

## Pour une cartographie locale des « systèmes à risques » dans le cadre du changement climatique

La cartographie des risques futurs liés aux changements climatiques, pour être opérationnelle, doit aussi être locale. En effet c'est seulement à ce niveau-là que l'on peut faire ressortir, grâce à une approche fine appliquée sur des bassins de risques multiples, les enjeux liés à la durée de la superposition de ces risques.

Trois exemples de « systèmes à risques » qui seront importants à prendre en compte au cours des prochaines décennies sont décrits ci-dessous :

- le système asiatique d'Asie du Sud et d'Asie du Sud-est ;
- le système « Amérique centrale-zone Caraïbes » ;
- la zone de l'océan Indien.

Chacun de ces systèmes comprend une composante d'exposition à une large palette de risques liés :

- aux conditions naturelles (forte activité sismique, zones fortement touchées par des phénomènes liés aux changements climatiques),
- aux évolutions socio-économiques (forte croissance démographique et densification des populations sur les zones côtières ou dans des vallées, industrialisation accélérée, etc.),
- des capacités variées de préparation et de réponse aux catastrophes induites par les dérèglements climatiques.

### L'Asie du Sud et du Sud-Est (carte 1)

L'Asie du Sud et du Sud-Est est confrontée à des facteurs de risque majeurs et restera en tête des régions les plus gravement touchées par l'augmentation des risques liés

Par **François Grünewald**, directeur général et scientifique du groupe URD (Urgence, Réhabilitation, Développement).

aux changements climatiques. Plusieurs grands sous-systèmes peuvent être identifiés :

- les zones des piémonts, plaines et deltas dépendant du massif himalayen (Pakistan, Inde, Bangladesh, Birmanie, Thaïlande, Cambodge, Vietnam, Chine) : ces zones sont traversées par de grands fleuves (le Gange, le Brahmapoutre, l'Irrawaddy, la Chao Praya, le Mékong, le Fleuve Rouge, le Yang-Tsé-Kiang) et comprennent des sociétés encore très inégalitaires dans lesquelles, malgré l'apparition de classes moyennes, la pauvreté est loin d'être éliminée.
- l'Asie du Sud-Est péninsulaire : elle comprend une partie importante des nouveaux pays émergents (Malaisie, Indonésie, Philippines).

Ces régions ont en commun une forte densité démographique, un rythme d'industrialisation accéléré, un rôle particulier dans la mondialisation dû à leurs faibles coûts de main-d'œuvre ainsi qu'à une faible législation sociale et de gestion des risques technologiques. On trouve néanmoins des spécificités de combinaison des risques non intentionnels futurs (cf. carte 1).

### L'Asie du Sud

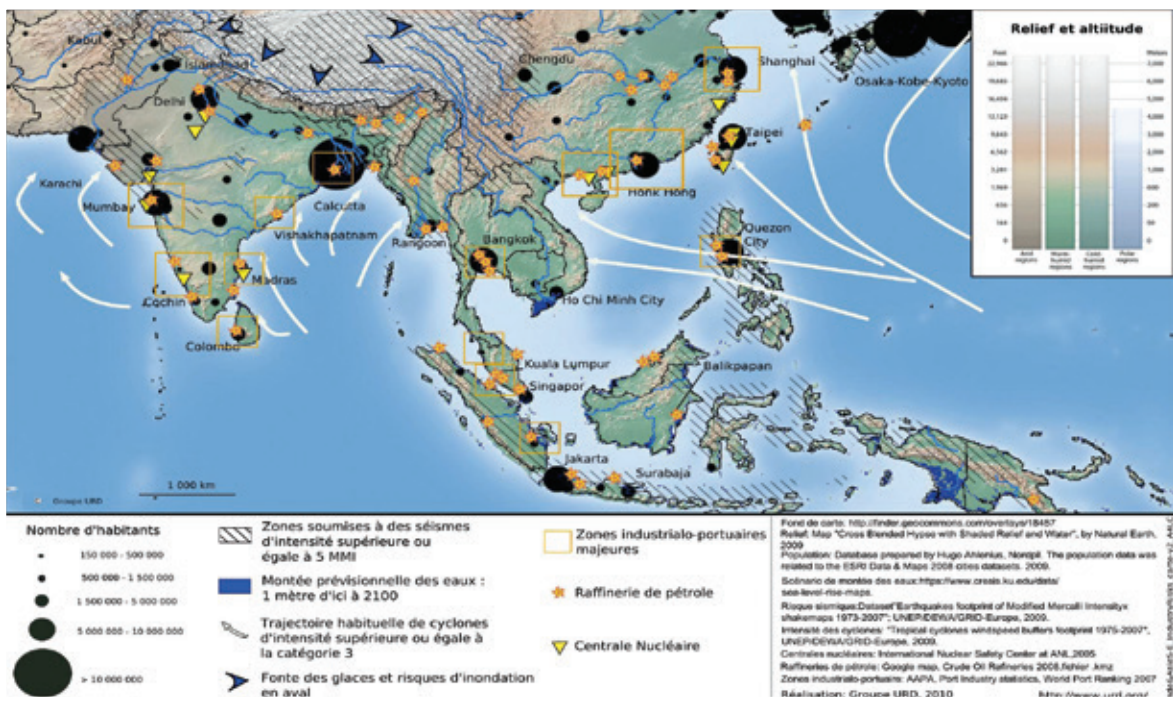
Le système à risque d'Asie du Sud regroupe les caractéristiques suivantes :

