

DÉMOGRAPHIE ET ÉCOLOGIE · L2 ÉCONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT · UEA BUKAVU

Individus et environnement

Mesurer leurs liens : changement climatique, santé et
migrations

Guerschom Mugisho
L2 Économie de l'environnement · UEA Bukavu



Vla

**Modéliser les liens entre
changement climatique et
santé : revue des méthodes**

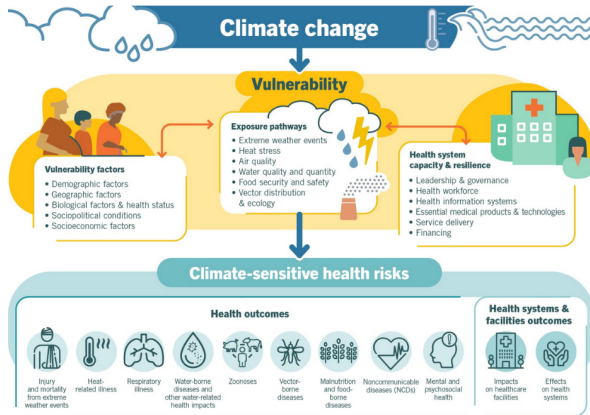
Une tâche difficile

PLUSIEURS MÉCANISMES, TROIS QUESTIONS

1 Quels **facteurs climatiques** affecteront la santé ?

2 Quels **indicateurs de santé** seront particulièrement affectés ?

3 Comment **mesurer le lien** entre changement climatique et santé humaine ?



De nombreux auteurs ont tenté d'y répondre, mais **de nombreux points d'ombre subsistent.**

Mesures de la santé

Les maladies et indicateurs étudiés : maladies liées à l'ozone, paludisme, diarrhée...

Auteurs	Indicateur de santé étudié
Knowlton et al. (2004)	mortalité liée à l' ozone
Sheffield et al. (2011)	visites aux urgences pour asthme chez les enfants de moins de 17 ans
Caminade et al. (2014)	risque et taux de transmission du paludisme
Parham et Michael (2010)	
Deschenes et al. (2009)	santé des enfants : poids de naissance, malnutrition, retard de
Jankowska et al. (2012)	croissance, anémie
Bambrick et al. (2008)	risque de maladies bactériennes

Les auteurs analysent l'impact du changement climatique sur ces variables à l'aide de différents scénarios de changement climatique.

Modéliser le changement climatique et ses scénarios

Distinguer les facteurs du changement climatique qui influenceront la santé humaine

LES CANAUX D'ALTÉRATION DE LA SANTÉ LES PLUS UTILISÉS

Température

Précipitations

Concentration
d'ozone

- La **quantification de ces indicateurs** pose encore de nombreux problèmes
- Les auteurs utilisent généralement des **données historiques et futures**

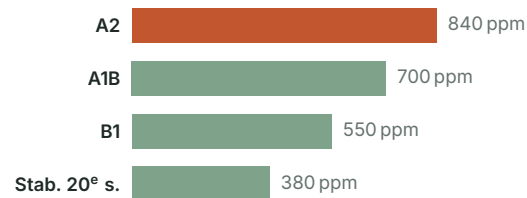
S'il est facile de trouver des données historiques, la **prévision des indicateurs futurs** du changement climatique reste une tâche très complexe.

Littérature sur la modélisation du changement climatique

Knowlton et al. (2004) : modèles globaux et régionaux de concentration d'ozone aux États-Unis

- Le modèle global du **Goddard Institute for Space Studies (GISS)**, laboratoire de la NASA, produit d'abord des simulations du climat horaire au niveau mondial de 1990 à 2100
- Le **scénario A2 du GIEC** (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) sert à simuler le niveau des émissions de gaz à effet de serre
- **Sheffield et al. (2011)** utilisent la même méthodologie pour analyser l'impact du changement climatique sur l'asthme infantile à New York

CONCENTRATION EN CO₂ EN 2100 SELON LES SCÉNARIOS



A2 : le plus pessimiste, aucune mesure de restriction des émissions. **B1** : plus optimiste. Des scénarios de stabilisation (380, 550 et 700 ppm) servent à analyser le temps d'ajustement du système climatique.

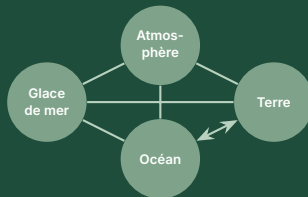
Littérature sur la modélisation du changement climatique

Le plus souvent : des prévisions de température et de précipitations

Deschenes et al. (2009)

Température quotidienne sur la période **2070-2099**, prévue par le modèle communautaire du système climatique du *National Center for Atmospheric Research* (**CCSM3**).

Le modèle CCSM3



Composantes reliées par des **flux**, pour simuler les changements climatiques passés, présents et futurs à moindre coût et à grande résolution spatiale (Van Oldenborgh et al., 2005).

Les modèles utilisés : régressions

Quantifier l'impact sur la santé se heurte à de nombreux obstacles, contrairement aux indicateurs économiques

La **régression linéaire et non linéaire** est souvent utilisée dans ces études.

Jankowska et al. (2012)

RÉGRESSION MULTILINÉAIRE

Impact de la **température** et des **précipitations** sur trois indicateurs de **malnutrition infantile** au Mali.

Deschenes et al. (2009)

RÉGRESSION LINÉAIRE

Poids de naissance des enfants régressé sur des variables climatiques telles que la température et les précipitations.

