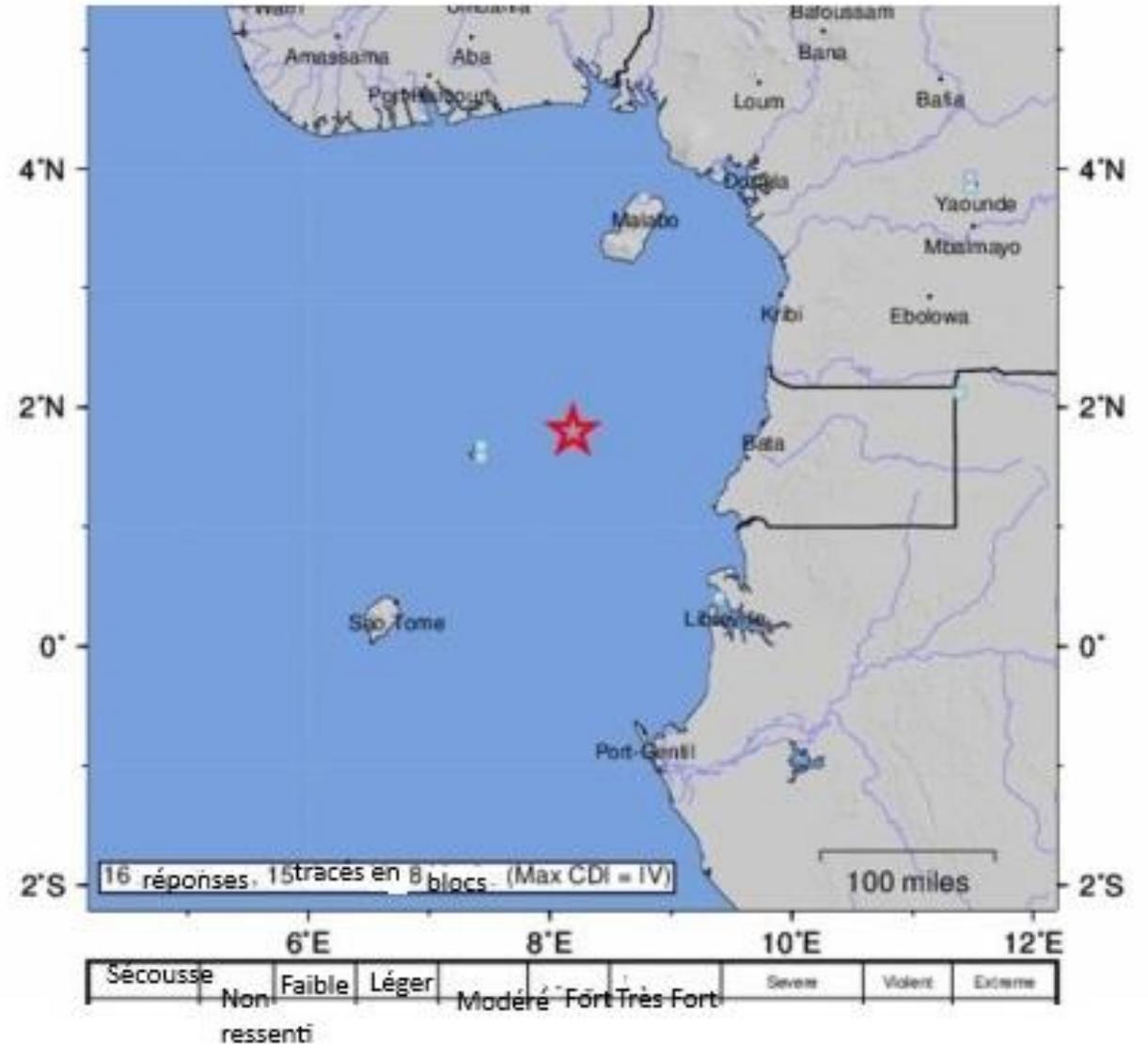
- ★ Un tremblement de terre inhabituel, au moins pour cette région, s'est produit mercredi 18 décembre 2019 après-midi près de l'île nation de São Tomé et Príncipe, et a été ressenti aussi loin que le Cameroun et le Gabon;
- ★ Il a également été ressenti à Malabo, la capitale de la Guinée équatoriale, à l'extrémité nord de l'île de Bioko.

LE TREMBLEMENT DE TERRE DE SAO TOMÉ TEL QUE RAPPORTÉ

- ★ Les autorités de l'île disent qu'il n'y a pas eu de rapports de blessures ou de dommages, mais les médias locaux ont dit que les habitants de l'île étaient surpris. "Je n'ai jamais ressenti une telle chose", a dit l'un d'entre eux;
- ★ Le tremblement de terre a également été ressenti depuis le dernier étage de l'ambassade des États-Unis à Yaoundé, à quelque 440 kilomètres de là, selon un rapport de témoin répertorié auprès du Centre sismologique euro-méditerranéen.
- ★ Au Gabon, le ministre de l'Environnement a confirmé que le séisme a été ressenti par eux aussi "Nous avons ressenti un petit tremblement à Libreville aujourd'hui vers 16h30," a déclaré Lee White, ministre des Forêts, des Océans, de l'Environnement et des Changements climatiques;
- ★ "C'est très inhabituel et cela a effrayé pas mal de gens, mais il n'y a pas de quoi s'inquiéter."

LE TREMBLEMENT DE TERRE DE SAO TOMÉ TEL QUE RAPPORTÉ

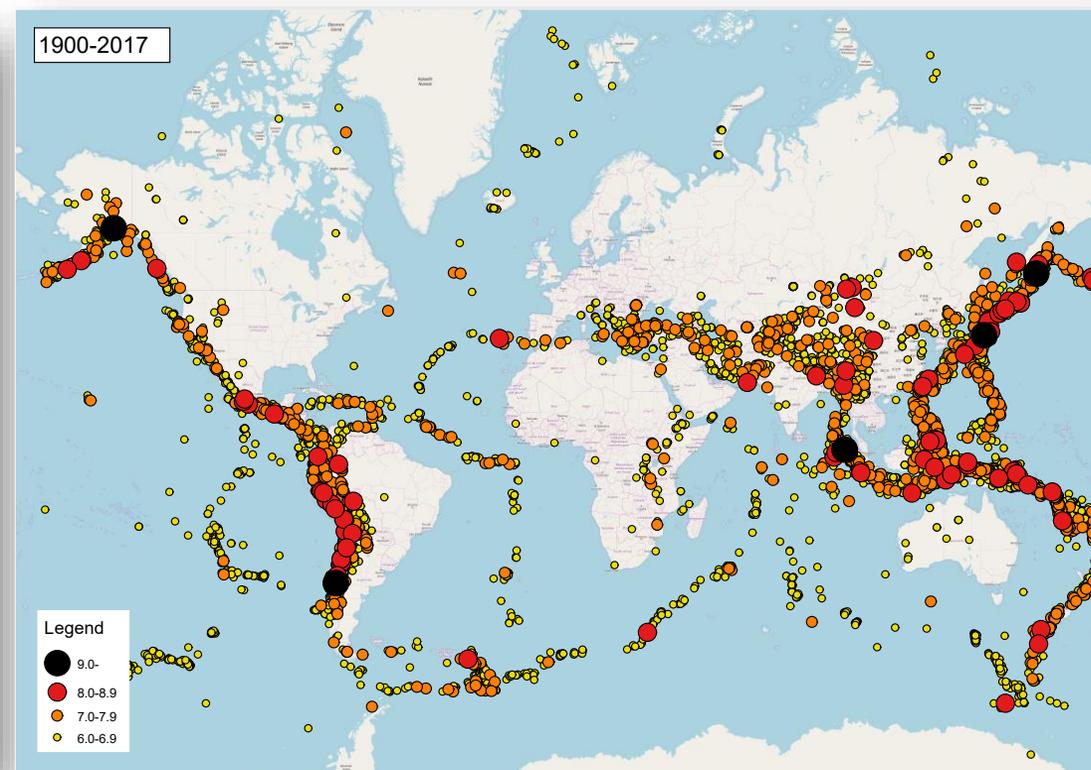
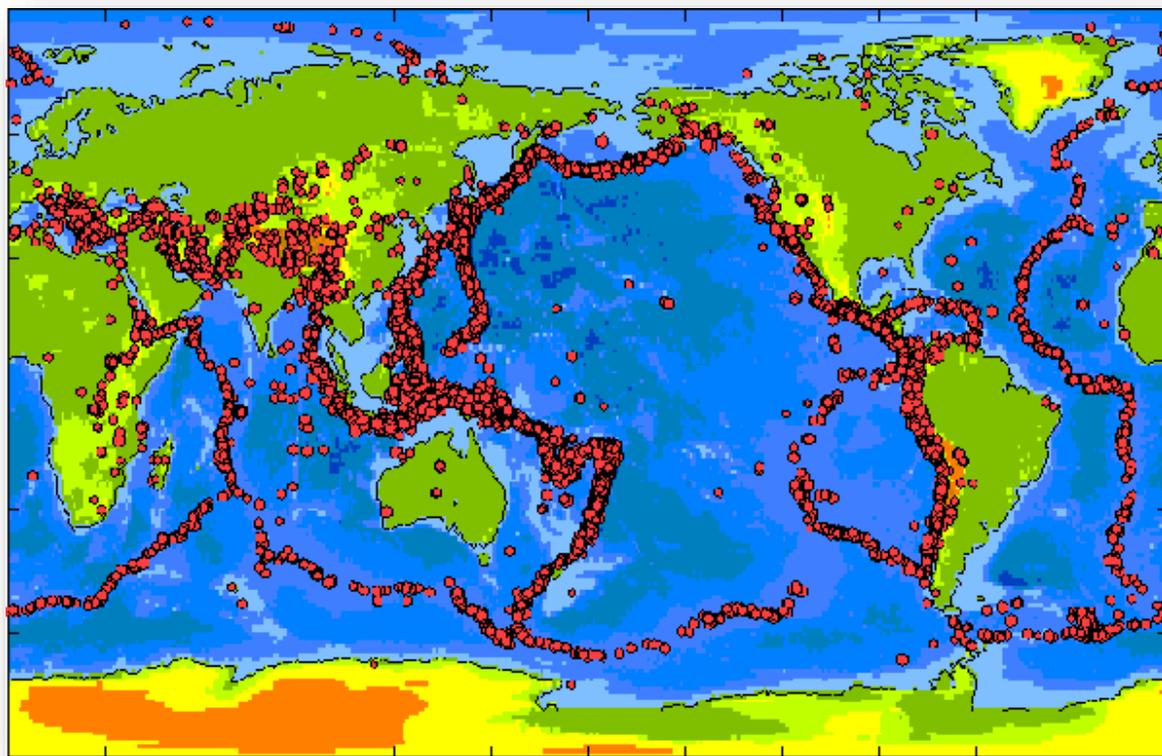
Le séisme, d'une magnitude de 5,5, a été centré à environ 90 kilomètres à l'est de l'île de Santo António, à une profondeur de 10 kilomètres, selon le Service géologique des États-Unis.



UN EXERCICE : LES TREMBLEMENTS DE TERRE AU SEIN DE LA CEEAC

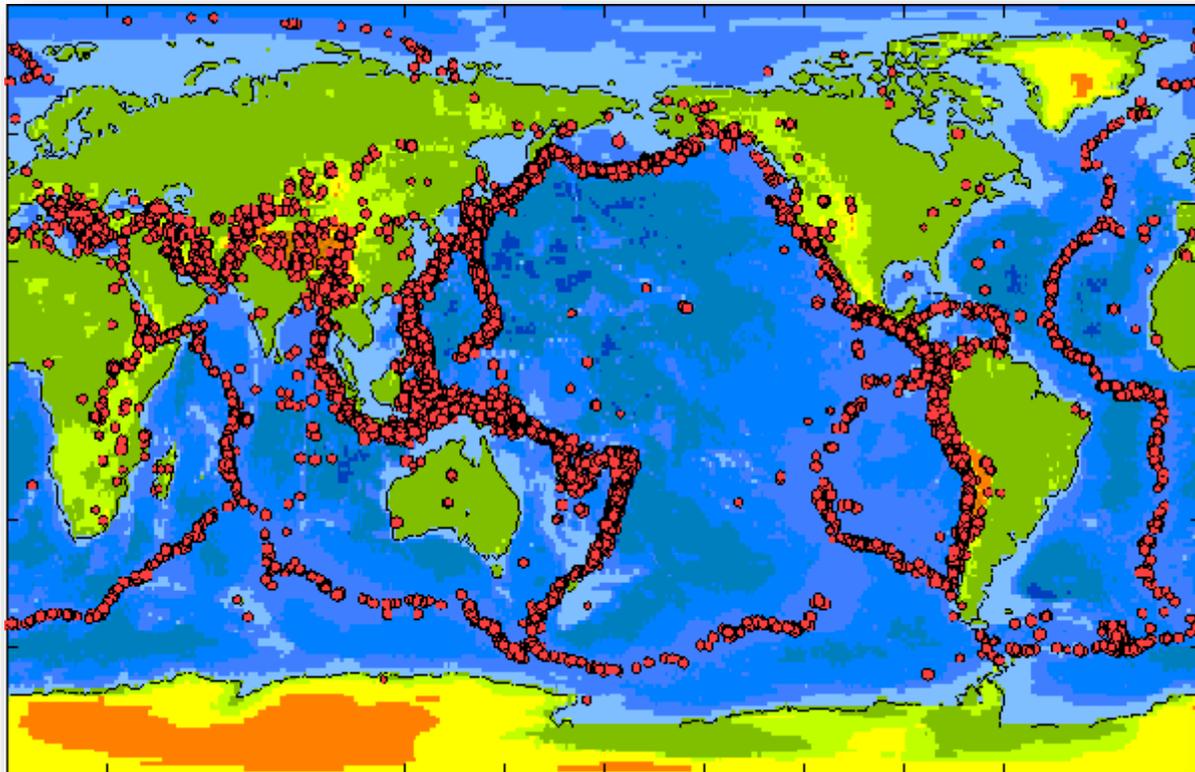
Discussion sur les tremblements de terre enregistrés dans votre pays, quand ? où exactement, la magnitude/intensité des impacts, quelle est la fréquence)

LA LOCALISATION (EMPLACEMENT) DES TREMBLEMENTS DE TERRE MONDIAUX

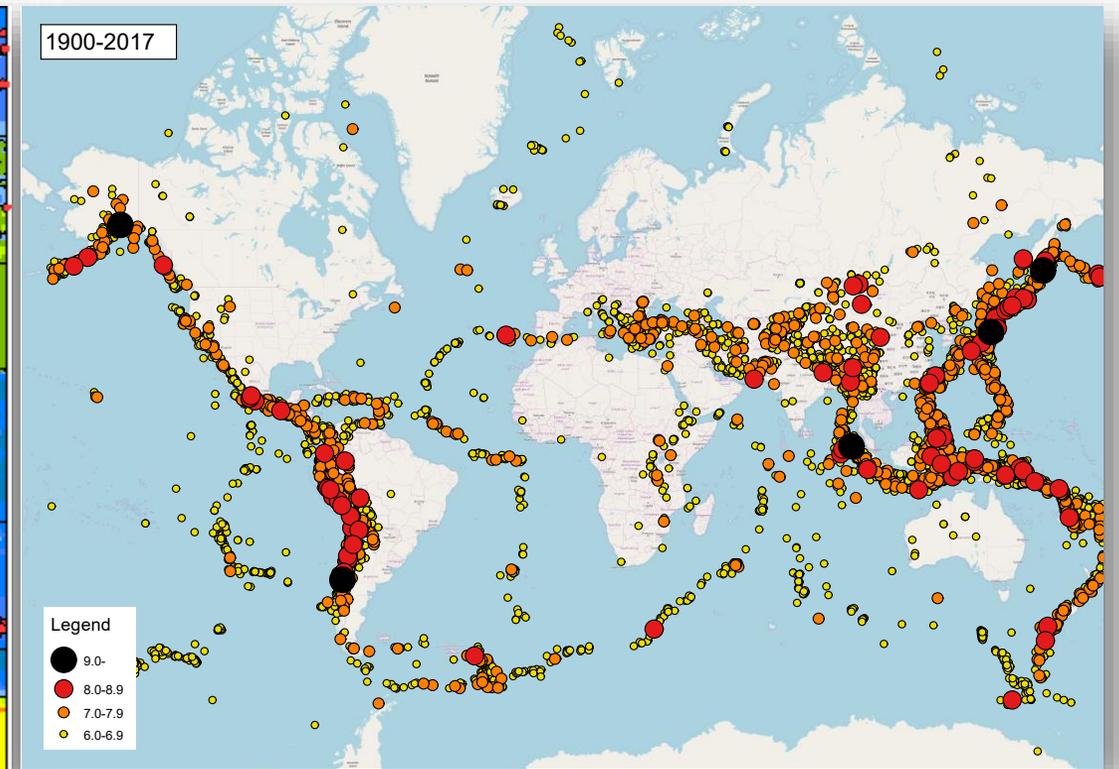


CAUSES DES TREMBLEMENTS DE TERRE (EMPLACEMENT DES ÉPICENTRES DES TREMBLEMENTS DE TERRE)

Les épicentres des tremblements de terre mondiaux

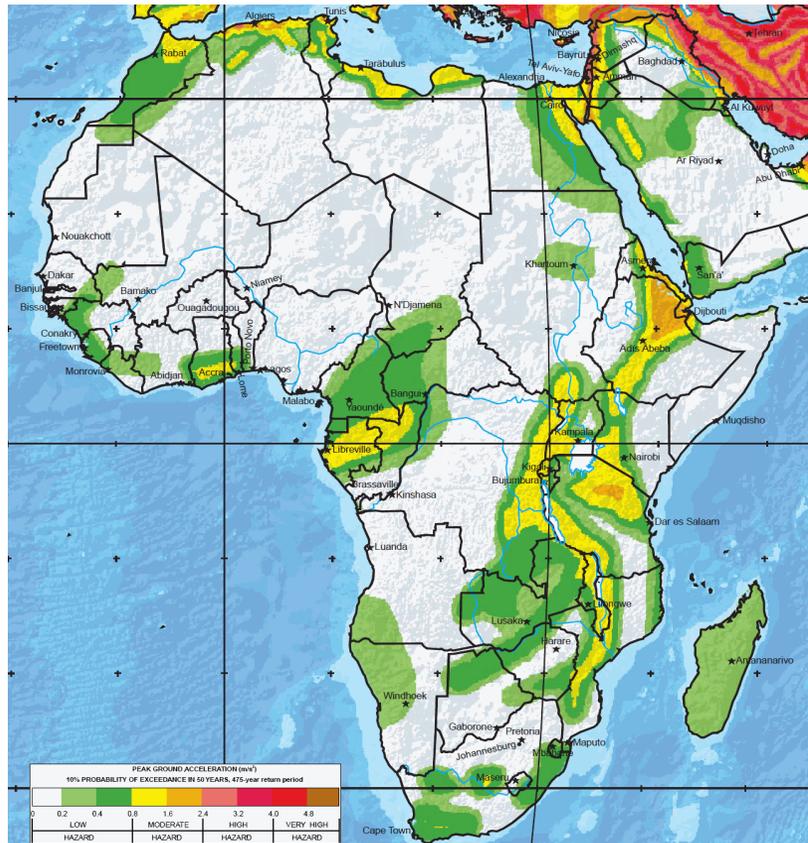


Localisation des épicentres des séismes mondiaux récents (1900 - 2017)

