



# **Chapitre 3**Risques de sécheresse

#### Chapitre 3 Risques de sécheresse

À la différence des risques associés aux cyclones tropicaux et aux inondations, ceux qui sont associés à la sécheresse restent moins bien compris. Par conséquent, la sécheresse est souvent un risque moins visible. Les pertes et les impacts ne sont pas enregistrés systématiquement, les normes mondiales pour mesurer l'aléa de sécheresse ne sont introduites qu'avec beaucoup de lenteur et la collecte des données soulève maintes difficultés.

De ce fait, les évaluations détaillées des risques de sécheresse commencent tout juste à voir le jour et, à ce stade, il n'existe pas de modèle crédible du risque mondial de sécheresse. Il ressort des études de cas que les impacts de la sécheresse ne peuvent être qu'en partie attribués à une pluviosité déficitaire ou capricieuse, car le risque de sécheresse semble se construire au fil du temps sous l'effet d'une multitude de facteurs. Parmi ceux-ci figurent la pauvreté et la vulnérabilité rurale ; l'accroissement de la demande d'eau en raison de l'urbanisation, de l'industrialisation et de la croissance de l'agro-industrie ; une gestion du sol et de l'eau insuffisante ; la faiblesse ou l'inefficacité de la gouvernance ; et enfin la variabilité et l'évolution du climat.

Ces facteurs augmentent la vulnérabilité et l'exposition et transforment l'aléa de sécheresse en risque. Les impacts et les facteurs peuvent être étroitement liés mais, comme bon nombre d'entre eux touchent des ménages pauvres des zones rurales, à l'heure actuelle, il n'existe guère d'incitation politique ou économique à s'attaquer au risque. Pourtant, le renforcement de la gestion du risque de sécheresse, comme partie intégrante de la gouvernance des risques, sera fondamental pour maintenir la qualité de vie dans nombre de pays durant les décennies à venir. Ce chapitre n'est qu'une première étape dans la présentation des questions complexes qui gravitent autour du risque mondial de sécheresse. Comprendre et révéler tout l'éventail de ce risque est un défi qu'il va falloir relever dans les années à venir.

# 3.1 Le risque de sécheresse dans la nation navajo

Le cas dramatique des Navajos dans le sud-ouest des États-Unis d'Amérique montre bien qu'une bonne partie de ce que l'on caractérise comme des impacts de la sécheresse ne sont que partiellement dus à un manque de pluviosité. D'autres facteurs, notamment la marginalisation politique et la pauvreté rurale, ont contribué à transformer la sécheresse météorologique en une catastrophe généralisée pour un peuple tout entier.

Entre 1999 et 2009, la nation navajo a connu une sécheresse sans précédent. Nombre de sources ayant fait l'objet de prélèvements pour une étude de la qualité de l'eau en 1999 étaient taries en 2002 et sont restées sèches depuis. Les puits et les aquifères sont devenus si salins qu'ils sont impropres à la consommation des humains et du bétail. Rien qu'entre 2001 et 2002, plus de 30 000 bêtes ont trouvé la mort et des communautés tout entières ont manqué d'eau (Redsteer *et al.*, 2010). Bien que la sécheresse ait officiellement commencé en 1999, les données suggèrent qu'elle avait peut-être débuté en 1996, voire dès 1994 ; cette incertitude tient au fait qu'une grande partie de la réserve ne faisait l'objet que d'un suivi médiocre.

Quelques-unes des causes de cette catastrophe n'étaient pas directement liées à la baisse de la pluviosité durant la période de sécheresse. Les chutes de neige annuelles ont baissé tout au long des 80 dernières années (Figure 3.2) et, dès les années 1960, plus de 30 rivières et plans d'eau dont dépendaient les Navajos pour abreuver leur bétail et irriguer leurs cultures étaient taris (Figure 3.1) (Redsteer *et al.*, 2010). Depuis lors, le sol est devenu plus sec en raison des températures plus élevées durant les mois les plus chauds, ce qui n'a fait qu'exacerber le stress hydrique (Weiss *et al.*, 2009).

Toutefois, ce sont des facteurs comme la marginalisation politique et la pauvreté rurale

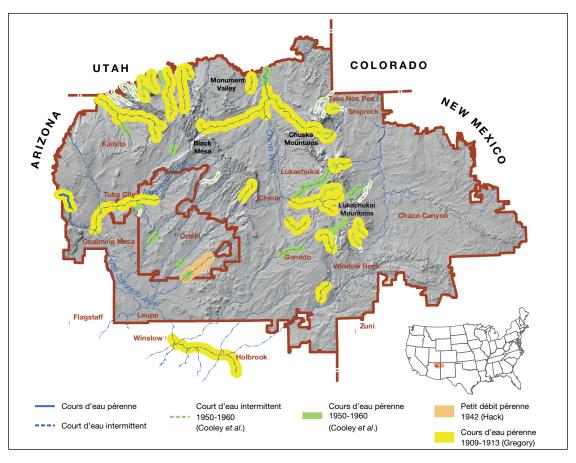
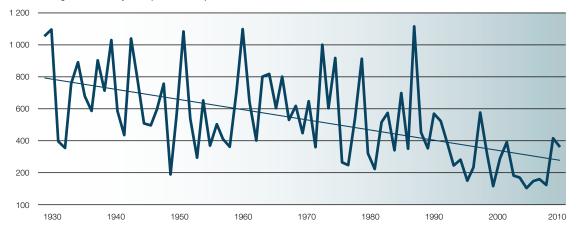


Figure 3.1
La nation navajo
et son débit fluvial
historique

Figure 3.2

Chutes de neige annuelles moyennes dans 25 stations météorologiques sur le territoire de la nation navajo ou à proximité (de 1930 à 2010) Chutes de neige annuelles moyennes (en millimètres)



