

# IMAOC 2024 ECOLE DE GUINNEE

## **ANALYSE DE LA VARIABILITE INTERNE ET EXTERNE DU CLIMAT**

Par :

**Geoffroy IBIASSI MAHOUNGOU**

Climatologue, Maître de conférences CAMES  
Université Marien NGOUABI (République du Congo)  
E-mail: [triompheom7@gmail.com](mailto:triompheom7@gmail.com)

Tel : 00242066624322

# **Concepts fondamentaux sur la variabilité climatique, Extrêmes climatiques changements climatiques, vulnérabilité et risques climatiques**

**Changement climatique :** Selon le GIEC (2007), le changement climatique s'entend comme la variation de l'état du climat que l'on peut déceler (par exemple au moyen de test statistique) pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus.

**AR4 et AR5 :** Les concepts de l'AR4 et l'AR5 du GIEC identifient tous les deux des composantes conduisant à des conséquences négatives causées par les effets du changement climatique et des extrêmes climatiques sur les systèmes naturels ou sociaux. Les deux concepts distinguent les causes externes liées au climat dans l'AR4 « exposition ou vulnérabilité », dans l'AR5 « danger ou risque ») des caractéristiques du système. (Guide complémentaire sur la vulnérabilité, 2017, p18.)

**Aléa climatique :** un phénomène dangereux, une substance, une activité humaine ou une condition pouvant causer la mort, des blessures ou d'autres effets sur la santé, des dommages ou biens, les pertes de moyens de substance et des services, des perturbations socioéconomiques, ou les dommages écologiques des gaz à effet de serre. (Guide Sur Les Scénarios Climatiques, 2016, p 14).

**Projection climatique :** Elle représente une évolution plausible des différentes variables qui décrivent le système climatique sur une période de plusieurs décennies à plusieurs siècles, selon différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. Guide sur les scénarios climatiques,2016, p.16

**Résilience :**la capacité d'une communauté à résister, absorber, accueillir et corriger les effets d'un aléa, en temps opportun et de manière efficace, en préservant ses structures de base, ses fonctions et son identité essentielles (UNISDR,2009 et IISD,2009).

**Variabilité climatique :** Le degré selon lequel un système est susceptible, ou se révèle incapable, de faire face aux effets néfastes des changements climatiques, notamment à la variabilité du climat et aux événements climatiques extrêmes. (ICCP, 2001). Elle peut être définie aussi comme les variations au-dessus ou au-dessous d'un état moyen à long terme du climat. Cette variabilité peut être causée par des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou par des variations dans le forçage externe anthropique (variabilité externe). (Guide sur les scénarios climatiques, 2016 p87).

**Facteurs d'exposition :** Parmi tous les éléments qui contribuent à la vulnérabilité, l'exposition est la seule qui soit directement liée aux paramètres climatiques, c'est-à-dire au caractère, à l'ampleur et au rythme de l'évolution et de la variabilité climatiques. Les facteurs d'exposition types comprennent les températures, les précipitations, l'évapotranspiration, le bilan hydrique climatique ainsi que les événements extrêmes, tels que les fortes pluies et les sécheresses météorologiques (GRV, 2017).

**Normales climatiques :** Les normales climatiques sont des moyennes d'indices climatiques utilisées pour représenter le climat Passé récent selon une zone donnée. La période de temps utilisée pour les normales climatiques correspond souvent à celle utilisée comme période de référence ou de base dans le calcul du changement climatique (Guide Sur Les Scénarios Climatiques ,2016 P8).

**climat** : L'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné et pour une période de plusieurs dizaines d'années, par exemple une période de 30 ans ou plus. Les moyennes des paramètres sont prises en compte ainsi que leurs extrêmes et les fréquences d'occurrence de certain phénomène.

**Changement climatique** : le changement climatique correspond aux modifications survenus dans les indicateurs climatiques durant une période donnée. (Ex : l'augmentation des précipitations, l'augmentation des températures,)

**Impacts du changement climatique** : les impacts des changements climatiques désignent les conséquences des changements climatiques et de la variabilité climatique sur un système donnée (Exemple : les conséquences de l'augmentation des précipitations ou des températures lors des événements climatiques extrêmes sur le littoral congolais)

**Risques climatiques** : les risques sont considérés comme une mesure du danger. Il s'exprime en termes de probabilité d'occurrence (d'apparition) d'un impact multiplié par le degré d'importance des conséquences de cet impact s'il se produit. (Ex : risque climatique très élevé, représenté souvent par la couleur rouge se caractérise par une probabilité d'occurrence de probable à très probable associée à des conséquences élevées à très élevées).