- Dans les zones incluses dans le massif himalayen, la dégradation des écosystèmes montagnards fait qu'il n'y a plus d'effet tampon de la forêt : les pluies de moussons

ruissellent très vite et arrivent rapidement dans les plaines. Les risques de voir se développer des phénomènes d'inondation dans les zones basses sont de plus en plus forts. L'activité de l'homme conduit à un endiguement toujours plus grand des systèmes de berge et d'arrière-berge, empêchant les écoulements et les étalements de crue. Le développement de l'agriculture irriguée dans ces plaines et l'industrialisation croissante de la région ont conduit à une densité très forte de la zone et font que les pertes humaines et économiques sont potentiellement extrêmement élevées.

- Les zones deltaïques, qui reçoivent régulièrement des rivières en crue, se trouvent également soumises à l'influence des marées et des montées des eaux, ainsi qu'à celle des phénomènes

### 1. Risques industriels et naturels au sud de l'Himalaya et en Asie du Sud-Est (© URD)



cycloniques. Une partie importante de ces zones deltaïques compte parmi les plus grandes densités de l'humanité, souvent dans des conditions de forte précarité.

- L'industrialisation de la région fait peu de place aux législations sociales et aux régularisations sur la sécurité des installations industrielles.
- Les régimes politiques des pays de la zone sont en général forts (Inde, Pakistan, Indonésie, Singapour, Malaisie, Vietnam, Cambodge, Chine), mais aussi souvent contestés. Ceci peut affecter leurs capacités de réaction et les rend aussi très sensibles à des accusations de mauvaise gestion des catastrophes.

### L'Asie du Sud-Est péninsulaire

Le système à risque d'Asie du Sud-Est regroupe les caractéristiques suivantes :

- L'Asie du Sud-Est péninsulaire comporte une série d'arcs insulaires et de régions installées sur des failles et des zones de subsidence actives, qui sont régulièrement agitées par des secousses telluriques qui peuvent être dévastatrices (en direct et par les tsunamis qu'elles peuvent générer) : l'arc de l'Arakan, la zone des volcans des Philippines.
- L'Asie du Sud-Est comporte deux grandes zones fortement touchées par les phénomènes climatologiques liés aux flux thermiques entre air et mer. Les cyclones et tempêtes tropicales alternent avec les périodes de sécheresse. Une de ces zones est tournée vers l'océan Atlantique, les périodes de grande turbulence cyclonique

### Le golfe du Mexique et les Caraïbes (carte 2)

Cette région revient régulièrement dans la liste des pays les plus touchés par les risques non intentionnels (2) et continuera de l'être au cours des prochaines décennies. En plus d'être une zone à tectonique très active, comportant des arcs volcaniques et des zones à forte sismicité du fait de chevauchements de plaques terrestres (Amérique centrale et andine, zone caraïbe), la région est fortement exposée à des phénomènes climatiques violents entre le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes (3). Les effets des changements climatiques entraînent dans la région des modifications des flux thermiques sur les océans et une accentuation corrélative avec les phénomènes *El Niño/La Niña* qui prennent des formes plus accentuées. Ces risques doivent être analysés en fonction de la vulnérabilité et de l'exposition aux risques par zone :