(Source: Redsteer et al., 2010)

qui ont transformé la sécheresse météorologique en catastrophe pour le peuple navajo. La réserve navajo a été créée en 1868 dans une vaste région reculée qui s'étend sur quatre États (l'Arizona, le Colorado, le Nouveau-Mexique et l'Utah). La majeure partie de la réserve occupe le tiers le plus sec du territoire historique des Navajos, car les propriétaires de ranch s'étaient accaparé les meilleures prairies (Redsteer et al., 2010). Dans les années 1930, le gouvernement a commencé à imposer des permis pour élever du bétail, en limitant le nombre de bêtes que pouvait détenir chaque famille et en exigeant qu'elles restent à l'intérieur de l'une des 20 zones de pâturages nouvellement délimitées (Young, 1961; White, 1983; Kelley et Whiteley, 1989). Cette dernière restriction a mis fin à une pratique de gestion des effets de la sécheresse traditionnellement adoptée par les Navajos, qui consistait à déplacer le bétail entre les différents districts pour gagner les régions moins touchées par la sécheresse (White, 1983; Kelley et Whiteley, 1989; Iverson, 2002). Certaines traditions et pratiques des Navajos ont également accru le risque de sécheresse, notamment leur tendance à toujours préférer les bovins à d'autres espèces, à laquelle est venu s'ajouter le fait que les politiques du gouvernement américain et du peuple navajo exigeaient que les familles soient propriétaires d'un cheptel afin de valider des droits fonciers traditionnels, même si elles vivaient sur les mêmes terres depuis des générations (Redsteer et al., 2010). Même en appliquant des restrictions aux droits de pâture, dès les années 1960, les troupeaux dépassaient la capacité de charge maximale des terres (Young, 1961; Redsteer et al., 2010).

Les politiques de ce type, dans un contexte de raréfaction de l'eau disponible, ont conduit à une pauvreté endémique avant même que ne commence la dernière sécheresse. En 1997, le revenu annuel moyen par habitant des Navajos était inférieur à 6 000 US\$ et 60 pour cent d'entre eux vivaient dans le dénuement, sans eau ni électricité. L'épargne permet d'atténuer les impacts de la sécheresse mais comme les Navajos investissent souvent leurs économies dans le bétail, ce filet de sécurité est lui-même très vulnérable à la sécheresse (Redsteer et al., 2010). Les facteurs de risque, tels qu'un développement inapproprié, des ressources en eau mal gérées, une gouvernance locale fragile et l'inégalité, ont tous contribué à transformer la plus récente sécheresse météorologique en un nouvel enchaînement de pertes et d'impacts inextricablement liés.

#### 3.2 L'aléa de sécheresse

La sécheresse météorologique est un phénomène climatique plutôt qu'un aléa proprement dit, mais on la confond souvent avec d'autres conditions climatiques auxquelles elle s'apparente, notamment l'aridité. Elle ne devient dangereuse que lorsqu'elle se transforme en sécheresse agricole ou hydrologique, qui dépend d'autres facteurs que le seul manque de précipitations. À la différence des risques associés aux cyclones tropicaux et aux séismes, les risques de sécheresse restent mal compris. Bien que la sécheresse météorologique soit désormais beaucoup mieux caractérisée, il reste très compliqué de mesurer la sécheresse agricole et hydrologique (pour obtenir une définition, voir l'Encadré 3.1). Beaucoup moins d'attention a été accordée à l'identification, sans même parler de la résolution, des facteurs de risque sous-jacents. Toute tentative de construire des modèles crédibles de risques mondiaux de sécheresse s'est révélée délicate et les pertes et impacts dus à la sécheresse ne sont pas systématiquement enregistrés. Malgré des preuves croissantes de l'ampleur des impacts dus à la sécheresse, rares sont les pays qui ont élaboré des politiques ou des cadres de gestion du risque de sécheresse, et la nécessité absolue, tant politique qu'économique, d'investir dans la réduction du risque de sécheresse reste faiblement reconnue.

Les sécheresses météorologiques sont habituellement définies comme des déficits de précipitations, pour des durées pouvant aller de quelques mois à plusieurs années, voire même des décennies. Des sécheresses prolongées évoluent souvent en intensité au fil du temps et peuvent toucher différentes régions. Ainsi, la sécheresse météorologique survenue en Espagne de 1991 à 1995 a migré de l'ouest à l'est puis vers le sud (Figure 3.3).

Jusqu'à l'adoption récente de l'Indice de précipitations normalisé (*Standard precipitation Index* – SPI) (voir l'Encadré 3.2), il n'existait aucune norme mondiale pour identifier et mesurer la sécheresse météorologique. Les services météorologiques nationaux utilisaient différents critères, de sorte qu'il était difficile de déterminer exactement quand et où survenaient les sécheresses.

L'adoption du SPI pourrait renforcer la capacité des pays à assurer le suivi des sécheresses météorologiques et à les évaluer. Malgré sa simplicité, nombre de pays éprouvent des difficultés à l'utiliser en raison d'un nombre insuffisant de stations pluviométriques dans certains endroits, du fait de la faible priorité accordée au suivi des aléas dans les budgets publics. Par exemple, le nombre de stations pluviométriques maintenues opérationnelles par

# **Encadré 3.1 Types de sécheresse**

Il existe trois types de sécheresse : la sécheresse météorologique, la sécheresse agricole et la sécheresse hydrologique. La sécheresse météorologique renvoie à un manque de précipitations dans la durée. La sécheresse agricole se produit lorsque l'humidité du sol est insuffisante pour subvenir aux besoins des cultures, des pâturages et des espèces des parcours. On parle de sécheresse hydrologique lorsque des niveaux d'eau inférieurs à la moyenne dans les lacs, les réservoirs, les fleuves, les cours d'eau et les eaux souterraines ont un impact sur les activités non agricoles comme le tourisme, les loisirs, la consommation d'eau en zones urbaines, la production d'énergie et la conservation des écosystèmes.