**Vulnérabilité aux changements climatiques** : la vulnérabilité d'un système aux changements climatiques correspond à la réponse de ce système face à un ou plusieurs facteurs d'exposition en fonction de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation.

**Exposition** : correspond au caractère, à l'ampleur et au rythme de l'évolution et de la variabilité climatiques (Ex : rythme des précipitations, des températures dans un système donné (naturel ou anthropique)).

**La sensibilité** : La sensibilité détermine le degré d'affectation positive ou négative d'un système par un ou plusieurs facteurs d'exposition donnés. La sensibilité est typiquement façonnée par les caractéristiques de l'environnement naturel et/ou physique d'un système.

**La capacité d'adaptation** : L'AR4 du GIEC définit la capacité d'adaptation comme « la capacité d'un système à s'adapter au changement climatique (y compris aux variations et aux extrêmes climatiques) afin d'atténuer des effets négatifs potentiels, d'exploiter les opportunités ou de faire face aux conséquences » (Parry et al. 2007).

**L'adaptations aux changements climatiques** : Le GIEC, 2001 définit l'adaptation aux changements climatique comme l'ajustement des systèmes naturels et humains en réponse aux stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques.

**Méthodes d'analyses de la  
variabilité climatique,  
extrêmes climatiques,  
changements climatiques.**

# 1. MÉTHODE D'ANALYSE DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE

- Déterminer les saisons pluviométriques, thermiques à partir du graphique des anomalies centrées réduites, qui permettent de caractériser la pluviométrie, les températures au cours de l'année;
- Connaitre le cycle moyen annuel de la pluviométrie (Ex: saisons pluvieuses et sèches), des températures (saisons chaudes et fraîche);
- Apprécier la tendance des paramètres climatiques : les périodes humides ou sèches (des précipitations), les périodes chaudes et fraîche (des températures) à partir de la régression linéaire; polynomiale d'ordre 6;
- Rechercher les tendances des des paramètres climatiques à partir du test de Mann-Kendall. De ce fait, deux hypothèses sont utilisées :
  - $H_0$  : Hypothèse de base, illustrant l'absence de tendance significative;
  - $H_a$  : Hypothèse alternative, traduisant la présence de tendance significative ;
- Détecter les modifications (diminution ou augmentation survenues sur les séries des paramètres climatiques à partir du test de Pettitt;
- Déterminer le degré de modification (diminution ou augmentation) à partir du test de Pettitt.

### 3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE D'ANALYSE DES EXTREMES CLIMATIQUES

#### ➤ Données utilisées

Les données suivantes sont utilisées:

- Les données satellitaires (températures de l'air, précipitations );
- Les données du scénario climatique (Ex: RCP8.5);
- Les données du modèle climatique (Ex: régional(Cordex-Africa),
- la période d'étude (Ex: 1991 à 2020).

#### ➤ Méthodes d'analyse des données

- Les méthodes d'analyses des données utilisées permettent de faire le diagnostic des facteurs d'exposition climatique (Ex au Sud-Congo), durant la période de 1991 à 2020, à partir de 7 indices des extrêmes des précipitations et 5 indices des extrêmes des températures proposées par l'équipe d' experts sur la détection des changements climatiques et les indices (ETCCDI) à partir du programme ClimPACT2 Master. Les experts de l'ETCCDI ont défini 27 indices climatiques dont 11 pour caractériser la pluviométrie et 16 pour les températures extrêmes.

Les indices suivants sont calculés et utilisés :

- L'indice simple de l'intensité des précipitations (SDII):

$$SDII = \sum RRwJ / W$$

Avec :  $RRw_j$  le volume journalier des précipitations enregistré les jours de pluies,  $w(RR \geq 1 \text{ mm})$  le nombre de jours de pluies de la période J.

- La hauteur totale saisonnière de pluies des jours très humides (R95P).
- La hauteur saisonnière de pluies des jours extrêmement humide (R99P).
- Précipitations maximales sur cinq jours pendant un mois donné (Rx5days):

Soit  $RR_{kj}$  le volume de précipitations enregistré pour la plage de cinq jours K de la période J, ou K est défini par sa dernière journée.

La valeur maximale pour les cinq jours de la période J est égale à :  $Rx5day_j = \max(RR_{kj})$

- La durée maximale d'une période sèche , nombre maximal de jours consécutifs sans pluie ou  $RR < 1 \text{ mm}$  (CDD);  $RR_{ij} < 1 \text{ mm}$ ;
- La durée maximale d'une période pluvieuse , nombre maximal de jours consécutifs sans pluies ou  $RR \geq 1 \text{ mm}$  (CWD) avec  $RR_{il} \geq 1 \text{ mm}$ ;



- Le nombre saisonnier de jours ou les précipitations  $\geq 10$  mm;

Soit  $R_{ij}$  le volume journalier de précipitations enregistré le jour  $i$  de la période  $j$ .  $R_{10p}$ .