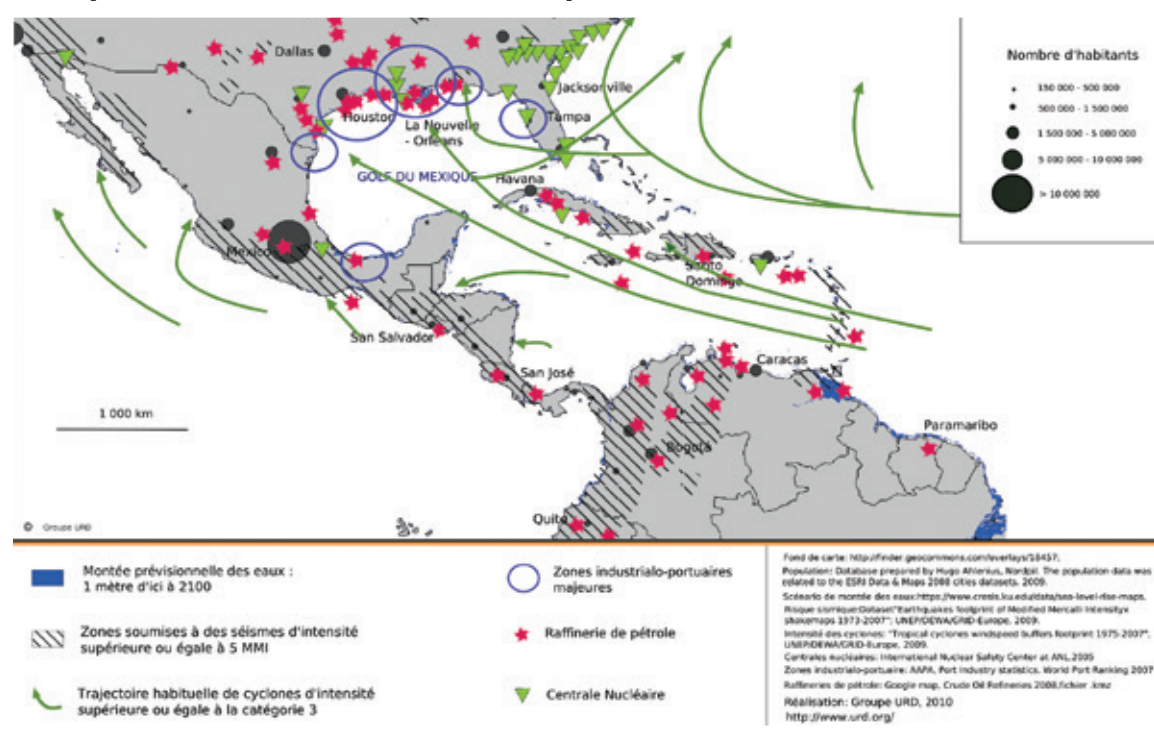
- La majorité des côtes de ce système insulaire et de ses périphéries continentales est assez peuplée : ces régions seront potentiellement touchées par la montée des eaux et les risques de tsunami, mais sont systématiquement affectées par les effets de vague de cyclone (*cyclone surge*) qui peuvent atteindre des hauteurs de plusieurs mètres et entrer profondément dans les terres.
- De grandes villes sont situées à l'intérieur des terres, avec souvent des reliefs contrastés et une forte exposition à la fois au risque de glissement de terrain sur les zones hautes et d'inondation dans les parties basses, notamment pour toutes

les extensions périurbaines informelles (de type favelas/bidonvilles installés en zone instable).

- Les régions rurales sont fréquemment caractérisées par des situations foncières difficiles, les grandes plaines cultivables accaparées par des grands propriétaires ou des compagnies internationales, et l'agriculture familiale relayée dans les zones en pente exposées aux risques d'érosion, et donc d'autant plus fragiles aux désordres climatiques.
- Cette zone est dans la sphère d'action du phénomène climatique *El Niño*. Ce mode de variabilité du climat résulte d'une série d'interactions complexes entre l'atmosphère et l'océan tropical. Les évolutions du profil thermique des mers et océans, liées notamment à la fonte des calottes glaciaires des deux pôles, peuvent entraîner des changements considérables du climat. La circulation permanente à grande échelle de l'eau des océans engendrée par des différences de température et

de salinité des masses d'eau, ou

## 2. Risques industriels et naturels en Amérique centrale et aux Caraïbes (© URD)



caractérisant davantage les années « *El Niño* », tandis que les épisodes secs avec feux de forêt sont plus la marque des années « *La Niña* » [voir l'explication de ce phénomène page 36, NdR]. L'autre zone est orientée vers l'est et remonte la mer de Chine vers le Vietnam et les Philippines.

