

SUPPORTS DE FORMATION GIE – ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ ET DE L'ADAPTATION

CHAPITRE 8

Secteur de la santé



Objectifs et attentes

- Une fois la présentation lue, en conjonction avec le guide correspondant, le lecteur devrait :
 - a) Avoir une **idée générale des facteurs et de leurs impacts potentiels** sur la santé
 - b) Savoir se servir des **méthodes et outils communs** d'évaluation des impacts des changements climatiques sur la santé
 - c) Savoir également se servir des méthodes de **détermination** des réponses d'adaptation **appropriées.**



Grandes lignes

- Vue d'ensemble des impacts potentiels de la variabilité et des changements climatiques sur la santé
- Outils de prévision
 - a) Évaluation des impacts sur la santé (EIS) des changements climatiques
- Méthodes et outils pour l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation (V&A) dans le secteur de la santé
- Méthodes de détermination d'une référence d'adaptation pour le secteur de la santé
- Les sections ci-après donnent de plus amples informations pouvant servir pendant l'évaluation V&A :
- Données sur la santé pour déterminer le poids actuel des maladies sensibles au climat
- Projections des impacts sur la santé au niveau mondial



Sujets

- Changements climatiques et santé
- Voies par lesquelles la météorologie affecte la santé
- Impacts potentiels des changements climatiques sur la santé
 - a) Évènements météorologiques extrêmes
 - Température
 - Tempêtes/Inondations
 - b) Ressources en eau potable
 - c) Qualité de l'air
 - d) Production et sécurité alimentaires
 - e) Maladies à vecteur
 - f) Maladies alimentaires et hydriques
 - Maladies diarrhéiques
 - g) Autres impacts indirects.



**VUE D'ENSEMBLE DES
IMPACTS POTENTIELS DE LA
VARIABILITÉ ET DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES
SUR LA SANTÉ**



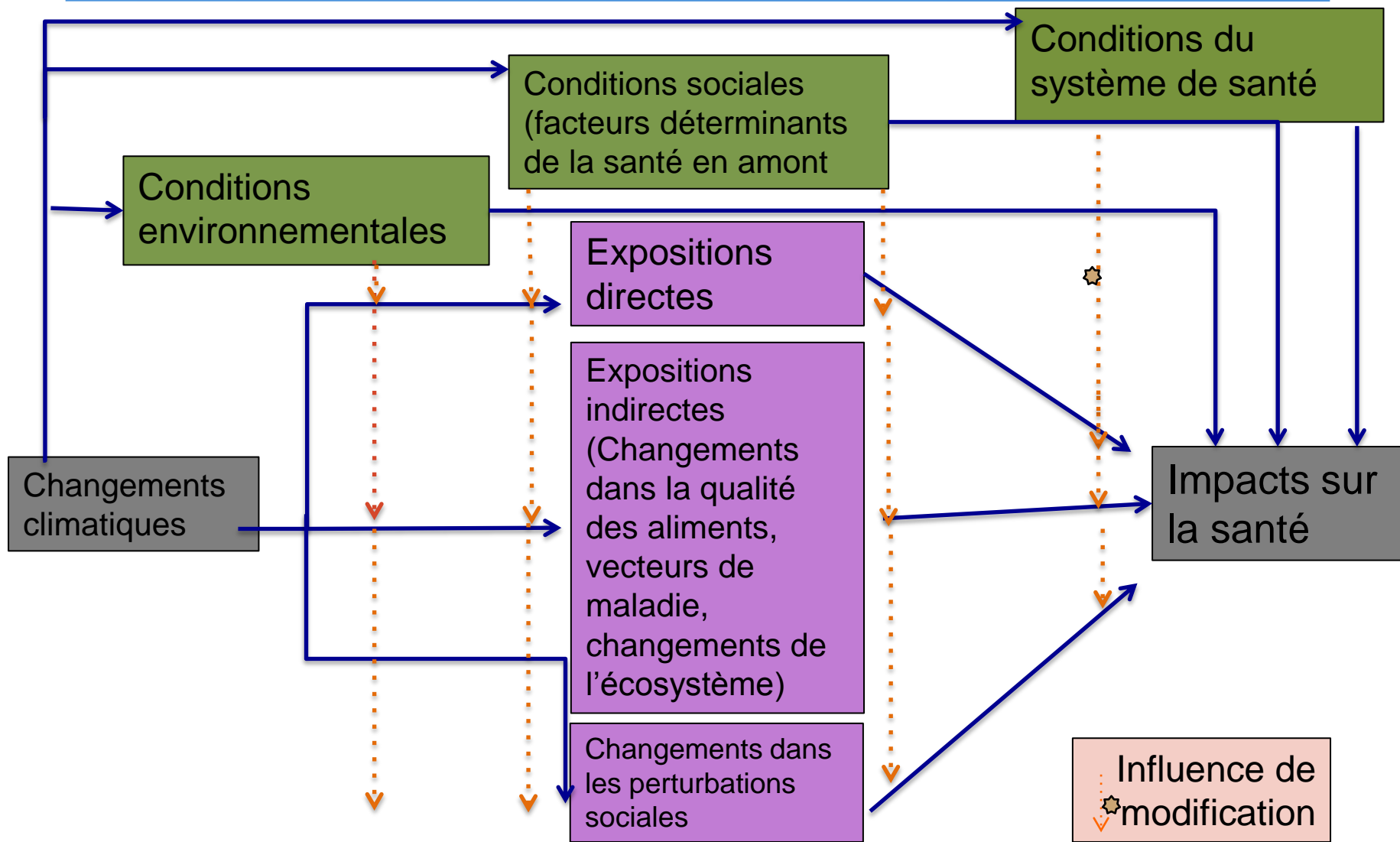
Changements climatiques et santé

- Les impacts potentiels des changements climatiques mondiaux sur la santé sont pris en considération par de nombreux pays.
- On distingue trois types d'impacts sur la santé^[1] :
 - a) Impacts relativement directs, généralement causés par des extrêmes météorologiques
 - b) Conséquences d'un changement environnemental et d'une perturbation écologique dus aux changements climatiques
 - c) Conséquences se produisant lorsque les populations sont démoralisées et déplacées à cause des facteurs ci-après induits par les changements climatiques :
 - bouleversement économique,
 - déclin environnemental et situations conflictuelles comprenant des conséquences traumatiques, infectieuses, nutritionnelles, psychologiques et d'autres conséquences sur la santé.

[1] Organisation mondiale de la Santé (WHO). 2003. Climate change and human health: risks and responses.

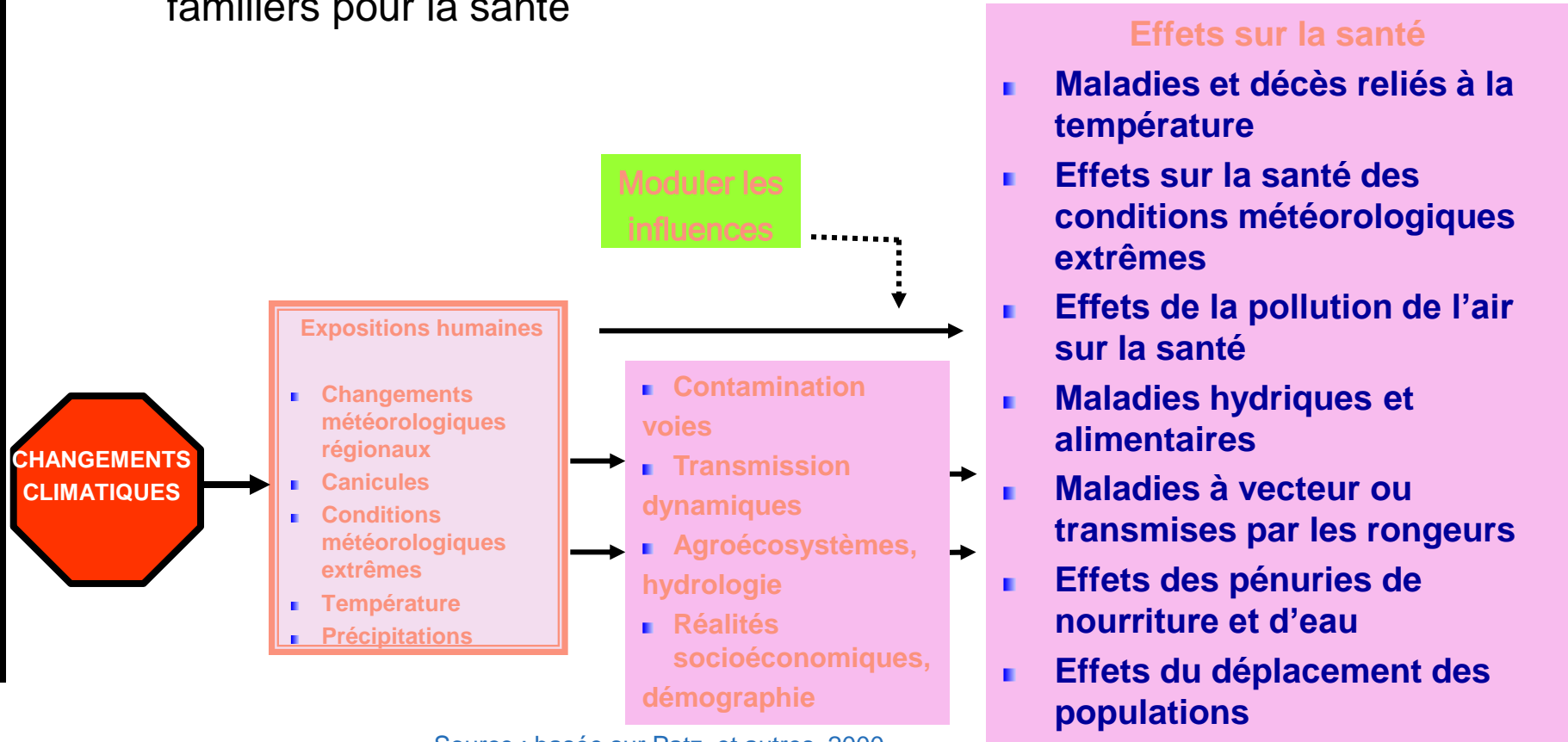


Voies par lesquelles la météorologie affecte la santé



Cartographie des liens entre les changements climatiques et la santé

- Les impacts les plus attendus seront néfastes, mais bénéfiques.
- Les attentes ne consistent pas en de **nouveaux risques pour la santé**, mais plutôt en des changements de fréquence ou de gravité des risques familiers pour la santé



Source : basée sur Patz, et autres, 2000



IMPACTS POTENTIELS DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX SUR LA SANTÉ



TEMPÉRATURE



Température

Table 3.2. Projected temperature changes for Asia/Pacific subregions^c

Subregion	2030 (°C)				
	Annual	DJF	MAM	JJA	SON
Arid and Semi-Arid Asia	1.2 (0.6–2.3)	1.3 (0.6–2.7)	1.2 (0.5–2.4)	1.2 (0.5–2.3)	1.2 (0.6–2.2)
Temperate Asia	0.9 (0.4–1.9)	1.0 (0.4–2.5)	0.8 (0.3–1.3)	0.8 (0.4–1.7)	0.9 (0.4–1.8)
North Tropical Asia	0.8 (0.4–1.3)	0.8 (0.4–1.4)	0.8 (0.4–1.4)	0.8 (0.4–1.4)	0.8 (0.4–1.3)
South Tropical Asia	0.8 (0.4–1.3)	0.8 (0.4–1.3)	0.8 (0.4–1.4)	0.8 (0.4–1.3)	0.8 (0.4–1.3)
	2070 (°C)				
Arid and Semi-Arid Asia	3.2 (1.3–7.1)	3.4 (1.3–8.3)	3.2 (1.0–7.3)	3.1 (1.1–7.1)	3.1 (1.2–6.8)
Temperate Asia	2.4 (0.9–5.7)	2.8 (0.9–7.7)	2.3 (0.8–5.5)	2.2 (0.8–5.3)	2.4 (0.9–5.6)
North Tropical Asia	2.1 (0.9–4.0)	2.1 (0.8–4.1)	2.1 (0.9–4.2)	2.0 (0.8–4.1)	2.0 (0.8–4.0)
South Tropical Asia	2.1 (0.9–4.0)	2.0 (0.9–4.1)	2.1 (0.9–4.2)	2.1 (0.8–4.1)	2.1 (0.8–4.1)

CSIRO 2006 : Changements climatiques dans la région Asie/Pacifique

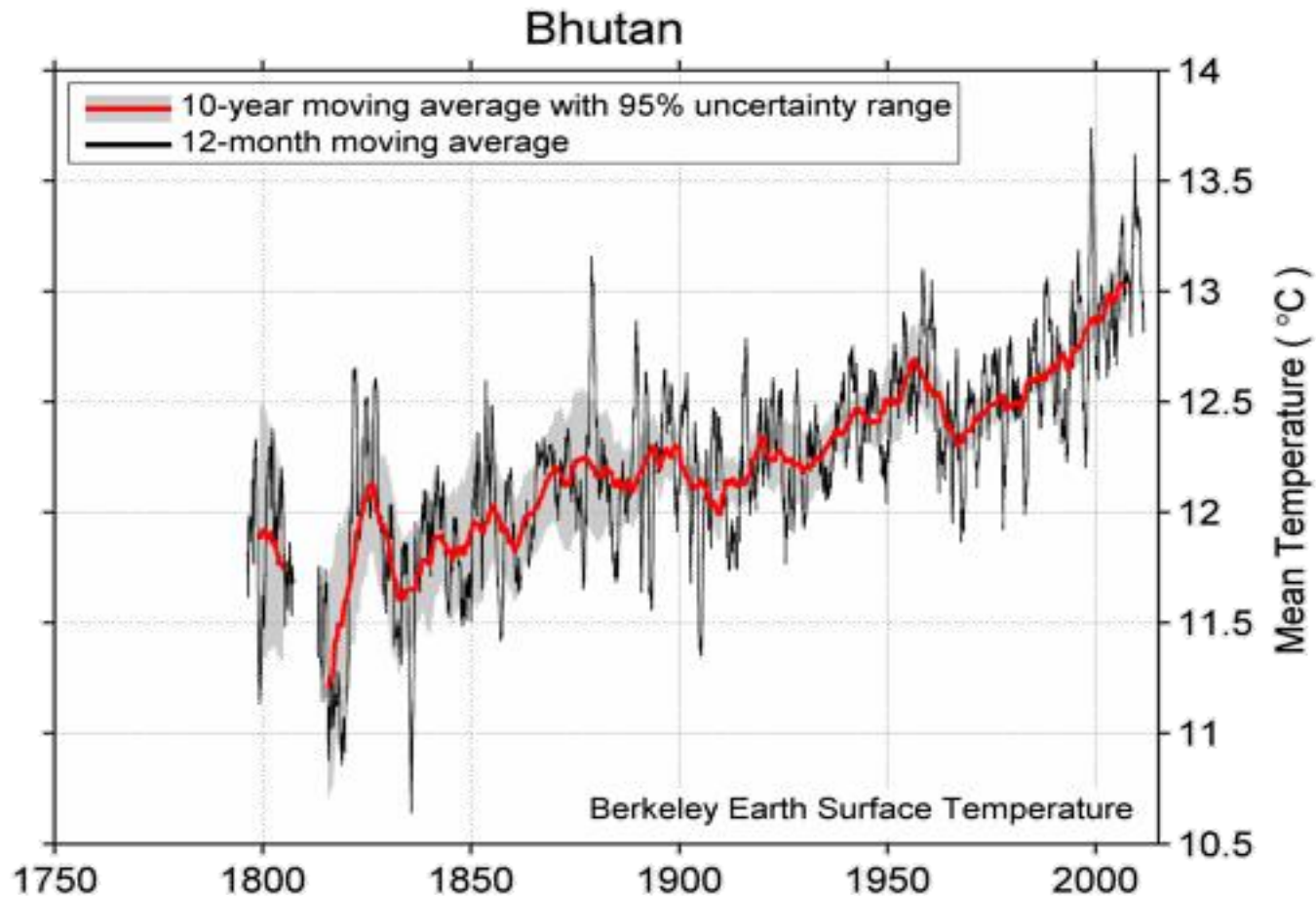


Température



Température

Températures extrêmes au Bhoutan, de 1800 à 2010



Impacts directs de la chaleur sur la santé

- Le corps humain parvient à réguler sa température interne à des températures ambiantes ne dépassant pas les 32 degrés C
- Au-delà, la perte de chaleur se fait à travers les pores de la peau et la transpiration.
- Les maladies surviennent lorsque le corps n'est plus capable de réguler sa température interne.
- Les températures ambiantes minimales sont également importantes :
 - a) Refroidissement difficile à des températures supérieures à 22 °C
- Un taux d'humidité élevé réduit l'efficacité de la transpiration et accroît le risque de maladies liées à la température à une température donnée.



Température atmosphérique relative (° C)

Humidité (%) et température	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
0 %	25	27	28	30	32	33	35	36	37	38
10 %	25	27	28	30	32	33	35	37	39	41
20 %	26	27	28	30	32	34	37	39	42	46
30 %	26	27	29	31	33	36	39	43	47	52
40 %	26	28	30	32	35	39	43	48	54	60
50 %	27	28	31	34	38	43	49	55	62	
60 %	27	29	33	37	42	48	55	62		
70 %	27	31	35	40	47	54	63			
80 %	28	32	38	44	52	61				
90 %	28	34	41	49	58					
100 %	28	36	44	56						

À une température apparente, (T_a) de :

32–40° C Risques possibles de crampes et d'épuisement dus à la chaleur

41–54° C Risques possibles de crampes, d'épuisement et de coup de chaleur

54° C < Risques probables de coup de chaleur

Une exposition au soleil peut faire augmenter l'indice de chaleur de 8° C.



Impacts de la hausse des températures sur la santé

- Impacts directs sur la santé :
 - a) **Crampes de chaleur** – douleurs et spasmes musculaires
 - b) **Épuisement dû à la chaleur** – déshydratation suite à une transpiration abondante
 - c) **Coup de chaleur** – peut être mortel.
- Impacts indirects :
 - a) Régions susceptibles d'être touchées par des hausses de températures progressives et extrêmes
 - b) Inclut les impacts sur les écosystèmes, l'eau, la nourriture, les vecteurs de maladie, le mode de vie, la résilience d'une communauté.



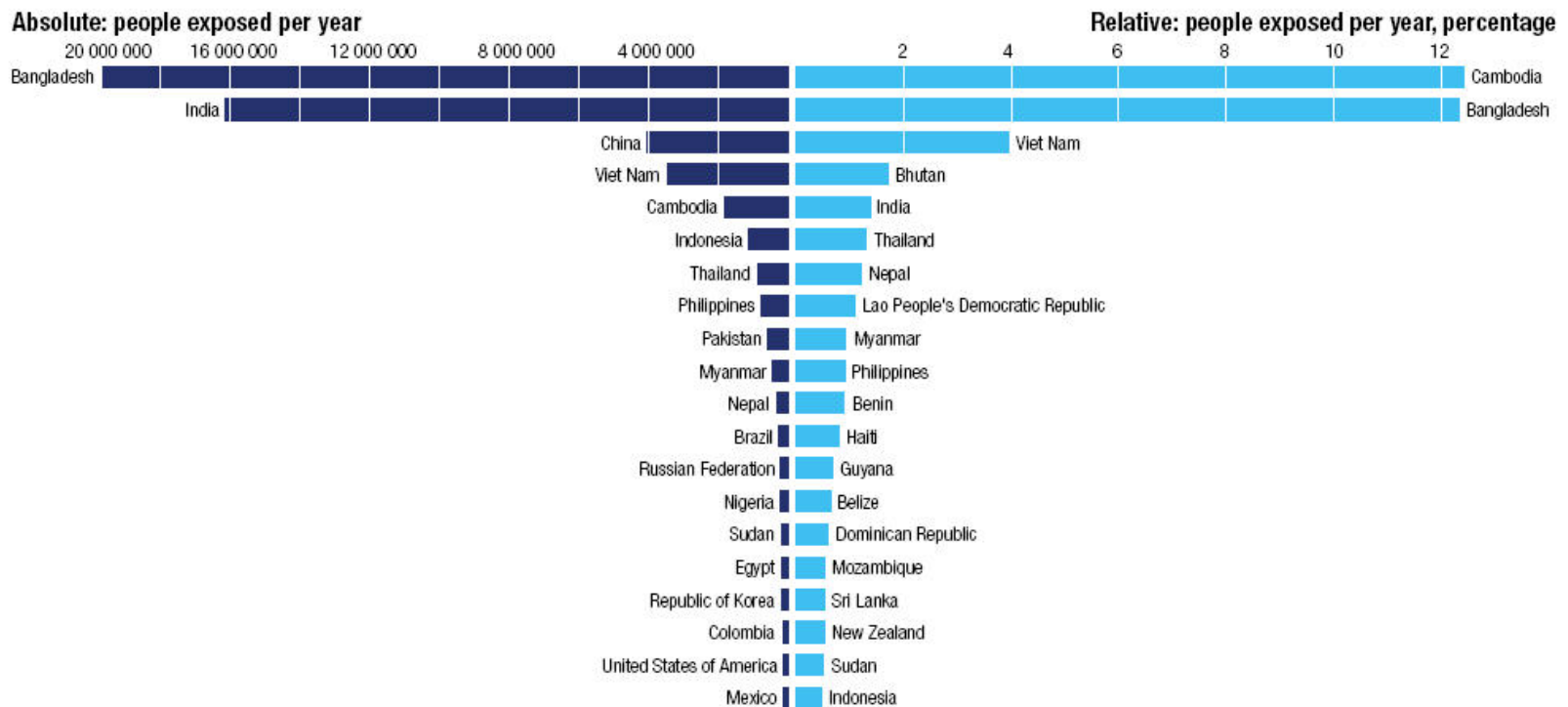
TEMPÊTES/INONDATIONS



Tempêtes/inondations

Les inondations touchent surtout l'Asie

Les populations les plus exposées aux inondations sont celles d'Asie. Les dix pays les plus touchés – en termes absolus et relatifs – sont ceux d'Asie du Sud et du Sud-est.



Inondations au Pakistan (septembre) 2012

- Les inondations pendant la mousson de septembre ont fait plus de 400 morts et ont affecté plus de 4,5 millions de personnes au Pakistan :
 - a) Des dizaines de milliers d'habitants se retrouvent à présent sans abris, suite aux importantes inondations dans les provinces du Balochistan et du Sindh – dans lesquelles 2,8 millions de personnes sont touchées.
 - b) Depuis deux ans, le Pakistan subit des inondations dévastatrices.
 - c) Les inondations les plus dévastatrices ont été celles de 2010, avec 1 800 décès et 21 millions de victimes.
- Courant 2011, de nombreux pays d'Asie ont été touchés par des inondations, dont le Bangladesh, la Chine, l'Inde, le Japon, le Laos, la Corée du Nord, le Pakistan, la Thaïlande, les Philippines et Singapour.