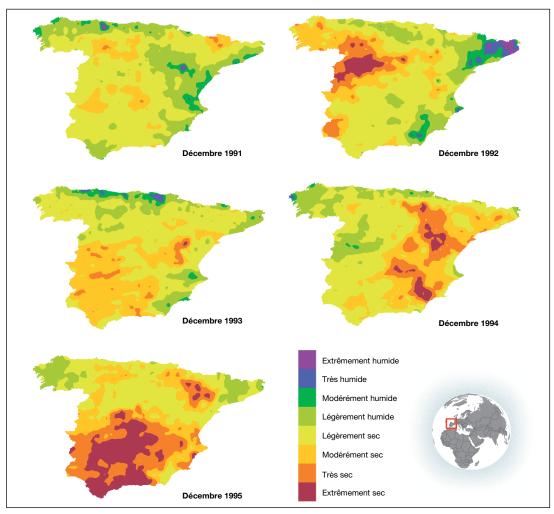
(Source: Wilhite et Buchanan-Smith, 2005; ONU/SIPC, 2009)

l'agence nationale espagnole de météorologie, AEMET, a reculé de près de la moitié par rapport au pic du milieu des années 1970 (Figure 3.5) (Mestre, 2010).

En Amérique centrale, on compte davantage de stations météorologiques près de la côte Pacifique (Figure 3.6), ce qui fait obstacle à l'obtention des calculs précis à partir du SPI du côté caribéen qui seraient requis pour permettre un suivi et une planification de la sécheresse à l'échelle régionale (Brenes Torres, 2010). La télédétection peut en partie combler cette lacune mais les modèles doivent tout de même être étalonnés en fonction des données pluviométriques physiques (Dai, 2010). Parce que la sécheresse météorologique est un phénomène climatique, et non un aléa proprement dit, il faudrait des données supplémentaires pour identifier et mesurer l'aléa de sécheresse.

Les experts s'entendent désormais pour dire que la sécheresse agricole devrait être mesurée en se servant d'indices composites prenant en compte les précipitations, l'humidité du sol, la température, les types de sol et de cultures, les débits fluviaux, les eaux souterraines, le manteau

Figure 3.3
Indice de précipitations normalisé sur 12 mois en Espagne durant la sécheresse de 1991 à 1995



(Source: Mestre, 2010)

#### Encadré 3.2 Mesurer la sécheresse météorologique

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a adopté l'Indice de précipitations normalisé (SPI) en 2009 comme instrument mondial pour mesurer les sécheresses météorologiques, aux termes de la « Déclaration de Lincoln sur les indices de sécheresse ». L'OMM en promeut l'utilisation par les services nationaux météorologiques et hydrologiques en association avec d'autres indices utilisés dans chaque région et l'instrument sera soumis à l'approbation du Congrès météorologique mondial lors de sa seizième session en juin 2011.

L'Indice de précipitations normalisé (McKee *et al.*, 1993, 1995) est un indice simple, puissant et souple à la fois basé sur des données pluviométriques et il permet tout aussi bien de vérifier les périodes/cycles humides que les périodes/cycles secs. Le SPI compare les précipitations sur une certaine période – en principe 1 à 24 mois – à la moyenne à long terme de précipitations observée sur le même site (Guttman, 1994 ; Edwards et McKee, 1997).

Toutefois, il faut au moins des relevés pluviométriques mensuels étalés sur 20 à 30 ans (de préférence, sur 50 à 60 ans) pour calculer le SPI (Guttman, 1994). Compte tenu du manque de séries de données pour bon nombre de sites et sachant que beaucoup de régions sujettes à la sécheresse n'ont pas suffisamment de stations pluviométriques, il faudra peut-être appliquer des techniques d'interpolation pour combler les lacunes temporelles ou géographiques. Le Tableau 3.1 montre comment un SPI sur 3 mois peut servir à calculer la probabilité de sécheresses de différentes intensités.

Tableau 3.1 Probabilité de sécheresse sur la base d'un Indice de précipitations normalisé sur 3 mois

SPI	Catégorie	Nombre d'occurrences en 100 ans	
0 à -0,99	Sécheresse anodine	33	
-1,00 à -1,49	Sécheresse modérée	10	
-1,5 à -1,99	Sécheresse grave	5	
< -2,0	Sécheresse extrême	2,5	

La Figure 3.4 illustre la distribution mondiale de l'aridité/l'humidité météorologique à la fin du mois de septembre 2010, en utilisant un SPI sur 6 mois. Cette carte montre, en rouge, les sécheresses associées aux feux de forêts en Russie (évoquées dans le Chapitre 1) et dans l'ouest du Brésil, lequel connaît en principe un climat humide.