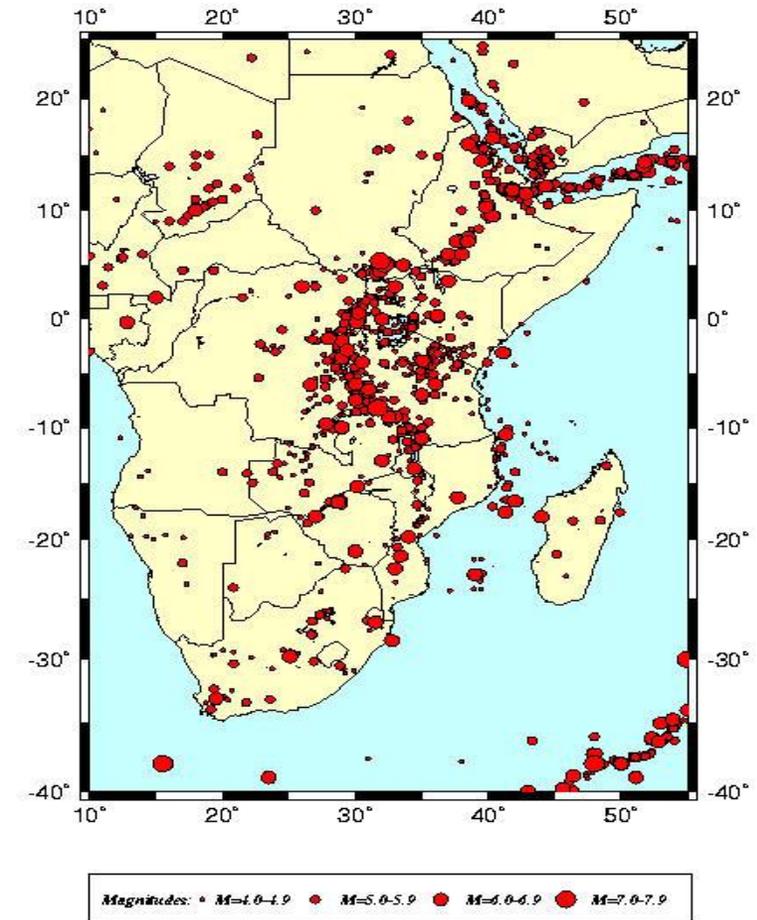


EMPLACEMENTS DES SÉISMES DANS LA CEEAC ET LA LIGNE VOLCANIQUE DU CAMEROUN

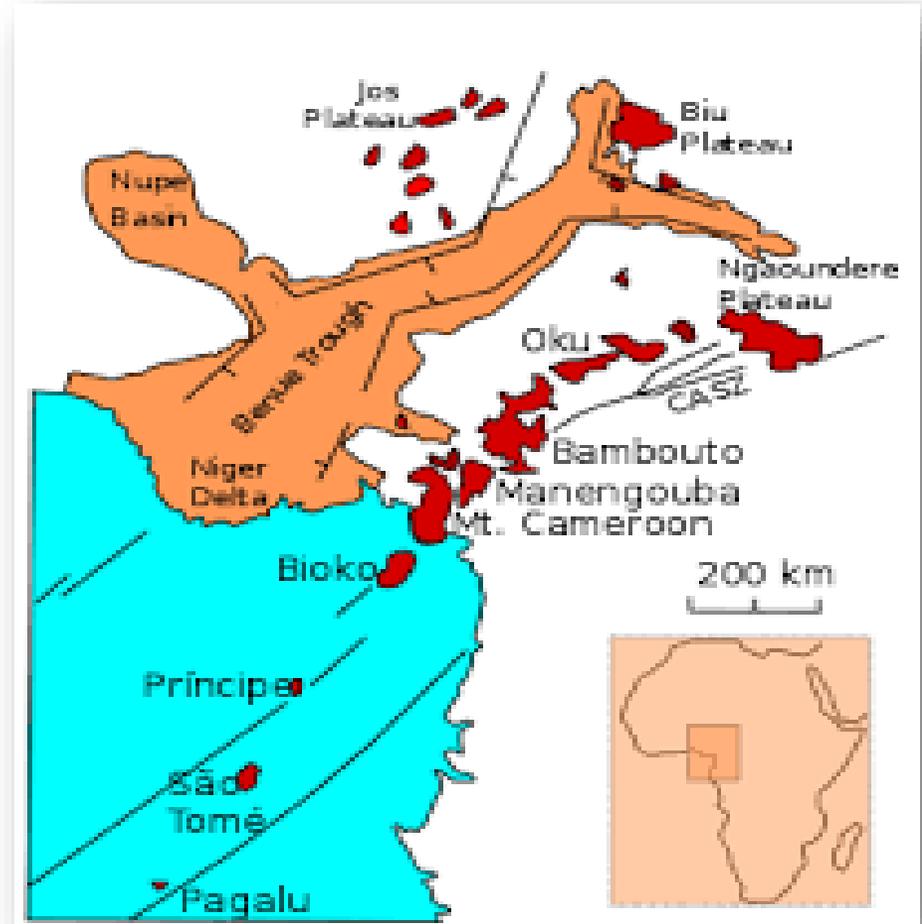
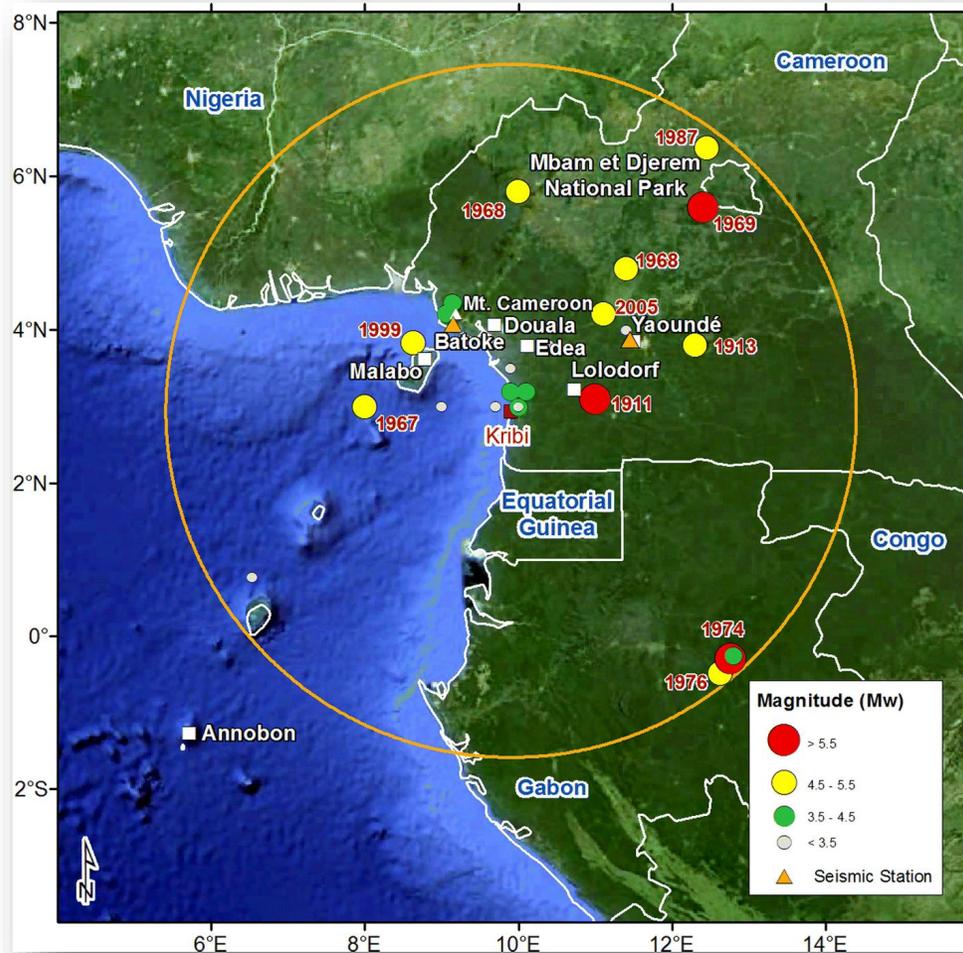
Les séismes en Afrique



Les séismes dans les pays de la CEEAC



SÉISMES LE LONG DE LA LIGNE VOLCANIQUE DU CAMEROUN



LES CAUSES DES TREMBLEMENTS DE TERRE (SÉISMES)

- ★ Les tremblements de terre sont des vibrations soudaines ou des secousses de la Terre causées par le mouvement des roches sous la surface de la Terre;
- ★ Ils sont générés par une rupture soudaine des roches le long de la limite entre deux plaques, ou le long de failles lorsque la contrainte dans les roches dépasse leur résistance (par exemple le tremblement de terre de Yokadouma en 1954, d'une magnitude de 6,0);
- ★ De tels séismes sont appelés séismes tectoniques.

LES CAUSES DES TREMBLEMENTS DE TERRE

- ★ Les séismes volcaniques sont générés par le mouvement du magma sous un volcan comme au Mont Cameroun ou au Mont Nyirangongo (R. D. Congo);
- ★ Les tremblements de terre peuvent également être d'origine humaine (par exemple, les explosions souterraines, la construction, le remplissage d'un barrage ou d'un réservoir qui produit une charge excessive à la surface de la terre, et l'évacuation de déchets liquides dans le sol), ou créés par l'impact d'une météorite, ou des glissements de terrain sous-marins.

CAUSES DES TREMBLEMENTS DE TERRE (SUITE)

- ★ Les vibrations qui se produisent avant un tremblement de terre majeur sont appelées pré chocs;
- ★ Celles qui viennent après, sont appelées répliques et peuvent durer quelques secondes ou minutes ou peuvent être plusieurs tremblements de terre sur une période allant de quelques heures à quelques semaines.

IMPACTS DES TREMBLEMENTS DE TERRE

- ★ Les risques de tremblement de terre constituent une menace sérieuse pour les vies dans de nombreuses régions du monde;
- ★ Ils semblent souvent frapper sans avertissement, infligeant parfois des dommages et des pertes massives;
- ★ Il y a un dicton souvent répété, que "les tremblements de terre ne tuent pas les gens, mais les bâtiments oui." ;
- ★ Exercice : Énumérez 5 types d'impacts des tremblements de terre

IMPACTS DES TREMBLEMENTS DE TERRE

Les impacts des tremblements de terre sur nos moyens de subsistance sont principalement dus aux secousses qui provoquent également d'autres phénomènes, notamment:

- ★ les tsunamis;
- ★ les explosions et les incendies dans les zones urbaines;
- ★ les ruptures de barrage qui peuvent entraîner des inondations;
- ★ des glissements de terrain;
- ★ des avalanches de sous-marins;
- ★ liquéfaction du sol et déformation verticale;
- ★ Exercice : Quelques exemples d'impacts (vidéo, photos).

LOCALISATION DES SÉISMES

- ★ Le point d'origine du séisme est appelé le foyer ou hypocentre, tandis que le point perpendiculaire à la surface directement au-dessus du foyer est appelé l'épicentre du séisme;
- ★ La profondeur de l'hypocentre varie de quelques kilomètres pour les tremblements de terre peu profonds à plus de 700 kilomètres pour les tremblements de terre profonds;
- ★ Les séismes de faible focalisation se produisent à une profondeur d'environ 70 km, les séismes intermédiaires à une profondeur de 70 à 300 km et les séismes profonds à une profondeur de 300 à 700 km.

LOCALISATION DES SÉISMES

- ★ Pour la région du Mont Cameroun, les études de l'activité sismique ont indiqué des essaims et des secousses sismiques avec un hypocentre de près de la surface jusqu'à ~60 km de profondeur alors que celui du tremblement de terre de Sao Tomé était à une profondeur de 10 km;
- ★ Il s'agit donc généralement de séismes à foyer peu profond et ceux-ci sont plus destructeurs que les séismes plus profonds de magnitude comparable, car les séismes peu profonds provoquent des secousses plus fortes en surface;

LOCALISATION DES SÉISMES

- ★ Cet intervalle de profondeur est en accord avec les hypocentres sismiques rapportés entre 30 et 55 km pour le Mont Cameroun lors des éruptions de 1999 et 2000 avec une magnitude maximale de 4,7 sur l'échelle de Richter;
- ★ Les deux éruptions ont été principalement alimentées par des réservoirs de magma sub-Moho et peuvent également être à l'origine de secousses enregistrées et de courtes explosions de tremblements de terre comme l'explosion de 1982;

LOCALISATION DES SÉISMES

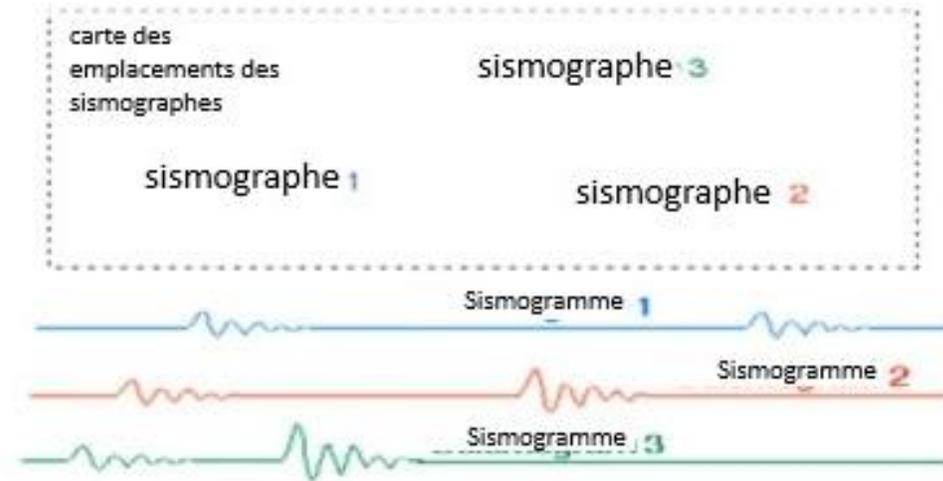
- ★ Les ondes P, lorsqu'elles arrivent à la surface, provoquent généralement un mouvement de haut en bas du sol;
- ★ Les ondes S et les ondes de surface provoquent le déplacement du sol d'un côté à l'autre ainsi que de haut en bas et le mouvement horizontal fait que les différentes parties du bâtiment se déplacent dans des directions différentes, ce qui entraîne l'effondrement et la destruction de vies et de biens.

LOCALISATION D'UN ÉPICENTRE DES SEISMES

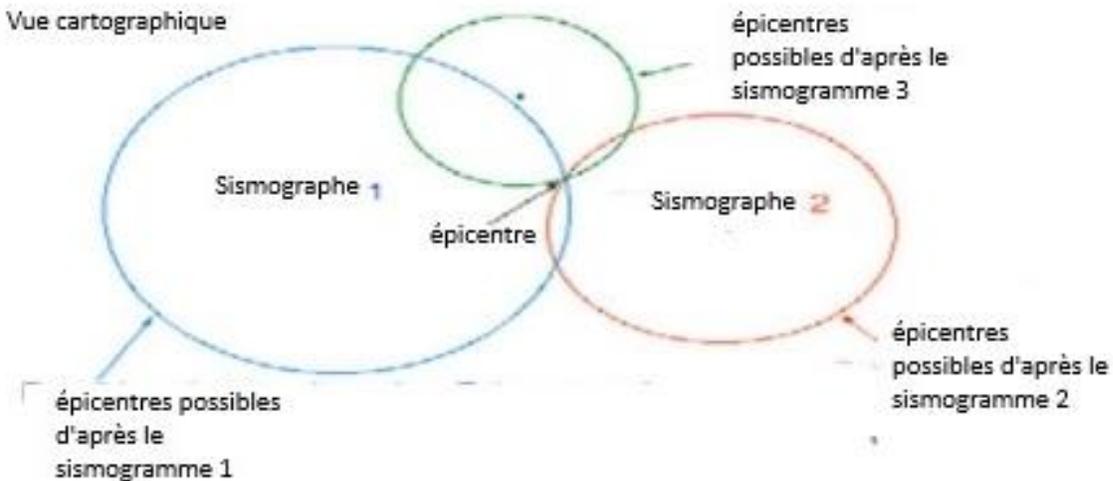
- ★ Plus le temps entre les ondes P et S est long, plus le tremblement de terre est éloigné des sismographes;
- ★ Un graphique de temps de parcours, montrant le temps nécessaire aux différentes ondes sismiques pour atteindre une certaine distance, est ensuite utilisé pour estimer la distance entre l'épicentre du tremblement de terre et chaque sismographe;
- ★ Avec au moins trois de ces distances, il devient possible de trianguler l'épicentre du tremblement de terre.

LOCALISATION DES SÉISMES (ILLUSTRATION)

localisation d'un séisme



Vue cartographique



LA VULNÉRABILITÉ ET LA RÉSILIENCE AUX RISQUES SISMIQUES

- ★ Les perspectives d'aléas et de catastrophes des séismes sur le continent africain sont révélatrices de la vulnérabilité croissante des populations autour de la vallée du Rift Est africain et autour des volcans actifs;
- ★ Des exemples de populations vulnérables sont celles qui se sont installées pour cultiver les sols volcaniques fertiles sur les flancs des volcans actifs ou qui préfèrent simplement vivre dans les conditions climatiques favorables autour des volcans (comme au Cameroun);

LA VULNÉRABILITÉ ET LA RÉSILIENCE AUX RISQUES SISMIQUES

- ★ Les fortes concentrations de population autour de ces zones augmentent la vulnérabilité humaine;
- ★ La vulnérabilité est également liée aux fréquences passées des tremblements de terre;

LA VULNÉRABILITÉ ET LA RÉSILIENCE AUX RISQUES SISMIQUES

- ★ La résilience des populations vivant autour de ces zones dépend de nombreux facteurs;
- ★ Ceux qui vivent autour de volcans fréquemment actifs se sont habitués à des comportements récents et sont souvent induits en erreur en pensant qu'ils ont vu le pire et n'envisagent pas de dangers différents ou plus intenses;
- ★ Lorsque les éruptions sont peu fréquentes en particulier dans les cas où la dernière éruption est antérieure à toute mémoire sociale il peut être difficile d'amener une communauté à comprendre la signification et la nature des risques naissants et à accepter que des mesures d'atténuation puissent être nécessaires.

ATTÉNUATION DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES TREMBLEMENTS DE TERRE

- ★ Cela peut être éliminé par l'adoption et l'application de codes de construction antisismiques (ou sismiques) à jour qui respectent les normes prévues dans le code de construction recommandé pour la région;
- ★ Un tel code est simplement un ensemble de règles, de lois ou de règlements qui spécifient les normes pour les bâtiments et autres structures. Sa conception prend en considération une variété de paramètres qui seront expliqués dans la prochaine présentation.
- ★ L'atténuation peut également se faire par l'utilisation de l'aménagement du territoire pour éviter les zones à haut risque de tremblement de terre.

CONCLUSION

- ★ La vulnérabilité, la résilience et les réactions humaines aux menaces sismiques sont influencées par de nombreux facteurs, tels que la culture, les systèmes de croyance, l'éducation, la sensibilisation, la confiance (ou le manque de confiance) dans les experts et les autorités, les connaissances autochtones et les expériences passées;
- ★ Il est difficile de prévoir les tremblements de terre, même dans les zones où il existe des équipements de surveillance adéquats.