BBC news: 28 septembre 2012



Impacts des inondations sur la santé

- Décès et blessures immédiats
- Hausses non spécifiques de la mortalité
- Maladies infectieuses – leptospirose, hépatites, maladies diarrhéiques, respiratoires et à vecteur
- Exposition à des substances toxiques
- Effets sur la santé mentale
- Effets indirects
- Systèmes de santé plus sollicités.



Inondation : Effets directs sur la santé

Causes	Health Implications
Stream flow velocity; topographic land features; absence of warning; rapid speed of flood onset; deep floodwaters; landslides; risk behaviour; fast flowing waters carrying boulders and fallen trees	Drowning Injuries
Contact with water	Respiratory diseases; shock; hypothermia; cardiac arrest
Contact with polluted water	Wound infections; dermatitis; conjunctivitis; gastrointestinal illness; ear, nose and throat infections; possible serious waterborne diseases
Increase of physical and emotional stress	Increase of susceptibility to psychosocial disturbances and cardiovascular incidents



Inondation : Effets indirects sur la santé

Causes	Health Implications
Damage to water supply systems; sewage and sewage disposal damage; insufficient supply of drinking water; insufficient water supply for washing	Possible waterborne infections (enterogenic <i>E.coli</i> , shigella, hepatitis A, Leptospirosis, giardiasis, campylobacter) dermatitis, and conjunctivitis
Disruption of transport systems	Food shortage; disruption of emergency response
Underground pipe disruption; dislodgement of storage tanks; overflow of toxic waste sites; release of chemicals; rupture of gasoline storage tanks may lead to fires	Potential acute or chronic effects of chemical pollution
Standing waters; heavy rainfalls; expanded range of vector habitats	Vector-borne diseases
Rodent and other pest migration	Possible diseases caused by rodents or other pests
Disruption of social networks; loss of property, jobs and family members and friends	Possible psychosocial disturbances
Clean-up activities following floods	Electrocutions; injuries; lacerations; skin punctures
Destruction of primary food products	Food shortage
Damage to health services; disruption of “normal” health service activities	Decrease of “normal” health care services, insufficient access to medical care



EAU POTABLE



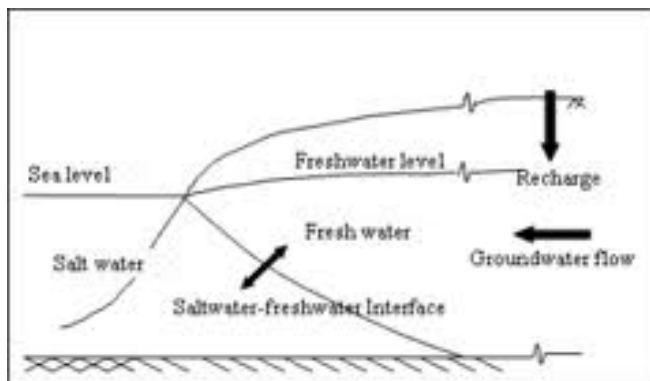
Changements climatiques : Ressources en eau potable

- La sécheresse entraîne :
 - a) Des changements dans la couverture des sols et des modèles de ruissellement (érosion)
 - b) Une augmentation du risque de feux de brousse
 - c) Une augmentation des sédiments, nutriments et débris.
- Une inondation peut également affecter les ressources en eau potable :
 - a) Intrusion côtière
 - b) Contamination.



Changements climatiques : Ressources en eau potable

- Réduction du débit des barrages et des aquifères souterrains
- Augmentation de l'évaporation des stockages d'eau en surface
- Intrusion d'eau salée dans les aquifères côtiers
- Acidification des éventuels aquifères intérieurs
- Risques accrus dus à :
 - a) Une concentration de nutriments et de polluants chimiques
 - b) La formation de fleurs d'eau toxiques



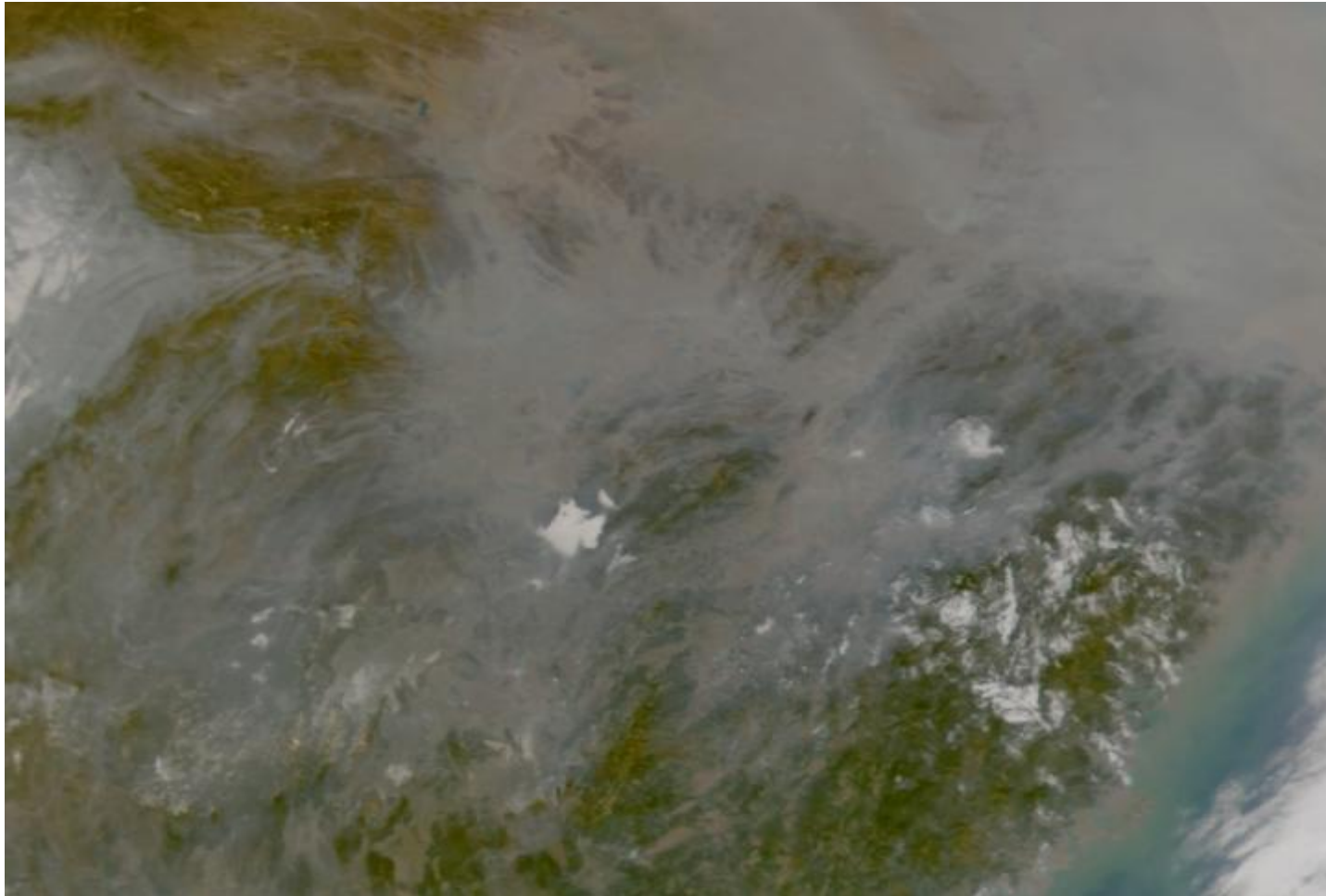
QUALITÉ DE L'AIR



Qualité de l'air



Brouillard chinois, 10 janvier 2003



Source : NASA



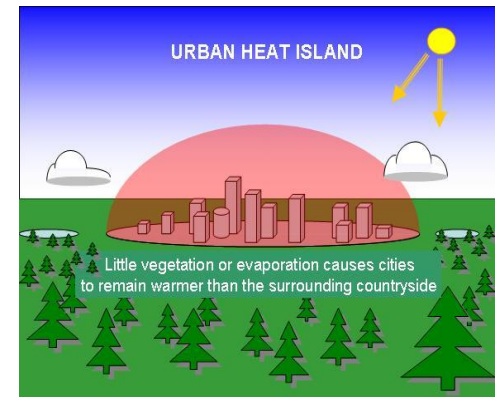
Changements climatiques : Qualité de l'air

- La météorologie joue un rôle majeur dans le développement, le transport, la dispersion et le dépôt de polluants aériens
- Les épisodes de pollution de l'air sont souvent associés au déplacement lent, voire stationnaire, des masses d'air
- Les changements climatiques peuvent transformer les polluants aériens et les matières particulaires



Changements climatiques : Qualité de l'air

- Un flux d'air proche d'un système à haute pression peut transporter des précurseurs d'ozone. Les niveaux d'ozone augmentent dans de nombreuses régions
- Une augmentation des incendies fera augmenter les gaz et les particules toxiques.
- Les changements dans la trajectoire des vents pourraient faire augmenter les polluants portés par l'air sur de longues distances
- Des modèles météorologiques peuvent améliorer les « îlots de chaleur » urbains pouvant faire augmenter les niveaux de pollution.



Impacts éventuels sur la santé

- Ozone – pneumonie – BPCO, asthme, rhinites allergiques et autres – mortalité précoce
- Matières particulaires (MP) – reconnues comme affectant la mortalité et la morbidité
- Les gaz et les matières particulaires toxiques des incendies contribuent aux maladies respiratoires aiguës et chroniques. Preuve avec les incendies de 1997 en Indonésie – impacts transfrontaliers
- Les poussières soulevées par le vent (particules respirables, éléments traces) des régions désertiques peuvent affecter les populations de régions éloignées. Preuve d'une hausse de la mortalité les jours suivant une tempête de poussières.

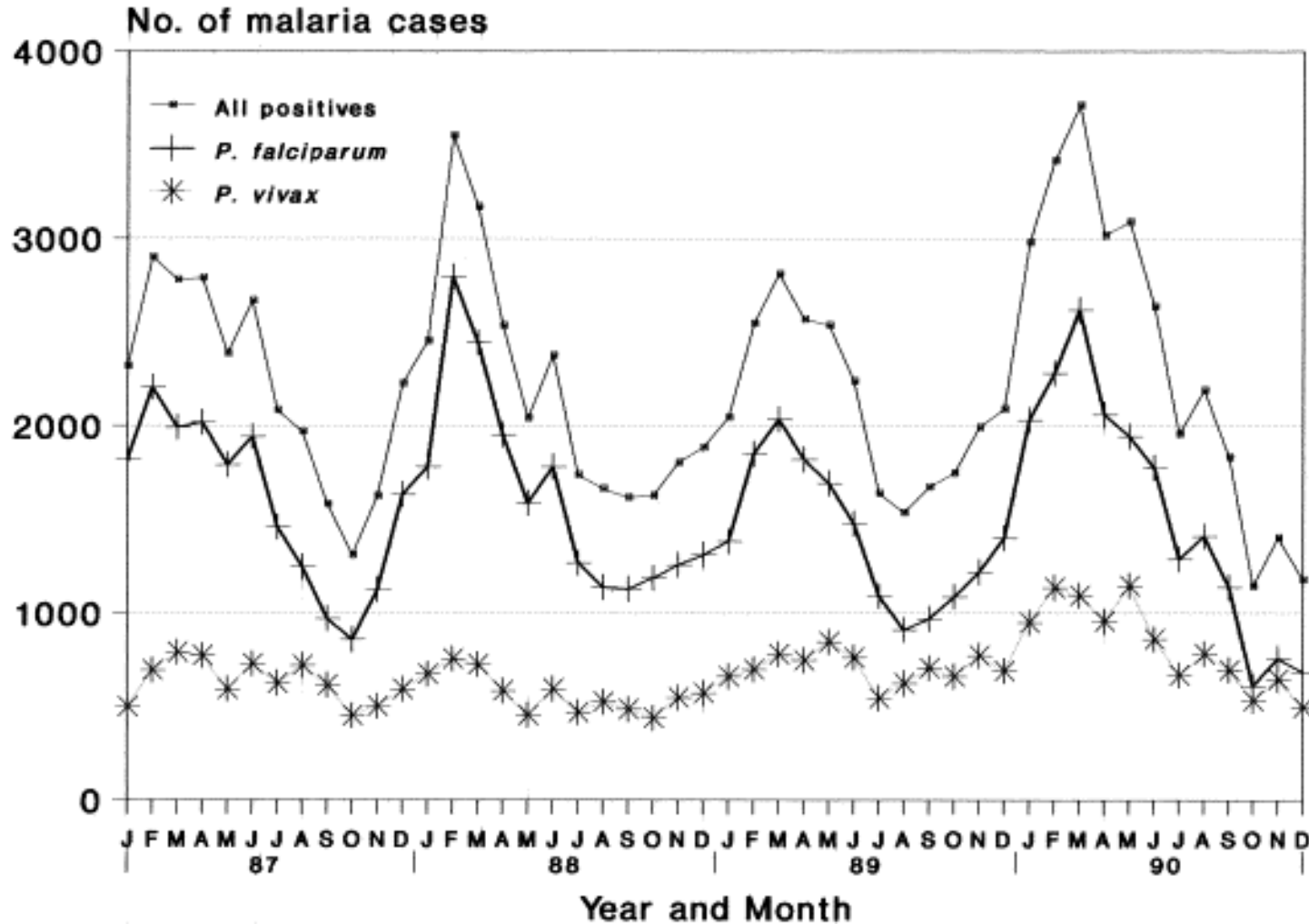


A fire in a tropical peat forest on Sumatra in Indonesia

MALADIES À VECTEUR



Paludisme au Vanuatu



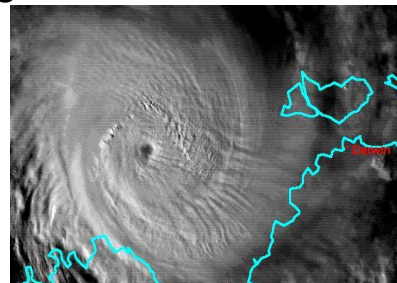
La saison des pluies au Vanuatu va de novembre à avril, les températures varient entre 24 et 30 ° C



Maladies transmises par les moustiques : Changements environnementaux

La répartition des vecteurs changera en raison des éléments suivants :

- Hausse des températures
- Changement dans les précipitations :
 - a) Augmentation ou diminution
 - b) Saisonnalité
- Cyclones, inondations
- Changements dans les hôtes/réservoirs sauvages
- Élévation du niveau de la mer
- Marées exceptionnellement fortes
- Perte de marges côtières.



Maladies transmises par les moustiques : Facteurs humains

Position de la population :

- Position géographique
- Proximité avec des plans d'eau



Milieu urbain :

- Reproduction péri-domestique

Mobilité de la population

- Arrivée de personnes infectées
 - a) International
 - b) Inter-état
 - c) Infra-état



Niveaux de vie :

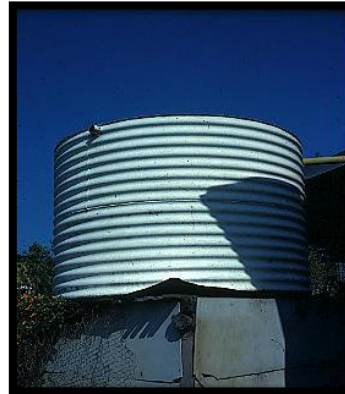
- Moustiquaires, climatisation
- Effondrement social/politique



Maladies transmises par les moustiques : Gestion de l'eau

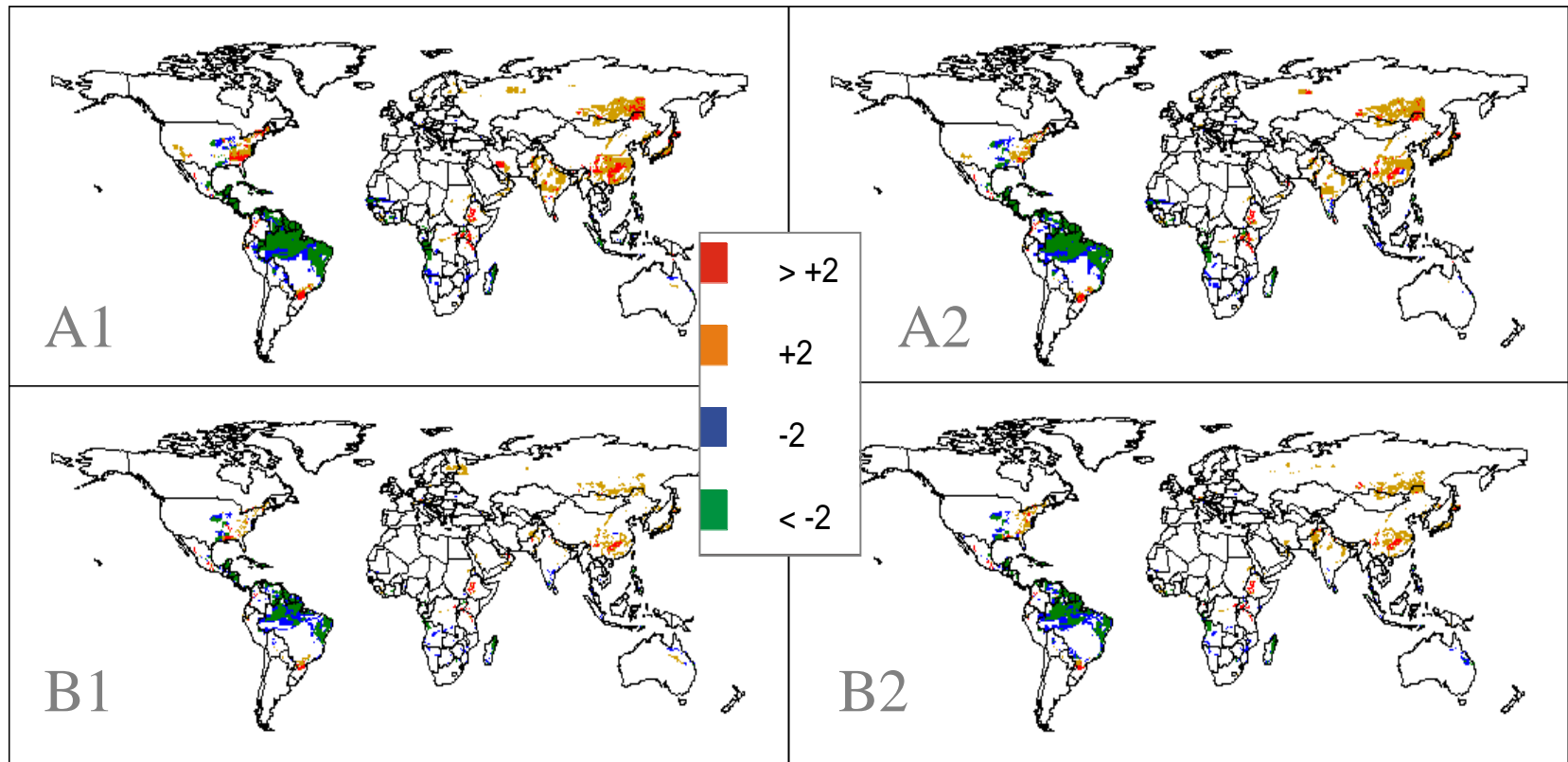
La reproduction est également influencée par :

- Réserves/Stockage de l'eau :
 - a) Réservoirs d'eau de pluie
 - b) Conteneurs non couverts
- Barrages
- Irrigation
- Recharge d'eau souterraine



Changements climatiques et paludisme sous différents scénarios (2080)

- Augmentation : Afrique de l'Est, Asie Centrale, Fédération de Russie
- Diminution : Amérique Centrale, Amazonie [dans les limites des vecteurs actuels].



SÉCURITÉ ALIMENTAIRE



Production alimentaire : Terres

Agriculture :

- Production alimentaire, perte de fertilité des sols, érosion et salinisation :
 - a) Changements dans les rendements des cultures et niveaux de protéines (+/-)
 - b) Effets sur les rations alimentaires et sur la reproduction des animaux
 - c) Changements des insectes ravageurs, mauvaises herbes et maladies
 - d) Passage à l'utilisation de produits chimiques agricoles
- Changements dans le régime alimentaire et la nutrition



Production alimentaire : Pêche

Pêche océanique et côtière :

- Un changement dans les modèles de circulation côtière peut avoir un impact sur :
 - a) L'apport en nutriments
 - b) Le déversement de déchets dans les lagunes
 - c) L'érosion côtière
 - d) L'acidité des océans et la décoloration des coraux
 - e) Une chute de la productivité.

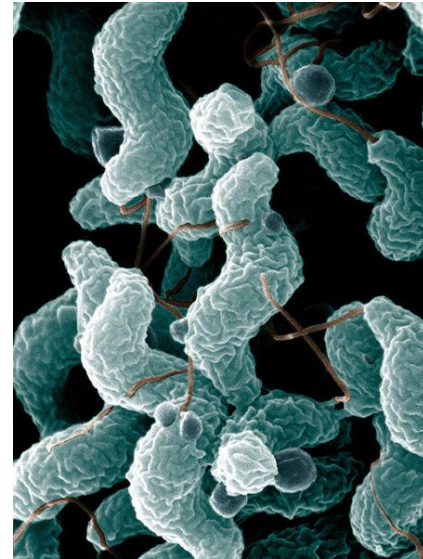


SÉCURITÉ ALIMENTAIRE



Sécurité alimentaire

- Les maladies alimentaires peuvent entraîner des empoisonnements alimentaires :
 - a) Susceptibles de faire augmenter la prolifération de pathogènes bactériens dont les salmonelles, le campylobacter et la listeria spp.
 - b) Susceptibles de faire augmenter les mycotoxines et les aflatoxines dans les fruits de mer.