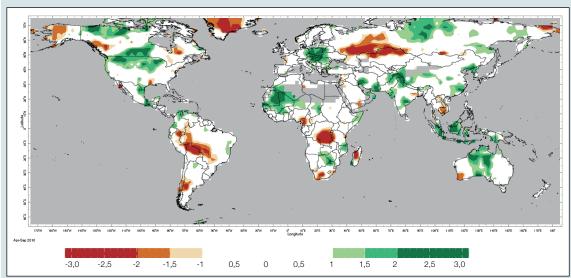


Figure 3.4
Carte mondiale interpolée à partir d'un Indice de précipitations normalisé sur 6 mois (d'avril à septembre 2010)

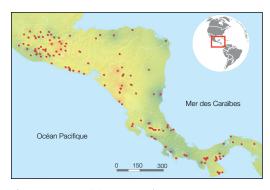
(Source : IRI, 2010)

(Source: Mestre, 2010)

(Source: Sivakumar et al., 2010)

Nombre moyen de stations météorologiques
5 000
4 500
3 500
2 500
1 000
1 950
1 960
1 1970
1 1980
1 1990
2 2000

neigeux, etc., ainsi que des archives historiques ayant trait aux impacts de la sécheresse (OMM, 2010)<sup>1</sup>. Toutefois, ces indices nécessitent des données qui, à l'heure actuelle, ne sont



(Source: Brenes Torres, 2010)

disponibles que dans une poignée de pays, essentiellement en Amérique du Nord et dans certaines parties d'Afrique. Des travaux sont aussi en cours pour identifier des indicateurs de la sécheresse hydrologique, mais ces initiatives se heurtent à des difficultés dans l'obtention des données et à des problèmes complexes en termes de modélisation<sup>2</sup>.

Figure 3.5 (gauche)

Nombre moyen de stations pluviométriques gérées annuellement par l'AEMET en Espagne

#### Figure 3.6 (droite)

Répartition des stations météorologiques en Amérique centrale

#### 3.3 Les impacts de la sécheresse

Il n'y a que peu de pays qui rapportent systématiquement les pertes et effets dus à la sécheresse; pourtant ses impacts sur la production agricole, les moyens de subsistance ruraux et les secteurs urbains et économiques sont manifestes et considérables. Les sécheresses contribuent également à la migration, au conflit et à la dégradation des écosystèmes.

Dans les sécheresses signalées à l'échelle internationale depuis 1900, plus de 11 millions de personnes ont trouvé la mort et plus de 2 milliards de gens ont été touchés (EM-DAT, 2010b), ce qui constitue un bilan plus lourd que pour n'importe quel autre aléa physique. Toutefois, l'essentiel de la mortalité due à la sécheresse enregistrée dans EM-DAT est survenue dans des pays traversant aussi des conflits politiques et civils. De surcroît, depuis les années 1990, la mortalité due à la sécheresse signalée à l'échelle internationale est insignifiante, puisqu'on ne dénombre que 4 472 victimes de 1990 à 2009 (EM-DAT, 2010b). Les impacts de la sécheresse sont mal notifiés à l'échelle internationale. Cela s'explique par le manque de dégâts visibles en dehors du secteur agricole, la proportion élevée de pertes indirectes par rapport aux pertes directes et la nature extrêmement complexe de la mortalité due à la sécheresse, qui est fortement tributaire des moyens de subsistance (Below *et al.*, 2007).

Du fait de l'absence de données systématiques, il est impossible de fournir une estimation mondiale des schémas et tendances qui se dégagent des impacts et des pertes dus à la sécheresse. Néanmoins, les informations disponibles donnent une bonne indication de l'ampleur et de l'interconnexion de ces impacts sur la mortalité, les moyens de subsistance ruraux, la sécurité alimentaire, la production agricole, le développement économique et urbain, la migration, les conflits, l'environnement et les dépenses publiques (Tableau 3.2).

#### 3.4 Facteurs de risque de sécheresse

Les impacts de la sécheresse renvoient à une multitude de facteurs qui transforment des précipitations inférieures à la moyenne, une humidité du sol insuffisante et de faibles niveaux d'eau en événements catastrophiques pour des populations et des économies vulnérables. En l'absence d'un modèle crédible de risque mondial de sécheresse, des études de cas

Tableau 3.2 Exemples des impacts de sécheresses agricoles et hydrologiques à travers le monde

### Mortalité et bien-être

À l'échelle internationale, le risque de mortalité due à la sécheresse est extrêmement mal notifié à l'heure actuelle et il se peut que la mortalité due à la sécheresse soit beaucoup plus élevée que les chiffres ne le laissent à penser ; en effet, de nombreuses victimes ne sont pas enregistrées ou sont attribuées à d'autres causes. Ainsi, au Mozambique, seuls 18 décès ont été signalés à l'échelle internationale entre 1990 et 2009. Pourtant, la base de données des pertes dues aux catastrophes du Mozambique fait état de 1 040 victimes pour la même période (EM-DAT, 2010b ; INGC, 2010).

Les ménages pauvres des zones rurales dont les moyens de subsistance dépendent de l'agriculture pluviale sont plus vulnérables à la sécheresse et moins capables d'amortir et d'absorber les pertes. Parmi les conséquences figurent une pauvreté accrue, un développement humain réduit et des impacts néfastes sur la santé, la nutrition et la productivité (de la Fuente et Dercon, 2008 ; ONU/SIPC, 2009), un pouvoir d'achat en recul et des inégalités de revenu qui se creusent (Rathore, 2005). Comme avec le peuple navajo, il est rare que les ménages pauvres des zones rurales puissent mobiliser des biens suffisants pour amortir les pertes de récoltes et de bêtes ; en outre, les sécheresses tendent à fragiliser les mécanismes de survie des ménages et des communautés car un grand nombre de ménages sont touchés simultanément et pour de longues périodes³.

#### Moyens de subsistance ruraux, sécurité alimentaire et production agricole

Dans les Caraïbes, la sécheresse de 2009-2010 a vu la récolte de bananes en Dominique sapée de 43 pour cent, la production agricole de Saint-Vincent-et-les Grenadines réduite de 20 pour cent par rapport à la moyenne historique et les rendements d'oignons et de tomates à Antigua-et-Barbuda en repli de 25 à 30 pour cent.

Lors de la sécheresse de 2002-2003, l'Australie a essuyé des pertes de 2,34 milliards US\$, qui ont réduit le PIB national de 1,6 pour cent. Les deux tiers des pertes étaient agricoles et le reste était attribué à l'effet boule de neige sur les autres secteurs de l'économie (Horridge et al., 2005).