- L'industrialisation de certaines zones urbaines et périurbaines est souvent forte, ce qui augmente le niveau des pertes économiques que peuvent entraîner les catastrophes.
- L'expansion des plantations en monoculture, notamment de palmier à huile, fait peser des risques environnementaux de plus en plus sérieux sur des zones entières. Il y a, d'une part, un appauvrissement dramatique de la biodiversité et, d'autre part, une croissance des risques de feu de forêt, comme cela a été largement démontré dans le Kalimantan indonésien (1).
- Enfin, les systèmes politiques des pays de la zone sont dans l'ensemble assez autoritaires et ont souvent développé des capacités de gestion des catastrophes relativement sophistiquées.

circulation thermohaline (4), semble être soumise à des changements importants. Si les efforts de modélisation ne permettent pas de rompre l'incertitude sur les répercussions des changements climatiques et des évolutions des flux thermiques dans les mers et océans de l'hémisphère sud sur les phénomènes *El Niño/La Niña*, les observations depuis une quinzaine d'années montrent une multiplication des phénomènes à répercussions catastrophiques tant sur le versant latino- et centre-américain de l'Atlantique que sur son pendant asiatique. Cela induit des risques d'effets en cascade (un phénomène d'origine naturelle se transformant en catastrophe environnementale) car, hormis Haïti, la plupart des pays de la zone sont déjà très engagés dans leur processus d'industrialisation, avec des installations de type Seveso installées dans des zones à risques.

Dans la région, il existe différents types de réponses possibles face aux désastres en fonction des capacités des États. Certains pays, comme Cuba ou la République dominicaine, ont ainsi développé des mécanismes de gestion des crises assez efficaces malgré leurs faibles performances économiques. D'autres pays, comme le Mexique, ont aussi des mécanismes assez performants, notamment pour l'évacuation

des zones côtières. De grands progrès ont été faits en Haïti par la Protection civile haïtienne et la Croix-Rouge haïtienne, avec le soutien des Nations Unies, de la Banque mondiale, de la Commission européenne (notamment les programmes DIPECHO) et les ONG. Selon les données fournies par le gouvernement, les 2000 abris provisoires mis en place dans les dix départements du pays ont joué parfaitement leur rôle à la suite des appels à l'évacuation des zones à risques émis par les institutions nationales chargées de la gestion des risques. Les personnes qui y ont cherché refuge y ont trouvé des matelas, des stocks alimentaires et des kits sanitaires. Testées dans la région, mais aussi dans d'autres zones à risques comme aux Philippines, en Inde et au Bangladesh, ces stratégies d'évacuation, souvent préparées à l'avance par des exercices et des simulations, sont très efficaces.

## L'océan Indien

On trouve dans la zone de l'océan Indien l'ensemble des phénomènes dépressionnaires à conséquence catastrophique.

Les phénomènes dépressionnaires se caractérisent par des dynamiques particulières (5) : outre la violence des vents, compteront aussi la masse pluviométrique qui les accompagne, la trajectoire de l'événement, sa durée, etc. Les formes les plus brutales et destructives sont les dépressions cycloniques. Ces phénomènes sont en général accompagnés de dynamiques tidales (littorales) particulières avec des vagues dites de « *cyclone surge* » dont les effets sur les zones côtières sont très proches de ceux d'un tsunami (6). Le point d'atterrissage et la trajectoire du cyclone déterminent également l'ampleur du phénomène.

Par ailleurs, les sécheresses sont aussi des phénomènes hydroclimatiques dont les effets peuvent être désastreux.

Les États insulaires de la zone de la Commission de l'océan Indien (COI) (7) sont vulnérables à l'impact du changement climatique (8) (variabilité climatique qu'il induit, montée du niveau de la mer, raréfaction de la ressource en eau, modifications sur les zones côtières et les milieux marins, fréquence et intensité des précipitations). Les scénarios de changement climatique dressés en 2007 par le GIEC (9) ont révélé une variation marquée dans le modèle des pluies saisonnières.

La saison sèche deviendrait plus sèche, provoquant davantage de sécheresses sévères que par le passé, et la saison humide deviendrait plus humide, provoquant davantage d'inondations et de glissements de terrain.

Les pays les plus concernés sont les Seychelles, les Comores et Madagascar (10).

Les périodes propices à ces événements étaient bien délimitées. Mais on observe désormais la multiplication de phénomènes violents n'entrant pas dans les tendances connues basées sur les études fréquentielles du climat. Ainsi, les dernières années ont permis d'observer des phénomènes climatiques anormaux (typhons ou pluies tropicales en dehors des périodes normales, trajectoires des phénomènes sortant des zones classiquement touchées). Les derniers cyclones touchant les Seychelles et les pluies torrentielles sur Maurice sont à classer dans cette catégorie des phénomènes à dynamique jusque-là peu observée. À Madagascar (11), les services météorologiques ont montré en 2008 que le réchauffement a commencé dans la moitié sud du pays dès 1950 et s'est étendu au Nord à partir de 1970, tandis que les précipitations ont connu une grande variabilité. Depuis 1994, le nombre de cyclones intenses a augmenté. Les projections climatiques pour les cinquante prochaines années montrent que Madagascar connaîtra une augmentation généralisée de la température entre 1,1 °C et 2,6 °C en moyenne. De plus, une augmentation généralisée de précipitations sera observée sur toute l'île, sauf dans l'extrême Sud-Est. La fréquence des cyclones intenses augmenterait et les cyclones passeraient de plus en plus vers le Nord de l'île.