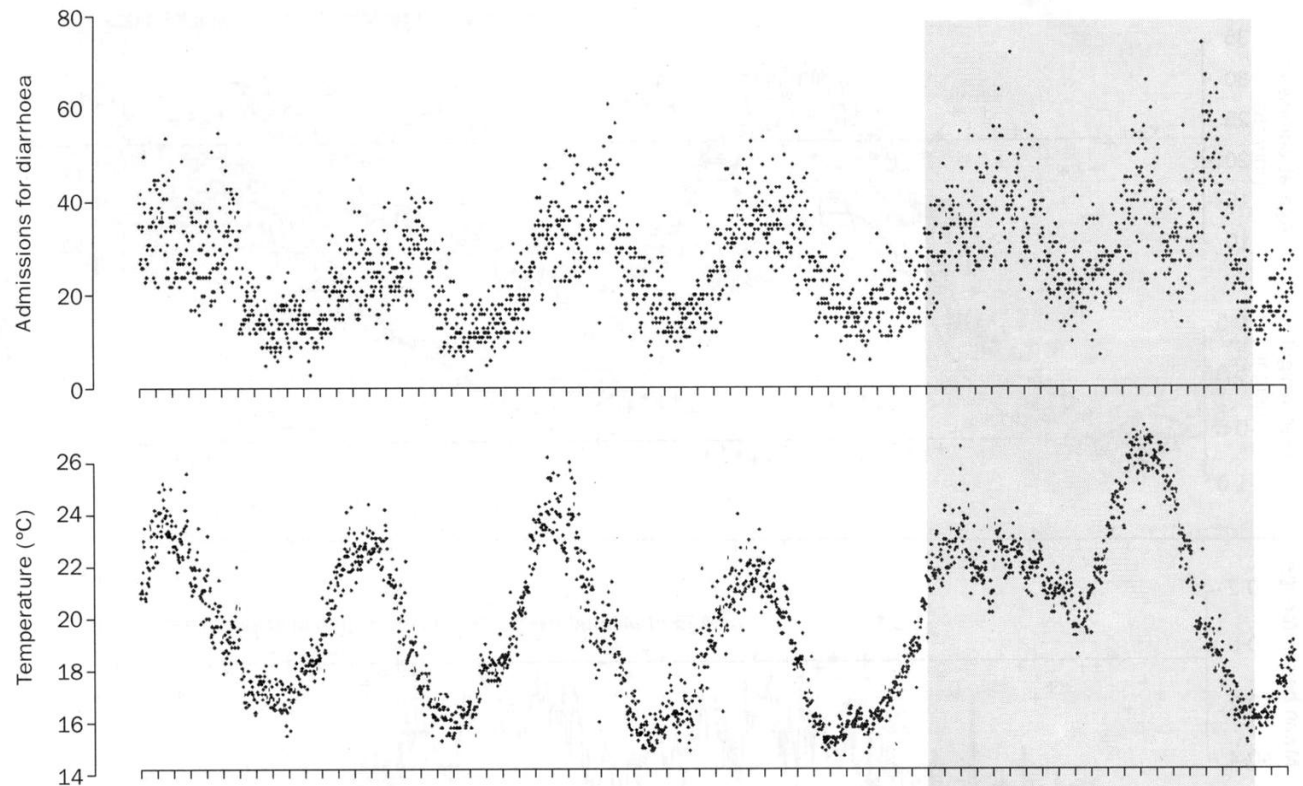


MALADIES DIARRHÉIQUES



Effet des variations de température sur l'incidence des maladies diarrhéiques à Lima, Pérou

Admissions
quotidiennes pour
des diarrhées



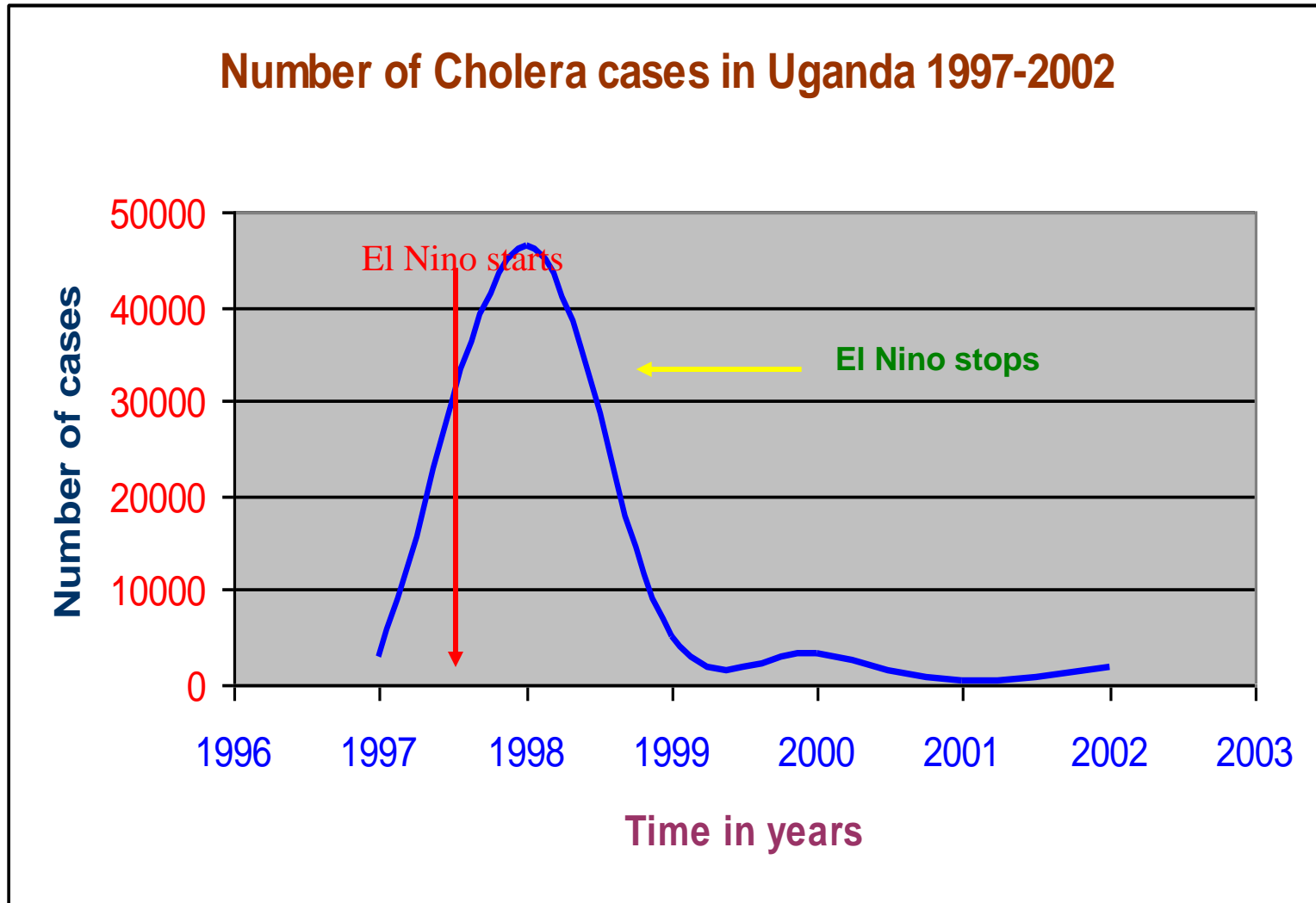
Température
quotidienne

Augmentations des diarrhées de 8 % pour chaque degré de hausse de la température

Source : Checkley, et autres, 2000



Évènements El Nino et impact éventuel sur les maladies : Choléra



IMPACTS SOCIAUX



Impacts sociaux

Les modes de vie et les comportements seront probablement affectés comme suit :

- Hausse des températures :
 - a) Augmentation de la criminalité – en particulier les agressions
 - b) Accidents – de travail et routiers
 - c) Déclin de la santé physique
 - d) Manque de sommeil à cause de nuits trop chaudes
 - e) Loisirs – changements dans les activités sportives
 - f) Changements dans la consommation d'alcool
 - g) Stress
 - h) Manque d'eau froide – capacité réduite à se rafraîchir



Impacts sociaux

- La santé mentale peut être affectée comme suit :
 - a) Anxiété et dépression
 - b) Trouble lié à un stress post-traumatique
 - c) Insécurité
 - d) Chagrin
 - e) Stress, automutilation et suicide possibles
 - f) Abus de drogues et d'alcool
 - g) Impacts sur les individus, communautés
 - h) Perte de cohésion sociale
 - i) Effondrement
 - j) Impacts spécifiques sur les enfants, femmes et personnes âgées
-



Les impacts économiques pourraient être les suivants :

- Perte de revenus et/ou actifs
- Réduction des biens et services
- Coûts des assurances, de la nourriture, de l'eau et de l'énergie plus élevés
- Difficultés financières des gouvernements et autres
- Impacts sur la fourniture de services de santé.



Ressources

- McMichael AJ, Campbell-Lendrum DH, Corvalan CF, Ebi KL, Githeko A, Scheraga JD, et Woodward A. (eds.). 2003. *Climate Change and Human Health: Risks and Responses*. Geneva, WHO.
 - a) Résumé PDF disponible sur le site
<<http://www.who.int/globalchange/publications/cchhsummary/>>
- Kovats RD, Ebi KL, et Menne B. 2003. *Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change*. WHO/Health Canada/UNEP.
 - a) PDF disponible sur <<http://www.who.dk/document/E81923.pdf>>
- PAHO et WHO. 2011. *Protecting Health from Climate Change: Vulnerability and Adaptation Assessment*.
 - a) PDF disponible sur le site
<www.who.int/entity/globalchange/VA_Guidance_Discussion.pdf>



OUTILS DE PRÉVISION

Évaluation de la vulnérabilité de la santé aux changements climatiques



Méthodes nécessaires à l'évaluation de la vulnérabilité de la santé

- Estimation de la répartition et du poids actuels des maladies sensibles au climat
- Estimation des impacts des changements climatiques futurs sur la santé
- Identification des options d'adaptation actuelles et futures pour réduire le poids des maladies.

Source : Kovats, et autres, 2003



Problèmes à prendre en compte

- Les changements climatiques pourraient déjà représenter un poids conséquent pour les pays en développement
- Des changements climatiques non atténués auront sans doute des impacts importants sur la santé publique d'ici 2030 :
 - a) Des impacts plus importants pourraient découler de conditions existantes comme les maladies diarrhéiques, la malnutrition et les maladies à vecteur
- Les incertitudes doivent être prises en compte et inclure :
 - a) Les incertitudes des projections
 - b) L'efficacité des interventions
 - c) Les changements dans les facteurs non climatiques.

Source : Campbell-Lendrum, et autres, 2003



Évaluation de l'impact sur la santé (EIS)

- L'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit l'évaluation de l'impact sur la santé (EIS) comme :
« Une combinaison de procédures ou de méthodes grâce auxquelles une politique, programme ou projet peut être jugé en fonction de ses effets éventuels sur la santé d'une population. »
- a) Une EIS a été menée au niveau international afin de faciliter l'évaluation des problèmes de santé dans les nouvelles propositions



L'objectif de l'EIS

« Accroître les effets potentiellement **bénéfiques** pour la santé d'une politique, programme ou proposition et réduire les risques potentiellement **néfastes** pour la santé ainsi que les coûts. »



Les avantages de l'évaluation de l'impact sur la santé (EIS)

- Elle facilite l'évaluation complète de l'impact des changements climatiques sur le secteur de la santé
- La capacité à prévoir les impacts potentiels des nouveaux développements, politiques et plans sur la santé
- Il s'agit d'un processus incorporant des éléments **prévisionnels** et **évaluatifs**
- Cet outil peut être facilement incorporé dans les procédures d'évaluation des impacts actuelles.



Le processus d'évaluation de l'impact sur la santé

- La force du processus provient de ses principes et valeurs sous-jacents :
 - a) Durabilité
 - b) Équité
 - c) Démocratie
 - d) Utilisation éthique des preuves
 - e) Promotion de la santé
- Le processus peut être appliqué à de nombreuses activités comme les nouvelles politiques, projets, plans, etc.



EIS : les facteurs déterminants de la santé

- La santé est bien plus que l'absence de maladies ou de troubles ; elle inclut le bien-être physique, mental, social et spirituel des individus.
- Elle est affectée par les facteurs sociaux, économiques et environnementaux ainsi que les comportements individuels et l'hérédité.



EIS : les facteurs déterminants de la santé

- Individu/Famille :
 - a) Facteurs biologiques
 - b) Mode de vie
 - c) Circonstances personnelles
- Environnement :
 - a) Physique
 - b) Social
 - c) Économique/Financier
- Accès institutionnel :
 - a) Services de santé et autres
 - b) Conditions économiques
 - c) Politique publique.



Les étapes du processus d'EIS

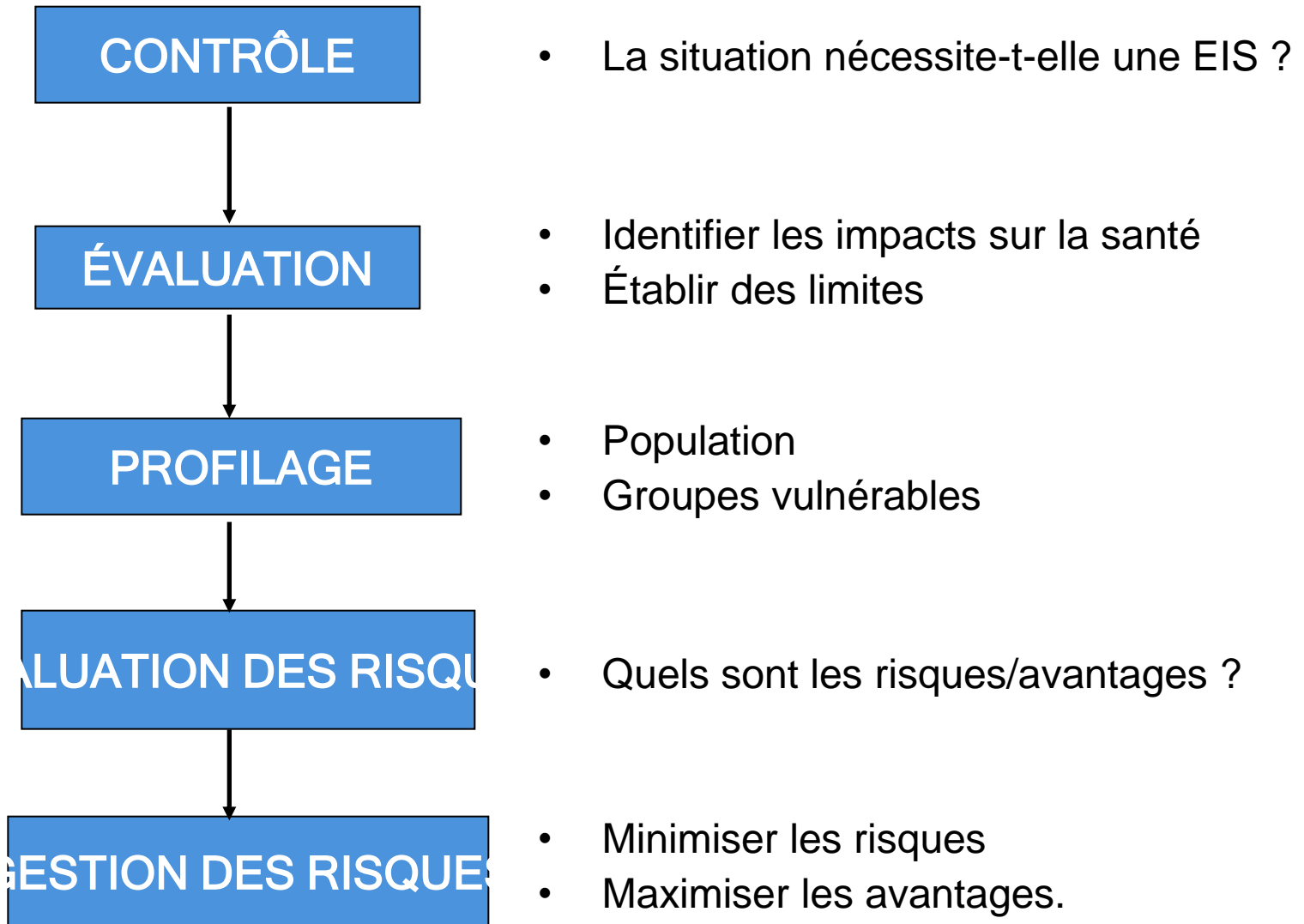
- L'EIS, tout comme d'autres formes d'évaluation des impacts, est un processus collaboratif formalisé et utilisé pour prendre en compte les impacts potentiels (positifs et négatifs) des activités pendant leurs étapes de planification
- Le processus inclut ce qui suit :
 - a) Contrôle
 - b) Évaluation
 - c) Profilage
 - d) Évaluation des risques
 - e) Gestion des risques
 - f) Prise de décision
 - g) Évaluation.



EMPLOI DU PROCESSUS D'EIS POUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



Le processus d'EIS dans l'évaluation de la vulnérabilité



Éléments du projet

Nécessite :

- Une identification des impacts potentiels directs et indirects des changements climatiques sur la santé, en supposant les contrôles actuels et les projections de variables climatiques en 2030
- Une compréhension des contrôles ou des stratégies d'adaptation actuelles clefs :
 - a) Une évaluation de leur efficacité en termes de population générale, groupes et régions vulnérables
- Une détermination des connaissances et des lacunes actuelles
- Une identification des liens avec d'autres secteurs
- Une identification des opportunités d'adaptation.



Composantes du projet V&A sur les changements climatiques et la santé

- Identification des parties prenantes clefs et de l'étendue du projet
- Détermination des secteurs et des exigences en matière de données
- Mise en place de scénarios de changements climatiques
- Communication d'informations contextuelles aux participants
- Organisation d'ateliers :
 - a) Étendue des impacts :
 - Changements environnementaux
 - Population générale
 - Vulnérabilité : groupes, services et régions
 - b) Activités actuelles (capacité d'adaptation)
 - c) Évaluation des risques
 - d) Réponses d'adaptation.



Projet V&A sur les changements climatiques et la santé

- Des directives étape par étape pour l'établissement d'évaluations des changements climatiques et de la vulnérabilité de la santé ont été développées :
 - a) *Climate Change, Vulnerability and Health: A Guide to assessing and addressing health impacts.*
 - b) Vous pouvez obtenir ce document sur [<http://ehia.curtin.edu.au/>](http://ehia.curtin.edu.au/)



Approche consultative

- Consulter les parties prenantes représentant le plus de secteurs possibles
- Reconnaître que la plupart des activités ayant un impact sur la santé ne sont, en réalité, pas traitées par le secteur de la santé
- Mettre en place des processus d'intégration.



ÉVALUATION DES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA SANTÉ



Questions qui recevront une réponse

- Quel est le profil de la population actuelle du pays ou de la région ?
- Quelles maladies sont importantes dans le pays ou dans cette région, y compris les maladies sensibles au climat ?
 - a) Quel poids actuel représente ces maladies ?
- Quels facteurs, autres que le climat, devraient être pris en compte ?
 - a) Eau, assainissement, etc.
- Où se renseigner ?
- Les services de santé peuvent-ils répondre aux demandes actuelles ?



1. COMPRENDRE LES POPULATIONS



Sources de données sur les populations

- Nations Unies : La zone thématique – Population, donne des statistiques pour sur tous les pays.
 - a) <<http://www.un.org/en/development/progareas/population.shtml>>
 - La Commission économique pour l'Afrique, donne des informations sur des populations spécifiques.
 - a) <<http://www.uneca.org/popia/>>
 - Celles-ci donnent des informations démographiques complètes pouvant être utilisées pour évaluer la vulnérabilité.
 - Autres :
 - a) US AID : <<http://www.measuredhs.com/>>
 - b) Population urbaine : <<http://www.citypopulation.de/Africa.html>>
-



Données démographiques

- Les implications des nombres et de la répartition des pays sont importantes pour la détermination des impacts sur la santé et leurs réponses.

Les dix pays les plus peuplés (2011)

China	1,336,718,015
India	1,189,172,906
United States	313,232,044
Indonesia	245,613,043
Brazil	203,429,773
Pakistan	187,342,721
Bangladesh	158,570,535
Nigeria	155,215,573
Russia	138,739,892
Japan	126,475,664

Source : U.S. Census Bureau, International Data Base



Les 20 plus grandes zones urbaines du monde

Urban Center	Population*
1. Tokyo-Yokohama, Japan	36,690,000
2. Delhi, India	22,630,000
3. Seoul-Incheon, South Korea	22,525,000
4. Jakarta, Indonesia	22,245,000
5. Manila, Philippines	21,295,000
6. Mumbai (Bombay), India	21,290,000
7. New York City, U.S.	20,710,000
8. São Paulo, Brazil	20,395,000
9. Mexico City, Mexico	19,565,000
10. Shanghai, China	18,665,000
11. Cairo, Egypt	17,550,000
12. Osaka-Kobe-Kyoto, Japan	17,005,000
13. Kolkata (Calcutta), India	15,835,000
14. Shenzhen, China	15,250,000
15. Los Angeles, U.S.	14,940,000
16. Beijing (Peking), China	14,170,000
17. Moscow, Russia	13,680,000
18. Karachi, Pakistan	13,460,000
19. Istanbul, Turkey	13,275,000
20. Buenos Aires, Argentina	13,125,000

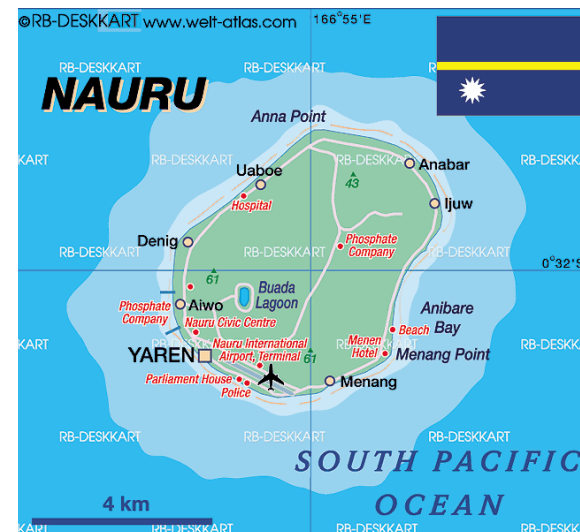
* Demographia World Urban Areas and Population Projection. 7th Annual edition. April, 2011. www.demographia.com



Nauru

Selected Key Economic and Social Indicators

	Value	Latest Available
Gross Domestic Product (GDP)		
GDP (current prices) per capita	3,742	2006
GDP (current prices)-\$'000	36,881	2006
Gross National Income-\$'000	-3,238	2006
Government Finance		
Current expenditure-\$'000	26,404	2006
Current revenue-\$'000	27,000	2006
Balance-\$'000	596	2006
Labour Market		
Number of persons employed	2,534	2002
Number of persons unemployed	746	2002
Unemployment rate (%)	22.7	2002
Labour force participation rate (%)	76.7	1999
Population		
Total population	10,065	2002
Male	5,136	2002
Female	4,929	2002
Population density	479	2002
Health		
Life expectancy - All persons	55.0	2002
Males	52.5	2002
Females	58.2	2002
Education		
Enrolment - Primary	1,257	2007
Enrolment - Secondary	522	2007



- Dépenses totales pour la santé par habitant (Intl \$, 2010) **264**
- Dépenses totales pour la santé en pourcentage du BIP (2010) **11,2**

Source : Nauru Bureau of Statistics



Bhutan



Statistics

Total population	726,000
Gross national income per capita (PPP international \$)	4,990
Life expectancy at birth m/f (years)	62/65
Probability of dying under five (per 1 000 live births)	not available
Probability of dying between 15 and 60 years m/f (per 1 000 population)	256/194
Total expenditure on health per capita (Intl \$, 2010)	275
Total expenditure on health as % of GDP (2010)	5.2

Figures are for 2009 unless indicated. Source: [Global Health Observatory](#)

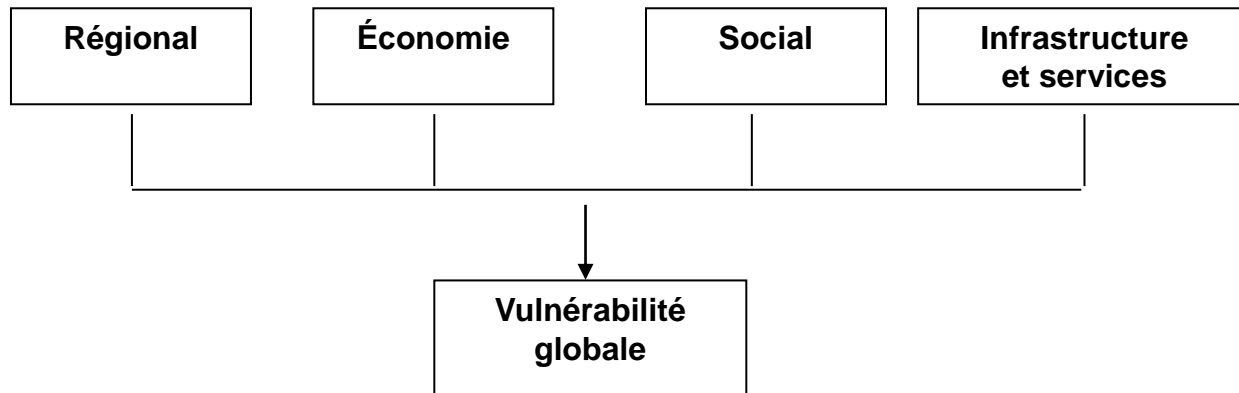


VULNÉRABILITÉ



Vulnérabilité

- Degré auquel un individu et des systèmes sont sensibles à, ou incapables de faire face aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes
- Intégration du :



- Besoin d'identification et de traitement des composantes de la vulnérabilité de manière individuelle et intégrée pour des secteurs et communautés spécifiques.
-



Populations vulnérables

- Personnes âgées
- Enfants (réponse immunitaire immature)
- Désavantagées du point de vue socioéconomique
- Femmes, en particulier les femmes enceintes et qui allaitent
- Les personnes obèses
- Celles n'étant pas acclimatées, par ex., nouveaux arrivants
- Celles souffrant déjà de problèmes de santé ou ayant un système immunitaire fragilisé, en particulier, une maladie cardiovasculaire
- Les athlètes et d'autres personnes pratiquant des loisirs à l'extérieur
- Les manœuvres, ouvriers travaillant à l'extérieur
- Les personnes souffrant de troubles mentaux, à mobilité réduite et sans abris
- Les personnes physiquement inaptées – capacité vitale réduite



Autres facteurs de vulnérabilité

- Densité de la population
- Urbanisation
- Infrastructure de la santé publique
- Autres infrastructures :
 - a) Énergie
 - b) Eau
 - c) Transports
- Développement économique et technologique.