Au cours de la sécheresse de 2002, la production de céréales alimentaires en Inde est tombée à 183 millions de tonnes, contre 212 millions de tonnes l'année précédente (Shaw et al., 2010).

Lors de la sécheresse de 2007-2008 en République arabe syrienne, 75 pour cent des agriculteurs du pays ont enduré l'anéantissement total de leur récolte et, plus d'un an après la fin de la sécheresse, les effectifs de bétail étaient encore inférieurs de 50 pour cent à leur niveau d'avant la sécheresse (Erian et al., 2010).

Le Mozambique est l'un des rares pays ayant une base de données sur les catastrophes qui enregistre systématiquement les pertes dues à la sécheresse (INGC, 2010), de sorte que l'échelle réelle du risque de catastrophe devient visible. Depuis 1990, les événements liés à la sécheresse ont endommagé 8 millions d'hectares de cultures (dont la moitié ont été détruites) et affecté 11,5 millions de personnes (Figure 3.7). On voit donc que le fait que les pertes dues à la sécheresse soient sous-notifiées à l'échelle internationale diminue la visibilité du risque de sécheresse et sape les arguments politiques et économiques en faveur de sa réduction, tout en occultant les implications considérables en termes de moyens de subsistance des petits exploitants, surtout les agricultrices ou les exploitants âgés, ou encore les ménages dirigés par des femmes.

#### Développement urbain et économique

Les sécheresses réduisent les approvisionnements en eau pour la consommation domestique ou industrielle et pour la production d'énergie, affectant ainsi les villes et les secteurs non agricoles de l'économie. Durant la sécheresse de 1991-1992 au Zimbabwe par exemple, les pénuries d'eau et d'électricité et une baisse de la productivité industrielle de 9,5 pour cent ont donné lieu à une réduction de 2 pour cent des recettes à l'exportation (Robinson, 1993; Benson et Clay, 1998). Le coût total pour l'économie du repli de la production d'énergie dû à la sécheresse a été supérieur à 100 millions US\$ et 3 000 emplois (Benson et Clay, 1998).

En 2008, une grave sécheresse dans le sud-est des États-Unis d'Amérique a menacé l'approvisionnement en eau pour le refroidissement de plus de 24 des 104 réacteurs nucléaires du pays. La sécheresse européenne et la vague de chaleur survenues en 2003 ont réduit la capacité de génération d'énergie nucléaire de la France de 15 pour cent pendant cinq semaines et elles ont aussi entraîné une réduction de 20 pour cent de la production hydroélectrique du pays (Hightower et Pierce, 2008). Au cœur de la sécheresse ayant touché l'Espagne de 1991 à 1995, la production hydroélectrique a été réduite de 30 pour cent et 12 millions de citadins ont connu des restrictions d'eau (Mestre, 2010).

#### Migration

Les sécheresses sont associées à la migration. En République arabe syrienne, un million de personnes ont quitté les zones rurales pour gagner les villes suite à plusieurs récoltes déficitaires consécutives de 2007 à 2009 (Erian *et al.*, 2010). En réponse à des sécheresses récurrentes et à des moyens de subsistance ruraux marginaux, la moitié de tous les Mexicains vivant en zones rurales ont migré vers les centres urbains durant le XX<sup>e</sup> siècle (Neri et Briones, 2010).

Au Rajasthan, en Inde, les sécheresses ont régulièrement entraîné une migration forcée, avec un accroissement des emprunts et de l'endettement, une réduction de la consommation alimentaire, du chômage et plus de problèmes de santé (Rathore, 2005). Sachant que la sécheresse a caractérisé 47 années du siècle écoulé, cela sous-entend un impact profond sur les moyens de subsistance ruraux.

La migration débouche sur une modification des schémas décisionnels des ménages, qui se traduit souvent par une augmentation du nombre de ménages dirigés par les femmes. Des études de cas menées en Jordanie et au Liban montrent que les dynamiques de la famille et les rôles publics des femmes sont aussi en train de changer profondément du fait du phénomène de migration associé à la sécheresse (Erian *et al.*, 2010).

#### Conflit

Les sécheresses augmentent la probabilité de conflit car elles provoquent déplacements et migrations, une concurrence accrue sur des ressources rares et une intensification des tensions ethniques; elles encouragent aussi les agriculteurs pauvres des zones rurales à rejoindre les groupes de résistance armés (Barnett et Adger, 2007; Reuveny, 2007). Depuis les années 1950, les sécheresses ont précipité des vagues de migration et contribué à de violents conflits en Inde et au Bangladesh; les sécheresses des années 1980 et 1990 ont contribué à précipiter un conflit ethnique et des affrontements frontaliers entre la Mauritanie et le Sénégal (Reuveny, 2007).

#### Conflit

Une analyse de la sécheresse sur 1 100 ans en Afrique de l'Est équatoriale a révélé des famines, des troubles politiques et une migration à grande échelle, tous provoqués par des sécheresses, au cours des six siècles ayant précédé 1895 (Verschuren et al., 2000). La sécheresse a peut-être aussi contribué à précipiter la révolution mexicaine de 1910 (Neri et Briones, 2010). Plus récemment, des sécheresses ont été associées à des émeutes au Maroc durant les années 1980 (Swearingen, 1992) et ont contribué à la partition entre l'Érythrée et l'Éthiopie en 1991 (Reuveny, 2007).

