

Le tableau T.9 montre la distribution (en échelle logarithmique) des décès modélisés par rapport au décès observé suite à une sécheresse. Une régression claire peut être visualisée, mais il faut noter que si l'on excluait l'Éthiopie, la corrélation serait plus faible ($R^2 = 0.6$). Toutefois, la pente de la droite de régression et l'ordonnée à l'origine ne changent pas de manière significative, ce qui atteste de la solidité du modèle.

Puisque 1.26 est proche d'1, le nombre de personnes décédées croît proportionnellement à l'exposition physique. De même, le nombre de personnes décédées décroît en proportion de la population lorsque croît l'accès amélioré aux réserves en eau. Cette dernière variable devrait être considérée comme un indicateur du niveau de développement du pays, dans la mesure où il entre en corrélation avec les autres variables du développement, tels que le taux de mortalité des moins de cinq ans (Corrélation de Pearson $r = -0.64$) et Indice du développement humain ($r = 0.65$).

Certains pays marqués par une forte exposition physique n'ont connu aucun décès liés à la sécheresse (États-Unis d'Amérique, Viet Nam, Nigeria, Mexique, Bangladesh, Iran, Iraq, Colombie, Thaïlande, Sri Lanka, Jordanie, Équateur). Diverses raisons peuvent l'expliquer. Soit la vulnérabilité est nulle ou extrêmement basse, par exemple aux États-Unis et en Australie, soit le nombre de décès relatifs à l'insécurité alimentaire est placé sous la rubrique conflits dans EMDAT, par ex. en Iraq et en Angola. Pour d'autres pays, une étude pourrait être nécessaire.

T.6 Intégration du risque multiple

Jusqu'à présent la précision et la qualité des données, ainsi que la sensibilité du modèle ne permettent pas d'établir un classement par rang des pays pour le risque de catastrophe, par contre des catégories peuvent être identifiées.

T.6.1 Méthodes

Comment comparer les pays et les catastrophes

Un modèle de risque multiple a été établi en additionnant les décès modélisés pour chaque type d'aléa et pour chaque pays. Afin de réduire le nombre de pays pour lesquels aucune donnée n'existe, ce qui aurait conduit à leur exclusion du modèle, pour les pays qui ne sont pas affectés par l'un des aléas (ou marginalement), la valeur zéro a été substituée en cas d'absence de donnée. Éviter de ce fait d'évincer des pays qui aurait des absences de données relatives à un aléa pour lequel l'exposition est insignifiante. Les pays ont été considérés comme non affectés, si les conditions suivantes étaient remplies : une exposition physique de moins de 2% de la population nationale ET une population affectée de moins de 1000 personnes par année.

Sur 249, seuls 39 pays ont été exclus de l'analyse. Malgré cela, on sait que chacun d'entre eux a été exposé à un certain niveau d'aléa, et que 37 d'entre eux ont des décès enregistrés dans EMDAT. La liste des pays identifie les lieux pour lesquels une amélioration de la collecte des données (surtout socio-économiques) est nécessaire afin de permettre leur intégration dans les futurs travaux. Parmi les raisons pour lesquels des pays individuels ont été exclus on peut indiquer : pays marginalement affectés par un aléa spécifique, pays affectés mais absence de données ; et pays où la répartition du risque ne peut être expliquée par le modèle (par exemple, pour la sécheresse au Soudan, où l'insécurité alimentaire et la famine correspondent davantage à des conflits armés qu'à la sécheresse météorologique telle qu'elle est définie dans le modèle).

Une fois identifiés les pays à inclure dans le modèle, un calcul Booléen a été effectué afin d'allouer l'une des cinq catégories de risque multiple déterminé statistiquement, pour chaque pays. Le Schéma T.10 (cf. page suivante) illustre les différentes mesures prises afin d'incorporer les valeurs dans un indice de risque multiple. Ce processus a donné trois produits :

- Un tableau des valeurs pour les pays comprenant les données pour les aléas pertinents ou pour les pays sans données mais affectés de façon marginale (210 pays).
- Une liste des pays pour lesquels les données manquent (pays qui dans lesquels il y a eu des victimes, mais sans les données appropriées)
- Une liste des pays où le modèle n'a pas pu être appliqué (les indicateurs n'étant pas en mesure de rendre compte de la situation dans ces pays, cas des pays dont la situation ne peut être expliquée par le modèle, ou qui ont rejetés au cours de l'analyse, parce que les indicateurs ne sont pas pertinents au regard de la situation).