2. DONNÉES SUR LA SANTÉ



Sources de données sur la santé

- Bureau de l'Organisation mondiale de la Santé pour la région :
 - a) <<http://www.afro.who.int/>>
 - b) *Health Situation Analysis in the African Region: Atlas of Health Statistics, 2011*
- Le Rapport mondial sur la santé fournit des données au niveau régional sur toutes les maladies majeures :
 - a) <<http://www.who.int/whr/en>>
 - b) Données annuelles à l'annexe Statistiques
- Bases de données de l'OMS :
 - a) Malnutrition <<http://www.who.int/nutgrowth/db>>
 - b) Eau et assainissement
<http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/data_base/en>



Sources de données sur la santé – Autres

- Ministère de la Santé :
 - a) Branche de la surveillance/rapport sur les maladies
- UNICEF sur <<http://www.unicef.org>>
- Le CRED-EMDAT fournit des données sur les catastrophes naturelles
 - a) <<http://www.em-dat.net>>
- Hôpitaux de la mission
- Hôpitaux de districts gouvernementaux.



3. METTRE EN PLACE UN SCÉNARIO CLIMATIQUE



Mettre en place un scénario de projection du climat potentiel :

- Obtenir des données sur le climat de différentes sources y compris le GIEC :
 - a) Utiliser 2030 comme point de départ pour les impacts sur la santé

Exemple :

- Hausses de la température moyenne attendues : (ex. 1° à 3° C)
- Augmentations du nombre de journées à plus de 35° C (température de canicule)
 - a) *Choisir des régions si nécessaire*
- Changements des précipitations dans :
 - a) *Changements saisonniers entre les régions*
- Élévations du niveau de la mer de x cm en 2030 et de y cm en 2100
- Évènements météorologiques extrêmes comme :
 - a) Canicules – plus de cas par an
 - b) Sécheresses - plus fréquentes et sévères
 - c) Feux de brousse – risque accru
 - d) Inondation – intensité accrue
 - e) Tempêtes – intensité accrue
 - f) Cyclones tropicaux – intensité accrue.



4. CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX



Changements locaux affectant la santé

Il est important de bien comprendre les changements locaux prévus concernant :

- **L'environnement biophysique :**
 - a) Englobant les impacts majeurs quant à l'environnement physique, incluant la température, la qualité de l'eau, de l'air et la biodiversité
- **L'environnement social :**
 - a) Englobant les nombreux impacts sociaux, le déplacement de populations et les impacts sur la santé mentale
- **Les services et infrastructures :**
 - a) L'ampleur des impacts sur les services, infrastructures et économie, y compris la disponibilité des ressources et l'accès à divers services de santé, d'urgence et autres
- **Les maladies environnementales :**
 - a) Impacts liés à la production alimentaire, maladies à vecteur et alimentaires et d'autres maladies environnementales.



5. DÉTERMINER LES IMPACTS SUR LA SANTÉ



Déterminer les impacts sur la santé : prendre uniquement en compte les contrôles actuels

Variable climatique	Impacts sur les communautés et les individus		Vulnérabilité				Preuves/ incertitudes
	Environnemental	Santé: -direct -Indirect	Regional	Economique	Social	Infra-structure	
Augmentation temp							
Changement de perturbation							
Augmentation du niveau de la mer							
Evènements extrêmes: -Vagues de chaleur - Sécheresses - Feux de forêts - Inondations -Tempêtes - Cyclones tropicaux							



6. CAPACITÉ D'ADAPTATION



Capacité d'adaptation

Décrire ce qui est en cours de mise en œuvre pour atténuer les effets néfastes

Impacts sur la santé	Contrôles actuels	Limitations	Efficacité en 2030	Lacunes en 2030	Secteurs impliqués



7. ÉVALUATION DU RISQUE POUR LA SANTÉ



Comprendre le risque

Le risque est :

- Le potentiel de réalisation des conséquences néfastes et indésirables d'un évènement
- La probabilité de conséquences néfastes
- Le côté négatif d'une entreprise risquée (toute l'entreprise risquée doit être prise en compte).

Sûr signifie « sans risques » :

- En général le risque zéro n'existe pas.



Activités d'analyse des risques :

- Évaluation des risques :
 - a) La caractérisation systématique des effets néfastes potentiels sur la santé résultant d'une exposition humaine à des agents dangereux
- Gestion des risques :
 - a) Le processus de pondération de politiques alternatives et de sélection de la plupart des actions réglementaires appropriées basé sur les résultats de l'évaluation des risques et des préoccupations sociales, économiques et politiques
- Communication des risques :
 - a) Le processus de création d'évaluations des risques et les informations sur la gestion des risques pouvant être compris par les avocats, politiciens, juges, entreprises et main-d'œuvre, groupes environnementalistes et communautaires (publics).



Évaluations des risques

Prennent généralement en compte les relations entre les conséquences susceptibles de découler d'une activité particulière et de la probabilité des activités en cours.

$$\text{Risque} = \text{Conséquence} \times \text{probabilité}$$

Les classements pourraient être comme suit :

- **Conséquences** – catastrophiques, majeures, modérées, mineures, insignifiantes
- **Probabilité** – presque certain, probable, possible, improbable, rare.



PERCEPTION DES RISQUES



Perception des risques

La perception des risques est fonction de nombreux facteurs :

Dimensions of Underlying Risk Perceptions

Dimensions of underlying risk perceptions and the characterization of the dimension

LOWER PERCEIVED RISK

manageable
no dread
not globally catastrophic
consequences not fatal
equitable
individual
low risk to future generations
easily reduced
risk decreasing
voluntary
doesn't affect me

HIGHER PERCEIVED RISK
not observable
unknown to the exposed
chronic effect
new risk
risks unknown to science

O
B
S
E
R
T
H
R
E
A
T
V
A
B
I
L
I
T
Y

unmanageable
dread
globally catastrophic
consequences fatal
not equitable
catastrophic
high risk to future generations
not easily reduced
risk increasing
involuntary
affects me

HIGHER PERCEIVED RISK

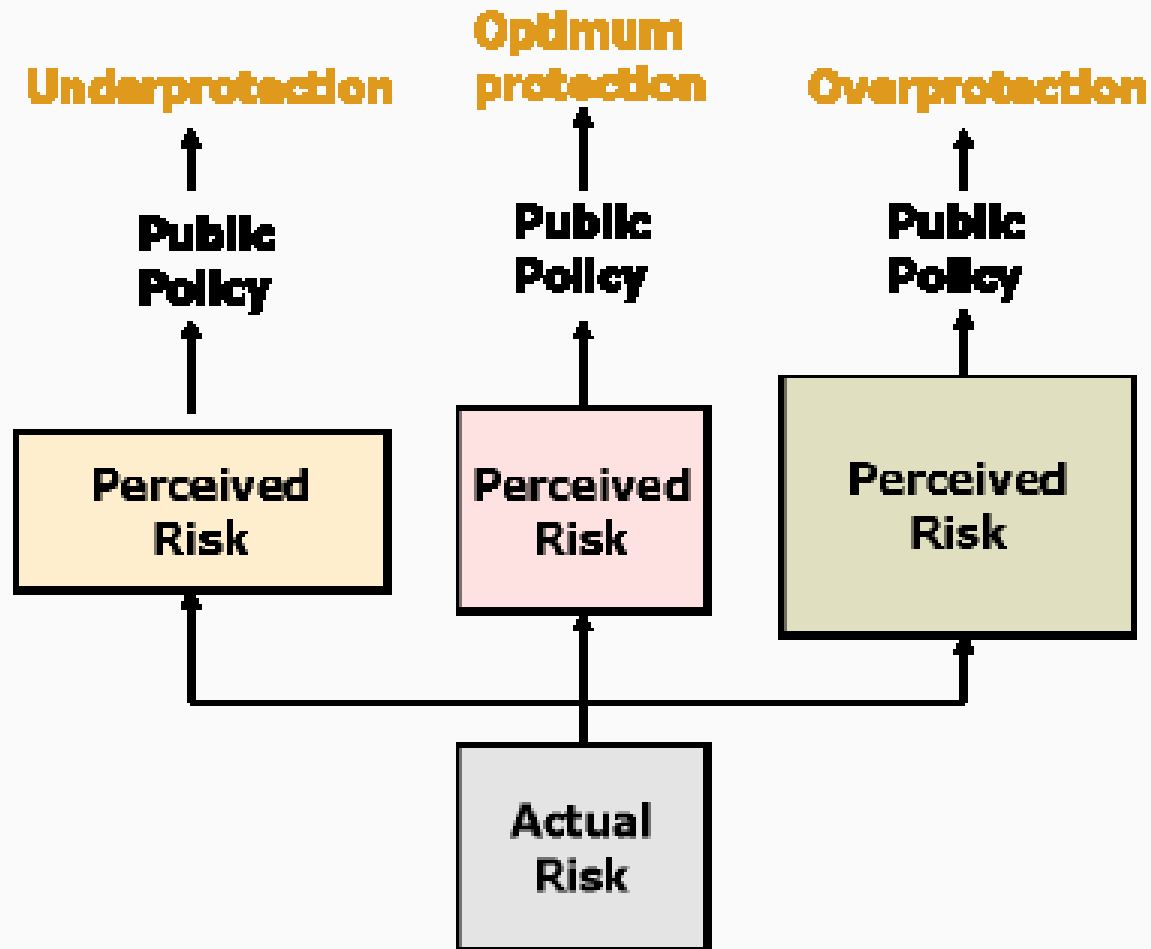
observable
known to the exposed
acute effect
old risk
risks known to science
LOWER PERCEIVED RISK

Source: DeVries, J.



Perception des risques

The Key Is to Balance Perception with Actual Risk



Objectifs de l'évaluation des risques

- Mener une évaluation des risques **qualitatifs** des impacts potentiels sur la santé
- Identifier les informations qui pourraient toujours être nécessaires à l'amélioration ou à l'exécution d'évaluations des impacts sur la santé
- Fournir une comparaison des risques des impacts sur la santé pour aider à la hiérarchisation des processus de prise de décision.



Processus d'évaluation du risque pour la santé

- Les impacts potentiels des changements climatiques sur la santé ont été identifiés
- Une évaluation des risques de chaque impact est menée pour déterminer le niveau et la probabilité du risque :
 - a) Elle devrait être entreprise par des experts dans chacun des domaines des impacts (voir les diapositives suivantes).
- La mise en place de réponses pour la gestion des risques pour la santé nécessite une quantité de renseignements suffisante :
 - a) Comme des réponses d'adaptation ou le besoin de plus amples informations.



Impacts sur la santé – Simplifié

- Ces impacts sur la santé ont des relations climat-santé claires et sont appuyés par des observations empiriques :
 - a) Évènements extrêmes
 - b) Impacts liés à la température
 - c) Hydriques
 - d) À vecteur
 - e) Qualité de l'air
 - f) Alimentaires.



Impacts sur la santé – Impacts indirects, complexes

- Ces impacts sur la santé entretiennent des relations complexes avec d'autres facteurs devant être pris en compte :
 - a) Production alimentaire
 - b) Biodiversité et autres
 - c) Infrastructures
 - d) Social
 - Effondrement
 - Santé mentale
 - Impacts sur la communauté
 - Mode de vie/comportemental.



Échelle de conséquences

Conséquence	Exemples
Catastrophique	Grand nombre de blessures graves, de maladies ou de décès Perturbations sévères parmi les communautés Incapacité à long terme à fournir des biens et des services essentiels Réductions sévères à long terme de la qualité de vie Coûts économiques élevés
Majeure	Petit nombre de blessures graves, de maladies ou de décès Perturbations importantes et parmi les communautés Déclin important de l'approvisionnement de biens et de services essentiels Déclin important à long terme de la qualité de vie
Modérée	Petit nombre de blessures ou maladies mineures Perturbations importantes dans certaines communautés Déclin important de la fourniture de biens et services essentiels Réduction importante à court terme ou réduction mineure à long terme de la qualité de vie
Mineure	Quasi-accidents graves ou blessures mineures Perturbations isolées à court terme dans certaines communautés Réductions isolées mais importantes de biens et services essentiels Réductions mineures à long terme de la qualité de vie
Insignifiante	Menace apparente mais aucune blessure réelle Perturbations très mineures de petites sections de la communauté Réduction isolée, mineure de la fourniture de biens et services essentiels Impacts importants sur la qualité de vie



Échelle de probabilité

Probabilité	Description
Presque certain	Doit se produire dans la plupart des circonstances
Probable	Se produira sûrement dans la plupart des circonstances
Possible	Peut se produire à tout moment
Improbable	Pourrait se produire à tout moment
Rare	Pourra uniquement se produire dans des circonstances exceptionnelles.



Conséquence x Probabilité = Niveau d'hérarchie des risques

Probabilité	Conséquences				
	Insignifiantes	Mineure	Modérées	Majeures	Catastrophiques
Presque certain	Modéré	Modéré	Élevé	Extrême	Extrême
Probable	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Extrême
Possible	Faible	Modéré	Modéré	Élevé	Élevé
Improbable	Faible	Faible	Modéré	Modéré	Modéré
Rare	Faible	Faible	Faible	Faible	Modéré



Exemple de tableau

Evènements climatiques extrêmes	Conséquence	Probabilité	Risque	Preuve ou motif de la décision	Plus amples informations requises
Blessures physiques directes d'évènements extrêmes.					



HIÉRARCHISATION DES RISQUES



Hiérarchisation des risques

- Les niveaux de risques sont classés dans l'ordre décroissant une fois les niveaux de chaque impact ont été déterminés
- La liste créée indique quelles actions prendre en priorité :
 - a) Éclaire les décideurs politiques.

Niveau de risque	Exemples d'impacts sur la santé
Évènements climatiques	Eau potable Impacts physiques causés par des évènements extrêmes
Élevés	Paludisme Impacts sur la santé mentale
Modérés	Empoisonnement alimentaire
Faibles	Niveaux de pesticides dans les aliments



Actions de gestion

Niveaux des risques pour la santé

Description de l'action de gestion

Extrêmes

Risques nécessitant une attention immédiate au niveau hiérarchique le plus haut et ne pouvant pas être simplement acceptés par la communauté

Élevés

Risques les plus sévères pouvant être acceptés par la communauté

Modérés

Risques qui pourraient faire partie des circonstances normales mais restant en cours d'examen par les secteurs appropriés

Faible

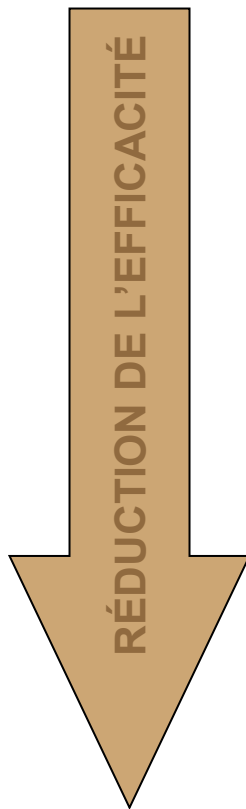
Risques qui seront examinés et qui les contrôles existants pourront gérer et qui ne nécessiteront aucune autre action sauf en cas d'aggravation



8. MESURES D'ADAPTATION



Étapes de l'adaptation



- Primaire – éviter le début d'un impact sur la santé
- Secondaire – mesures de prévention prises en réponse à une preuve d'impact précoce
- Tertiaire – mesures d'atténuation des effets sur la santé

Voie de l'impact sur la santé

Précipitations et inondations extrêmes



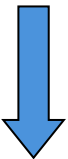
Prévention/Réduction des inondations

Débordement de déchets de réservoirs septiques dans les eaux en crue



Prévention/Réduction du débordement de déchets

Contact humain avec les eaux en crue



Éviter le contact humain avec l'eau

Maladies gastro-intestinales

Traitement médical correct



Voie de l'impact sur la santé

- Chaque lien de la chaîne est :
 - a) Une vulnérabilité potentielle
 - b) Une opportunité d'adaptation.
- En termes d'adaptation :
 - a) Plus on est élevée dans la chaîne mieux c'est.
 - b) Plus nous affaiblissons de liens mieux c'est.



Types d'adaptation

Les réponses d'adaptation pourraient être les suivantes :

- Législatives ou réglementaires
- Enseignement ou communication publique
- Surveillance et suivi
- Intervention sur l'écosystème
- Développement des infrastructures
- Technologiques/Techniques
- Intervention dans le secteur de la santé
- Recherche/Autres informations



Catégories

Les réponses d'adaptation pour la santé seront classées dans les catégories suivantes :

- Impacts directs d'évènements extrêmes
- Impacts directs de canicules et températures
- Relié à l'eau
- À vecteur
- Qualité de l'air
- Alimentaire
- Production alimentaire
- Social
- Générique.



Format de l'exercice

Une série des mesures d'adaptation **possibles** a été fournie.

De nombreuses questions restent encore sans réponse :

- Ces mesures d'adaptation sont-elles appropriées ?
 - Quelle est notre position actuelle quant à chaque mesure d'adaptation appropriée, en particulier en ce qui concerne les régions ou groupes vulnérables ?
 - a) Inadéquate
 - b) Adéquate
 - c) En cours d'élaboration
 - d) Pas encore prise.
 - Pour chaque mesure d'adaptation :
 - a) Comment peuvent-elles être mises en œuvre ?
 - Ajustement des mesures existantes
 - Élaboration de nouvelles mesures
 - b) Qui devrait travailler à la mise en œuvre ?
 - Agence/Secteur meneur
 - Agences/Secteurs d'aide
 - Quelles autres adaptations sont nécessaires ?
 - a) Position actuelle ?
 - b) Comment et qui met en œuvre ?
-



Exemple de tableau

Mesures d'adaptation possibles	Pour chaque mesure d'adaptation potentielle :		Pour chaque mesure d'adaptation potentielle :
	Comment qualifier nos capacités en général et pour les régions et groupes vulnérables ?	Comment cette mesure peut-elle être mise en place ou revalorisée ?	
Législatives ou Réglementaires	S= suffisantes I= insuffisantes D= en développement N = non mises en place		
<ul style="list-style-type: none"> •Mécanismes de partage des coûts pour les initiatives de compensation et d'adaptation •Régulations des normes minimales de construction afin de résister aux événements extrêmes dans les régions vulnérables •Régulations quant à la gestion des incendies et la gestion immobilière pour réduire les risques de blessures •Stratégies moyen à long terme d'aménagement du territoire démontrant les répercussions probables 			
Education publique et Communication			
<ul style="list-style-type: none"> •Amélioration de la communication quand aux risques liés aux événements extrêmes pour les régions et groupes vulnérables •Apprentissage de mesures de réduction de risques de dégâts ou de blessures •Evaluation de l'efficacité du matériel pédagogique 			
Surveillance et Contrôle			
<ul style="list-style-type: none"> •Normalisation des informations réunies suite à des catastrophes afin de mesurer plus précisément la morbidité et la mortalité •Evaluation des conséquences et des résultats sanitaires des événements extrêmes •Contrôle des mesures de gestion appropriées afin de réduire les risques (incendie, arbres à proximité de lignes électriques) 			

Rapport sur la santé et plan d'action

- Compilation des résultats de chacune des huit étapes de l'évaluation V&A.
- Le rapport devrait inclure :
 - a) La documentation sur la méthodologie donnant suffisamment de renseignements pour permettre aux lecteurs de comprendre le processus utilisé.
 - b) La reconnaissance de tous les participants/parties prenantes pendant la consultation
 - c) Le texte expliquant le contenu de chaque section
 - d) L'élaboration d'un plan d'action pour la mise en place des adaptations identifiées.



MÉTHODES DE DÉTERMINATION DU POIDS ACTUEL DES MALADIES SENSIBLES AU CLIMAT

Outils pouvant être utilisés pour les maladies spécifiques



Paludisme en Afrique



Mapping Malaria Risk in Africa / Atlas du Risque de la Malaria en Afrique

The MARA/ARMA collaboration was initiated to provide an atlas of malaria for Africa, by integrating different spatial and malaria data sets through a Geographic Information System (GIS).

The initiative is non-institutional and runs in the spirit of an open collaboration in which parallel, international and regional efforts contribute towards achieving the overall objectives.

Le site Internet de l'atlas des risques de malaria en Afrique (MARA/ARMA) <<http://www.mara.org.za>> contient des données sur la prévalence et la population ainsi que des cartes régionales et nationales.



Environmental data

- Malaria is an “environmental disease” since it is limited largely by environmental factors. Several global data sets are freely available, which are being used for characterising malaria risk and extrapolating to areas where no malaria data is available.
- These include:
 - ▶ Average monthly rainfall for the continent
 - ▶ Average monthly minimum and maximum temperature
 - ▶ Elevation (Altitude)
 - ▶ Vegetation index (Amount of vegetation)
 - ▶ Vegetation classification (Types of vegetation)



Climat et transmission stable du paludisme

- Un climat propice est un déterminant primaire pour que les conditions d'un site particulier conviennent à la transmission stable du paludisme.
- Un changement de température peut rallonger ou écourter la saison durant laquelle les moustiques ou les parasites peuvent survivre
- Les changements des précipitations ou de température peuvent déterminer des conditions, pendant la saison de transmission, contribuant à l'augmentation ou diminution des populations de parasites et de vecteurs.