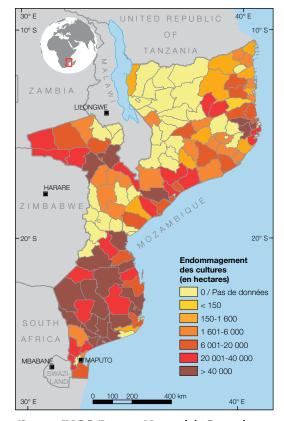
#### **Environnement**

Les sécheresses affectent les habitats, les plans d'eau, les rivières et les ruisseaux et peuvent avoir de profonds impacts écologiques, en accroissant la vulnérabilité et la migration des espèces et en entraînant une perte de la biodiversité (Lake, 2003 ; NDMC, 2006 ; Shaw et al., 2010). Entre 1999 et 2005, les sécheresses ont contribué à la perte d'au moins 100 000 hectares de marais salants le long du littoral de la Floride (Silliman et al., 2005). En Espagne, la sécheresse de 1991 à 1995 a entraîné indirectement l'assèchement des zones humides, provoquant une intrusion de l'eau de mer dans les aquifères côtiers ; en outre, la superficie touchée par les feux de forêts en Espagne méridionale a augmenté de 63 pour cent par rapport à la décennie précédente (Mestre, 2010).

### Dépenses publiques

Les impacts en aval montrent une augmentation de la concurrence et des conflits entre les différents catégories d'usagers de l'eau et la nécessité d'un accroissement des dépenses publiques destinées aux secours et aux compensations. Dans l'Andhra Pradesh, en Inde, par exemple, l'irrigation du riz dépend de plus en plus du pompage des eaux souterraines. Comme l'énergie pour le pompage est subventionnée par l'État, cela se traduit non seulement par des nappes phréatiques toujours plus basses mais aussi par le fait que la culture rizicole ponctionne les fonds publics et contribue à des pannes d'électricité périodiques (Lvovsky et al., 2006). Le coût de l'aide alimentaire et non alimentaire octroyée en réponse à la sécheresse de 1991-1992 dans dix pays d'Afrique australe a dépassé 950 millions US\$ et, durant la sécheresse de 2007 à 2009 au Kenya, 70 pour cent de la population d'une région a été tributaire de l'aide alimentaire (Holloway, 1995 ; Galu et al., 2010).

Figure 3.7 Endommagement des cultures lié à la sécheresse au Mozambique, de 1990 à 2009



(Source : INGC (Instituto Nacional de Gestão de Calamidades), 2010)

ont été spécialement commanditées à travers le monde dans le cadre de ce Bilan afin d'identifier les facteurs qui augmentent la vulnérabilité et l'exposition et qui seraient susceptibles de transformer l'aléa de sécheresse en risque selon différents scénarios.

# 3.4.1 Diminution des précipitations, variabilité du climat et changement climatique

Les précipitations ont diminué dans beaucoup de régions au cours du siècle dernier. Dans des endroits qui souffrent de plus en plus de stress hydrique, même des épisodes de sécheresse moins intenses se manifestent désormais comme des sécheresses agricoles ou hydrologiques. Les zones qui subissent le plus grand stress en périodes normales seront les premières à souffrir des effets de la sécheresse lorsque les précipitations seront déficitaires (Tableau 3.3).

Tableau 3.3 Exemples et estimations de la variabilité du climat et du changement climatique comme facteur du risque de sécheresse

Scénarios climatiques en Inde	Le Maharashtra, en Inde, abrite près de 100 millions de personnes, qui travaillent pour la plupart dans le secteur agricole, principalement dans des exploitations marginales de petite taille (ECA, 2009). L'agriculture y dépend de la pluviosité pour couvrir l'essentiel de ses approvisionnements en eau, de sorte que même une légère baisse des précipitations peut menacer la sécurité alimentaire de millions de gens. Une analyse de 22 modèles climatiques révèle que des sécheresses qui survenaient jadis tous les 25 ans pourraient se répéter tous les 8 ans durant les décennies à venir (ECA, 2009).
Petits exploitants touchés par le changement climatique en Afrique subsaharienne	Le Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC indique qu'en Afrique du Sud les revenus agricoles nets pourraient reculer de 90 pour cent d'ici à 2100, touchant notamment les petits exploitants (Boko <i>et al.</i> , 2007). Certaines zones du Mali reçoivent déjà des précipitations annuelles inférieures de 200 mm à leur niveau d'il y a 50 ans et une multitude de scénarios climatiques suggèrent que la fréquence des sécheresses au cours des décennies à venir pourrait diminuer la production agricole et d'élevage à raison de 300 millions US\$ par an (ECA, 2009).
Pertes de récoltes en Chine dues à la variabilité du climat et au changement climatique	Entre 2004 et 2007, les agriculteurs chinois ont perdu presque 8 milliards US\$ de récoltes en raison de la sécheresse (McKinsey Climate Change, 2009). Dans le nord et le nord-est du pays, sujets à la sécheresse, les pertes annuelles de récolte dues à la sécheresse pourraient représenter 6 à 7 pour cent du rendement total d'ici à 2030 en raison de la baisse attendue des précipitations au cours des mois cruciaux de la saison de culture. Dans un tel scénario, les pertes annuelles dues à la sécheresse pourraient atteindre jusqu'à 9 milliards US\$ rien que dans le nord-est de la Chine (McKinsey Climate Change, 2009).

#### 3.4.2 Pauvreté et vulnérabilité rurale

Les études de cas de toutes les régions confirment les conclusions du Bilan mondial 2009 selon lesquelles le risque de sécheresse est intimement lié à la pauvreté et la vulnérabilité rurale (Tableau 3.4) (ONU/SIPC, 2009). Du Brésil au Mexique, de l'Inde à l'Afrique du Sud, toutes soulignent que les ménages pauvres des zones rurales dont les moyens de subsistance sont tributaires d'une agriculture vivrière pluviale sont très exposés et très vulnérables à la sécheresse et sont les moins capables d'amortir ses impacts et de les absorber. La pauvreté rurale est donc à la fois la cause et la conséquence du risque de sécheresse. Dans bien des cas, comme l'illustre l'exemple de la nation navajo, les communautés peuvent avoir été contraintes d'occuper des terres marginales exposées à la sécheresse et être dans l'impossibilité d'accéder à des technologies d'irrigation ou à des semences résistantes à la sécheresse susceptibles de réduire leur vulnérabilité. L'accès limité à un crédit et à des assurances abordables limite encore davantage leur résilience.