VOLCANS ET RISQUES VOLCANIQUES DANS LA RÉGION DE LA CEEAC

MODULE 4.2



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRD
Institut de Recherche
pour le Développement
FRANCE



+ C
Climate
Centre



PERIPERI U

Mis en oeuvre par:

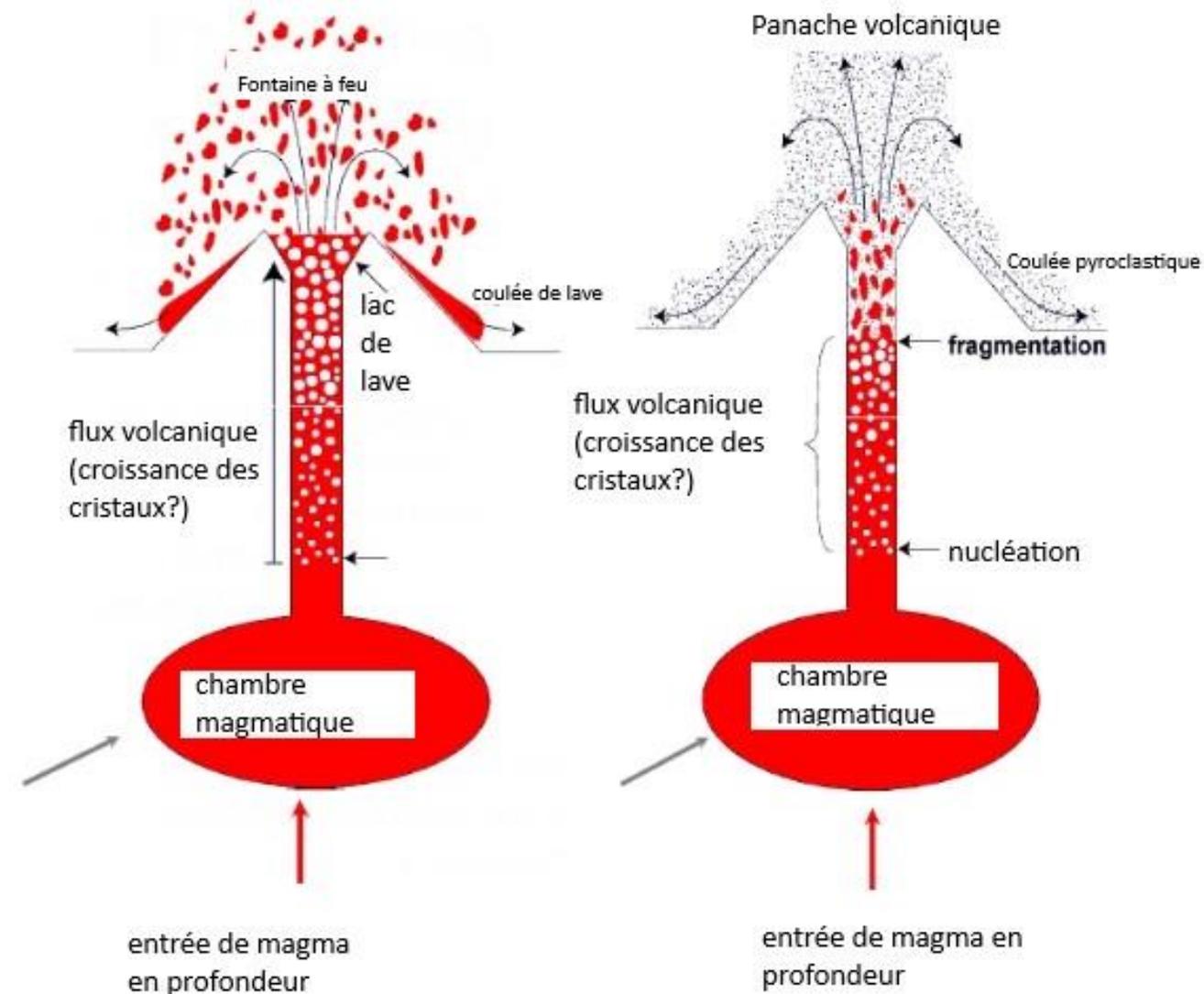


PLAN DE PRÉSENTATION

- ★ Introduction
- ★ Les volcans et les causes des éruptions volcaniques
- ★ Les risques liés aux éruptions volcaniques
- ★ Dangers volcaniques des volcans actifs d'Afrique Centrale et leurs impacts sur la population vulnérable
- ★ Systèmes d'alerte précoce et surveillance de ces volcans
- ★ Stratégie de communication utilisée par les Observatoires
- ★ Discussions

INTRODUCTION

- ★ Un volcan est une ouverture à la surface de la terre (planète) qui permet la libération de matière en fusion (magma) pour s'échapper de son intérieur,
- ★ Les matériaux qui se sont échappés provoquent une éruption,
- ★ Une éruption peut être explosive ou effusive (non-explosive).



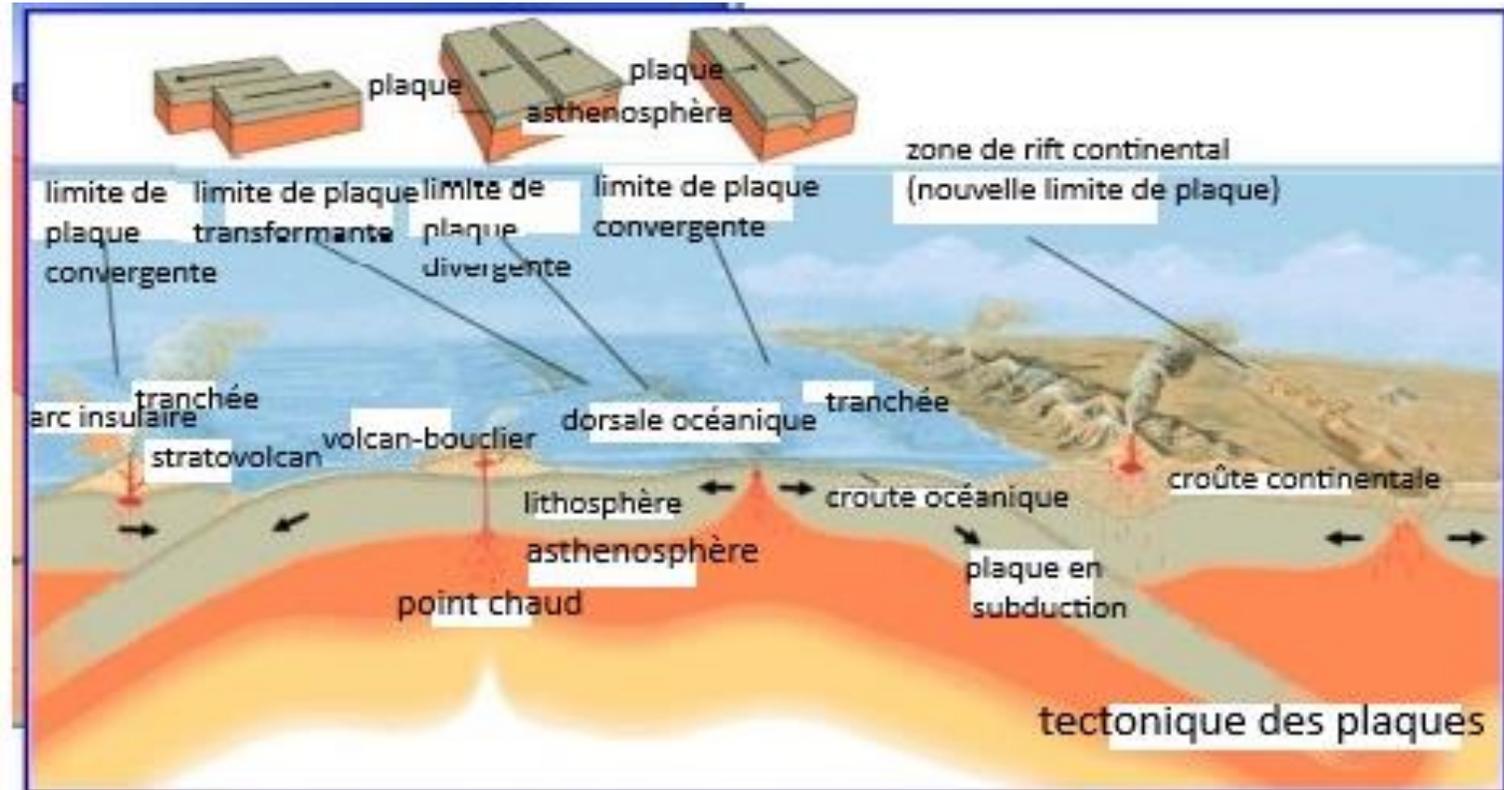
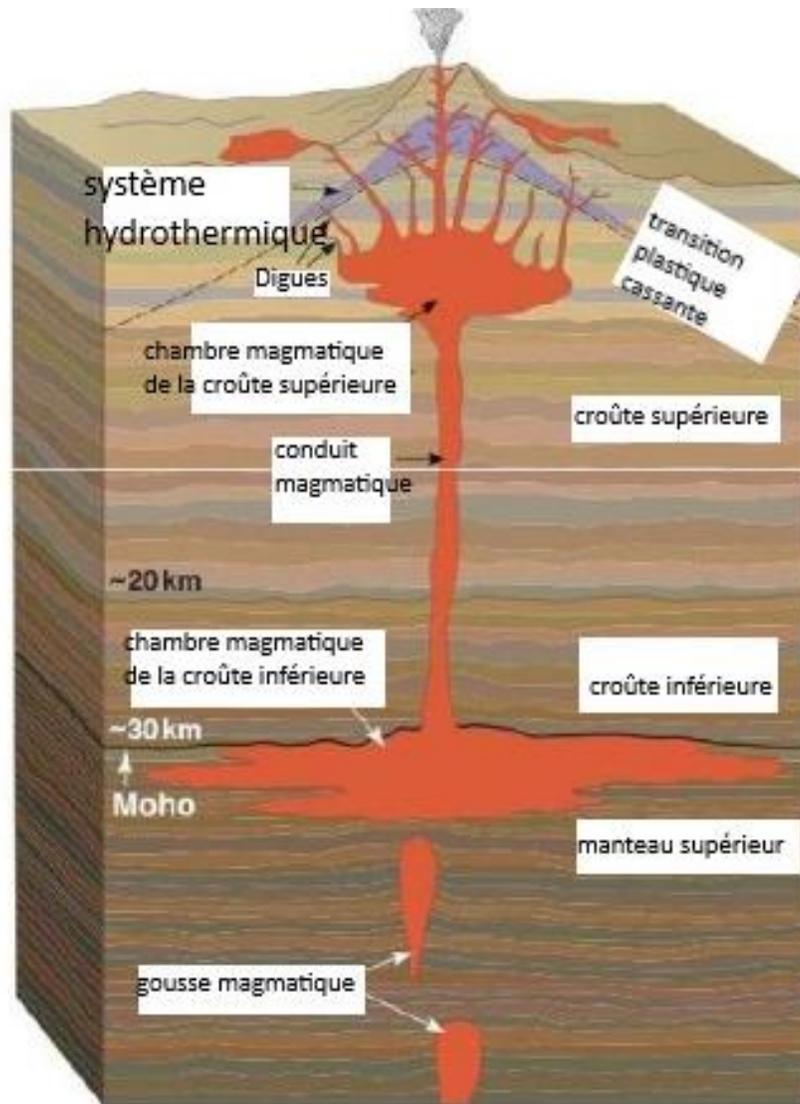
La dynamique d'une éruption effusive

La dynamique d'une éruption explosive

INTRODUCTION

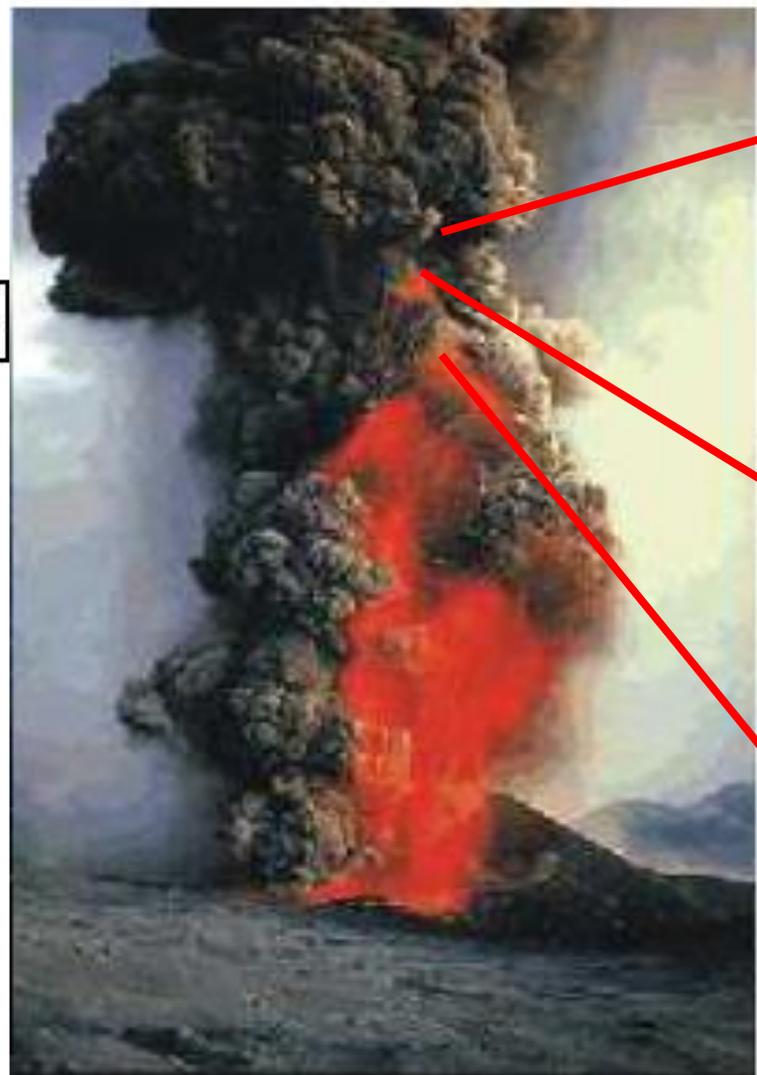
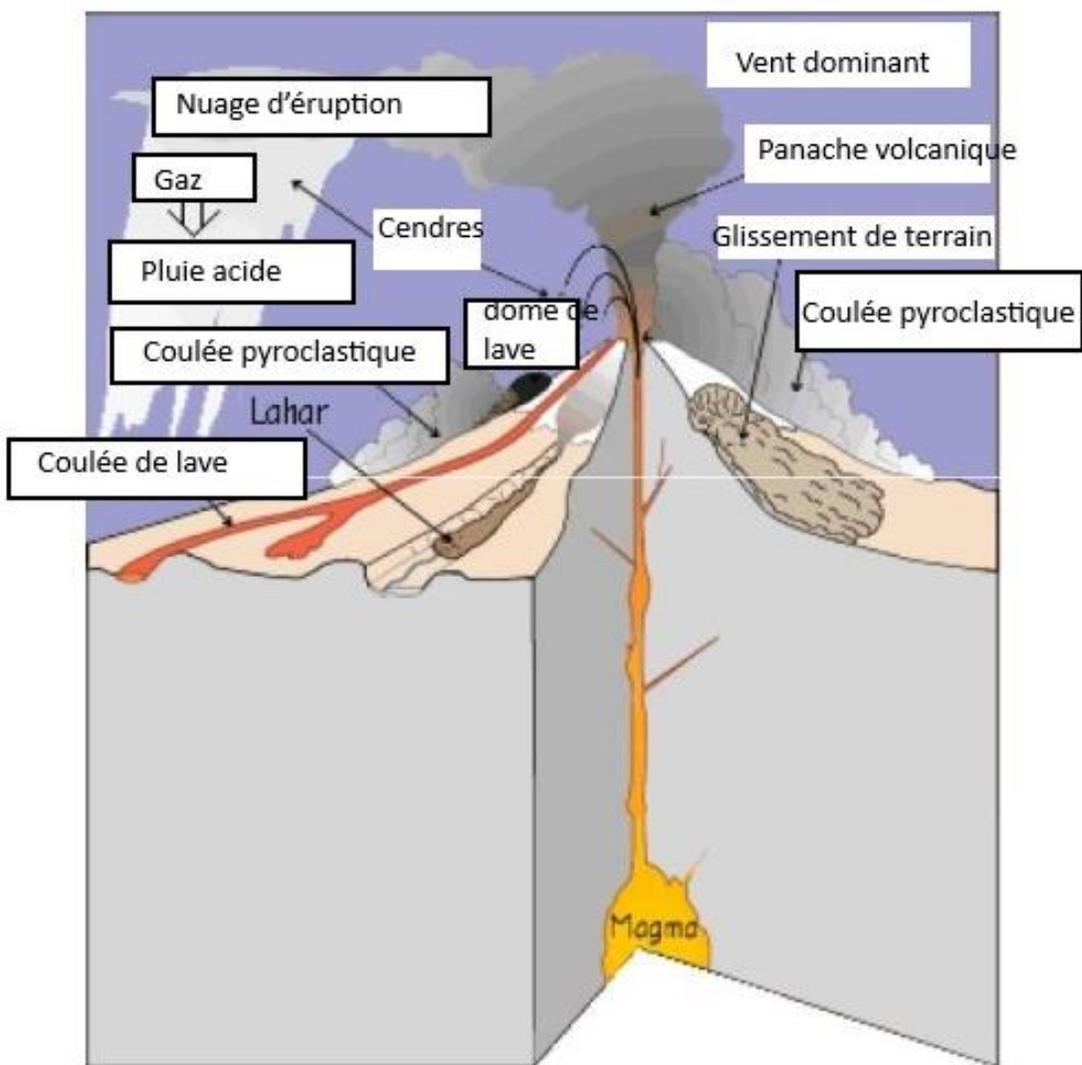
- ★ Les produits des éruptions volcaniques forment généralement des montagnes construites à partir de nombreuses couches de roches, de cendres, etc. qui s'accumulent autour d'eux;
- ★ Les volcans peuvent être actifs, dormants ou éteints;
- ★ Un **volcan actif** est un volcan qui a montré une activité éruptive au cours de son histoire;
- ★ Un **volcan en sommeil** est un volcan qui **n'a pas montré** d'activité éruptive dans l'histoire enregistrée, mais qui montre des preuves géologiques d'activité dans un passé géologique récent;
- ★ Un **volcan éteint** est un volcan qui n'a pas montré d'activité historique, qui est habituellement profondément érodé et qui ne montre aucun signe d'activité récente.

INTRODUCTION



- **Quelles sont les causes des éruptions ?** La fonte se forme dans la chambre magmatique; une piscine se développe dans les chambres magmatiques (haute pression) ; le magma fait éruption (magma à basse pression ajouté à la chambre magmatique).
- **Là où les éruptions se produisent :** 1) aux limites divergentes des plaques; 2) aux limites convergentes des plaques ; 3) aux points chauds.