Compter le nombre de jour ou :  $RR_{ij} \geq 10$  mm.

- Le pourcentage de jours ou la  $TX > 95^{\text{e}}$  percentile ( $TX_{95}$ )

Soit  $T_{xij}$  la température maximale journalière prélevée le jour  $i$  de la période  $j$ , et  $T_{xin95}$  le  $95^{\text{e}}$  percentile pour un jour civil de la température journalière maximale calculée pour une fenêtre de cinq jours centrés sur chaque jour civil de la période de référence 1991-2020.

- Le pourcentage de jours ou la  $TX > 99^{\text{e}}$  percentile ( $TX_{99p}$ )

Soit  $T_{xij}$  la température maximale journalière prélevée le jour  $i$  de la période  $j$ , et  $T_{xin99}$  le  $99^{\text{e}}$  percentile pour un jour civil de la température journalière maximale calculée pour une fenêtre de cinq jours centrés sur chaque jour civil de la période de référence 1991-2020.

- Le pourcentage de jours ou la  $TX > 90^{\text{e}}$  percentile ( $TX_{90p}$ )

Soit  $T_{xij}$  la température maximale journalière prélevée le jour  $i$  de la période  $j$ , et  $T_{xin90}$  le  $90^{\text{e}}$  percentile pour un jour civil de la température journalière maximale calculée pour une fenêtre de cinq jours centrés sur chaque jour civil de la période de référence 1991-2020.

### 3. MÉTHODE D'ANALYSE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les changements climatiques potentiels futurs du climat sont détecter à partir de la différence entre les moyennes des indicateurs climatiques (indices des températures, de précipitations, de vents...) de la période de référence ( **Ex: 1991-2020**) et celles des périodes futures ( **Ex : 2021-2050**) et ( **Ex : 2051-2080**).

**Changement = MP2 - MP1**

- MP1: Moyenne de la période 1991-2020 (période de référence: normale climatique actuelle);
- MP2 ou MP3 : Moyenne des périodes futures (2021-2050) et ( 2051-2080) : servant pour l'analyse prospective des changements climatiques, à moyen terme (2021-2050) et à long terme ( 2051-2080).

# Méthodes d'analyse de la vulnérabilité climatique sectorielle, des risques climatiques sectoriels.

Les différentes étapes suivantes sont à respecter:

- la détection des changements (modifications) sur les séries des indicateurs des **facteurs d'exposition**;
- l'identification **des impacts actuels et futurs** des changements climatiques ;
- l'évaluation **des risques climatiques** par secteurs ;
- l'appréciation de **la Sensibilité** différents systèmes aux impacts des changements climatiques;
- l'appréciation de **la Capacité d'adaptation** des différents systèmes aux impacts des changements climatiques ;
- L'analyse de la vulnérabilité (vulnérabilités sectorielles) et par zones cibles;
- la proposition **des options d'adaptation** par secteurs et par zones cibles.
- la proposition **des mesures d'adaptation** par secteurs et par zones cibles

## Deux approches disponibles :

### ➤ Analyse de la vulnérabilité (AR4)

*Dans le 4<sup>ème</sup> rapport du GIEC (AR4)* La **vulnérabilité** constitue le concept de base, se référant au degré auquel un système naturel ou social est en mesure ou non de faire face aux effets néfastes du changement climatique.

### ➤ Analyse du risque (AR5)

*Dans le 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC (AR5)* le concept de **risque** est utilisé. Ce dernier a été adopté à partir de l'approche et des pratiques de gestion et de réduction des risques et catastrophes.

Le concept de **risque** est axé sur l'évaluation du risque d'impacts liés au climat qui pourraient nuire à un système.

Le risque est décrit comme le résultat de l'interaction entre la vulnérabilité, l'exposition et l'aléa.

$$\text{VULNERABILITE} = \underbrace{\text{EXPOSITION} \times \text{SENSIBILITE} \times \text{CAPACITE D'ADAPTATION}}_{\text{IMPACT POTENTIEL}}$$



$$\text{RISQUE} = \text{EXPOSITION} \times \text{ALEA} \times \text{VULNERABILITE}$$

La vulnérabilité d'un système n'est désormais qu'une des composantes du risque qui peut augmenter ou diminuer les conséquences potentielles d'un aléa.