- Des changements dans les précipitations ou la température pourraient faire que des altitudes ou écosystèmes autrefois hostiles deviennent des terrains favorables à la transmission. Des altitudes élevées qui étaient autrefois trop froides ou les régions limitrophes des déserts qui étaient autrefois trop sèches pour que les populations de moustiques puissent s'y développer pourraient devenir des terrains favorables du fait de petits changements dans les températures ou les précipitations.

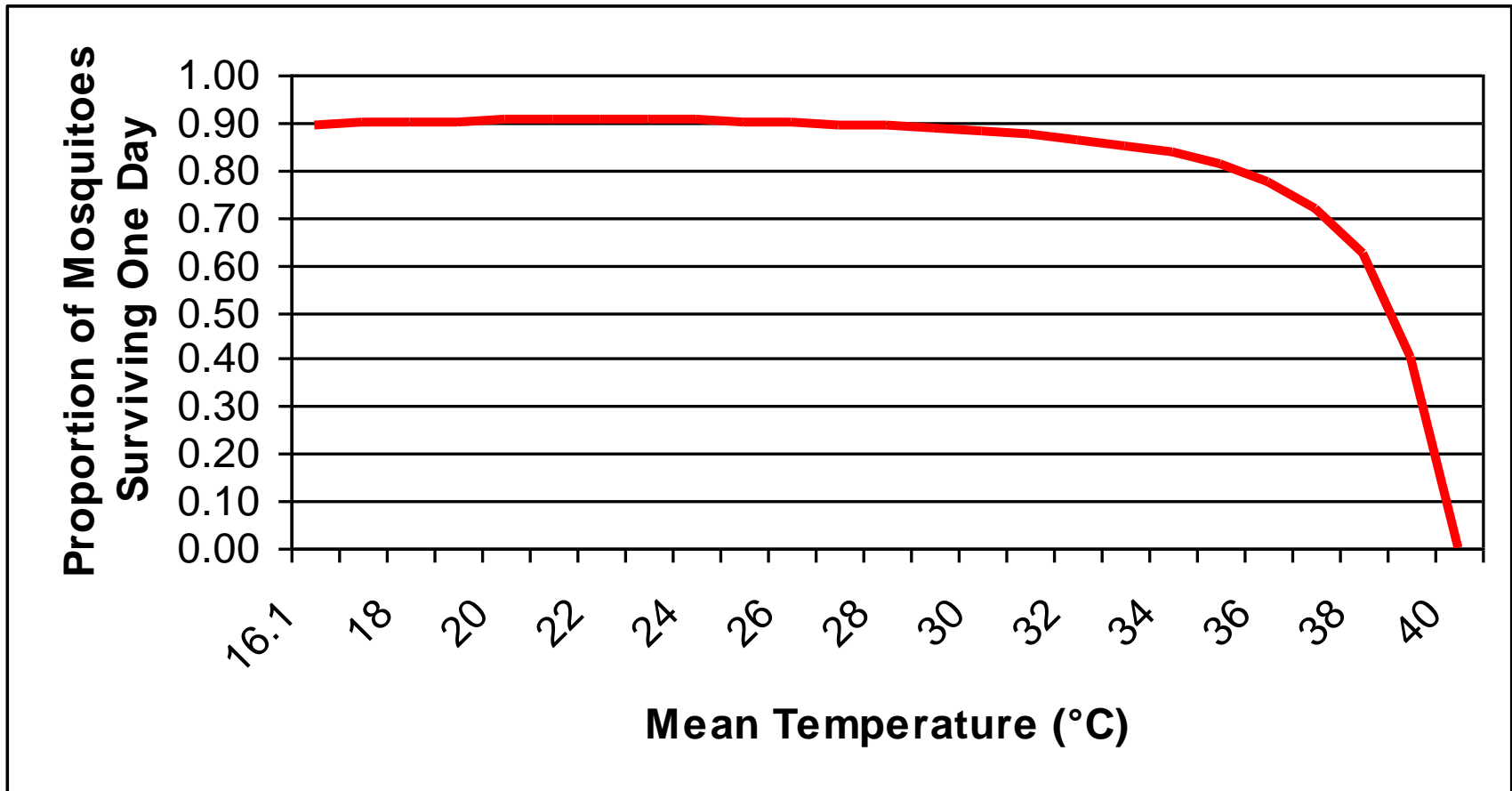


Modèle MARA/ARMA

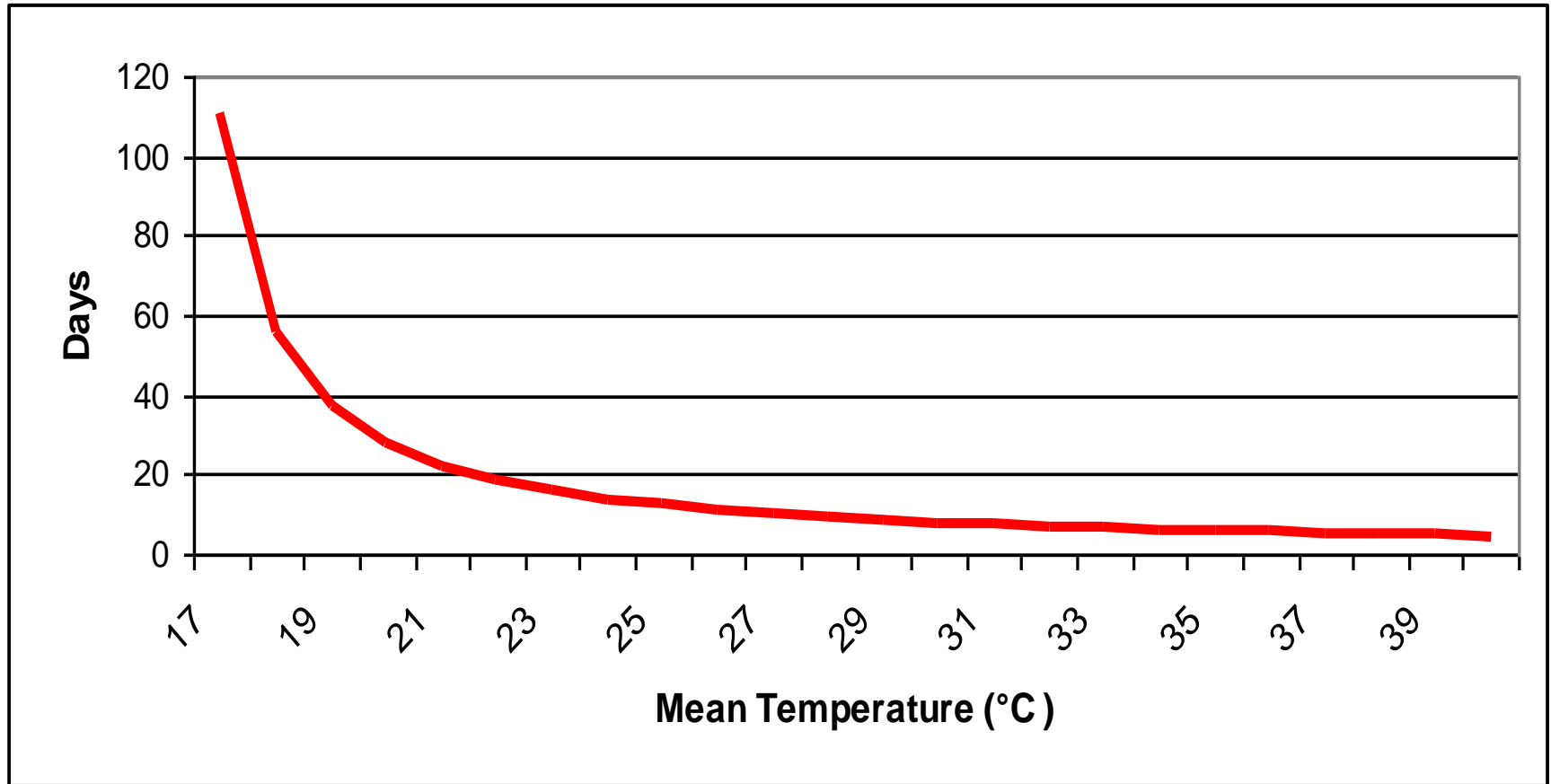
- Modèle biologique définissant un ensemble de règles de décision basées sur les contraintes imposées par les températures minimales et moyennes sur le développement du parasite *Plasmodium falciparum* et du vecteur *anophèles*, et sur les contraintes que les précipitations imposent à la survie et capacité de reproduction du moustique.
- Vous pouvez acheter le CD-ROM sur les pays en développement pour la somme de 5 USD ou télécharger les composantes sur le site Web : www.mara.org.za



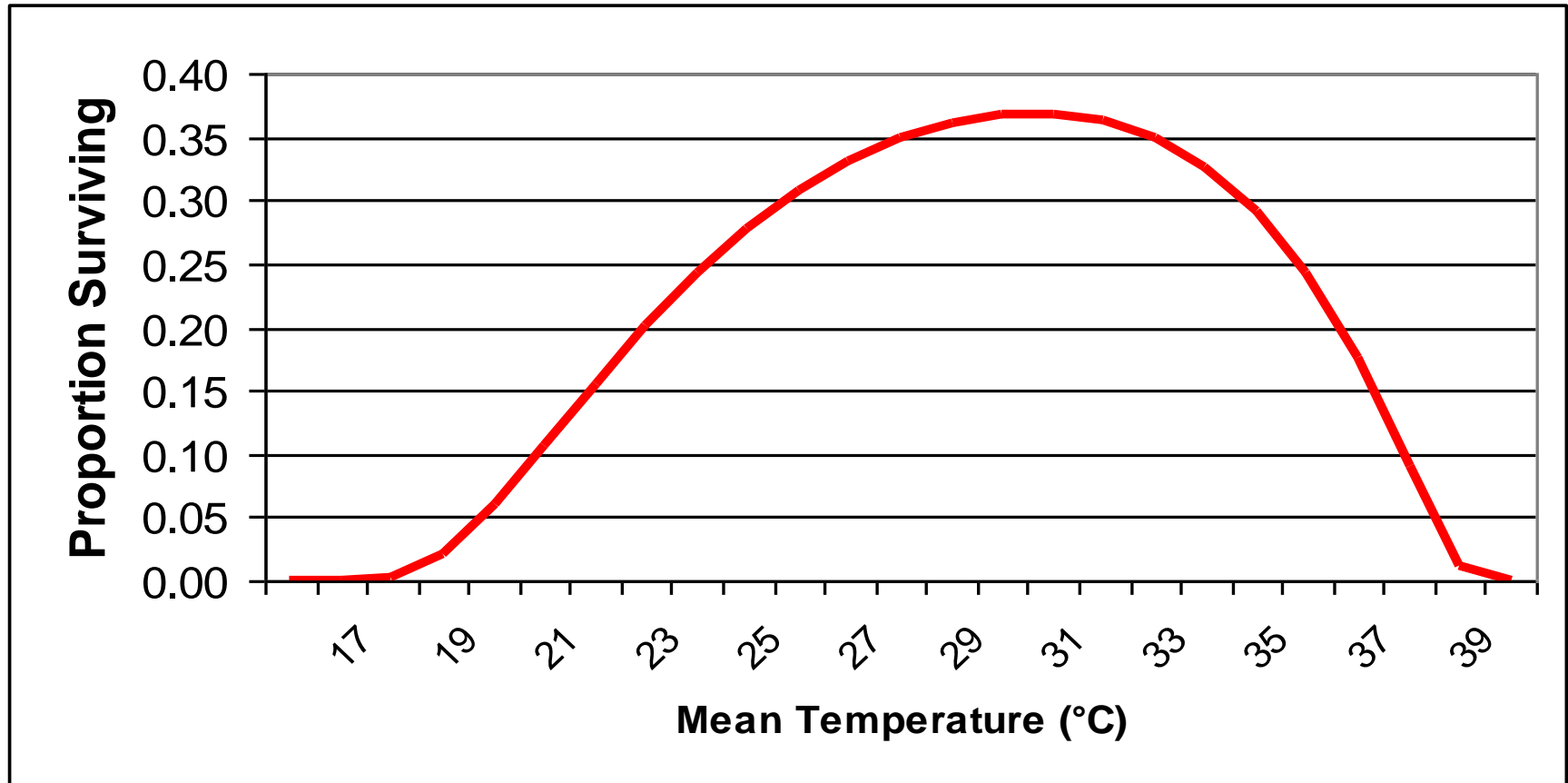
Relation entre la température et la survie journalière de l'anophèle



Relation entre la température et le temps nécessaire au parasite pour se développer

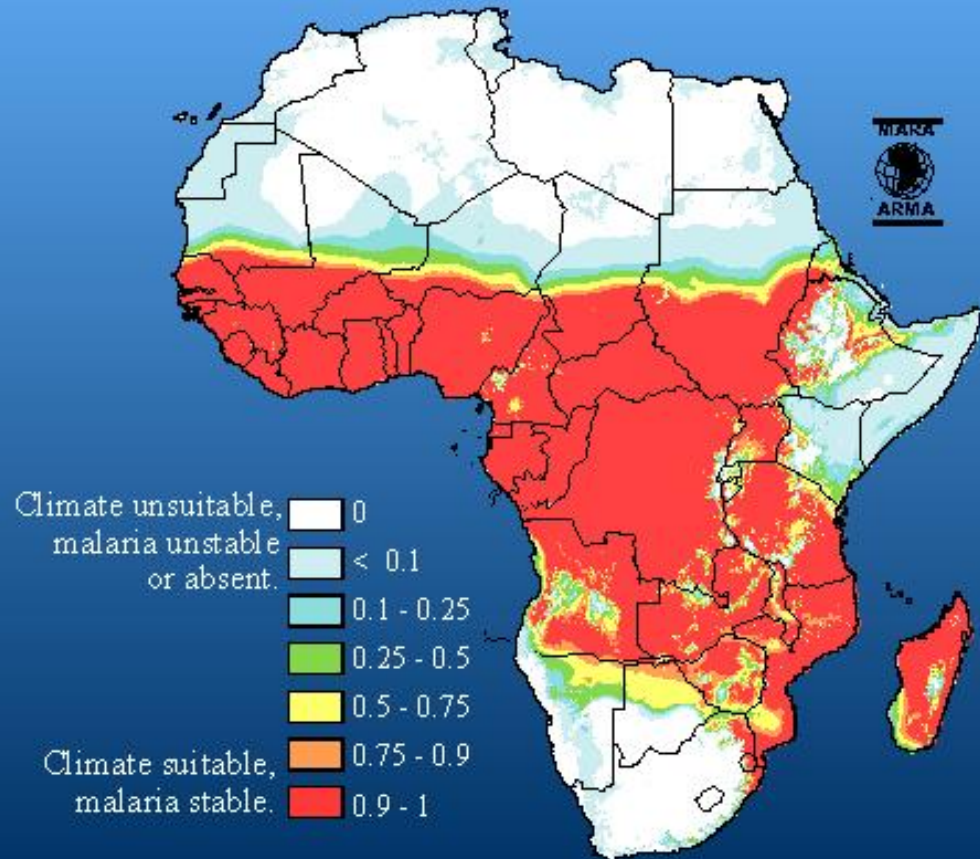


Proportion du temps nécessaire au développement du parasite dans les vecteurs survivants



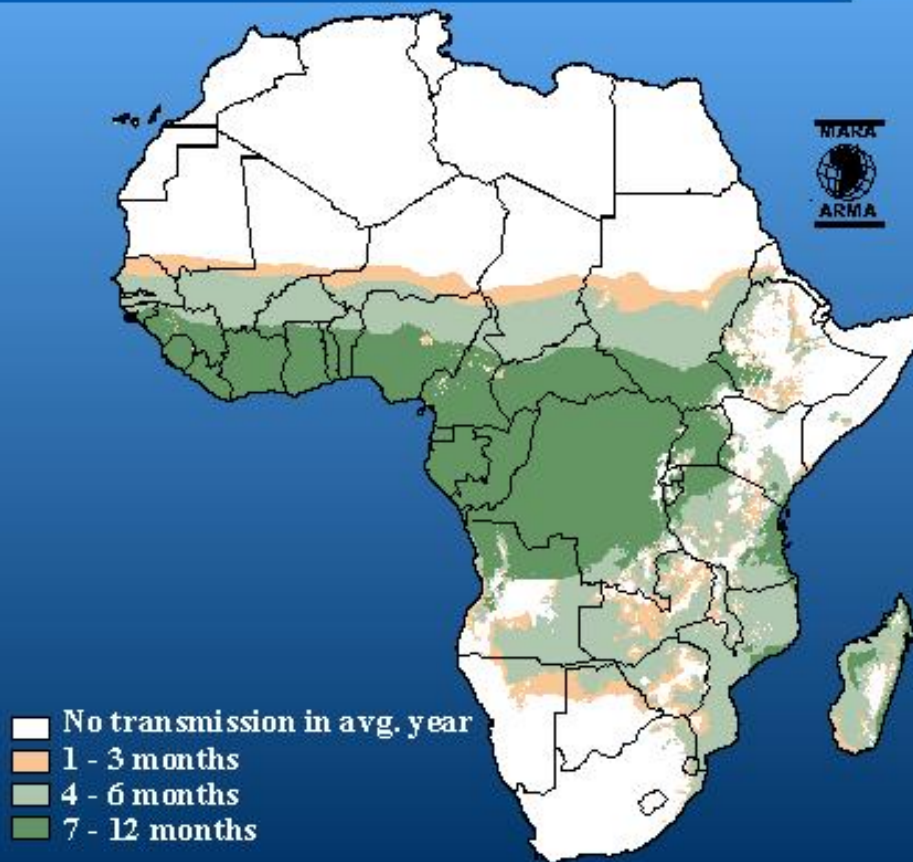
Malaria distribution model

This model defines the theoretical distribution of endemic malaria, based on the biological constraints placed on the parasite and the vector by temperature and rainfall, as outlined before. The particular temperature-rainfall combination is rated as either suitable or unsuitable for transmission in the average year.

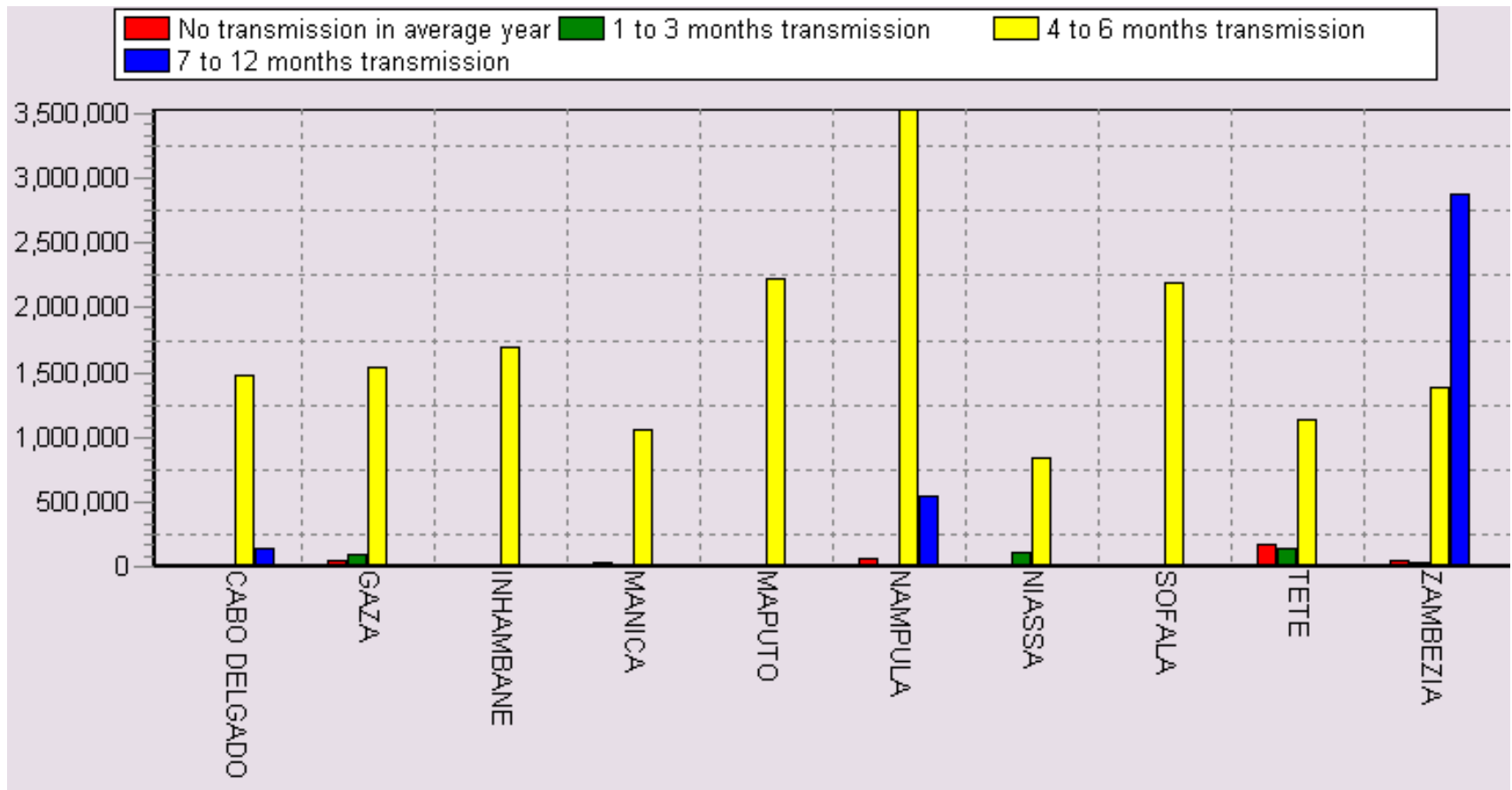


Malaria seasonality model

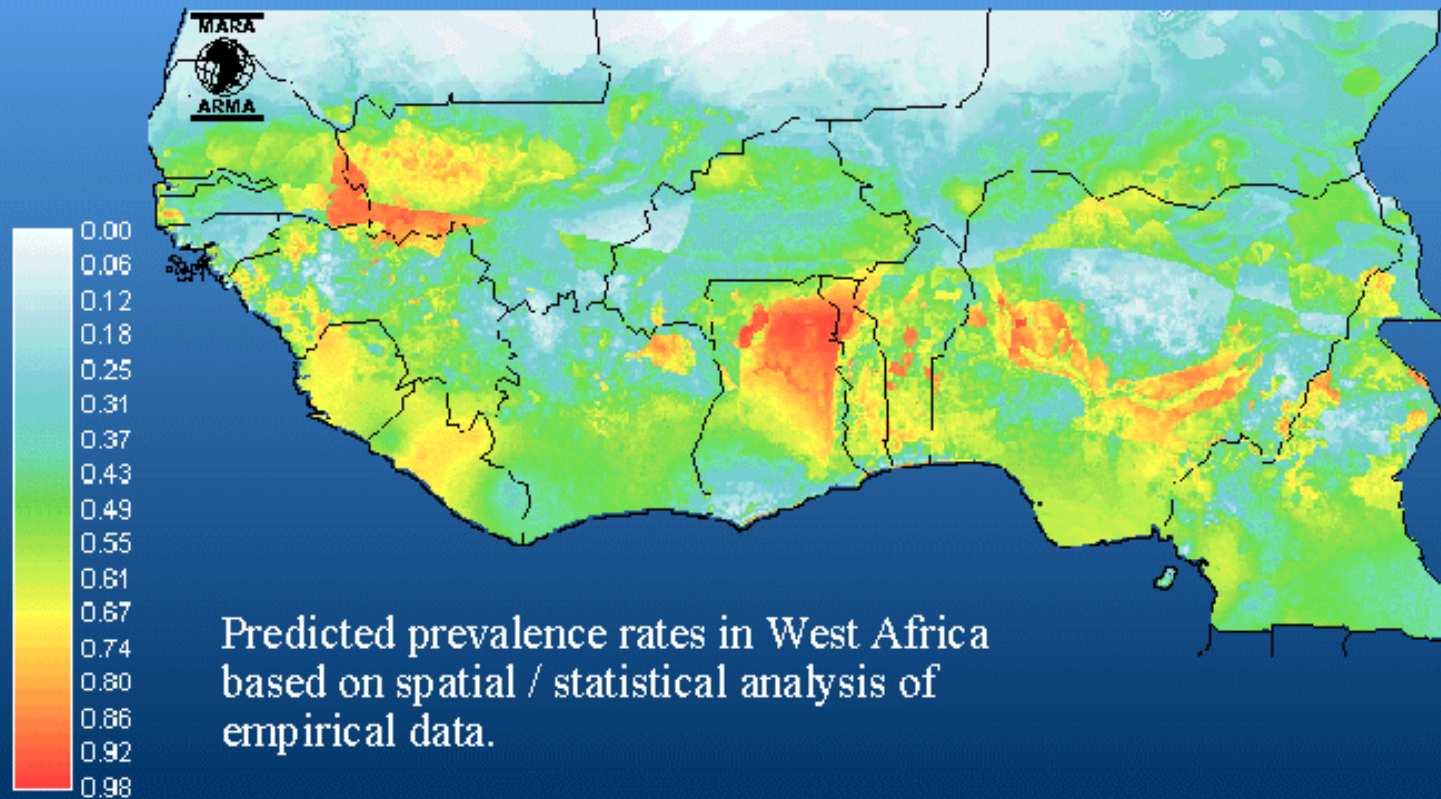
This model defines the duration of transmission season in months, and also the first and last month of the transmission season. This information is important for the choice and timing of interventions such as spraying of residual insecticides. Different interventions may be suited better under different situations of malaria seasonality.