RISQUES VOLCANIQUES



Le téphra ou le matériau pyroclastique

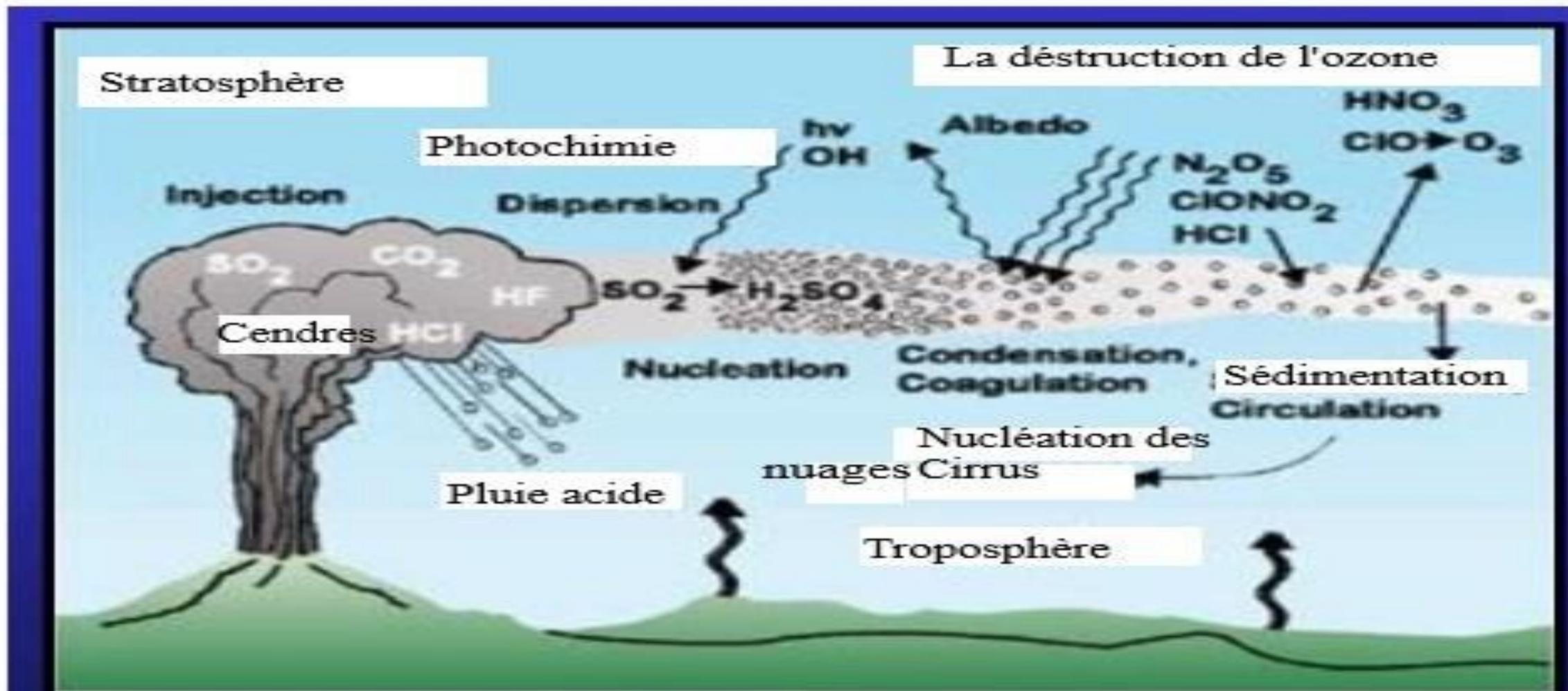
RISQUES VOLCANIQUES



Les coulées de lave

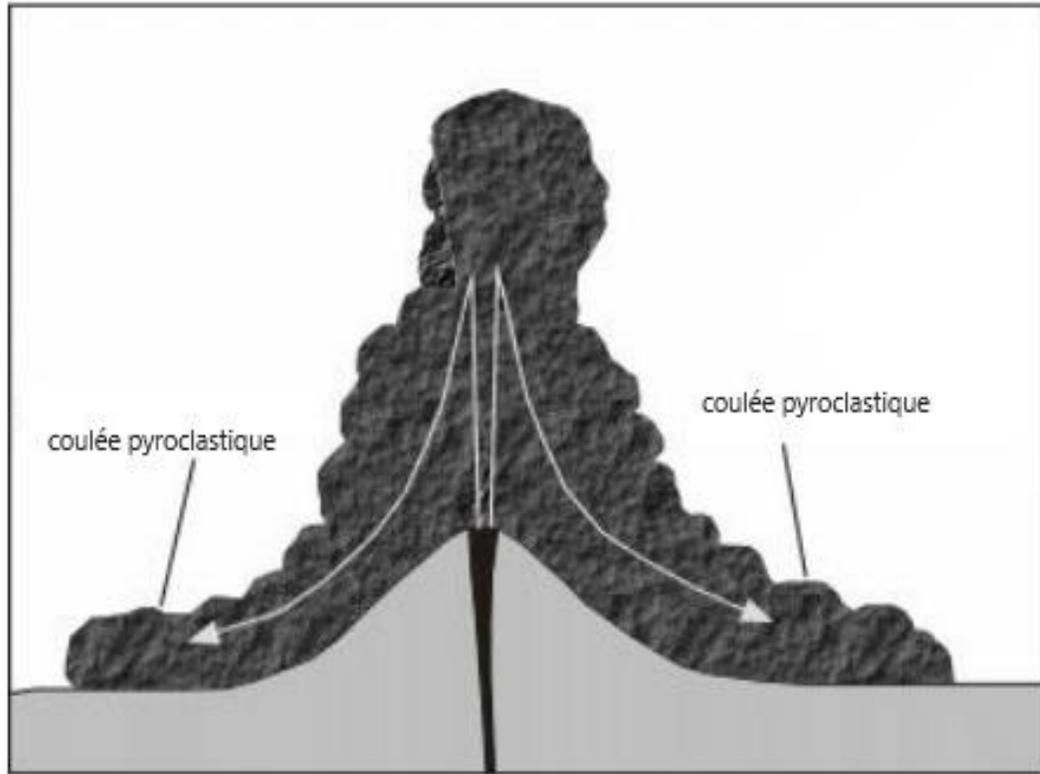


RISQUES VOLCANIQUES



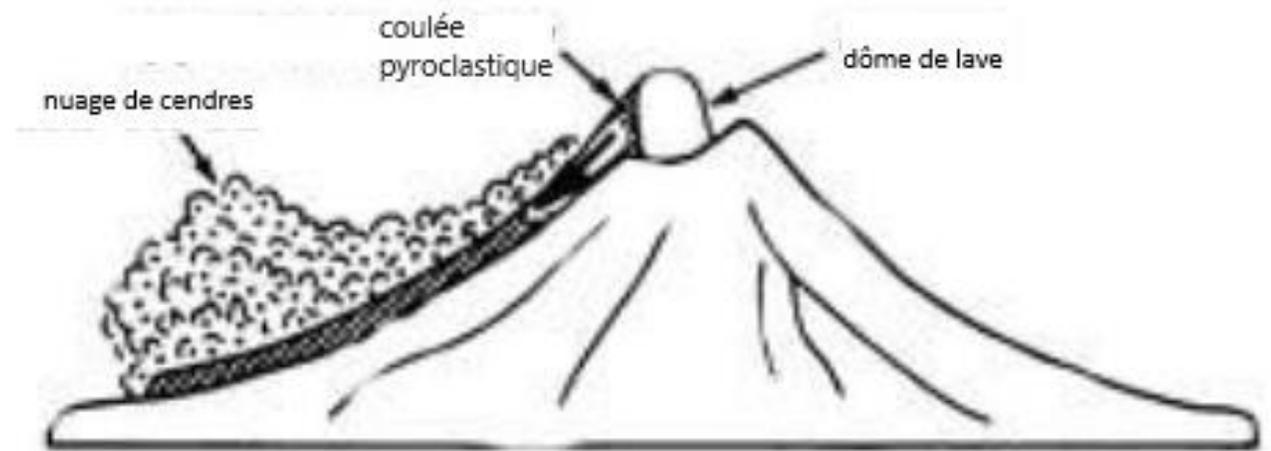
Gaz volcaniques

RISQUES VOLCANIQUES



Effondrement de colonne

Effondrement de dôme



- ✓ Mélanges à haute densité de fragments de roche chaude et sèche et de gaz chauds qui s'éloignent de l'événement qui les a fait éclater à grande vitesse
- ✓ Les températures peuvent être de 100 à 600 °C
- ✓ Se déplacent généralement à 100 km/h ou plus vite en descendant le volcan

RISQUES VOLCANIQUES

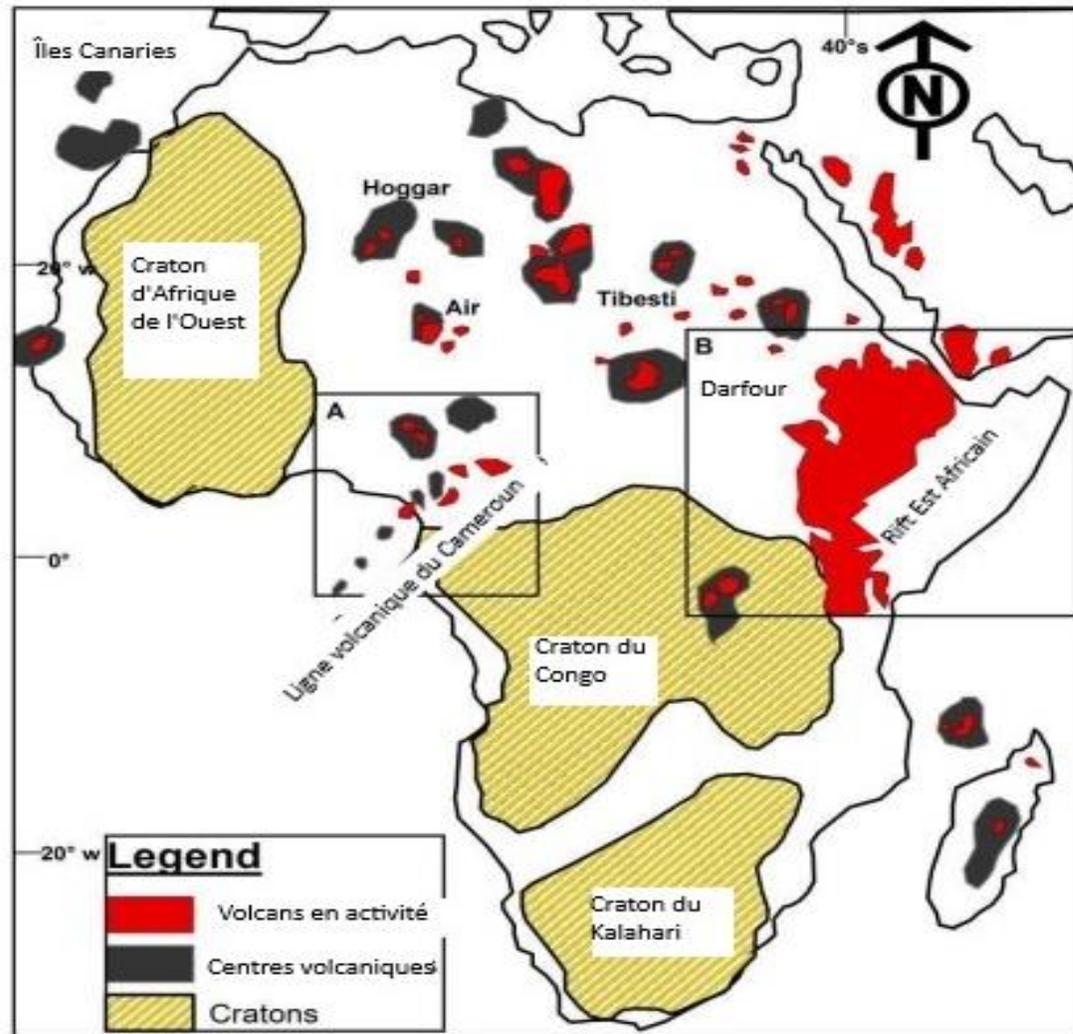
Lahar



- ✓ Le terme indonésien qui décrit un mélange d'eau et de fragments de roche chaud ou froid s'écoulant le long des pentes d'un volcan et (ou) des vallées fluviales.
- ✓ Des lahars catastrophiques peuvent être générés sur les volcans couverts de glace et de neige par des éruptions relativement petites.

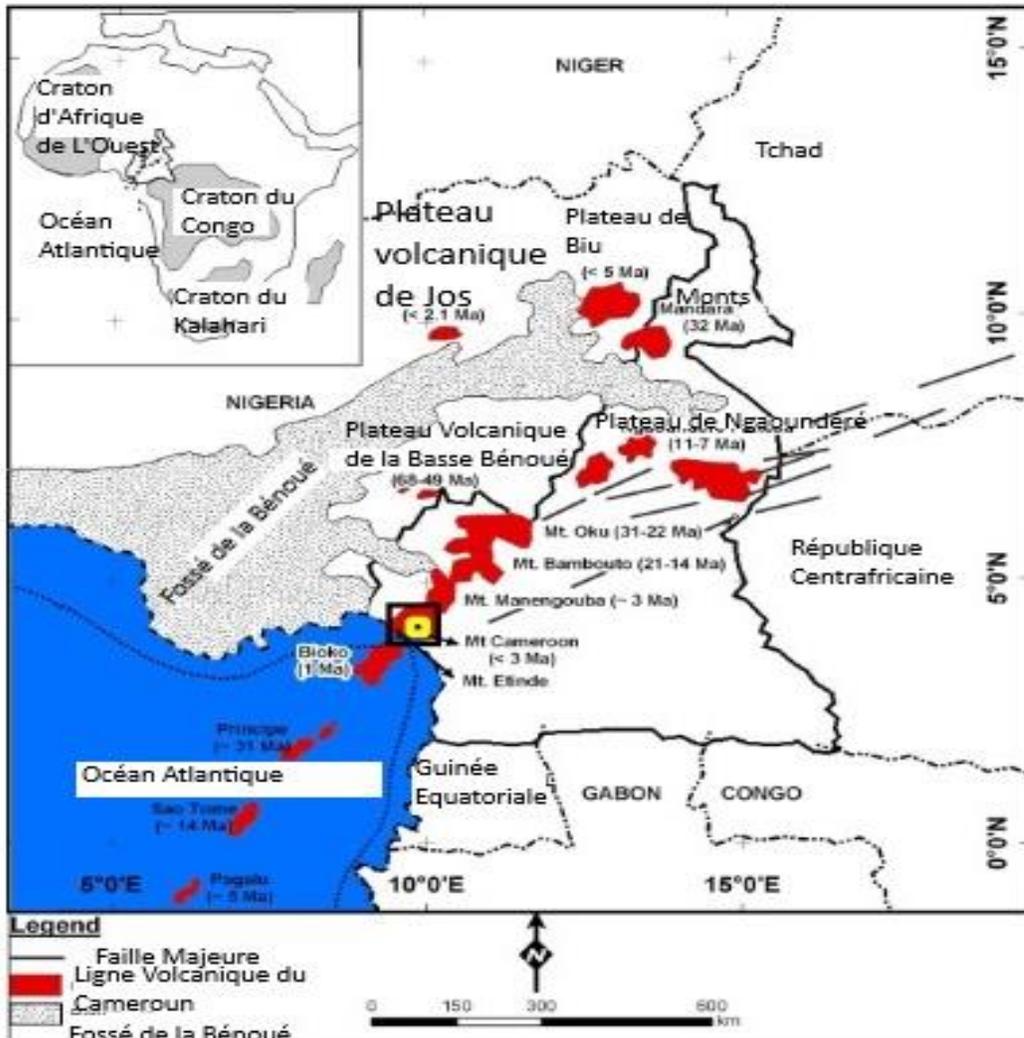
Photographies de lahar du Nevado del Ruiz - Colombie - 13 novembre 1985 .

LE VOLCANISME EN AFRIQUE CENTRALE



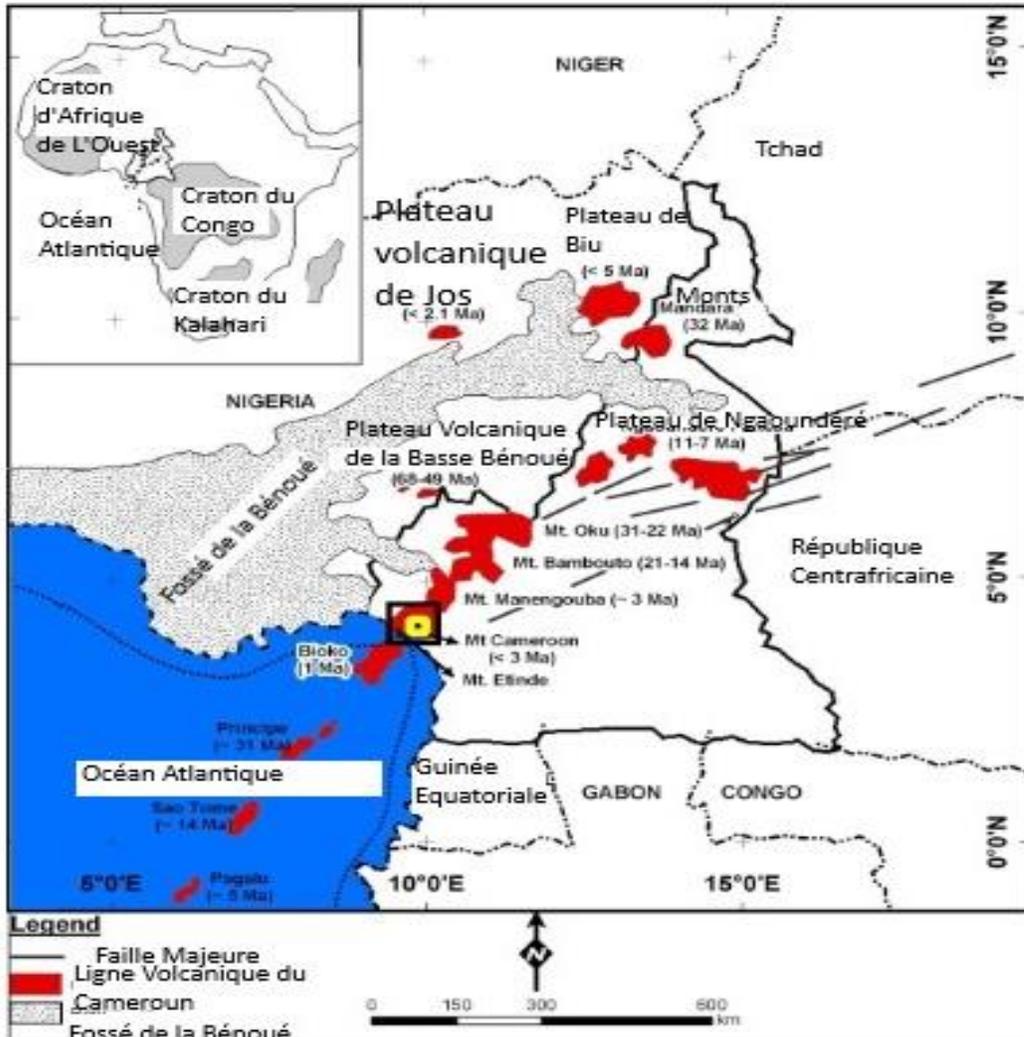
- ✓ La majorité des volcans actifs d'Afrique se trouvent dans deux zones principales :
 - Le système de la vallée du Rift de l'Afrique de l'Est (voir carte (B)) et;
 - La ligne volcanique du Cameroun (LVC) en Afrique centrale (voir carte (A));
- ✓ Le Système de risque de l'Afrique de l'Est (EARS) est une des structures tectoniques majeures de la Terre sur environ 6 500 km;
- ✓ Ce système est constitué de trois bras principaux : le rift de la mer Rouge, le rift du golfe d'Aden et le rift éthiopien/dépression d'Afar;
- ✓ L'EARS est composé de deux branches: la branche orientale et la branche occidentale;
- ✓ Les volcans centrafricains actifs se trouvent dans la branche occidentale (province volcanique des Virunga).