Ainsi, les installations de stockage de l'eau en Afrique subsaharienne sont sérieusement sousdéveloppées, avec une capacité moyenne de stockage par habitant de l'ordre de 200 mètres cubes par an, contre 1 277 mètres cubes pour la Thaïlande et 5 961 pour l'Amérique du Nord (Grey et Sadoff, 2006; Foster et Briceno-Garmendia, 2010). Toutefois, les moyennes masquent des écarts considérables; c'est ainsi que l'Éthiopie et l'Afrique du Sud affichent des capacités de stockage respectives de 38 et 687 mètres cubes. Pour la période de 2006 à 2015, le total des besoins de financement pour le développement d'infrastructures adaptées dans le secteur de l'eau en Afrique subsaharienne était estimé à environ 15 milliards US\$ (Foster et Briceno-Garmendia, 2010).

Pour les ménages vulnérables des zones rurales, même des épisodes de sécheresse mineurs peuvent déboucher sur des pertes de rendement et peuvent avoir des effets désastreux sur des moyens de subsistance déjà fragiles et non diversifiés. Alors qu'ils arrivent tout juste à survivre même durant une année clémente, bon nombre d'entre eux sont incapables de mobiliser les biens nécessaires pour amortir les pertes, de sorte que leur qualité de vie se dégrade encore. De tels impacts constituent un véritable cercle vicieux. Ils sont particulièrement prononcés dans les

Tableau 3.4 Exemples de la pauvreté et de la vulnérabilité comme facteurs du risque de sécheresse

#### Manque d'irrigation et de stockage de l'eau au Kenya et au Brésil

Dans le district de Mwingi au Kenya, 70 à 80 pour cent de la population dépend de l'agriculture pluviale et de la production d'élevage pour se nourrir et pour gagner sa vie, et 60 pour cent survit avec 1 US\$ par jour ou moins (Galu *et al.*, 2010). Par conséquent, lorsque la sécheresse survient, elle peut balayer les revenus et les investissements et laisser aux communautés très peu de moyens pour amortir les pertes. Au cours de la sécheresse de 2008-2009, par exemple, 70 pour cent de la population a été tributaire de l'aide alimentaire et si ces secours ont effectivement réussi à éviter une crise alimentaire, ils mettent en exergue la vulnérabilité extrême des moyens de subsistance agricoles et agropastoraux en milieu rural (Galu *et al.*, 2010).

À Ceará, au Brésil, le risque de sécheresse agricole est concentré parmi les petits exploitants dont les moyens de subsistance dépendent entièrement de l'agriculture pluviale, qui ne détiennent pas de droits à l'eau et n'ont aucun accès à des infrastructures d'irrigation ou de stockage de l'eau. De ce fait, le PIB par habitant dans ce type de communautés rurales ne représente que le tiers de celui enregistré dans les établissements urbains le long de la côte et les valeurs de l'Indice du développement humain des districts ruraux sont inférieures à 0,65, contre 0,70 pour l'ensemble du Brésil (Sávio Martins, 2010; PNUD, 2010).

#### Essor de la production intensive de cultures de rente et urbanisation au Mexique

Les politiques de régime foncier et de gestion de l'eau au Mexique remontent à la révolution de 1910 et sont basées sur la propriété collective des terres et de l'eau par les petits exploitants, appelés *ejidos*, dont 25 pour cent vivent dans un dénuement extrême. L'essor d'une agriculture marchande intensive et de l'urbanisation a débouché sur la vente forcée des droits à l'eau, obligeant les pauvres des zones rurales à exploiter leurs terres marginales de manière plus intensive, et de ce fait exacerbant encore le risque de sécheresse (Fitzhugh et Richter, 2004). Aujourd'hui, les *ejidos* ne peuvent pas faire concurrence aux gros agriculteurs et à l'agro-industrie ; à Sonora, le risque de sécheresse agricole augmente car près de 75 pour cent de l'eau d'irrigation est désormais allouée à ce secteur (Neri et Briones, 2010).

#### Accès limité au crédit au Honduras

Au Honduras, les agriculteurs de subsistance représentent 67 pour cent de la population rurale mais seulement 2 pour cent d'entre eux ont accès à un crédit officiel, qui pourrait faciliter des investissements dans de meilleurs équipements et leur offrir une protection contre les impacts de la sécheresse (Brenes Torres, 2010). Les pertes dues à la sécheresse au Honduras et dans d'autres pays d'Amérique centrale sont à l'origine d'un accroissement des taux de déscolarisation, de l'endettement rural, de l'exode rural, de la vente de terres forcée et du chômage (Brenes Torres, 2010).

communautés pauvres et chaque sécheresse érode davantage les moyens de subsistance, laissant les ménages et les communautés toujours plus vulnérables aux futures sécheresses et aux autres aléas (Wilhite et Buchanan-Smith, 2005). Au niveau macro, les institutions peuvent n'avoir que peu de capacités pour fournir des secours ou des dédommagements en cas de sécheresse et n'être guère tenues de rendre des comptes aux communautés marginalisées d'un point de vue ethnique ou politique (Wilhite et Buchanan-Smith, 2005), de sorte que les impacts de la sécheresse agricole peuvent se transformer en de véritables crises de sécurité alimentaire (Devereux, 2007).