Bambrick et al. (2008)

RÉGRESSION DE POISSON

Influence de la température maximale et des précipitations sur la mortalité liée à la température, les hospitalisations, la salmonellose et la gastro-entérite bactérienne.

Les modèles utilisés : spécifications mathématiques

D'autres auteurs appliquent des formules pour évaluer le risque de maladies liées au changement climatique

OZONE · KNOWLTON ET AL. (2004), SHEFFIELD ET AL. (2011)

$$M = \frac{P}{100\,000} \times B \times CRF \times E$$

- M nombre de décès par jour attribuables à la concentration d'ozone
 P population en milieu de période
 B taux de référence de mortalité par jour au niveau du comté
 CRF fonction concentration-réponse

PALUDISME · PARHAM ET MICHAEL (2010)

On calcule d'abord le nombre de moustiques M en fonction des précipitations et de la température, puis le **taux de reproduction de base** R_0 :

$$R_0 = \frac{M(R, T) a(T)^2 b_1 b_2 I_M(T)}{\gamma \mu(T) N}$$

Le taux de reproduction de base R_0 du paludisme

Parham et Michael (2010)

M	nombre de moustiques
T, R	température et précipitations
a	taux de piqûre par jour et par moustique
b_1	proportion des piqûres de moustiques vulnérables sur des humains infectieux qui produisent une infection
b_2	taux de piqûres de moustiques contagieux sur des humains vulnérables qui produisent une maladie
I_M	pourcentage de moustiques infectés qui deviennent infectieux
γ	taux auquel les humains infectieux se rétablissent et acquièrent une immunité
$\mu(T)$	taux de mortalité quotidien du moustique adulte

TROIS CAS SELON LA VALEUR DE R_0

$R_0 < 1$: la maladie décline

Chaque infection en provoque moins d'une nouvelle; la maladie finit par disparaître.

$R_0 = 1$: la maladie est stable

Chaque infection en provoque une nouvelle; ni poussée ni épidémie.

$R_0 > 1$: risque d'épidémie

Chaque infection en provoque plus d'une; la maladie se transmet et une poussée est possible.

R_0 en pratique : un indicateur de suivi épidémique

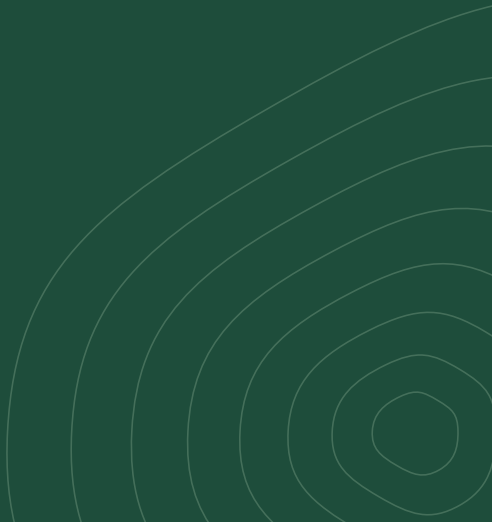
Exemple de tableau de bord : taux d'incidence, taux de positivité et taux de reproduction effectif



Un taux de reproduction effectif inférieur à 1 (ici 0,72) signale une épidémie en recul.

Vlb

Modéliser les liens entre changement climatique et migrations : revue des méthodes



Climat et migrations forcées : les approches

Modéliser le lien entre changement climatique et migrations forcées

Une recherche en plein essor

La recherche empirique sur les liens entre changement climatique, dégradation de l'environnement et migration forcée a considérablement augmenté ces dernières années, avec une **variété impressionnante de méthodes**.

Six familles de méthodes

Leurs principales caractéristiques techniques et leurs résultats empiriques sont présentés et discutés de manière critique.

Deux stratégies de recherche plus pertinentes

Même face à de graves dégradations de l'environnement, les individus et les communautés sont **résistants** et gardent un minimum d'**autonomie** pour décider de migrer ou de choisir d'autres stratégies d'adaptation. Les migrations induites par le changement climatique **ne peuvent donc pas être modélisées comme le climat lui-même**.

1 Descriptive et prospective

Identifier les principales régions menacées par la dégradation de l'environnement (les « **points chauds** ») et évaluer de manière intégrée la vulnérabilité et la résilience de leurs habitants, ce qui donne un aperçu des migrations futures possibles.

2 Analytique

Dissocier l'impact environnemental des autres facteurs de migration. Empiriquement, elle interroge le **rôle et le poids des facteurs environnementaux** dans les migrations humaines déjà existantes.

Les six familles de méthodes

1 Inférence écologique

fondée sur les
caractéristiques de la
zone

2 Enquêtes

sur des échantillons
individuels

3 Séries temporelles

4 Analyse multiniveaux

5 Modélisation basée sur les agents (ABM)

6 Études qualitatives et ethnographiques

1. Inférence écologique

fondée sur les caractéristiques de la zone

L'idée centrale

Reconstruire le **comportement individuel** à partir de données au **niveau du groupe**.

Pourquoi «écologique» ?

L'unité d'analyse n'est pas un individu mais un **groupe de personnes**, correspondant généralement à une zone géographique.

L'hypothèse

Si l'environnement joue un rôle dans les décisions de migration, les caractéristiques environnementales d'une zone géographique devraient être **corrélées avec ses caractéristiques migratoires** au cours de la même période (ou après un certain délai).