LE VOLCANISME EN AFRIQUE CENTRALE



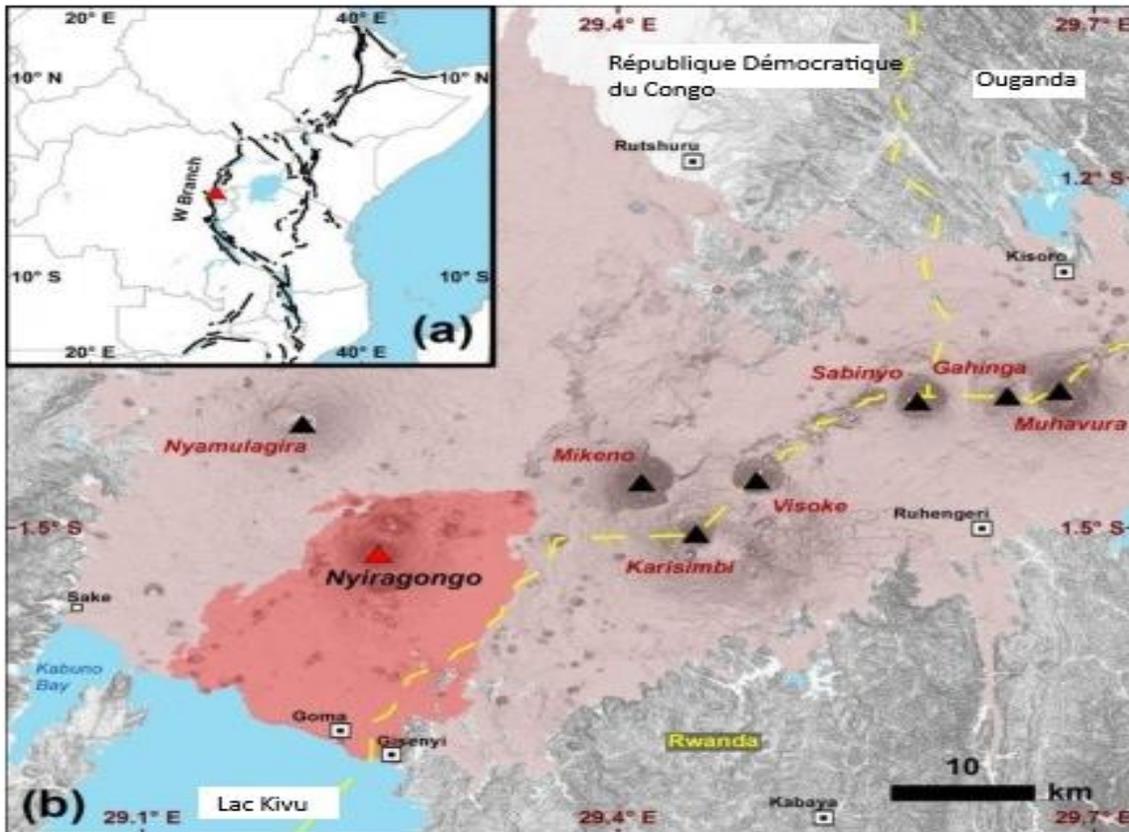
- ✓ La LVC est une caractéristique tectonique majeure en Afrique centrale et occidentale qui s'étend sur plus de 2000 km, de l'île de Pagalu à l'Afrique centrale et occidentale;
- ✓ Il a un secteur océanique et un secteur continental;
- ✓ Le segment continental de la LVC comprend les Monts Cameroun (MC), Etinde, Manengouba, Bambouto, Oku et Mandara, ainsi que les provinces volcaniques de Biu et du Plateau de Ngaoundéré.

LE VOLCANISME EN AFRIQUE CENTRALE



- ✓ Le secteur océanique est composé de six grands volcans situés sur quatre grandes îles : une sur Pagalu, une sur l'île de Sao Tomé-et-Principe et trois sur l'île de Bioko;
- ✓ Actuellement, l'activité volcanique le long de la LVC est limitée à des éruptions de lave basaltique à :
 - Pico Santa Isabel (1898, 1903 et 1923) sur l'île de Bioko ;
 - Au Mont Cameroun, où 7 éruptions ont été enregistrées entre 1909 et 2000 ; et
 - Récemment (déc. 2019) à Sao Tomé où un tremblement de terre de magnitude 5,5 a été enregistré.

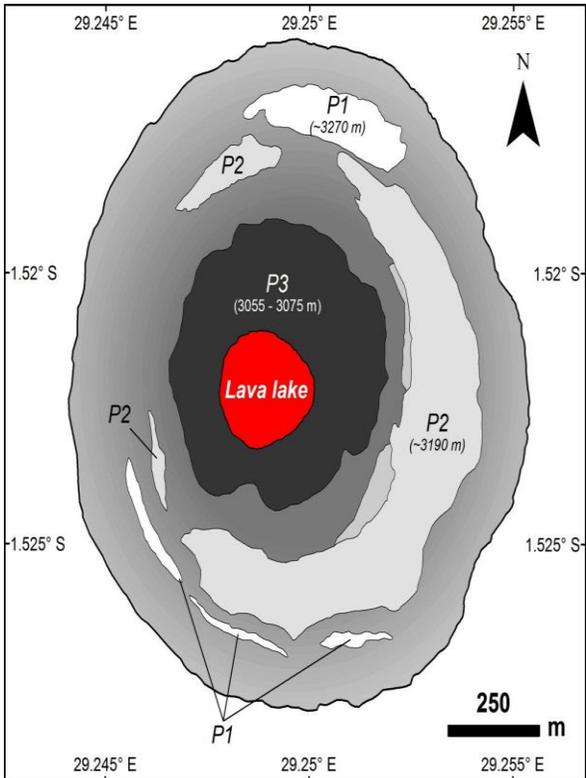
VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)



MONT NYIRAGONGO, RD CONGO

- ✓ Le mont Nyiragongo est un stratovolcan de 3470 m d'altitude, situé dans la branche occidentale du PVV,
- ✓ Le champ volcanique de Nyiragongo est entouré par les champs volcaniques de Nyamulagira, Karisimbi, Visoke et Mikeno, et par le lac Kivu,
- ✓ Karisimbi n'est pas actif, alors que Visoke a eu une brève éruption en 1957 et les produits étaient essentiellement des coulées de lave,
- ✓ Le cratère du mont Nyiragongo abrite un lac de lave persistante qui représente une source majeure de danger.

VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)



- ✓ L'activité éruptive du Nyiragongo depuis les 120 dernières années a été caractérisée par une activité intracratérale (activité persistante des lacs de lave).
- ✓ Deux éruptions de flanc effusives ont été enregistrées en 1977 et 2002.
- ✓ Les éruptions de flanc du mont Nyiragongo sont généralement accompagnées des dangers suivants:
 - Coulées de lave
 - Gaz volcaniques
 - Mazuku
 - Glissements de terrain
 - Tremblements de terre

Cratère principal du mont Nyiragongo en septembre 2011 (Smets et al. 2016)

VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LE MONT NYIRAGONGO - Dangers posés

★ Coulées de lave

- ✓ Les coulées de lave des éruptions de flanc de 1977 et de 2002 ont tué des gens;
- ✓ L'éruption de 2002, qui n'a duré qu'une journée, a produit une lave qui a détruit 15 % de la ville de Goma, tué près de 150 personnes et déplacé environ 300 000 personnes;
- ✓ Il en a résulté une crise humanitaire dont l'impact socio-économique est encore visible aujourd'hui.



VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LE MONT NYIRAGONGO - Dangers posés

★ Gaz volcanique

- ✓ Le principal gaz volcanique libéré par ce volcan est le SO₂;
- ✓ Le panache de gaz permanent riche en SO₂ émanant de ce volcan déclenche des pluies acides qui affectent la végétation, les cultures, les infrastructures humaines, la qualité des eaux de surface et la santé humaine;

★ Mazuku (CO₂)

- ✓ Les zones autour de ce volcan sont des événements de gaz secs qui correspondent à des dépressions où le CO₂, étant plus lourd que l'air, s'accumule par gravité en concentration souvent mortelle (15 à >80 %vol. de CO₂);
- ✓ Le Mazuku tue des dizaines d'hommes et d'animaux chaque année à Sake et à Goma, ce qui en fait le plus important danger naturel pour la région en termes de pertes humaines;
- ✓ Les Mazuku représentent un danger croissant qui menace sérieusement les humains, en particulier les réfugiés et les nouveaux habitants qui, contrairement à la population locale, ne sont pas conscients du danger.

VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LE MONT NYIRAGONGO - Dangers posés

★ Glissements de terrain

- ✓ De fortes pluies déclenchent parfois des événements torrentiels sur les flancs des volcans;
- ✓ Les torrents déclenchés sont capables de mobiliser de grandes quantités de dépôts volcaniques non consolidés et de se développer en coulées de boue rapides et dévastatrices;
- ✓ Une de ces coulées de boue mortelles s'est produite en mai 2010 et a affecté le village de Kibiriga, en RD Congo;

★ Les tremblements de terre

- ✓ La branche occidentale du rift est-africain, où se trouve le mont Nyiragongo, est caractérisée par une forte sismicité;
- ✓ Un des derniers séismes catastrophiques (M 5.9) a été enregistré dans la région de Bukavu-Cyangugu en février 2008: 38 personnes sont mortes;
- ✓ Avec l'augmentation de la croissance démographique, des séismes d'ampleur similaire auront des impacts plus dévastateurs .

VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LE MONT NYAMULAGIRA- Dangers posés

★ Gaz volcaniques

- ✓ Chaque éruption du Nyamulagira produit un énorme panache volcanique qui contient de grandes quantités de gaz, en particulier du CO₂, du SO₂ et d'autres gaz acides;
- ✓ Depuis 1979, le Nyamulagira est la plus grande source de SO₂ volcanique libéré dans l'atmosphère du monde;
- ✓ Dans le voisinage immédiat de l'événement actif (ou des événements actifs), le SO₂ et les gaz acides affectent gravement la végétation et polluent les eaux des rivières.

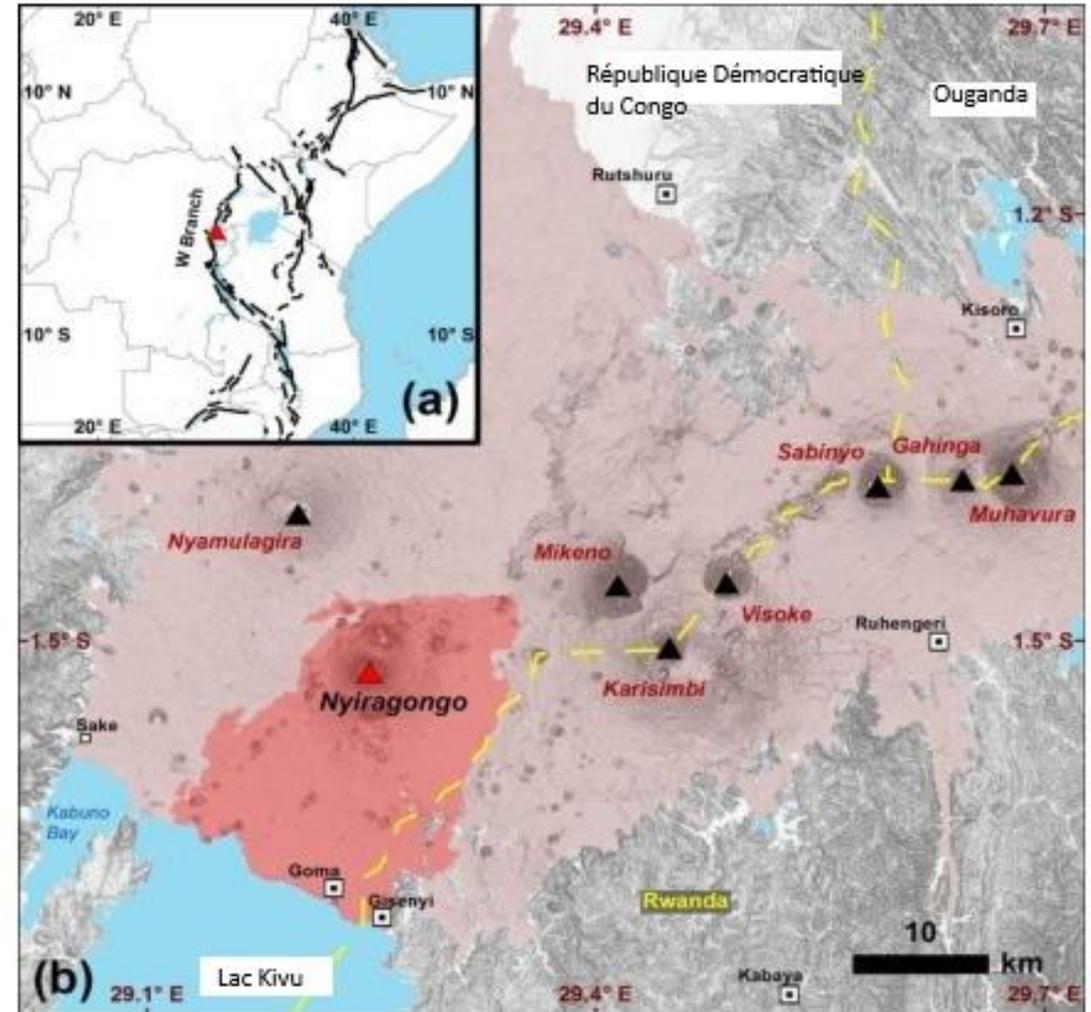
★ Le Téphra (matériau pyroclastique)

- ✓ Le panache volcanique produit lors des éruptions du Nyamulagira contient également de grandes quantités de cendres, de scories, de bombes et de poils de pelée;
- ✓ Les cendres et les poils de pelée peuvent être trouvés à des dizaines de kilomètres de l'événement éruptif (ou des événements éruptifs);
- ✓ Les dépôts pyroclastiques causent des problèmes principalement en affectant les cultures et le bétail.

VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LE MONT NYIRAGONGO - Dangers posés

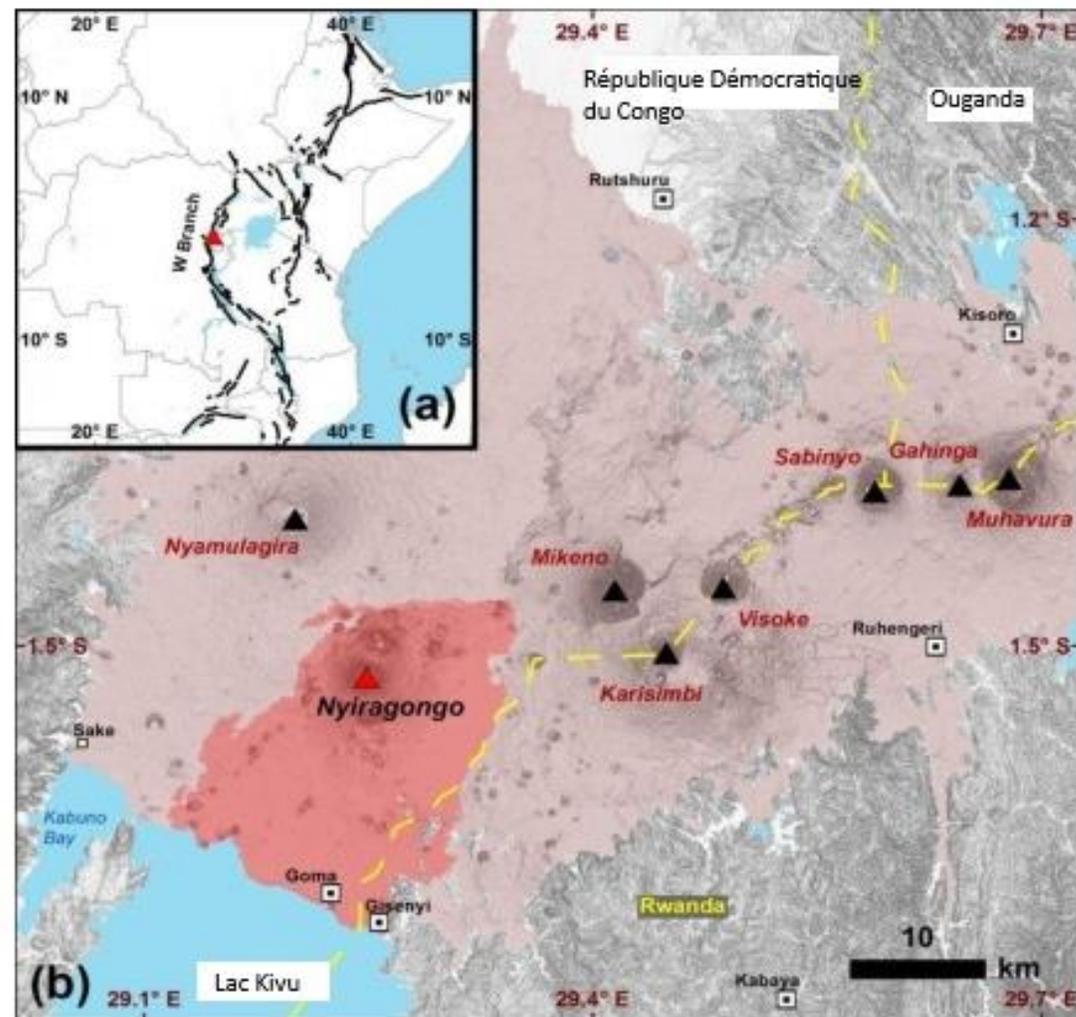
- ★ Le Nyamulagira (ou Nyamuragira, 3058 m a.s.l.) est un volcan bouclier situé à l'extrémité ouest du PVV;
- ★ Plus de 100 cônes sont dispersés sur ses flancs et dans la plaine de lave à sa base;
- ★ Le Nyamulagira est entré en éruption au moins 42 fois depuis la fin du XIXe siècle, avec une augmentation de la fréquence des éruptions au cours des 30 dernières années;
- ★ Il est classé comme le volcan le plus actif d'Afrique;



VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LE MONT NYIRAGONGO - Dangers posés

- ★ Il y a des preuves de la présence d'un lac de lave dans la caldeira de Nyamulagira entre au moins 1929 et 1938;
- ★ Entre 1929 et 1938, ce lac de lave a régulièrement alimenté une grande dépression dans la partie sud-ouest de la caldeira, avec de la lave s'échappant de fissures ou du débordement du lac de lave;
- ★ Une éruption en janvier 1938, a drainé le lac de lave. 30 ans;
- ★ Cependant, l'activité volcanique entre 2012 et 2016 a donné naissance à l'actuel lac de lave semi-permanent.



VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LE MONT NYAMULAGIRA- Dangers posés

Les éruptions de ce volcan sont caractérisées par : **1) des fontaines de lave formant un cône pyroclastique autour de l'évent ; 2) de longues coulées de lave pouvant atteindre des dizaines de kilomètres ; 3) ainsi que l'émission de très grandes quantités de SO₂.**

- ★ Des coulées de lave :
 - ✓ Le champ de coulées de lave de Nyamulagira couvre plus de 1100 km² et est principalement situé à l'intérieur du Parc National des Virunga (PNV);
 - ✓ Les éruptions des flancs de Nyamulagira affectent toujours le PNC en brûlant plusieurs centaines d'hectares de la forêt protégée;
 - ✓ Les coulées de lave ont progressivement réduit la superficie occupée par la forêt dense au cours des 70 dernières années;
 - ✓ Les coulées de lave des éruptions distales peuvent atteindre les routes, les cultures et les zones urbaines;
 - ✓ Ces coulées de lave causent principalement des dommages matériels et ne constituent généralement pas un danger mortel pour la population.



Fontaine de lave(panache volcanique)

2014



Canal de coulée de lave actif

L'éruption de 2010

VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

LA VULNÉRABILITÉ DANS LA RÉGION DE GOMA

- ★ Nyamulagira et surtout Nyiragongo menacent la population de la ville de Goma et de ses environs;
- ★ Goma est un centre économique stratégique pour la région des Grands Lacs, situé à la frontière avec le Rwanda;
- ★ Sa population augmente rapidement, non seulement en raison d'une croissance démographique soutenue, mais aussi en raison du nombre élevé et récurrent de personnes déplacées à l'intérieur du pays, fuyant les conflits qui opposent plusieurs groupes de rebelles;
- ★ En conséquence, des événements éruptifs pourraient conduire à une grande catastrophe.