Calcul du risque multiple

Le risque multiple a été calculé en utilisant la succession des formules telles que décrites dans l'Équation 15.

Entre chaque addition, il a fallu suivre tout le processus décrit dans le Schéma T.10, afin d'identifier les pays pour lesquels il était nécessaire de remplacer une valeur correspondant à zéro par une valeur calculée à partir d'un modèle d'aléa donné. A défaut, le pays a été placé dans la catégorie « non pertinent », ou « absence de données » (voir ci-dessous).

Afin d'étudier l'adaptation entre le risque dérivé du modèle à risque multiple et les décès enregistrés, les données des deux sources ont été catégorisées en cinq classes de risque pays. Une analyse groupée minimisant la distance intra-classe, et maximisant les inter-classes (en utilisant une analyse par Cluster méthode « *K-mean clustering* ») a été effectuée. Cela veut dire qu'un processus purement statistique (plus objectif) a été utilisé pour identifier la gravité du risque au regard du

ÉQUATION 15 CALCUL DU RISQUE MULTIPLE PAR LA SOMME DES DÉCÈS CALCULÉS SELON LE MODÈLE DE RISQUE POUR LES CYCLONES, LES INONDATIONS, LES TREMBLEMENTS DE TERRE, ET LA SÉCHERESSE

$$T_{cyclones} (ExpPh_{cyclones}^{0.63} \cdot PaI^{0.66} \cdot IDH^{-2.03} \cdot e^{-15.86}) + T_{inondations} (ExpPh_{inondations}^{0.78} \cdot PNBh^{-0.45} \cdot D^{-0.15} \cdot e^{-5.22}) + T_{tremblerre} (ExpPh_{tremblerre}^{1.26} \cdot U_g^{12.27} \cdot e^{-16.27}) + T_{secheresse} (ExpPh_{3_50}^{1.26} \cdot EAU_{TOT}^{-7.58} \cdot e^{14.4})$$

Où

E est la constante d'Euler (=2.718...)