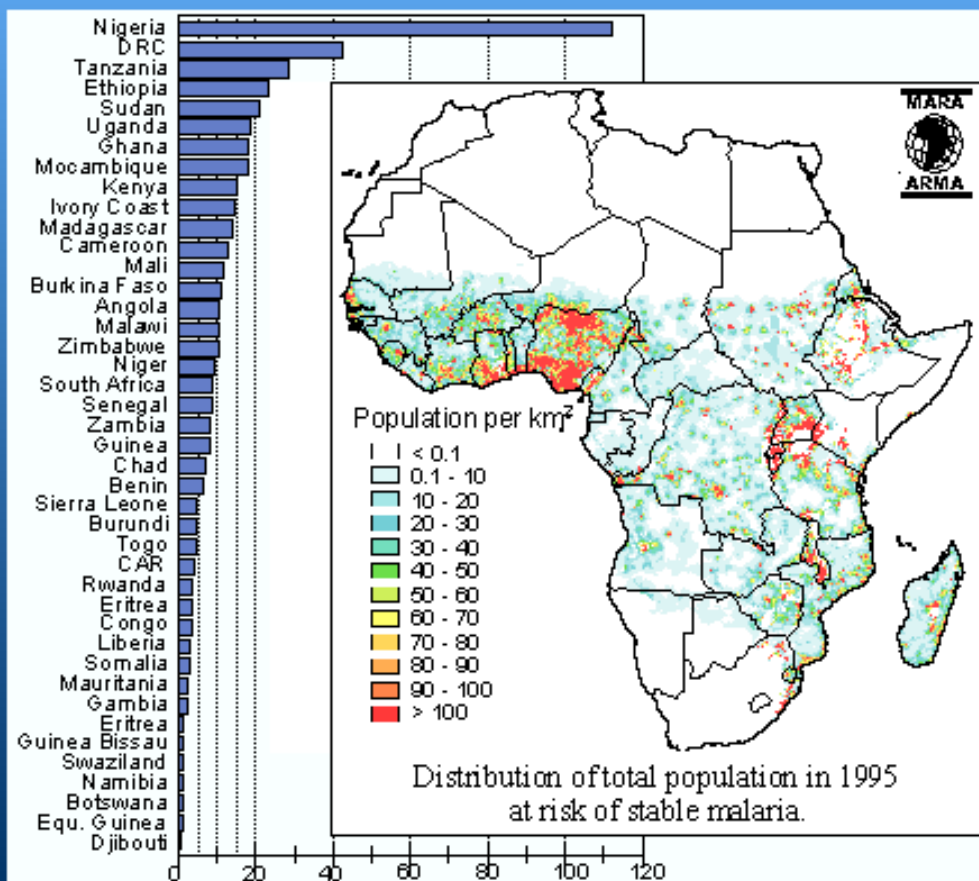
Mozambique – Durée de la saison du paludisme endémique



Predicted prevalence in West Africa



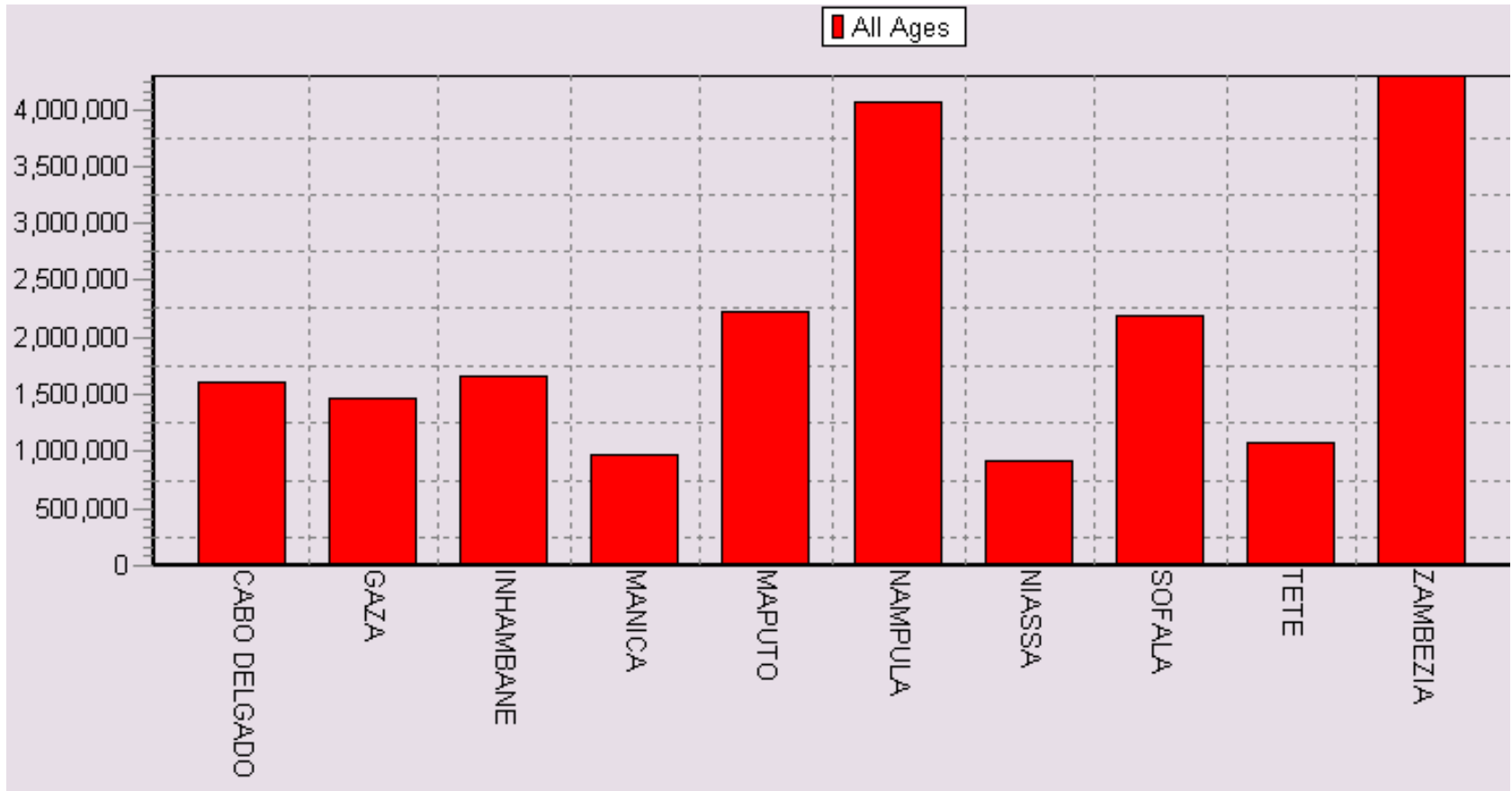
Populations at risk



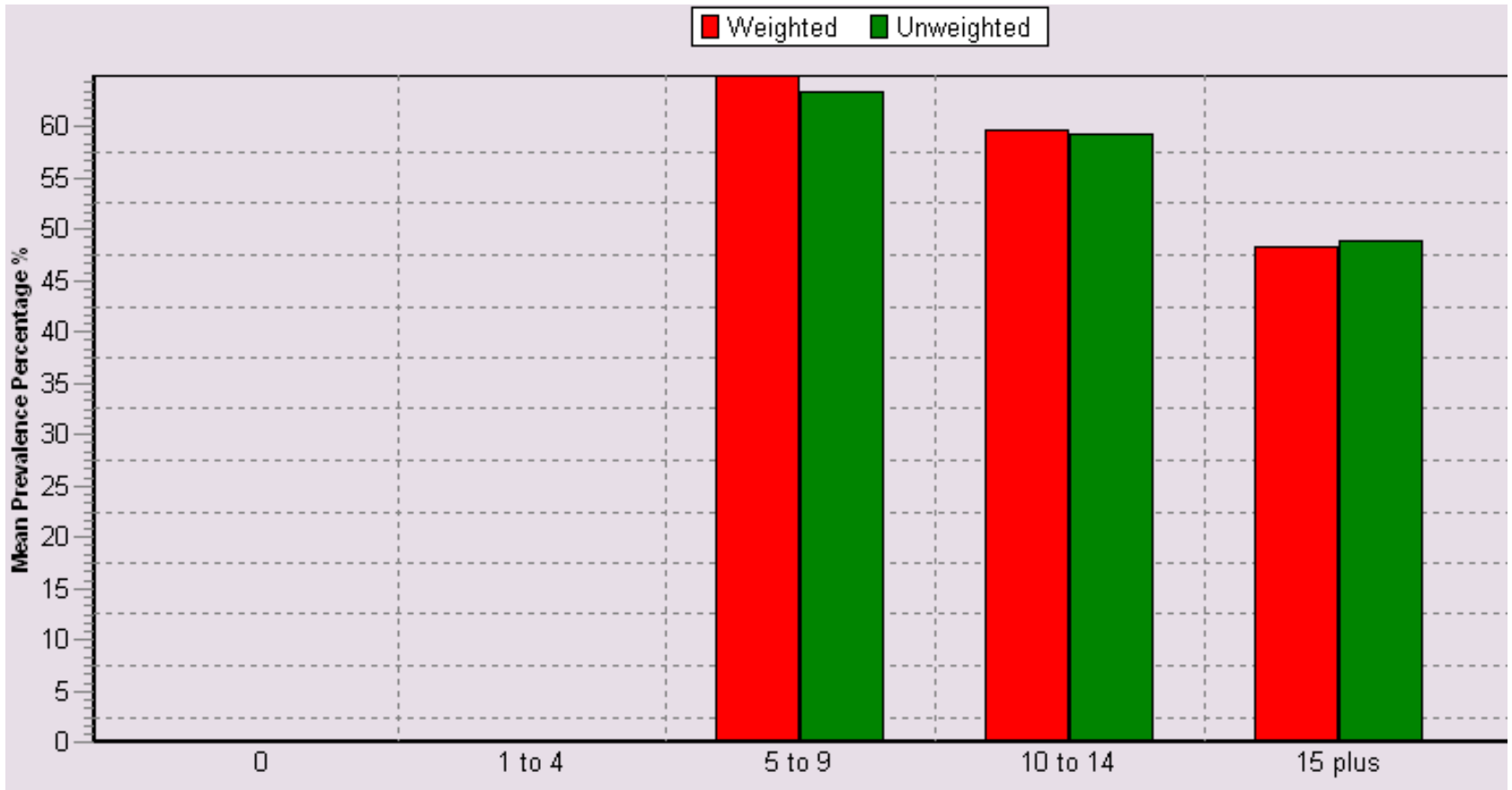
By combining the malaria distribution model with a continental population distribution model, the number of people living in malaria endemic regions can be estimated.

The graph on the left shows the number of people at risk per country (in millions).

Mozambique – Prévalence du paludisme endémique



Mozambique – Prévalence du paludisme endémique par âge



Applications

- By combining the various resulting maps of malaria with population maps, one can estimate how many people are at what degree of malaria risk, leading to estimates of mortality and infection rates.
- Relevant information can also help answer operational questions such as:
 - ▶ Is the national malaria control budget distributed according the magnitude of the problem?
 - ▶ Is the drug supply timed according to the malaria season?
 - ▶ Where should control programmes be implemented?
 - ▶ Can refugee camps be placed where malaria is less prevalent?
 - ▶ Vegetation classification (Types of vegetation)



Objectif : examiner les différentes réponses à un climat propice à la transmission stable de la malaria à *plasmodium falciparum* sous différents scénarios de changements climatiques au Zimbabwe

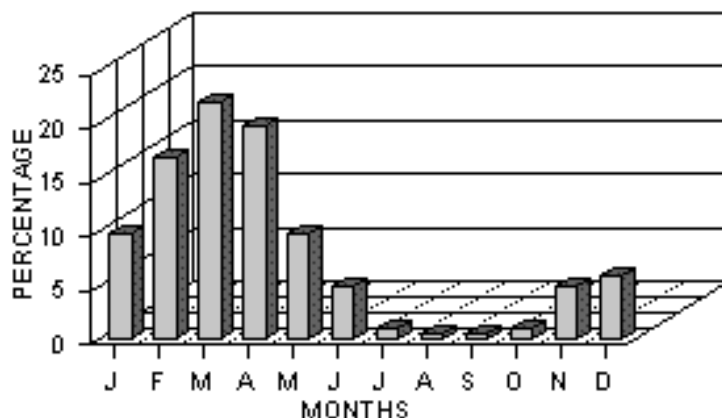
- Ebi et autres. *Climate Suitability for Stable Malaria Transmission in Zimbabwe Under Different Climate Change Scenarios*. Geneva: WHO, 2005



Paludisme au Zimbabwe

Cas par mois

ZIMBABWE 1972-1981



Source : South African Malaria Research Programme

- Les modèles de transmission stable suivent un modèle de précipitations et de hausse (qui à son tour influe sur la température)
- > 9 500 décès et 6,4 millions de cas entre 1989 et 1996
- Poussées récentes dans les régions montagneuses

Source : Ebi, et autres, 2005



- Climatologie de référence déterminée
- COSMIC était utilisé pour générer des scénarios de changements climatiques spécifiques au Zimbabwe ; des changements ont été ajoutés à la climatologie de référence
- Les extrants de COSMIC ont servi d'intrants au modèle de climat propice à la transmission de la malaria à *Plasmodium falciparum* MARA/ARMA (*Atlas des risques de malaria en Afrique*).



- Données climatiques :
 - a) Climat moyen du Zimbabwe sur 60 ans à 0,05° lat/long (1920–1980)
 - b) Température mensuelle minimale et maximale et précipitations totales
- Extrait de COSMIC :
 - a) Température et précipitations mensuelles moyennes projetées (1990–2100).



Climat du Zimbabwe

- Été austral pluvieux et chaud d' octobre à avril
- Sec et froid de mai à septembre
- Hausse hétérogène des températures
- Importante variabilité des précipitations interannuelles et décennales
- Réduction des précipitations sur les 100 dernières années (environ 1 % par décennie)
- Changements de température entre 1933 et 1993 :
 - a) Hausse des températures maximales $+0,6^{\circ}\text{C}$
 - b) Baisse des températures minimales $-0,2^{\circ}\text{C}$.

Source : Ebi, et autres, 2005



Modèles climatiques globaux

- Centre canadien pour la recherche sur la climat (CCC)
- Bureau météorologique du Royaume-Uni (BMRU)
- Institut Goddard pour les études spatiales (GISS)
- Modèle Henderson-Sellers utilisant le CCM1 au NCAR (HEND).

Source : Ebi, et autres, 2005



Scénarios

- Sensibilité climatique :
 - a) Élevée = 4,5°C
 - b) Basse = 1,4°C
- Analogues de dioxyde de carbone équivalent (DCE) aux scénarios de stabilisation des émissions de gaz à effet de serre (GES) à 350 ppmv et 750 ppmv du second Rapport d'évaluation (SRE) du GICE

Source : Ebi, et autres, 2005



Hypothèses

- Aucun changement des températures minimales et maximales sur un mois
- Les plans d'eau permanents ne répondent pas aux exigences en matière de précipitations
- Le climat n'a pas changé entre la référence (1920-1980) et 1990

Source : Ebi, et autres, 2005



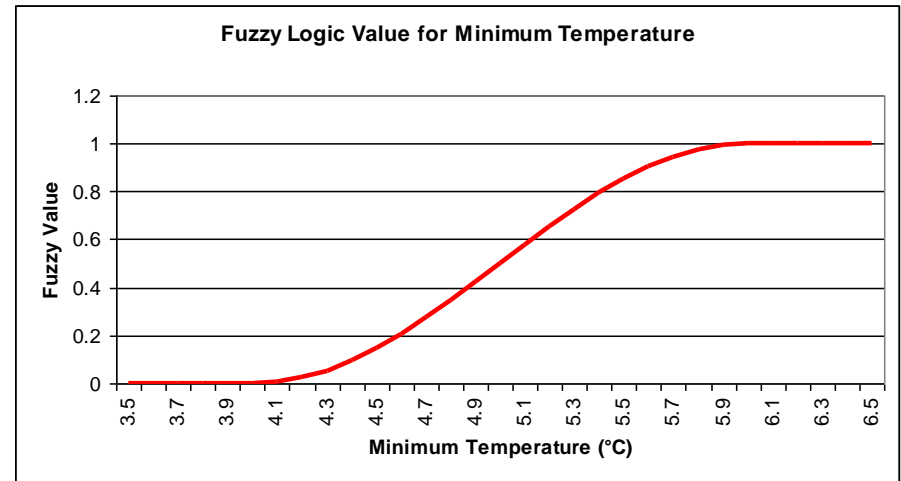
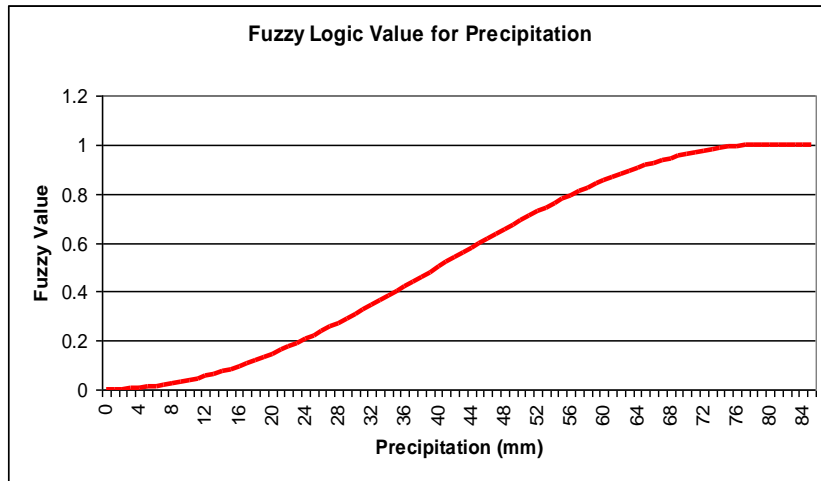
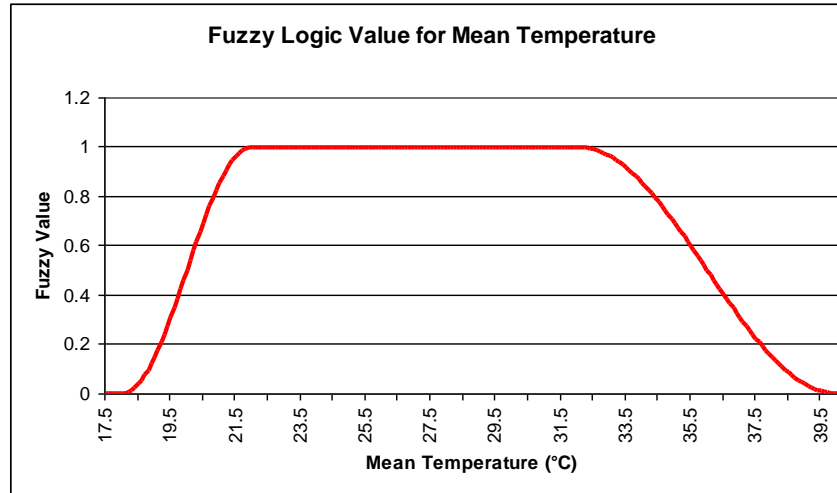
Valeur logique approximative

- Limites logiques approximatives établies pour la température minimale, moyenne et les précipitations
 - a) 0 = inadaptées
 - b) 1 = adaptées pour le paludisme endémique saisonnier.

Source : Ebi, et autres, 2005



Affectation de valeurs logiques approximatives aux variables climatiques



Critères d'un climat propice

- Valeurs approximatives affectées à chaque grille :
 - a) Pour chaque mois, la valeur approximative la plus basse pour les précipitations et la température moyenne
- Les valeurs minimales approximatives mouvantes déterminées sur 5 mois
- Comparées à la valeur approximative pour la moyenne mensuelle la plus basse de la température minimale quotidienne
- Valeur approximative la plus basse affectée.