On peut lire, dans le *Livre bleu sud océan Indien* (12) : « L'intensité des aléas portant sur le littoral réunionnais, et dans une moindre mesure sur le littoral mahorais, en termes d'érosion côtière, de tsunami et de submersion marine, et la vulnérabilité des territoires due à la forte concentration de la population réunionnaise sur cette bande littorale (80 % sur la frange 0-400 m à La Réunion), nécessitent à la fois une prévention accrue des risques inhérents, et une réponse adaptée à la survenue du phénomène prévue notamment par le plan OrSec Mar de la zone sud océan Indien. » La nature insulaire des pays de la COI les rend ainsi plus sensibles au phénomène de montée du niveau de la mer qui peut leur faire perdre des zones côtières importantes (13) en termes économiques, urbanistiques et environnementaux.

François Grünewald

## Notes

- (1) Voir Care Nederland/Groupe URD/Wageningen University, *Kalimantan, Indonesia, Challenging choices in a changing environment* (film), [www.reachingresilience.org/Watch](http://www.reachingresilience.org/Watch).
- (2) Groupe URD, 2002
- (3) François Pagney et Frédéric Leone, « Les Antilles, terres à risques », *Terres d'Amérique* n° 2, GEODE Caraïbe, Karthala, 1999.
- (4) Voir explication page 31, note 1 (NdLR).
- (5) Voir [www.cyclonextreme.com/cyclonereunionhistorique.htm](http://www.cyclonextreme.com/cyclonereunionhistorique.htm).
- (6) Voir [www.bom.gov.au/cyclone/about/stormsurge.shtml](http://www.bom.gov.au/cyclone/about/stormsurge.shtml) ; [www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E3.html](http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E3.html).
- (7) Comores, Madagascar, Maurice, France (région Réunion), Seychelles.
- (8) Voir <http://ecologie.blog.lemonde.fr/2012/03/27/les-evenements-climatiques-extremes-nouvelle-realite> (article d'Audrey Garric).
- (9) GIEC, *Changements climatiques 2007, Rapport de synthèse*, OMM/PNUE, 2008 ([www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf)).
- (10) ACCIMATE, Projet COI, étude « faisabilité simulation climatique et base de données régionale ».
- (11) Voir [wwf.panda.org/fr/?202479/Changement-climatique-et-cop17-enjeux-et-implications-pour-Madagascar](http://wwf.panda.org/fr/?202479/Changement-climatique-et-cop17-enjeux-et-implications-pour-Madagascar).
- (12) [www.reunion.pref.gouv.fr/livrebleu/IMG/pdf/Livre\\_bleu\\_sud\\_ocean\\_Indien\\_R\\_cle841e52.pdf](http://www.reunion.pref.gouv.fr/livrebleu/IMG/pdf/Livre_bleu_sud_ocean_Indien_R_cle841e52.pdf) (p. 59).
- (13) Voir [www.cseindia.org/userfiles/Shenoi.pdf](http://www.cseindia.org/userfiles/Shenoi.pdf) et [www.nature.com/ngeo/journal/v3/n8/full/ngeo901.html](http://www.nature.com/ngeo/journal/v3/n8/full/ngeo901.html). La modélisation des effets de cette montée des eaux est disponible sur <http://flood.firetree.net/?l=44.5905,-40.0781&z=14&m=14>.

**Photo ci-dessous :** Le 30 août 2015, des habitants de Lahore, au Pakistan, constatent les dégâts causés par plusieurs jours de fortes pluies et d'inondations. Régulièrement frappé par de gigantesques inondations meurtrières, le Pakistan est aussi victime de nombreuses canicules, comme celle de juin 2015, qui aurait fait 692 morts en trois jours dans le Sud du pays. Déjà complexe aujourd'hui, l'approvisionnement en eau dans ce pays pour l'instant autosuffisant en matière agricole sera de plus en plus remis en cause par les effets du changement climatique, d'autant plus que sa population devrait dépasser les 300 millions d'habitants vers 2050. (© Xinhua)