VOLCANS ACTIFS DANS LA PROVINCE VOLCANIQUE DES VIRUNGA (EARS)

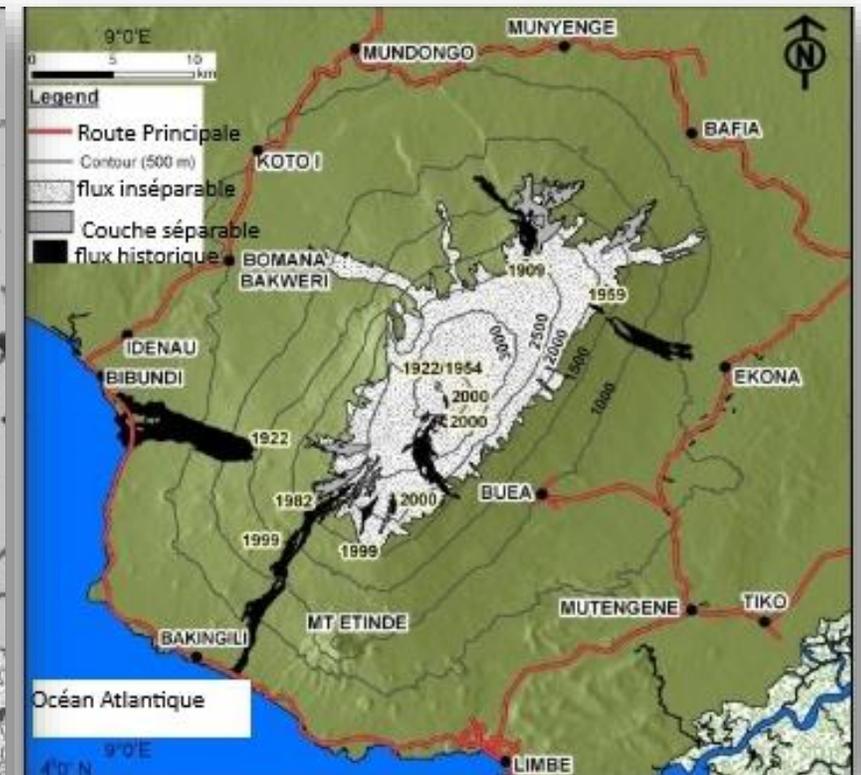
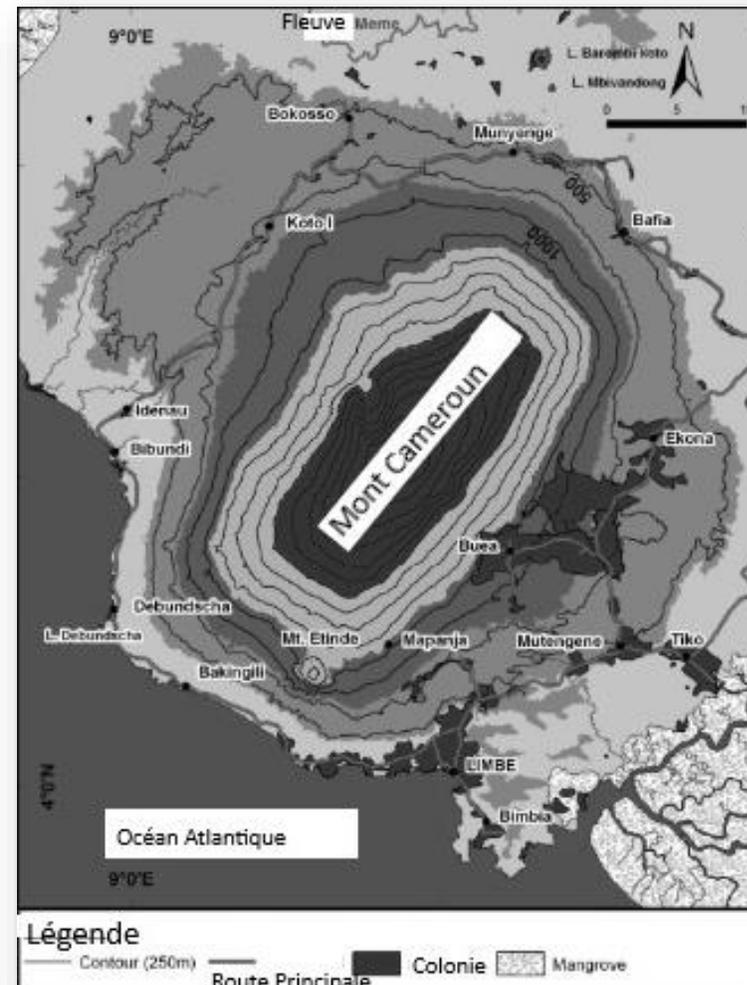
LA VULNÉRABILITÉ DANS LA RÉGION DE GOMA

- ★ Les études menées dans le cadre du projet GeoRisCA (Politique scientifique belge, projet SD/RI/02A ; Michellier et al., 2016) ont identifié les facteurs suivants comme influençant la vulnérabilité de la population aux dangers de ces volcans :
 - ✓ Population déplacée en raison de la guerre et de l'insécurité - manque de sensibilisation aux dangers;
 - ✓ Conflit foncier - rareté des terres;
 - ✓ Gestion des déchets : l'absence de politique appropriée pour la gestion des déchets;
 - ✓ Les stations d'essence : Lors de la catastrophe liée à l'éruption de flanc du Nyiragongo en 2002, environ deux tiers des décès ont été associés à l'explosion d'une station d'essence ; ce n'est pas une conséquence directe de la coulée de lave, mais plutôt une action négligente de la population qui a tenté d'extraire l'essence d'un réservoir abandonné situé à proximité de la coulée de lave;
 - ✓ Frontière internationale (RD Congo et Rwanda) : Cette frontière peut agir comme un élément stratégique supplémentaire en cas d'évacuation. Les relations tendues entre le Congo et le Rwanda pourraient en effet ne pas faciliter la coopération en cas de catastrophe.

VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR CONTINENTAL)

LE VOLCAN MONT CAMEROUN

- ★ Le Mont Cameroun (4100 m d'altitude) est le plus grand volcan continental actif le long de la LVC;
- ★ Il est entré en éruption 7 fois au cours des 100 dernières années (1909, 1922, 1954, 1959, 1982, 1999 et 2000);
- ★ Il abrite une population de plus de 350 000 habitants sur ses flancs et est couvert par une succession de coulées de lave et environ 340 cônes de scories cartographiés;
- ★ La plus ancienne trace de la nature active du Mont Cameroun remonte à 500 ans avant J.-C.



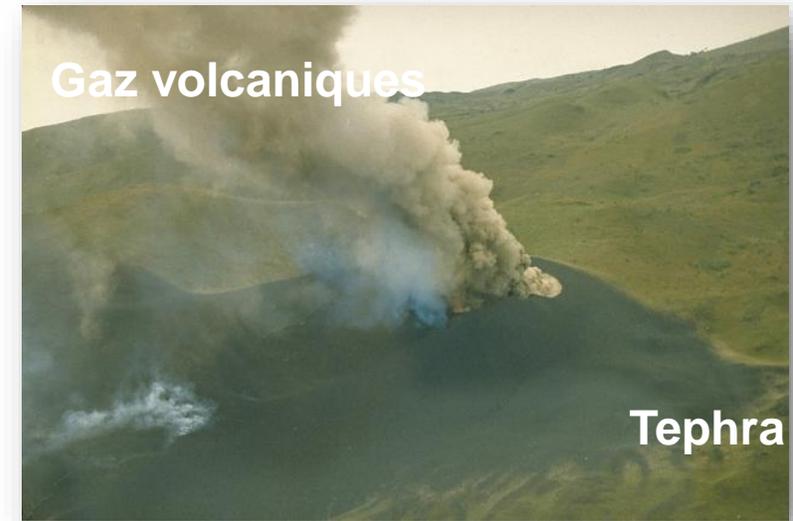
a. Mont Cameroun montrant un peuplement avec quelques maars volcaniques le long de la LVC ; et b. Carte de la coulée de lave du volcan MC.

VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR CONTINENTAL)

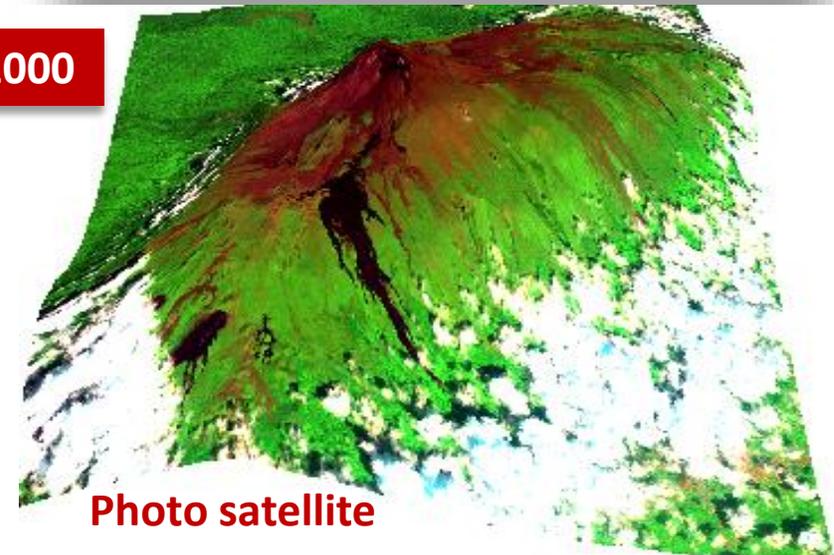
LE MONT CAMEROUN - Dangers posés

Les éruptions de ce volcan sont caractérisées par les dangers suivants :

- ★ Les tremblements de terre;
- ★ Coulées de lave;
- ★ Téphra;
- ★ Gaz volcaniques;
- ★ Lahars.



La coulée de lave de 2000



VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR CONTINENTAL)

LE MONT CAMEROUN - Dangers posés

★ Les tremblements de terre

- ✓ Les éruptions du Mont Cameroun sont le plus souvent accompagnées d'essaims/trémies de tremblements de terre avant, pendant et après l'éruption;
- ✓ Les tremblements de terre ont généralement des magnitudes comprises entre 2 et 4 en moyenne avec des intensités comprises entre IV-VII;
- ✓ Les tremblements de terre de l'éruption de 1909 ont été fortement ressentis à Buea et ont causé de légers dommages aux infrastructures;
- ✓ Les tremblements de terre destructeurs de l'éruption de 1999 ont détruit plus de 63 maisons à Buea, laissant près de 250 personnes sans abri;
- ✓ Les autres manifestations des tremblements de terre de 1999 comprenaient des déplacements de population, des fractures de surface, des glissements de terrain peu profonds, la coloration de l'eau et l'affaissement des terres le long des plages.



Tremblement de terre de Buea, 1999

VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR CONTINENTAL)

LE MONT CAMEROUN - Dangers posés

★ Coulées de lave

- ✓ À l'exception de l'éruption de 1954, toutes les éruptions historiques ont produit des coulées de lave d'une longueur de 850 m à 11,5 km, couvrant une superficie totale estimée à 226,15 km²;
- ✓ La lave de l'éruption de 1922 est entrée dans la mer à Bibundi et a affecté la vie aquatique;
- ✓ La lave de l'éruption de 1959 s'est arrêtée à environ 1 km de la ville d'Ekona Mbenge après avoir détruit la forêt et la biodiversité sur son passage;
- ✓ La lave de l'éruption de 1999 s'est écoulee vers la côte, détruisant les forêts et les plantations sur son passage et bloquant la route principale reliant Limbe et Idenau à Bakingili;
- ✓ Elle a également entraîné l'évacuation de la population de tout le village de Bakingili (plus de 700 personnes) et le déplacement de personnes.

Coulée de lave de 1999



La forêt



Coulée de lave de 1999

Plantation de palmiers

VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR CONTINENTAL)

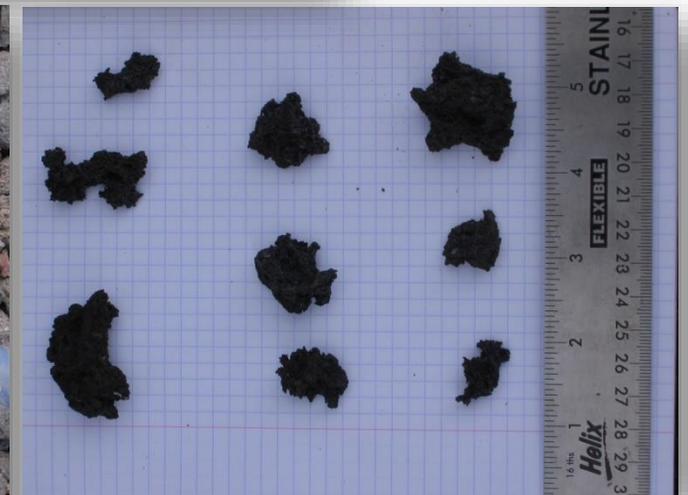
LE MONT CAMEROUN - Dangers posés

★ Le Téphra

- ✓ L'activité explosive pendant l'éruption de 1999 a dispersé les téphras en aval sur le flanc sud-ouest;
- ✓ Le téphra a affecté la santé de la population dans les zones côtières en provoquant : conjonctivite, catarrhe, toux, difficultés respiratoires, éruptions cutanées et diarrhées;
- ✓ Le téphra chaud a brûlé les cultures et a affecté leur rendement l'année de l'éruption;
- ✓ Le téphra a également sali les sources d'eau de surface et les puits à ciel ouvert;
- ✓ Sa présence sur les toits a entraîné une corrosion



L'éruption de
1999



Le Tephra – L'éruption de 1999

VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR CONTINENTAL)

LE MONT CAMEROUN - Dangers posés

★ Gaz volcaniques

- ✓ Les principaux gaz libérés lors des éruptions du Mont Cameroun sont le SO₂, le F-, le Cl- et d'autres gaz acides.
- ✓ Le SO₂ libéré pollue généralement l'environnement avec son odeur nauséabonde et provoque également des pluies acides qui détruisent les produits agricoles.
- ✓ Le F- élevé de l'éruption de 1999 a affecté les animaux de pâturage.

★ Lahars

- ✓ Les Lahars ont été classés comme d'anciens dangers de l'éruption du Mont Cameroun.
- ✓ Aucun événement récent n'a été enregistré.

VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR CONTINENTAL)

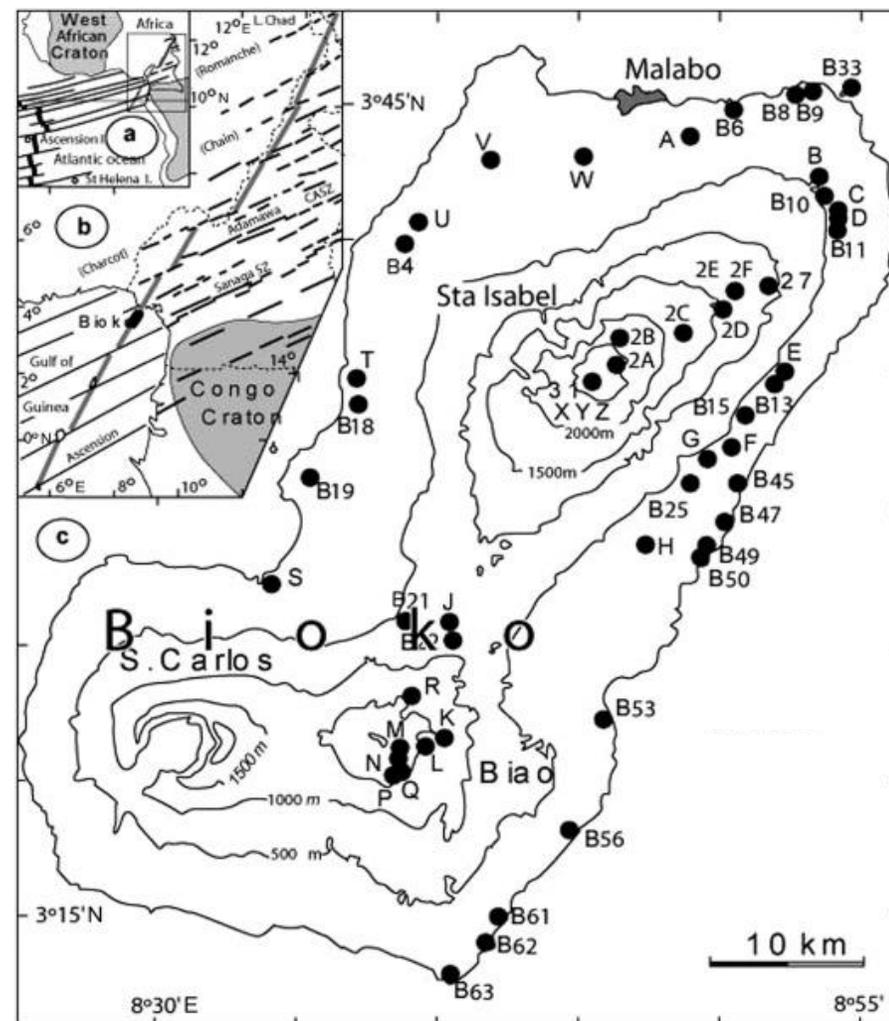
LA VULNÉRABILITÉ AUX DANGERS DE L'ÉRUPTION DU MONT CAMEROUN

- ★ Densité de population élevée : les résultats du recensement de 2010 ont donné une population de 350 000 personnes qui est passée à plus de 500 000 personnes;
- ★ Augmenter l'urbanisation (avec l'arrivée d'institutions supérieures comme l'Université de Buea et d'autres) qui a favorisé la construction de plus de maisons en béton de 3 à 4 étages construites sans suivre aucun code de construction;
- ★ Proximité du volcan;
- ★ Conflit;
- ★ Pas de préparation par les conseils locaux;
- ★ Aucune surveillance.

VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR OCÉANIQUE)

ÎLE DE BIOKO - PICO SANTA ISABEL

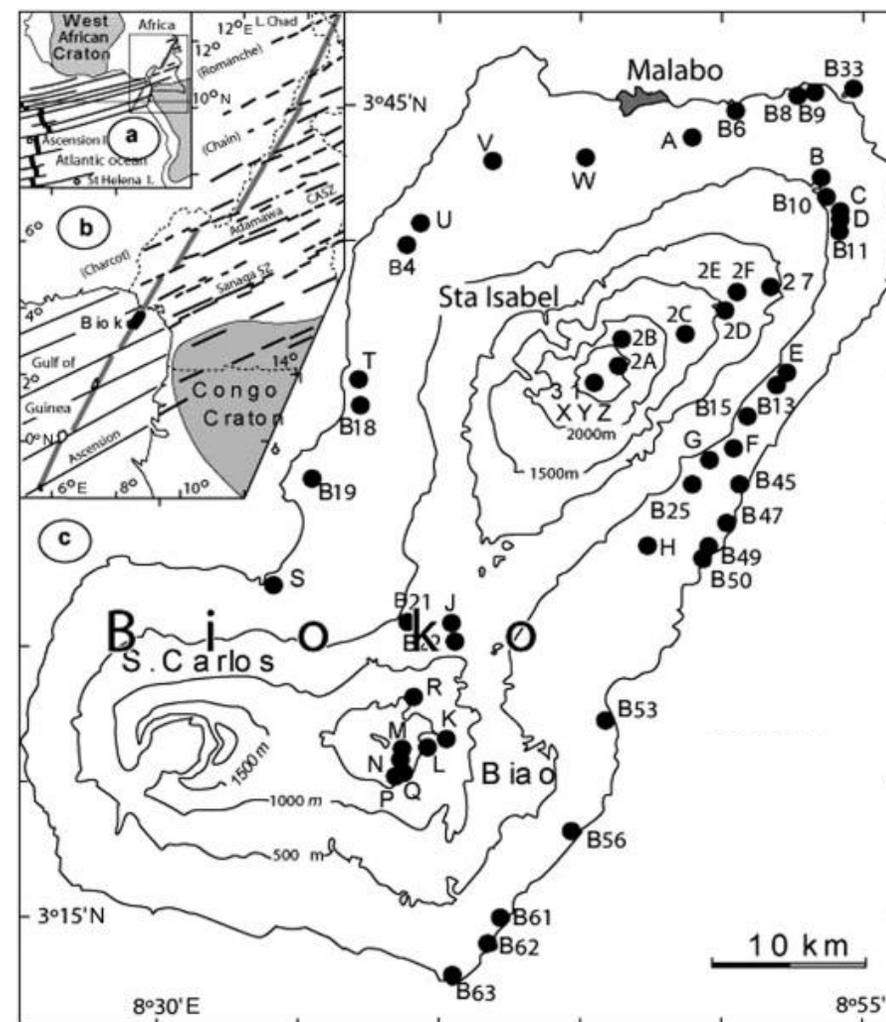
- ★ Les principaux dangers résultant de ses éruptions sont les coulées de lave et les matériaux pyroclastiques;
- ★ Cependant, il n'existe aucun document sur les dommages causés par ces dangers;
- ★ L'île de Bioko abrite plus de 500 000 personnes;



VOLCANS ACTIFS LE LONG DU LVC (SECTEUR OCÉANIQUE)

ÎLE DE BIKO - PICO SANTA ISABEL

- ★ Le Pico Santa Isabel est le plus grand et le plus élevé (3008 m au-dessus du niveau de la mer) des trois (Pico Biao, 2009 m au-dessus du niveau de la mer ; et San Carlos) volcans boucliers basaltiques en fusion qui forment l'île de Bioko (Fernando Poo);
- ★ Il contient de nombreux cônes de cendres et est le seul volcan de l'île Bioko dont les éruptions historiques ont été signalées, bien qu'elles soient mal documentées;
- ★ Trois éruptions, à la fin du 19e siècle (1898) et au début du 20e siècle (1903, 1923), ont été signalées dans les cheminées de flanc du SE.



SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET SURVEILLANCE DE CES VOLCANS

Les Volcans de la PVV(EARS)

- ★ Financé en 1986, l'Observatoire Volcanologique de Goma (OVG) est l'institut scientifique congolais chargé de la surveillance des volcans Nyiragongo et Nyamulagira, dans la province volcanique des Virunga;
- ★ Ils étudient également les impacts liés à l'activité éruptive;
- ★ L'OVG est également chargé de fournir des informations sur les volcans et leur activité aux autorités et à la population locales;
- ★ En plus du département administratif, l'OVG est divisé en 5 unités correspondant à des disciplines spécifiques :
 - ✓ L'unité de volcanologie physique;
 - ✓ L'unité de sismologie;
 - ✓ L'unité de déformation du sol;
 - ✓ L'unité technique et électronique;
 - ✓ L'unité de la communication et de l'éducation.

SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET SURVEILLANCE DE CES VOLCANS

Les Volcans de la PVV(EARS)

- ★ Le OVG, avec l'aide de plusieurs projets belgo-luxembourgeois, a installé et entretient divers instruments géophysiques pour la surveillance des volcans : stations sismiques, infrasons, GNSS, gaz, température du sol et météo;
- ★ Certaines des techniques de monitoring sont disponibles en (quasi) temps réel à l'Observatoire Volcanique de Goma (R.D.C.), au RNRA (Rwanda) et à l'ECGS (Luxembourg).



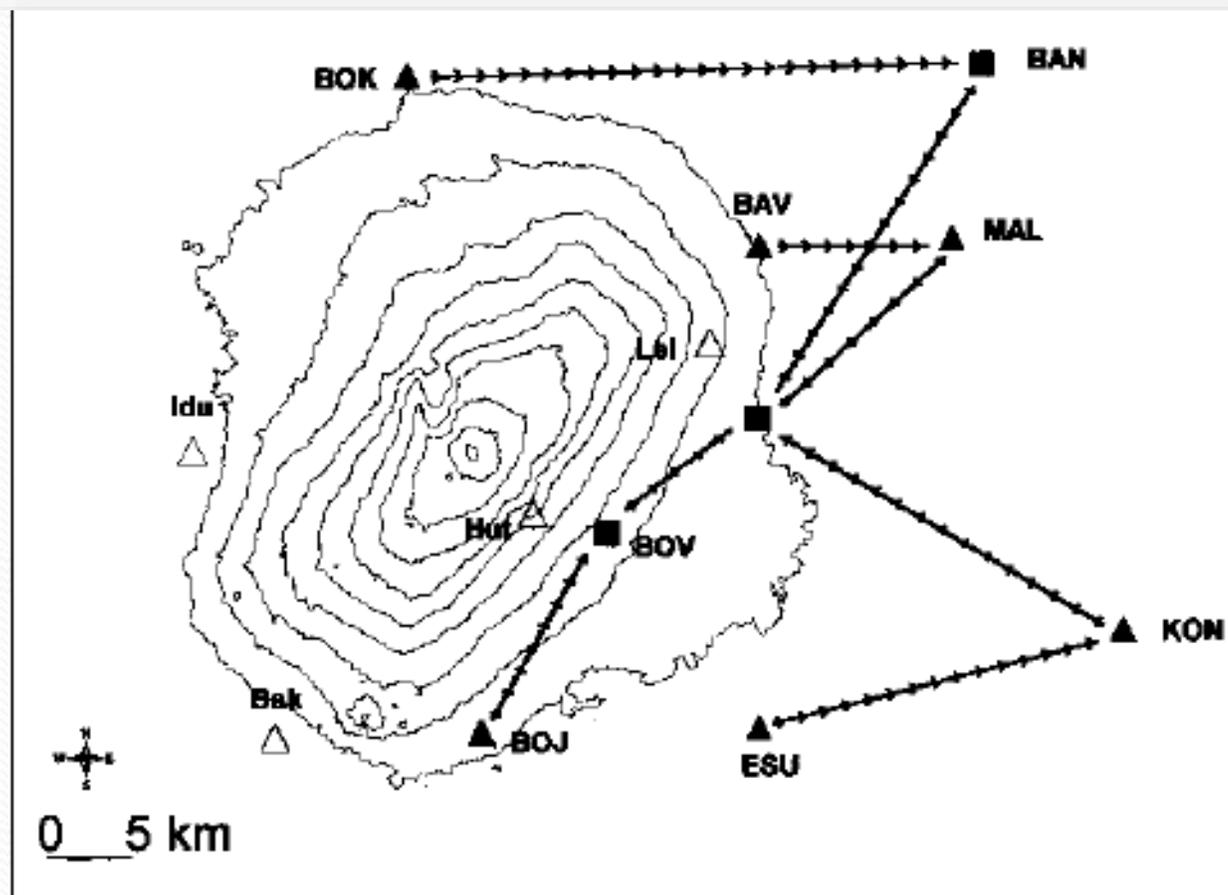
SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET SURVEILLANCE DE CES VOLCANS

Les Volcans de la LVC

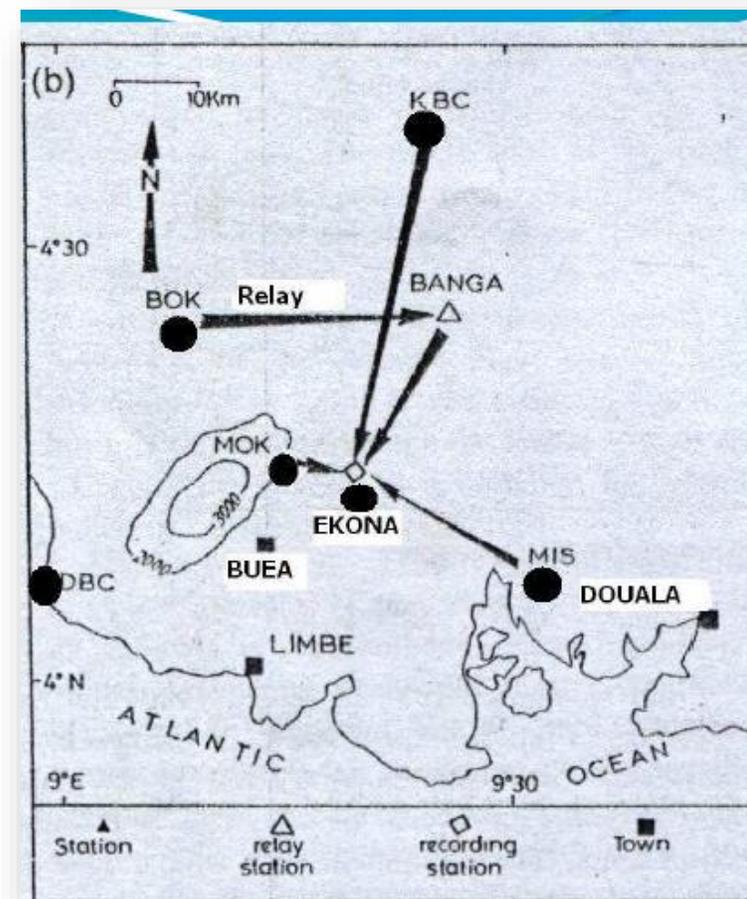
- ★ En 1984 (après l'éruption de 1982 au Mont Cameroun), un réseau permanent de 6 stations (composé de sismomètres à courte période) a été mis en place autour du Mont Cameroun pour être géré par l'Institut de Recherches Géologiques et Minières (IRGM) à Ekona;
- ★ En 1986, ces stations ont été augmentées de 8 stations temporaires;
- ★ Les enregistrements à ces stations se font par télémétrie sur des enregistreurs à tambour, à carte et à bande magnétique;
- ★ Ce réseau a été temporairement étendu avec des stations à Yaoundé et Foumbot;
- ★ Cependant, les stations n'ont pas pu être entretenues régulièrement et ont été renvoyées à Ekona;
- ★ Le réseau sismique est également utilisé pour surveiller les tremblements de terre régionaux et lointains.

SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET SURVEILLANCE DE CES VOLCANS

Les Volcans de la LVC



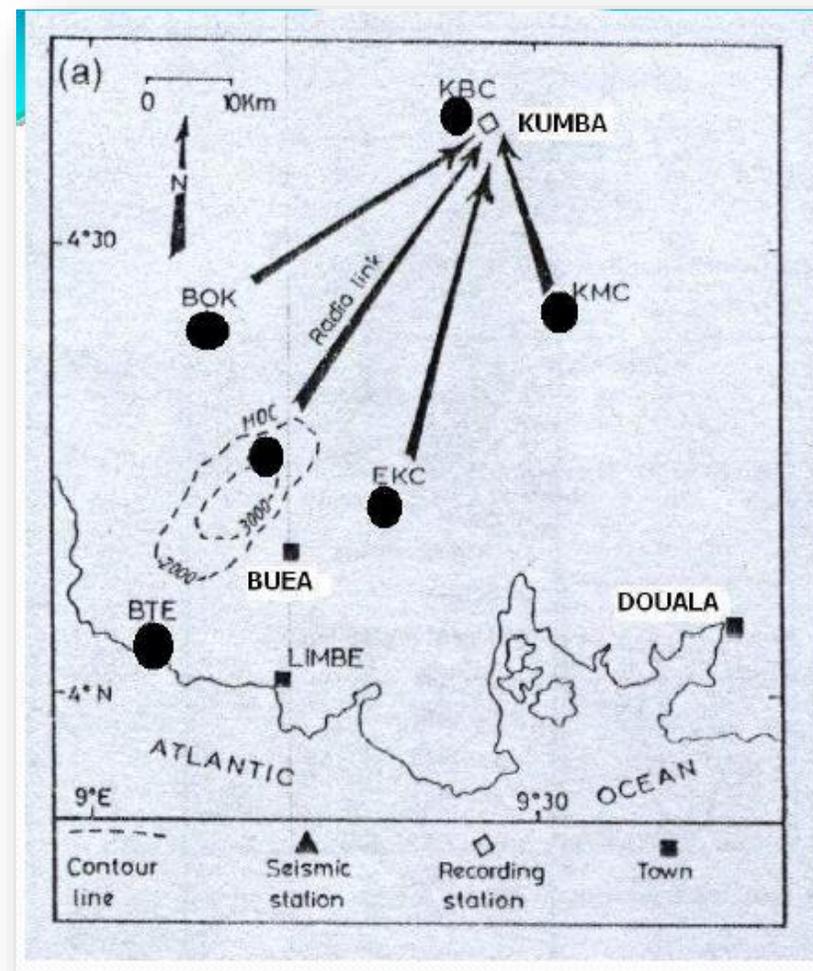
Réseau sismique numérique du Mont Cameroun depuis 2003



Six (6) Stations permanentes en 1990

SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET SURVEILLANCE DE CES VOLCANS

Les Volcans de la LVC



SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET SURVEILLANCE DE CES VOLCANS

Les Volcans de la LVC

- ★ En 2018, un Laboratoire de Surveillance Volcanique a été construit sur le Campus de l'Université de Buea;
- ★ Les objectifs étaient les suivants :
 - ✓ Surveiller la sismicité du volcan du Mont Cameroun à l'aide de sismomètres;
 - ✓ Surveiller les émissions de gaz (SO₂, etc.) et la température à l'aide d'images satellites;
 - ✓ Surveiller la déformation du sol en utilisant les techniques de télédétection et de surveillance au sol;
- ★ Les résultats attendus sont les suivants :
 - ✓ Prévoir les futures éruptions du Mont Cameroun et d'autres volcans d'Afrique centrale;
 - ✓ Instituer des systèmes d'alerte précoce;
 - ✓ Réduire l'impact des dangers sur la population vivant sur les flancs;
- ★ Tout cela n'est pas encore réalisé puisque le laboratoire est encore en cours d'être équipé.



LA STRATÉGIE DE COMMUNICATION

- ★ Diffusion de messages périodiques au public par le biais des médias;
- ★ Utilisation du site Web;
- ★ Publications ;

SUJETS DE DISCUSSION

- ★ Y a-t-il des volcans actifs dans votre pays d'origine qui n'ont pas été mentionnés dans cette étude ?
- ★ Si oui, quels types de dangers résultent de ces éruptions et quel impact ont-ils sur la population ?
- ★ Donnez des moyens possibles pour les pays d'améliorer la surveillance des volcans (à la fois dormants et actifs) et indiquez les sources de financement possibles qui pourraient être utilisées pour y parvenir.

ÉMANATION DE GAZ VOLCANIQUES TOXIQUES DES LACS DE LA RÉGION DE LA CEEAC

MODULE 4.3



PERIPERI U

Mis en oeuvre par:



PLAN DE PRÉSENTATION

- ★ Introduction : Les gaz volcaniques et leurs mécanismes de déclenchement à partir des lacs
- ★ Les lacs volcaniques dangereux dans la région de la CEEAC et leur impact sur l'environnement et la population
- ★ Systèmes d'alerte précoces et surveillance de ces lacs
- ★ Discussions

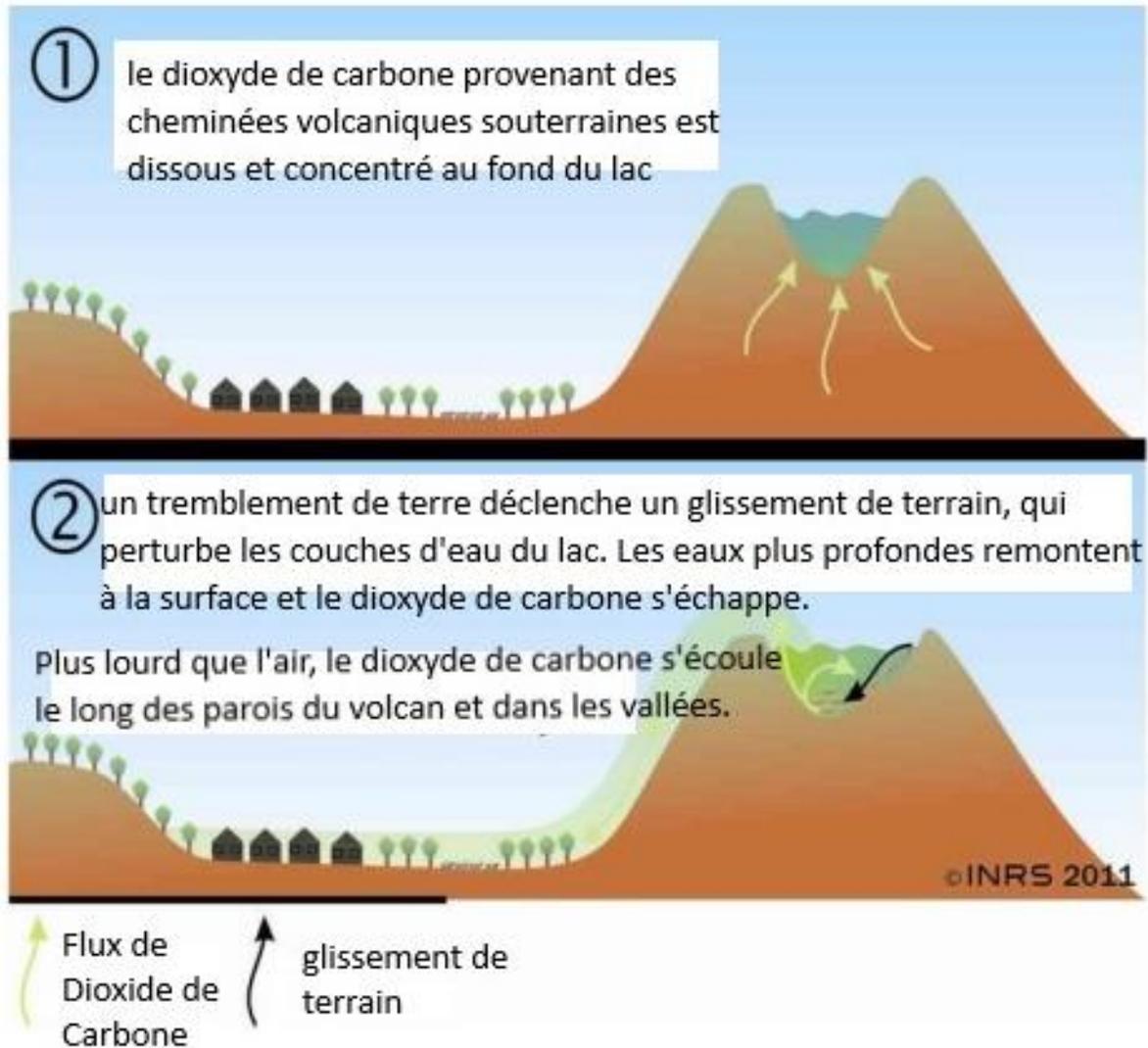
INTRODUCTION

- ★ Les gaz volcaniques sont souvent négligés en tant que dangers;
- ★ Les risques liés aux gaz contrastent fortement avec d'autres risques volcaniques tels que les coulées de lave, les coulées pyroclastiques et les chutes de cendres;
- ★ Ce sont des tueurs silencieux et invisibles qui prédominent souvent sur de grandes zones;
- ★ Les gaz volcaniques peuvent s'accumuler loin de leur source et s'écouler dans les vallées par gravité, engloutissant et asphyxiant les gens pendant leur sommeil;
- ★ Les effets des gaz volcaniques sur la vie peuvent être directs, comme l'asphyxie, les maladies respiratoires et les brûlures de la peau ; ou indirects;
- ★ Bien qu'ils représentent globalement moins de décès que certaines autres formes de risques volcaniques, l'histoire a montré que les gaz volcaniques sont fréquemment impliqués dans des événements mortels à petite échelle dans diverses régions volcaniques et géothermiques;

INTRODUCTION

- ★ Le dioxyde de carbone (CO₂) est l'un des principaux gaz magmatiques libérés lors de l'activité volcanique.
- ★ Les propriétés physiques du CO₂ (incolore, inodore, soluble dans l'eau et 1,5 fois plus dense que l'air) ; le rend capable de s'accumuler dans les endroits bas et les dépressions sans être détecté.
- ★ Lorsque le CO₂ est rejeté au fond d'un lac profond et calme, de fortes concentrations peuvent s'accumuler.
- ★ Les systèmes volcaniques qui ont posé des risques et des catastrophes liés au CO₂ dans la région de la CEEAC sont les lacs de cratère trouvés le long de la ligne volcanique du Cameroun (LVC ; lacs Nyos et Monoun), et des fissures (mazukus) dans la province volcanique des Virunga (PVV).
- ★ Des études récentes citent les lacs Kivu (PVV, RDC) et Tanganyika (Système de risque de l'Afrique de l'Est (SRAE), Tanzanie) comme étant de futurs sites possibles de catastrophes.
- ★ Ces éruptions sont appelées éruptions limniques (renversement de lac).