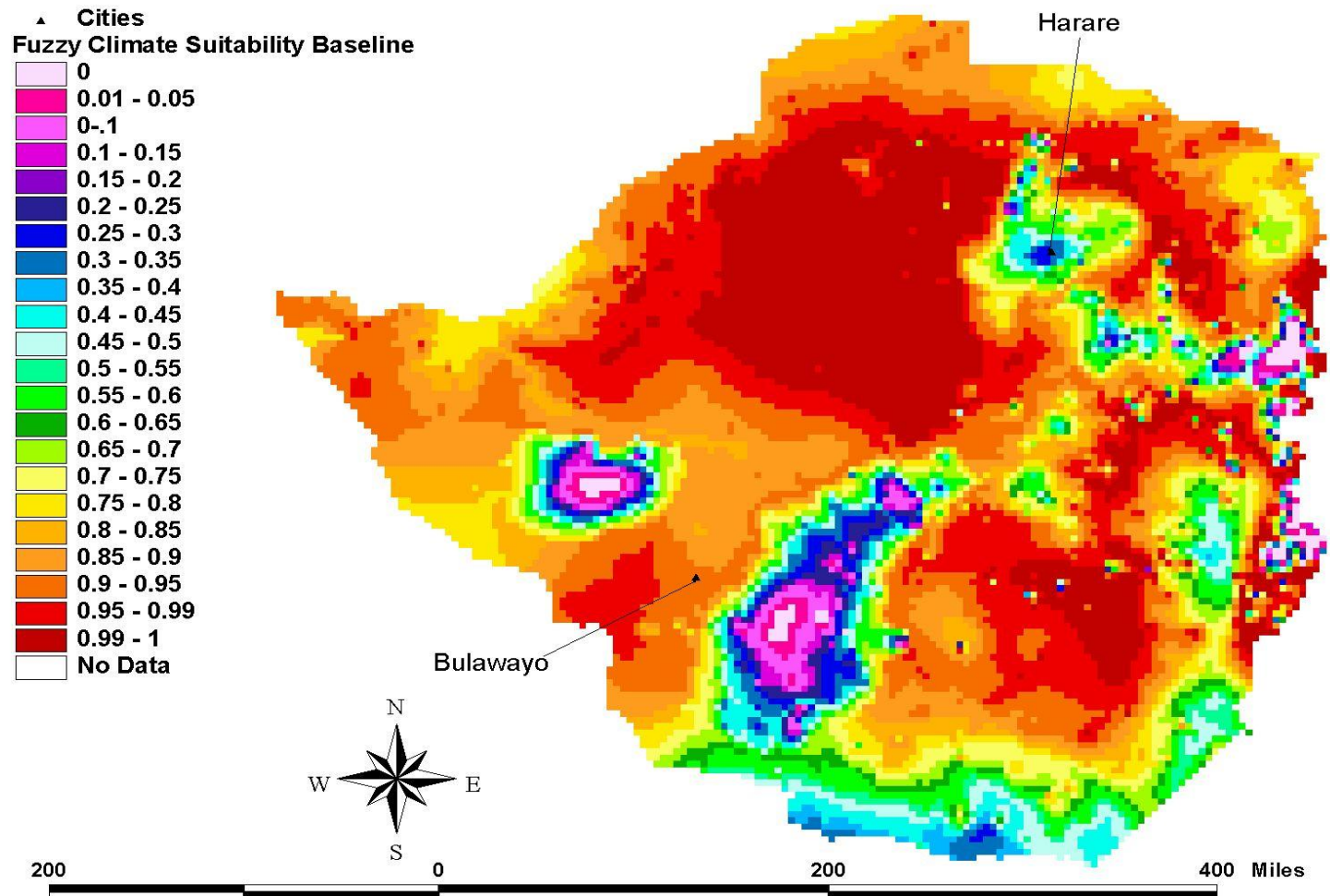
Source : Ebi, et autres, 2005



- Scénario de stabilisation S750 ECD avec une sensibilité climatique de $4,5^{\circ}\text{C}$
- Extrait du modèle :
 - a) Précipitations :
 - Saison des pluies (ONDJFMA) augmentation des précipitations de $8,5\%$ de 1990 à 2100
 - b) Température :
 - Hausse de la température annuelle moyenne de $3,5^{\circ}\text{C}$ de 1990 à 2100, avec des températures en octobre supérieures à celles de juillet.

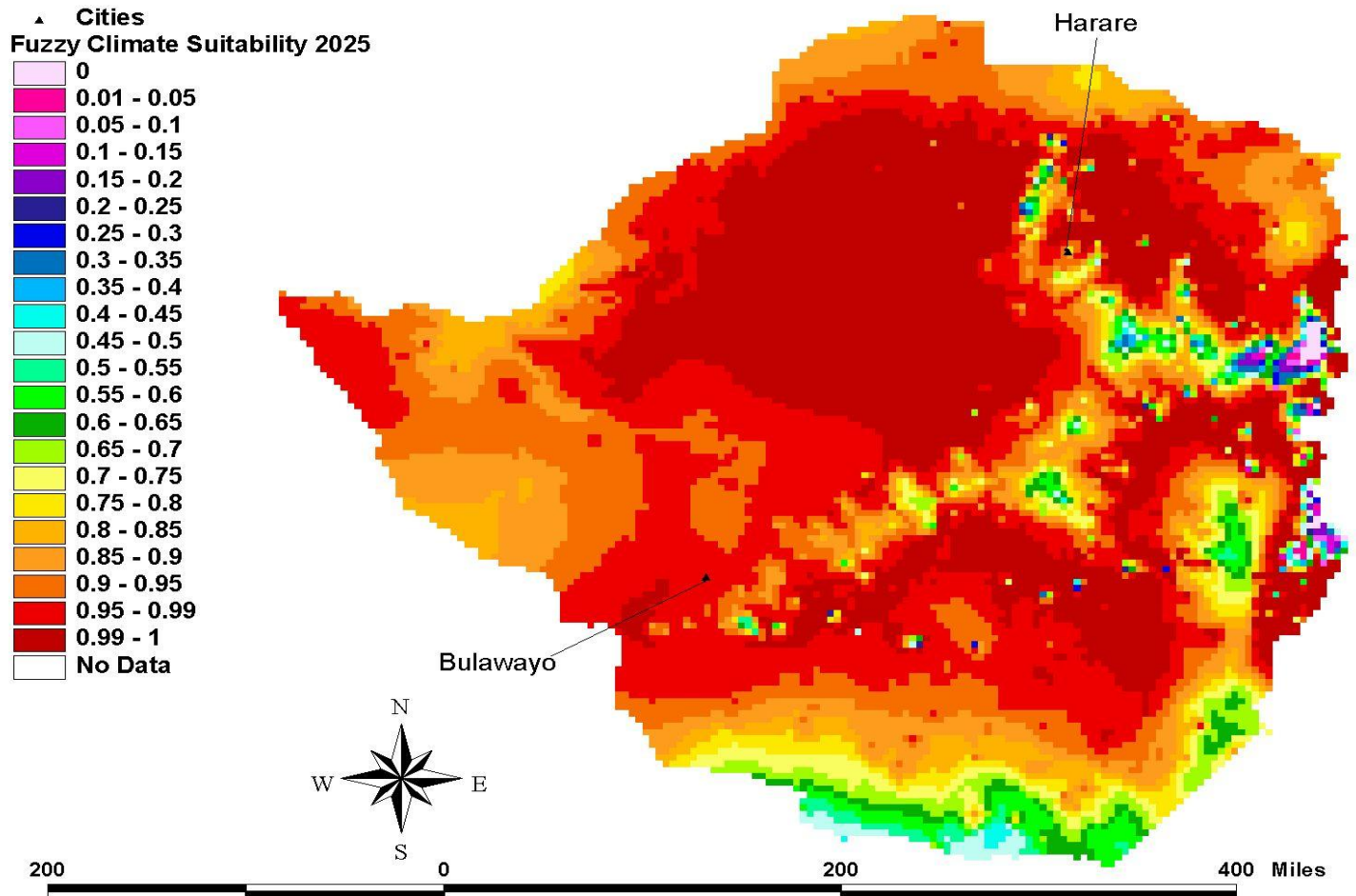


Référence



Source : Ebi, et autres, 2005

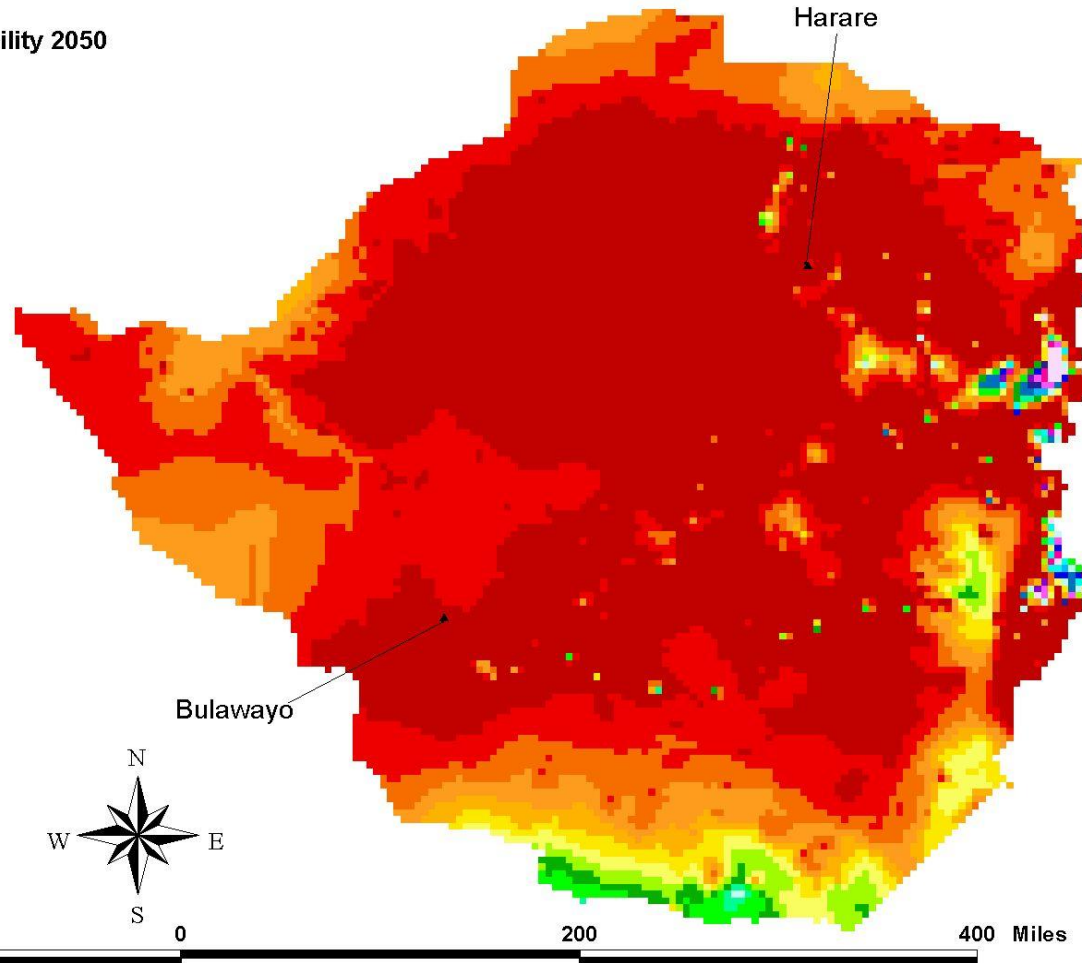
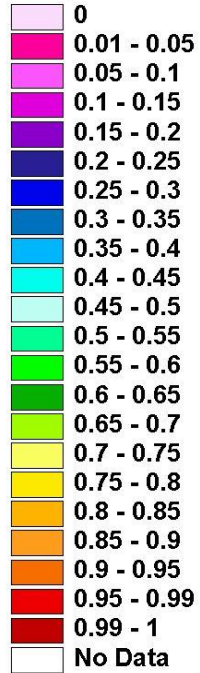




Source : Ebi, et autres, 2005

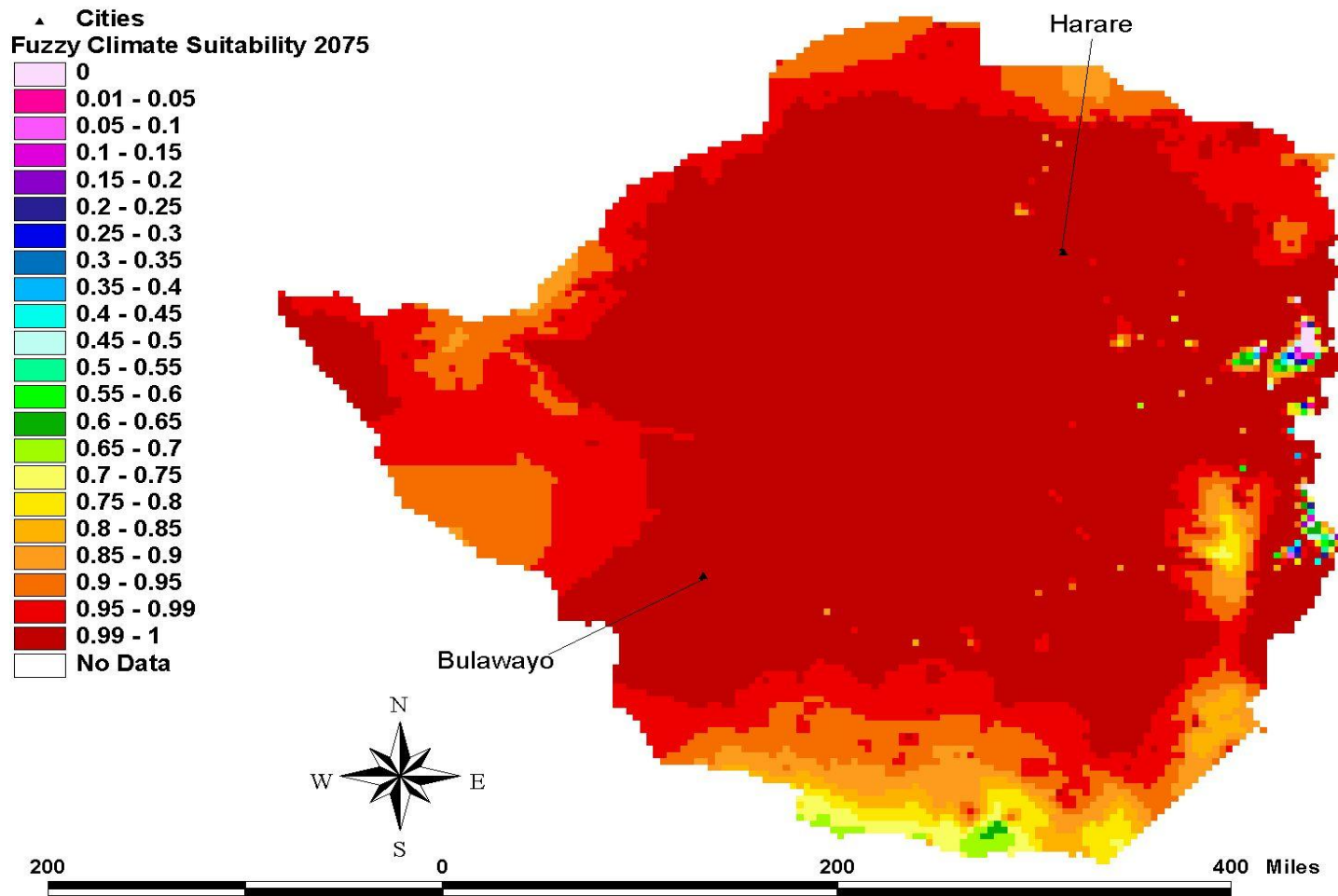


▲ Cities
Fuzzy Climate Suitability 2050



Source : Ebi, et autres, 2005

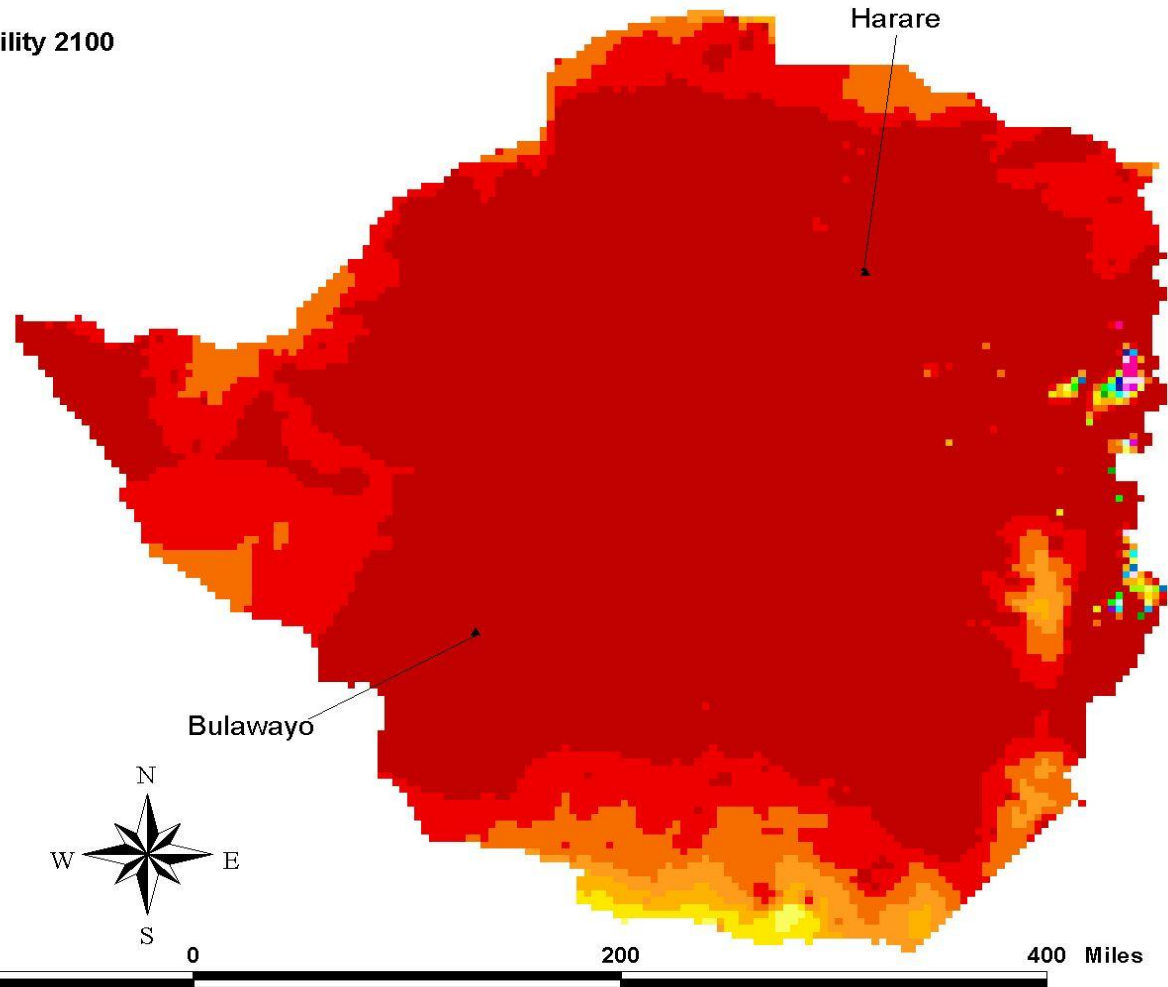
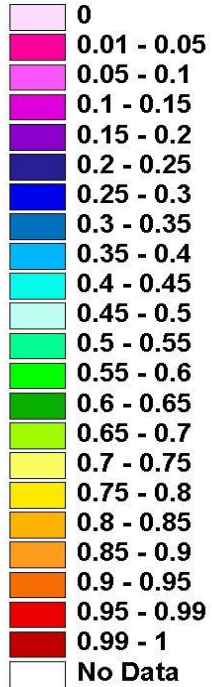




Source : Ebi, et autres, 2005



▲ Cities
 Fuzzy Climate Suitability 2100



Source : Ebi, et autres, 2005



Conclusions

- En supposant que l'homme n'essaie pas de limiter la transmission du paludisme, les changements de température et des précipitations pourraient altérer la répartition géographique de la transmission stable du paludisme au Zimbabwe
- Tous les scénarios démontrent que les régions montagneuses deviennent plus favorables à la transmission
- Les basses terres et les régions connaissant actuellement un faible taux de précipitations présentent des degrés de changement variables
- Les résultats soulignent l'importance de l'utilisation de différents scénarios climatiques.

Source : Ebi, et autres, 2005



Autres modèles

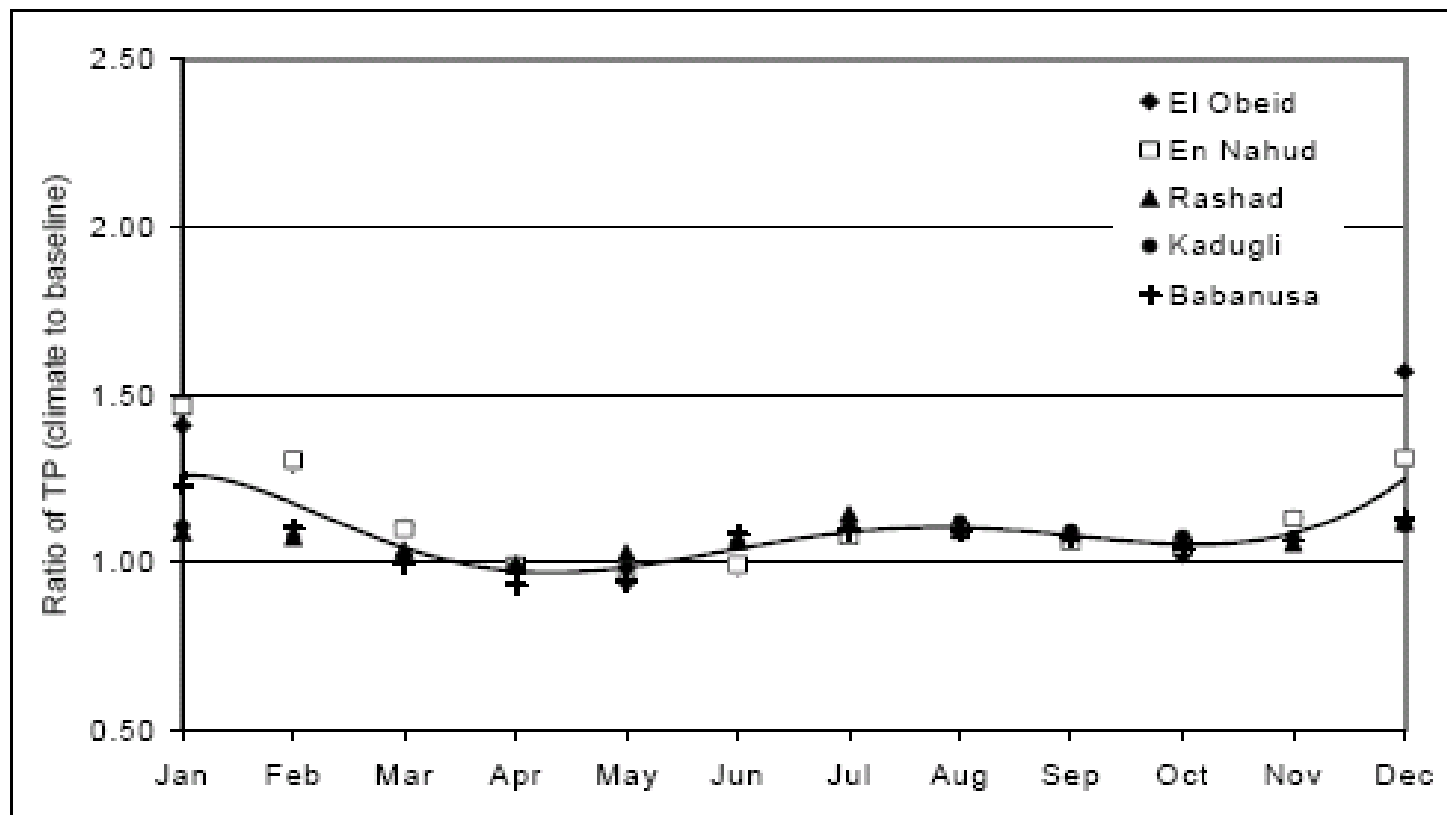
- MIASMA :
 - a) Modèle global de paludisme
- CiMSiM et DENSim pour la dengue :
 - a) Modèle de simulation entomologique basé sur la météo et l'habitat reliant à un modèle de simulation des dynamiques de la population humaine pour projeter des poussées de maladies
 - b) <<http://daac.gsfc.nasa.gov/IDP/models/index.html>>



- Utilisation d'une feuille de calcul Excel, paludisme modélisé en fonction des relations décrites dans MIASMA
- Changements mensuels dans la transmission potentielle calculés pour la région de Kordofan pour les années 2030 à 2060, par rapport à la période de 1961 à 1990 en utilisant le scénario IS92A du GICE, les résultats de la simulation du HADCM2, du GFDL, du BMRC et du MAGICC/SCENGEN.