ExpPh est l'exposition physique de l'aléa considéré

IDH est l'Indice de développement humain

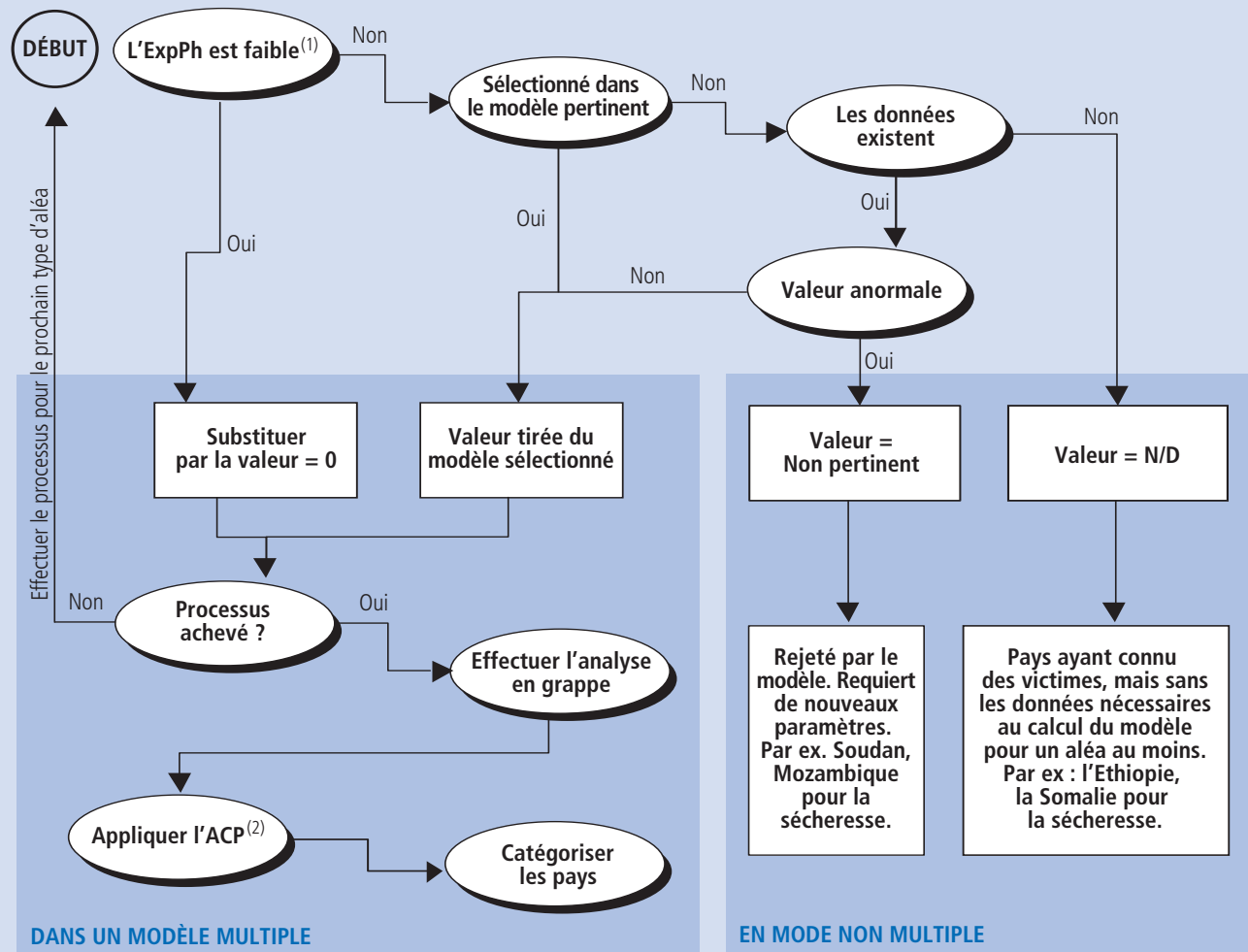
PNBh est le Produit national brut par habitant à parité de pouvoir d'achat

D est la densité locale (densité de population dans la zone inondée)

U_g est la croissance urbaine (calculée sur une période de trois ans)

EAU_{TOT} est l'accès à l'eau potable

SCHEMA T.10 INTÉGRATION DU RISQUE MULTIPLE



(1) L'exposition physique est considérée comme marginale si elle est inférieure à 1000 par an. (2) ACP: Analyse en composantes principales [Principal Component Analysis, PCA], permet de combiner le nombre de tués par an et le nombre de décès au regard de la population en une seule composante

modèle et des décès enregistrés dans EMDAT.

Afin de prendre en compte à la fois les indicateurs de risque (décès et décès par habitant), une analyse en composantes

principales a été effectuée afin de combiner les deux. Puis une distinction a été établie entre les pays d'une surface inférieure à 30.000 km² et d'une densité de population supérieure à 100 habitants par km².

T.6.2 Résultats

Pays modélisés sans décès signalés

L'IRC à aléa multiple a été calculé pour 210 pays. Pour les 14 pays suivants aucun décès n'a été signalé dans les 20 dernières années dans EMDAT : La Barbade, Croatie, Erythrée, Gabon, Guyana, Islande, Luxembourg, Namibie, Slovaquie, Suède, République arabe syrienne, Ex-République yougoslave de Macédoine, Turkménistan et Zambie.