INTRODUCTION



Qu'est-ce qui déclenche les Eruptions Limniques?

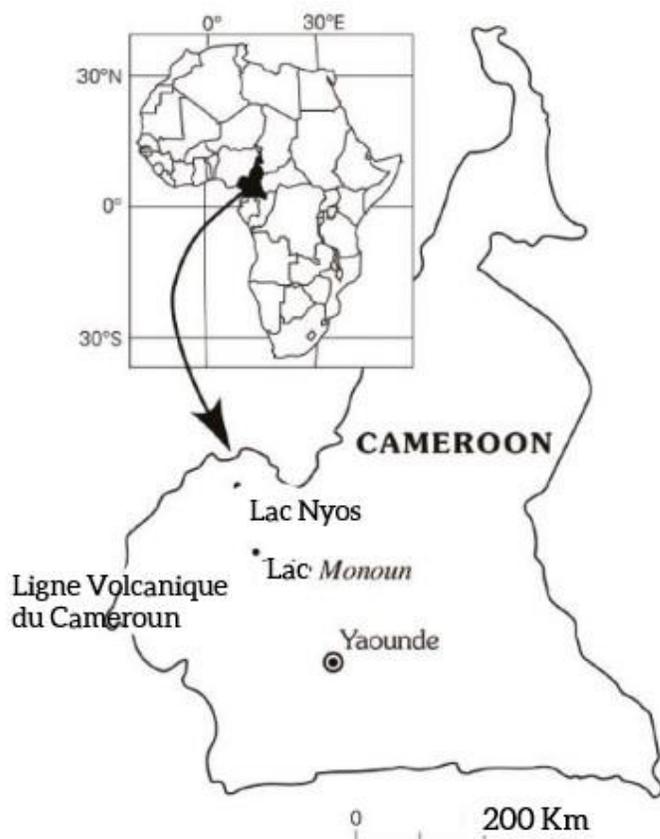
- ★ Les tremblements de terre, l'activité volcanique et d'autres événements explosifs peuvent servir de déclencheurs d'éruptions limniques.
- ★ Ces lacs sont caractérisés par les éléments suivants :
 - ✓ Eau entrante saturée en CO₂;
 - ✓ Un fond de lac frais indiquant une absence d'interaction volcanique directe avec les eaux du lac;
 - ✓ Une couche thermique supérieure et inférieure avec des saturations de CO₂ différentes;
 - ✓ Proximité des zones d'activité volcanique.

INTRODUCTION

La dynamique des éruptions limniques

- ★ Dans les lacs volcaniques présentant de telles caractéristiques, l'activité volcanique en profondeur, sous la surface, libère du CO₂ dans la roche environnante.
- ★ Le CO₂ est apparemment dérivé du lent dégazage du magma en profondeur et il se diffuse ensuite le long des zones de fracture dans le fond des lacs.
- ★ Le CO₂ passe ensuite à travers la roche et se dissout lentement dans les eaux souterraines.
- ★ Dans les cas où cela se produit sous un lac, le CO₂ se dissout dans les profondeurs inférieures du lac, saturant cette eau.
- ★ Dans les lacs stratifiés, l'eau profonde n'atteint jamais la surface parce que l'eau du lac ne circule pas et ne se mélange pas.
- ★ Cependant, il y a ce retournement périodique de l'eau, surtout dans les lacs de cratère, de sorte que les gaz dissous (CO₂ et gaz sulfuriques) atteignent la surface et sont libérés dans l'atmosphère de façon inoffensive.
- ★ Au lac Nyos, cependant, ce n'était pas le cas. Le CO₂ dissous est resté emprisonné jusqu'à ce que quelque chose déclenche sa libération soudaine, ce qui a entraîné une catastrophe soudaine, rapide et silencieuse qui a coûté la vie à plus de 1 700 personnes.

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX LE LONG DE LA LVC



- ★ Environ 42 lacs de cratère sont présents le long de la (LVC);
- ★ Certains d'entre eux (tels que les lacs Nyos et Monoun) ont rejeté des niveaux désastreux de CO₂ au cours des trois dernières décennies;
- ★ Parmi les autres lacs situés le long de la LVC, mentionnons Barombi Koto, Barombi Mbo, Mbwandong, Debundscha, Wum, Oku et Manengouba.
- ★ Les lacs Mbwandong et Debundscha se trouvent sur le flanc sud-ouest du Mont Cameroun.

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX

LE LONG DE LA LVC

Le lac Monoun, au Cameroun



Vue satellite du lac Monoun



Lac Monoun

- ★ Le lac Monoun (1080 m d'altitude) se trouve dans la région de l'Ouest du Cameroun;
- ★ Des témoins oculaires ont déclaré avoir entendu un grand bruit le 15 août 1984, vers 22 h 30;
- ★ Il a été suivi par un nuage de gaz (saturé de CO₂) qui a émané d'un cratère dans la partie Est du lac;
- ★ Cela a entraîné la mort d'environ 37 personnes dans les zones de basse altitude, qui se serait produite entre 3 heures du matin et l'aube;
- ★ La végétation a été aplatie autour de la partie Est du lac;
- ★ On croit que les chutes de pierres ont déclenché le renversement du lac Monoun;
- ★ La vulnérabilité
 - ✓ Éruptions peu fréquentes - difficulté à sensibiliser les gens eruptions – difficulty involved in sensitizing the people;
 - ✓ Des flancs instables caractérisés par des roches granitiques et pyroclastiques.

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX

LE LONG DE LA LVC

Le lac Nyos, au Cameroun



Avant l'éruption



Après l'éruption

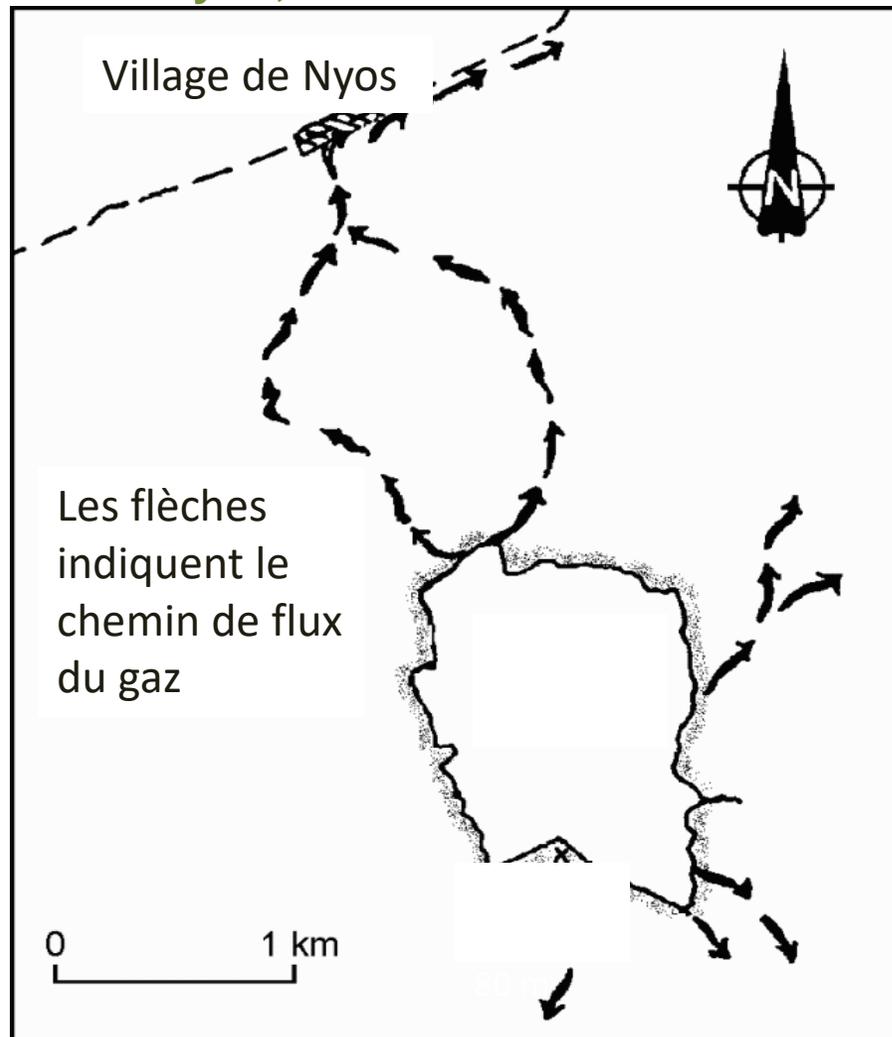


- ★ Le lac Nyos (1100 m d'altitude), un lac de cratère situé dans la Région du Nord-Ouest, ne présentait aucun signe d'activité volcanique ni de risque de catastrophe;
- ★ C'était un beau lac calme, de couleur bleue, entouré de petits villages.
- ★ Dans la nuit du 26 août 1986, cependant, tout a changé .

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX

LE LONG DE LA LVC

Le lac Nyos, au Cameroun



- ★ Suite aux rapports des survivants, le soir du 26 août 1986, un grondement a été entendu;
- ★ Cela a produit une grande fontaine d'eau jaillissant du lac Nyos;
- ★ Cette fontaine a été accompagnée d'un nuage de gaz blanc (très saturé en CO₂), jusqu'à 100 m de hauteur, qui s'est déposé à la surface du lac et a commencé à s'écouler dans la vallée.

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX

LE LONG DE LA LVC

Le lac Nyos, au Cameroun



32 ans après l'éruption

★ La vulnérabilité

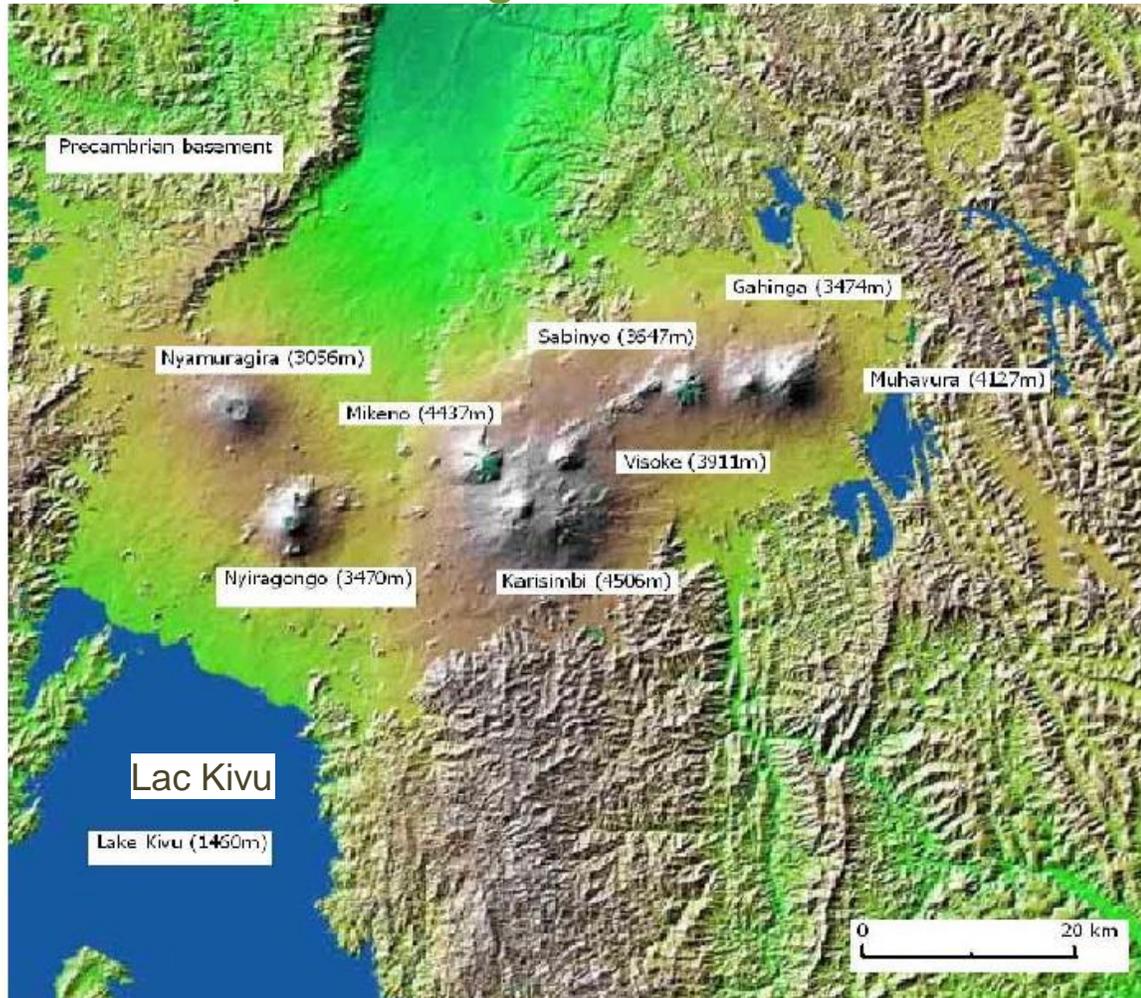
- ✓ L'abondance de roches pyroclastiques et granitiques instables/météorologiques qui entourent le lac Nyos augmente la vulnérabilité de la population aux éruptions de ce lac;
- ✓ La présence de nouveaux migrants dans la région - pas de sensibilisation.

- ★ Cette rivière de gaz coulait à travers les villages et les gens dans les villages ont commencé à perdre conscience, et sont morts par la suite;
- ★ Le bétail, comme les bovins, a également perdu conscience et est mort plus tard;
- ★ Cela a entraîné la mort d'environ 1700 personnes et 3000 bovins le long des vallées;
- ★ Dans le village qui a été le premier touché par le flux de CO₂, seules 4 personnes ont survécu parce qu'elles avaient couru vers un terrain plus élevé;
- ★ On croit que les chutes de pierres ont déclenché le renversement du lac Nyos, causant une libération soudaine de gaz enrichi en CO₂;

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX

LE LONG DE LA LVC

Le lac Kivu, RD du Congo



- ★ Le lac Kivu est l'un des plus grands lacs du rift Est africain, avec une superficie de 2 400 km²;
- ★ Il a une profondeur maximale de 485 m qui est caractérisée par une couche d'eau permanente non affectée par la convection saisonnière;
- ★ Le bassin du lac Kivu est parmi les régions les plus actives sur le plan sismique observées dans la vallée du Rift occidental;
- ★ Les eaux profondes du lac Kivu contiennent d'énormes quantités de CO₂ dissous (75 %), de méthane (15 %) et de 10 % d'autres gaz;
- ★ La principale origine de ces gaz est volcanique (manteau) pour le CO₂ et biogénique pour le méthane (CH₄).

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX

LE LONG DE LA LVC

Le lac Kivu, RD du Congo

La ville de Goma, partie nord du lac Kivu



La ville de Bukavu, partie sud du lac Kivu

- ★ Le rejet d'une fraction seulement de ces gaz pourrait avoir des conséquences catastrophiques pour la région densément peuplée qui traverse les villes de Goma (RDC), Gisenyi (Rwanda), Bukavu (RDC) et Cyagungu (Rwanda);
- ★ Le danger communément mentionné pour le lac Kivu est un mélange de la couche d'eau profonde riche en gaz avec les eaux de surface, ce qui déclencherait une éruption limnique;
- ★ Le lac Kivu contient ~2000 fois plus de gaz que le lac Nyos et affecterait une zone plus densément peuplée avec plus de 2 millions de personnes vivant à proximité du lac;
- ★ Des mesures récentes de la concentration de méthane dans ce lac ont montré une augmentation de 15 à 20 % au cours des 30 dernières années;
- ★ Heureusement, la teneur en gaz dissous dans le lac Kivu n'a pas encore atteint la saturation, comme c'était le cas au lac Nyos avant l'éruption limnique ; donc faible probabilité d'occurrence de l'éruption.

LES LACS VOLCANIQUES DANGEREUX

LE LONG DE LA LVC

Le lac Kivu, RD du Congo

- ★ Les mécanismes possibles de déclenchement d'une éruption limnique au lac Kivu sont les suivants:
 - ✓ Si une coulée de lave très rapide entrerait rapidement dans le lac pour se briser - la lave chaude pourrait perturber la stabilité du lac en générant une convection de l'eau du lac;
 - ✓ L'occurrence d'une éruption volcanique du Nyiragongo dans le lac près de la ligne de rivage ou celle d'un grand séisme dans le lac générant des tsunamis;
- ★ Dans le passé, le Nyiragongo a déjà fait éruption dans le lac Kivu et sur la rive;
- ★ Aucune donnée historique n'est disponible à l'heure actuelle sur ces éruptions passées;
- ★ Cependant, la probabilité qu'une éruption limnique se produise au lac Kivu est encore très débattue dans la communauté scientifique travaillant dans la région du lac Kivu;
- ★ Le gouvernement rwandais a développé un programme pour l'exploitation du méthane dissous pour la production d'énergie.

LES SYSTÈMES D'ALERTE RAPIDE ET LA SURVEILLANCE DE CES LACS



- ★ Pour éviter des catastrophes similaires, le gouvernement du Cameroun a créé le Projet de dégazage de Nyos-Monoun (PDNM);
- ★ Ce projet est dirigé par un comité scientifique international qui surveille le dégazage de ces lacs et d'autres dangers dans leur voisinage;
- ★ Les objectifs du PDNM sont les suivants:
 - ✓ installer un système de surveillance du CO₂ fonctionnant en continu près des zones peuplées à proximité de chaque lac,
 - ✓ installer dans les lacs des tuyaux qui siphonneront en toute sécurité l'eau du fond riche en gaz vers la surface, libérant ainsi le CO₂ du fond et dans l'atmosphère.

LES SYSTÈMES D'ALERTE RAPIDE ET LA SURVEILLANCE DE CES LACS

- ★ Des systèmes d'alerte précoce sur le dioxyde de carbone ont également été installés aux lacs Nyos et Monoun;
- ★ Le système d'avertissement déclenche une sirène lorsque la concentration de CO₂ dans l'atmosphère atteint 5 % (environ 10 fois plus que la valeur normale);
- ★ La sirène retentit en continu jusqu'à ce que la concentration de gaz descende en dessous d'un niveau dangereux;
- ★ Les 3 systèmes de dégazage artificiel installés au lac Monoun après 2003 ont permis d'éliminer presque tout le gaz du lac;
- ★ Mais la question reste de savoir si le gaz peut s'accumuler à nouveau après l'arrêt du dégazage artificiel;
- ★ Au lac Nyos, environ 32 % du gaz qu'il contenait a été retiré par 3 tuyaux de dégazage qui ont été installés en 2001, 2010 et 2011.

DISCUSSIONS

- ★ Y a-t-il d'autres lacs dans la région de la CEEAC qui présentent des possibilités de dégazage volcanique que nous n'avons pas mentionnées dans cette étude ? Si oui, dans quel pays se trouvent-ils?
- ★ Connaissez-vous d'autres causes possibles pour les catastrophes du lac Nyos et du Monoun?
- ★ Propositions possibles pour une meilleure surveillance de ces lacs ainsi que d'autres le long de la LVC et de l'EARS.
- ★ Autres sujets de discussion de l'auditoire?.