# Les composantes de la vulnérabilité (AR4)

## 1) EXPOSITION

Eléments qui contribuent à la vulnérabilité directement liée aux paramètres climatiques

EX : Fortes pluies

Variabilité et changements climatiques actuels et futurs

Exposition

Sensibilité

Environnement naturel/physique

Société

Impact potentiel

Capacité d'adaptation

Vulnérabilité

## 2) SENSIBILITE

Degré d'affectation positive ou négative d'un système par une exposition donnée au changement climatique

EX : Sol fragile et pentes abruptes

## 1+2) IMPACT POTENTIEL

La combinaison de l'exposition et de la sensibilité

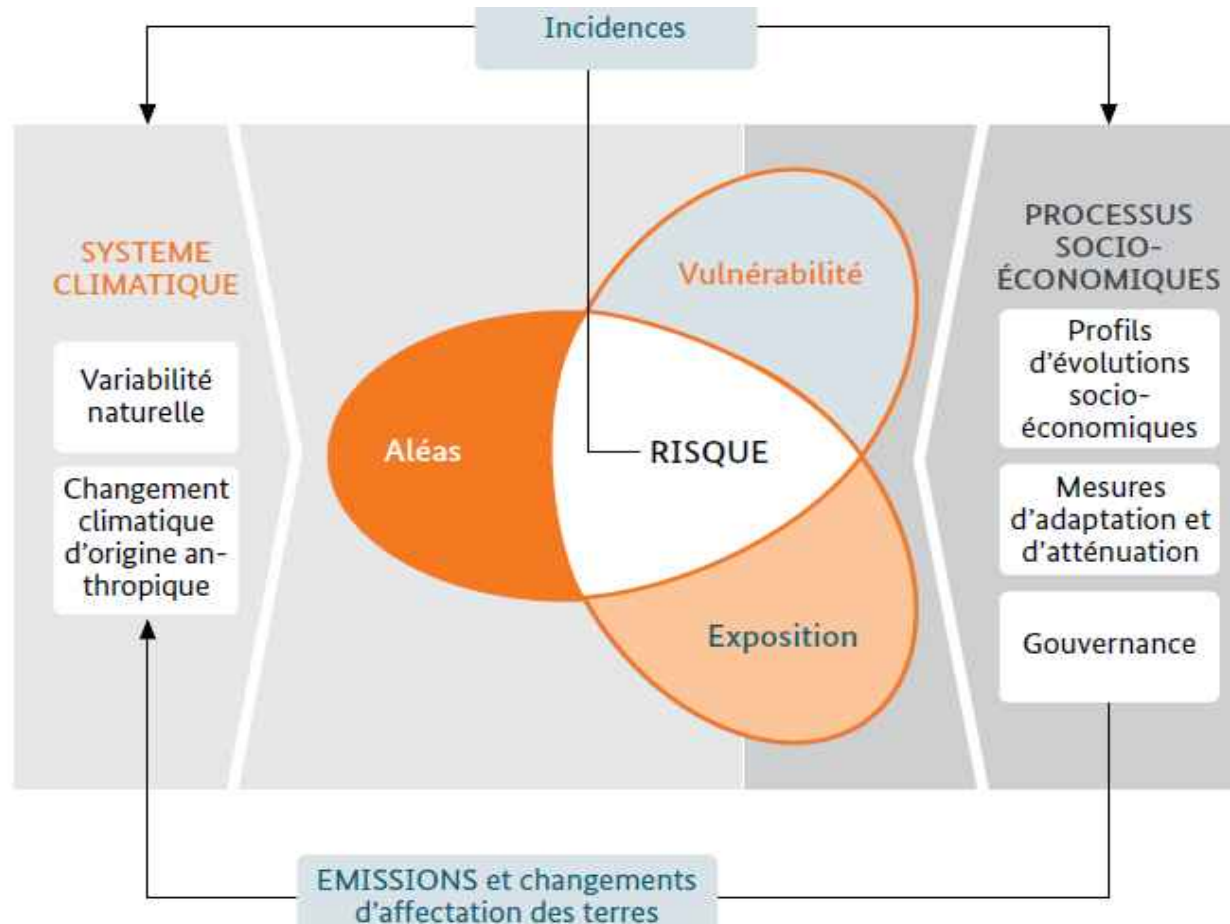
EX : Fortes pluies + sol fragile et pentes abruptes = glissement de terrain

## 3) CAPACITE D'ADAPTATION

La capacité d'un système à s'adapter au changement climatique (y compris aux variations et aux extrêmes climatiques) afin d'atténuer des effets négatifs potentiels, d'exploiter les opportunités ou de faire face aux conséquences

*Les composantes de la vulnérabilité AR4 (GIEC, 2007)*

# Les composantes du risque (AR5)





Merci pour votre attention