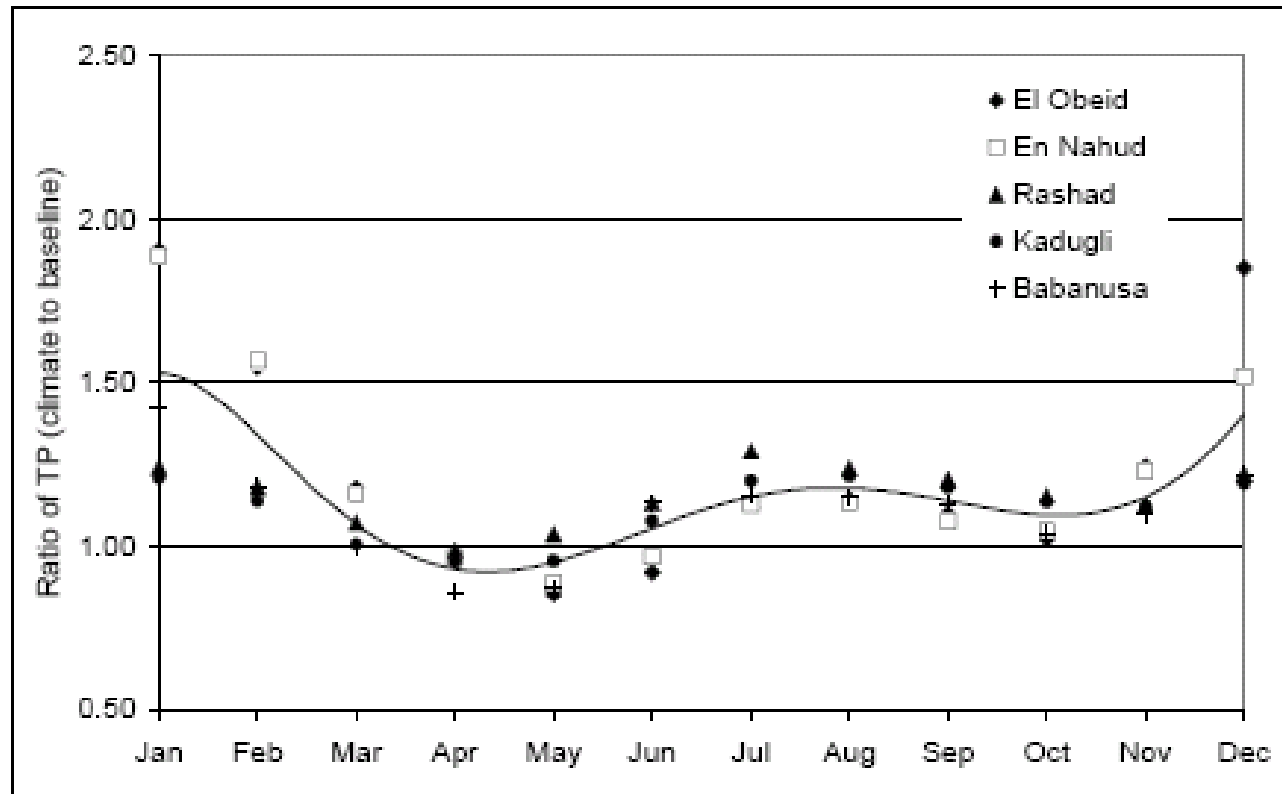
Soudan – Augmentation projetée du potentiel de transmission du paludisme en 2030

Figure 3.10: Projected average increase in the transmission potential of *P. Falciparum* using combined GCM outputs (2030)



Soudan – Augmentation projetée du potentiel de transmission du paludisme en 2060

Figure 3.11: Projected average increase in the transmission potential of *P. Falciparum* using combined GCM outputs (2060)



Soudan – Projections sur le paludisme

- Le paludisme dans la région de Kordofan pourrait considérablement augmenter pendant les mois d'hiver si aucune mesure d'adaptation efficace n'est prise :
 - a) Le potentiel de transmission pendant ces mois est 75 pour cent plus élevé qu'en l'absence de changements climatiques
- Selon le HADCM2, le potentiel de transmission en 2060 fera plus du double de la référence
- Le potentiel de transmission devrait diminuer de mai à août à cause de la hausse des températures.



SOLUTIONS D'ADAPTATION POUR LE PALUDISME



Contrôle des solutions de riposte théoriques – Paludisme

Theoretical Range of Choice	Technically feasible?	Effective?	Environmentally acceptable?	Financially Feasible?	Socially and Legally Acceptable?	Closed/Open (Practical Range of Choice)
Improved public health infrastructure	Yes	Low	Yes	Sometimes	Yes	Open
Forecasting & early warning systems	Yes	Medium	Yes	Often	Yes	Open
Public information & education	Yes	Low	Yes	Yes	Yes	Open
Control of vector breeding sites	Yes	Yes	Spraying - no	Yes	Sometimes	Open
Impregnated bed nets	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Open
Prophylaxis	Yes	Yes	Yes	Only for the few	Yes	Closed for many
Vaccination	No					Closed

Source : Ebi et Burton, 2008



Analysis of the Practical Range of Response Options – Malaria

Theoretical Range of Choice	Technically viable?	Financial capability?	Human skills & institutional capacity?	Compatible with current policies?	Target of opportunity?
Improved public health infrastructure	Yes	Low	Low	Yes	Yes
Forecasting and early warning systems	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Public information and education	Yes	Yes	Sometimes	Yes	Yes
Control of vector breeding sites	Yes	Sometimes	Sometimes	Yes	Yes
Impregnated bed nets	Yes	Sometimes	Yes	Yes	Yes
Prophylaxis	Yes	Sometimes	Yes	Yes	Yes

Source : Ebi et Burton, 2008



PROJECTION DES IMPACTS SUR LA SANTÉ AU NIVEAU MONDIAL



Estimation des impacts potentiels futurs sur la santé

- Nécessite l'utilisation de scénarios climatiques
- Peut utiliser des approches descendantes ou ascendantes :
 - a) Les modèles peuvent être des modèles spatiaux complexes ou basés sur une simple relation exposition-réaction
- Ils devraient inclure des projections de la manière dont les autres facteurs peuvent changer
- L'incertitude doit être traitée de manière explicite.

Source : Kovats et autres, 2003



Example: Estimating the Global Health Impacts of Climate Change

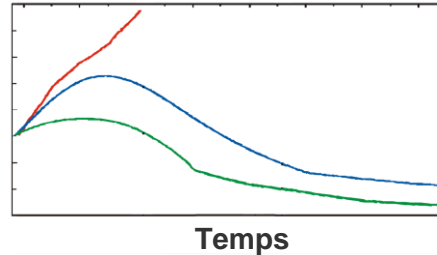
- Quels seront les impacts des changements climatiques potentiels **totaux** sur la santé (2000 à 2030) ?
- Combien d'entre eux peuvent être évités en réduisant le facteur de risque (ex. stabilisation des émissions de GES) ?

Source : Campbell-Lendrum et autres, 2003



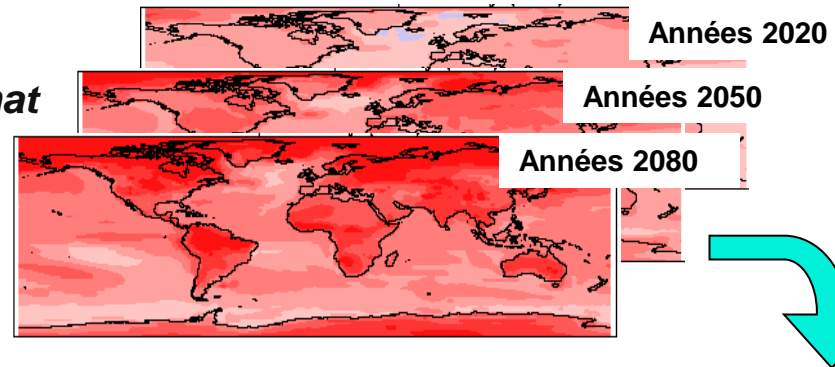
Évaluation comparative des risques

Scénarios d'émissions de GES



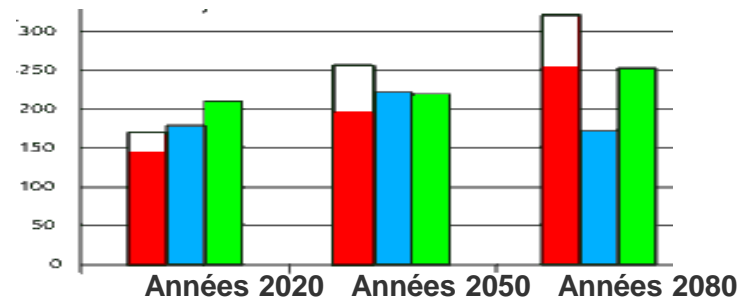
Modélisation climatique globale :

Génère une série de cartes du climat futur prédit



Modèle d'impact sur la santé :

Estime les changements dans les risques relatifs de maladies spécifiques



Source : Campbell-Lendrum et autres, 2003



Sélection des conséquences en matière de santé

Les critères utilisés peuvent inclure des maladies qui :

- Sont sensibles aux variations climatiques
- Représentent un poids important pour le secteur de la santé au niveau mondial.

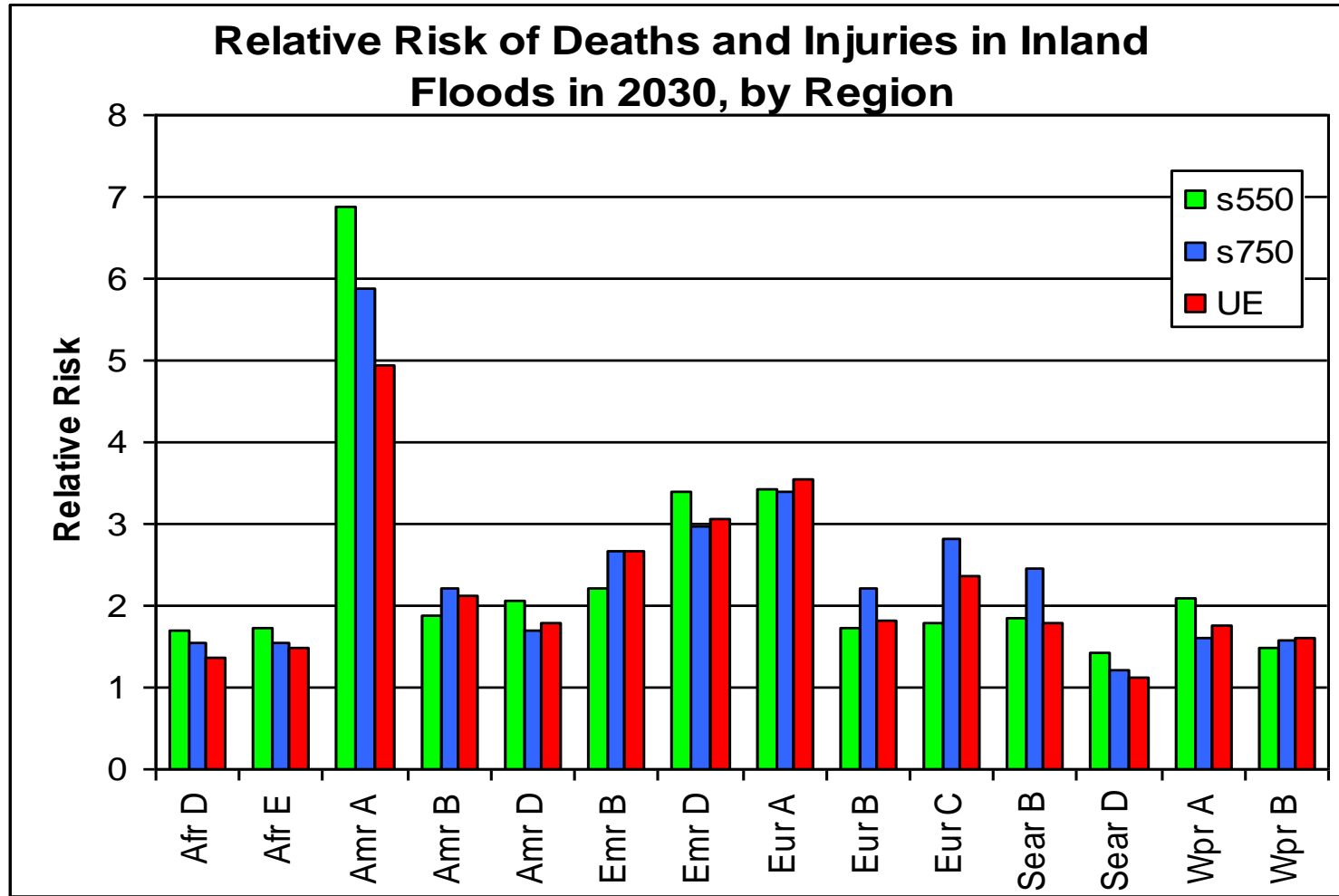
Des modèles quantitatifs sont disponibles à l'échelle mondiale :

- a) Malnutrition (prévalence)
- b) Maladies diarrhéiques (incidence)
- c) Maladies à vecteur – dengue et malaria à *Plasmodium falciparum*
- d) Inondations des terres et côtières (mortalité)
- e) Mortalité causée par des maladies cardiovasculaires influencées par la chaleur et le froid

Source : Campbell-Lendrum et autres, 2003



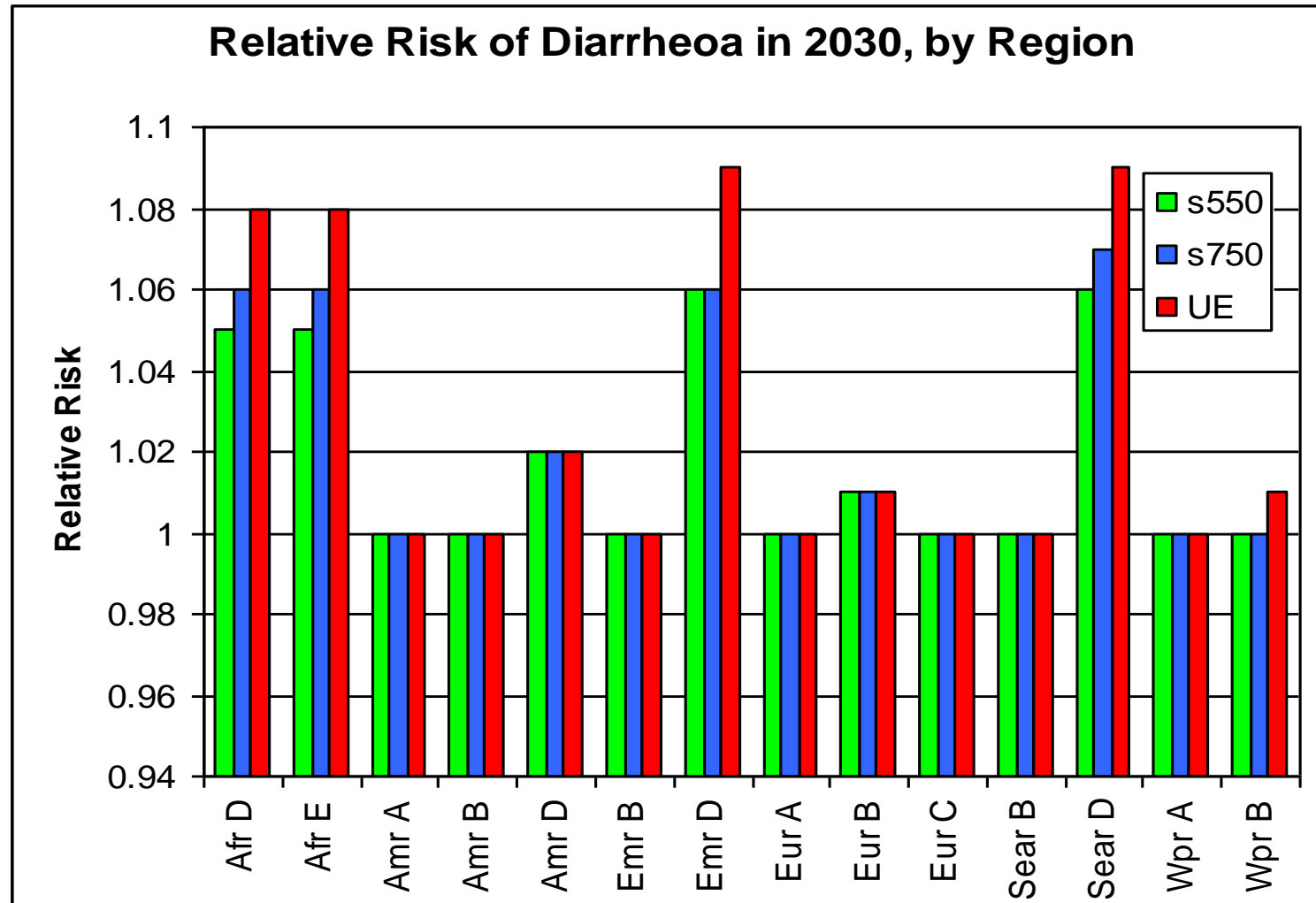
Risques relatifs projetés d'une inondation



Source : OMS, 2003



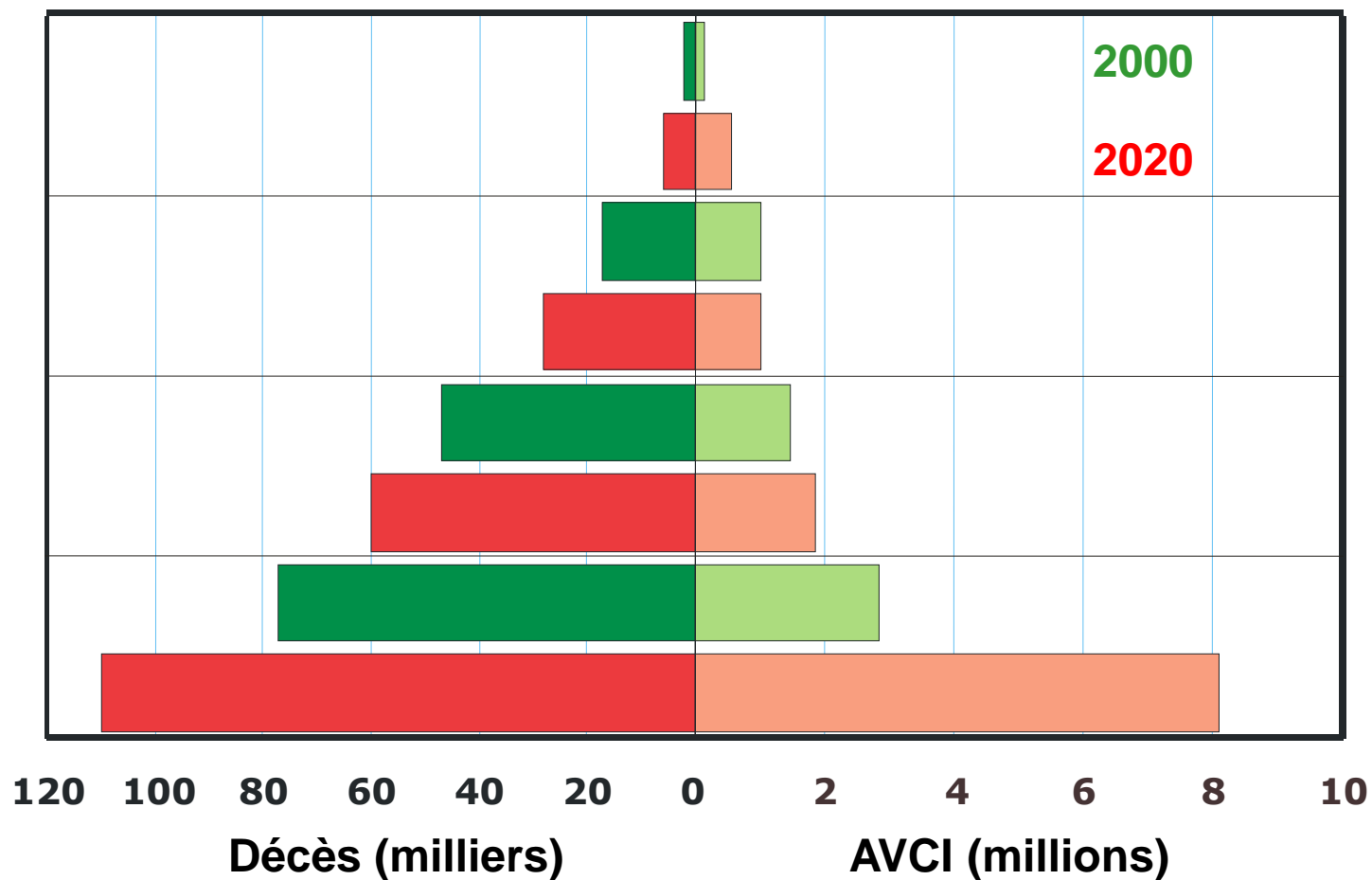
Risques relatifs projetés de maladies diarrhéiques



Source : OMS, 2003



Mortalité estimée et Années de vie corrigées du facteur d'incapacité (AVCI) attribuables aux changements climatiques



Source : Campbell-Lendrum et autres, 2003



Environmental Burden of Disease

- Prüss-Üstün A, Mathers C, Corvalan C, et Woodward A. 2003. *Introduction and Methods: Assessing the Environmental Burden of Disease at National and Local Levels*. disponible sur le site <http://www.who.int/peh/burden/burdenindex.html>



Autres informations : Vulnerability and Adaptation (V&A) Framework for Health