Absence de données, valeurs anormales et cas spécifiques

A travers la transformation réalisée par analyse en composantes principales, des seuils supérieurs et inférieurs ont été identifiés. Cette opération a été réalisée à la fois pour les décès observés et pour les décès modélisés. Pour 14 pays, une valeur a été calculée selon le modèle de risque à aléa multiple, bien qu'aucun décès n'ait été enregistré par EMDAT dans la période 1980-2000. Par ailleurs, 37 pays pour lesquels les décès enregistrés n'ont pu être modélisés, soit à cause d'une carence en données soit parce qu'ils ne correspondaient pas aux prérequis du modèle. Ces pays sont : Afghanistan, Azerbaïdjan, Cuba, République démocratique du Congo, Djibouti, Dominique, France, Grèce, Libéria, Malaisie, Montserrat, Myanmar, Nouvelle Calédonie, Portugal, Îles Salomon, Somalie, Espagne, Soudan, Swaziland, Taïwan, Tadjikistan, Vanuatu, Yougoslavie, Antigua et Barbuda, Arménie, Guadeloupe, Guam, Israël, Martinique, Micronésie (Etats fédérés de), Antilles néerlandaises, Puerto Rico, La Réunion, Saint-Kitts-et-Nevis, Sainte Lucie, Îles vierges des Etats-Unis.

Pays absents à la fois de EMDAT et du modèle

Deux pays sont absents à la fois de EMDAT et du modèle : Anguilla (une dépendance du Royaume-Uni) et la Bosnie-Herzégovine.

Comparaison des résultats de EMDAT/IRC relatifs au risque à aléa multiple

Les résultats de la comparaison des décès résultant d'aléas multiples du modèle et d'EMDAT sont présentés et débattus dans le Chapitre 2. Pour plus d'informations, notamment sur les variables spécifiques par pays, les chercheurs sont encouragés à visiter le site du Rapport.

T.7 Conclusions techniques et recommandations

T.7.1 L'IRC – Des travaux en cours

L'IRC est un outil statistique solide

Les résultats générés selon la méthode de l'IRC se sont montrés statistiquement solides, et ont montré un haut niveau de fiabilité. Cela notamment si l'on considère

l'indépendance des sources d'information et l'imprécision des données disponibles au niveau mondial. Les forts liens statistiques – à la fois entre les décès constatés et les décès modélisés et entre les variables socio-économiques associées à la vulnérabilité humaine et les niveaux de risque – qui sont ressortis de l'étude de l'IRC n'apparaissent pas souvent dans des études similaires analysant les groupes de données géophysique et les données socio-économiques. Le modèle a réussi à montrer le fort potentiel des évaluations futures du risque de catastrophe au niveau national. Il offre la première base statistique solide pour la compréhension et la comparaison du risque de catastrophe et de la vulnérabilité des populations entre les pays.

L'IRC n'est pas un modèle prévisionnel

Cela provient en partie du manque de précision des données disponibles. Mais cela montre aussi l'influence du contexte local. Les cartes du risque fournies par cette recherche permettent une comparaison du risque relatif entre les pays, mais elles ne peuvent pas être utilisées pour décrire le risque réel pour un pays donné. Il faudrait mettre en place des analyses du risque au niveau infranational afin d'apporter les éléments nécessaires au développement et à la planification de l'aménagement du territoire au niveau national.

Comment lier le risque extrême et le risque quotidien ?

Les événements extraordinaires, par nature, ne suivent pas les schémas normaux. L'Ouragan Mitch, en 1998, les pluies ayant causé les glissements de terrain au Venezuela en 1999, ou le tremblement de terre de 1988 en Arménie sont sortis de la courbe de régression. Cela est dû à l'intensité anormale de ces événements. Ces phénomènes sont heureusement trop rares pour qu'on puisse utilement les inclure dans une étude couvrant une période de 20 ans. L'incorporation de phénomènes de ce niveau d'intensité ne peut être faite qu'au cas par cas.

T.7.2 Aller de l'avant

Variables socio-économiques

Les résultats ont montré que les sets de données globales peuvent encore être améliorés, tant en termes de précision qu'au niveau de leur exhaustivité. Toutefois, ils permettent déjà la comparaison entre les pays. D'autres indicateurs – tels que la corruption, les conflits armés ou les événements politiques – pourraient constituer à l'avenir des tests intéressants pour le modèle.

Inondations

Les données géophysiques peuvent être améliorées. Les bassins hydrographiques utilisés pour évaluer l'exposition physique aux inondations ont été basés sur une résolution de 1 km, pour l'altitude. Un nouveau set de données sur