# 3.4.3 Accroissement de la demande en eau en raison de l'urbanisation, de l'industrialisation et de la croissance de l'agroindustrie

Le développement urbain et économique en tant que tel n'est pas un facteur de risque de sécheresse. Toutefois, l'essentiel du développement est planifié et autorisé sans tenir compte des disponibilités en eau et sans prendre les mesures adaptées pour la gestion et la conservation de l'eau (Tableau 3.5). Les études de cas soulignent que, dans les endroits et les pays qui connaissent déjà un stress hydrique, la croissance de l'agriculture intensive, le

Tableau 3.5 Exemples de l'accroissement de la demande d'eau comme facteur du risque de sécheresse

#### Accroissement de la demande d'eau aux États-Unis d'Amérique

Phoenix, Arizona, s'assèche. Dans les années 1940 déjà, la demande en eau impulsée par la croissance démographique et le développement économique prenait de vitesse les approvisionnements (Fitzhugh et Richter, 2004). Des barrages ont été érigés sur le Salt et le Verde pour accroître les disponibilités, mais très vite les deux rivières se sont taries, hormis après des pluies. Tout en continuant à faire des prélèvements excessifs dans les aquifères de la région, Phoenix a commencé à transférer de l'eau depuis le fleuve Colorado en 1980. On s'attend à ce que la population de la ville ait augmenté de moitié d'ici à 2025 (Fitzhugh et Richter, 2004); dans le même temps, le Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC indique que cette région connaîtra des sécheresses encore plus fréquentes et plus graves (GIEC, 2007).

#### Impact de la croissance économique de la Chine

La croissance économique de la Chine a coïncidé avec des pénuries d'eau dans le nord du pays (WWAP, 2009a). Entre 1949 et 2006, la demande annuelle d'eau dans le bassin du fleuve Jaune est passée de 10 à 37,5 milliards de mètres cubes. Cet accroissement s'expliquait par l'essor de l'agriculture irriguée, laquelle est passée d'une superficie de 8 000 à 75 000 km² de 1950 à 2000, et par des centrales hydroélectriques qui produisent désormais 40 TWh par an pour satisfaire la demande croissante du secteur industriel chinois (WWAP, 2009b). Les impacts d'une telle croissance ont rendu la région extrêmement vulnérable aux sécheresses. Dans les années 1990, les sources de Jinan, « la ville des sources », se sont asséchées et de 1995 à 1998, il n'y a eu aucun débit dans les 700 km du cours inférieur de la rivière Jaune pendant 120 jours par an (WWAP, 2009b).

#### Effets de la croissance de l'industrie des loisirs et du tourisme en Espagne et dans les Caraïbes

La consommation d'eau par habitant dans l'industrie touristique est souvent 3 à 10 fois supérieure à la demande locale (Fernandez et Graham, 1999) et la consommation globale par le secteur du tourisme augmente de façon spectaculaire (Iglesias *et al.*, 2007 ; Farrell *et al.*, 2010). Comme la concurrence en matière d'eau ne cesse d'augmenter, c'est souvent l'agriculture qui en pâtit.

En Espagne, à eux seuls, les résidences secondaires et les terrains de golf ont augmenté la demande en eau de 30 millions de mètres cubes par an (Iglesias et al., 2007). En outre, le tourisme provoque d'importantes variations saisonnières de la consommation d'eau qui entraînent des sécheresses hydrologiques en haute saison touristique, lesquelles coïncident bien souvent avec des périodes plus sèches et plus ensoleillées (Farrell et al., 2010). En Méditerranée, l'industrie du tourisme saisonnier augmente la demande d'eau annuelle globale d'au moins 5 à 20 pour cent dans les communautés touchées (Iglesias et al., 2007; WWAP, 2009a).

À Majorque, le nombre annuel de touristes a presque doublé de 1989 à 2000 pour atteindre 8 millions, dépassant ainsi la population locale à raison de 10 pour 1. Cela signifie que, durant la sécheresse du milieu des années 1990, le gouvernement espagnol a été contraint de faire venir de l'eau douce du continent moyennant un coût de 42 millions d'euros (Garcia et Servera, 2003 ; Iglesias *et al.*, 2007).

Dans l'est des Caraïbes, beaucoup d'îles manquent déjà d'eau, avec moins de 1 000 mètres cubes d'eau par habitant par an. Toutefois, la sécheresse agricole de 2009-2010 était moins due à un manque de précipitations qu'à des restrictions imposées à l'agriculture car l'eau était allouée à d'autres secteurs (Farrell et al., 2010).

développement urbain, le tourisme et d'autres secteurs économiques conduisent à des demandes croissantes et concurrentes de ressources en eau souvent en baisse. C'est là un facteur clé du risque de sécheresse tant hydrologique qu'agricole, mais il est rarement pris en compte dans la planification du développement (Wilhite et Pulwarty, 2005)<sup>4</sup>.

La concurrence pour l'eau douce existe déjà et on s'attend à ce qu'elle augmente à mesure

que la demande en eau continue de croître, parallèlement à la croissance démographique et au développement économique. Bien plus que le changement climatique, ce sont ces deux processus qui déterminent le lien entre les approvisionnements en eau et la demande d'eau (Vörösmarty et al., 2000). Le total de la demande annuelle mondiale d'eau a triplé depuis 1960 et il augmente actuellement de 64 milliards de mètres cubes chaque année (WWAP, 2009a). Cette croissance n'est pas survenue de façon

uniforme. Les pays développés consomment plus d'eau par habitant que la plupart des pays en développement (Figure 3.9) et les échanges mondiaux ont permis à certains pays d'externaliser leur consommation d'eau. Ainsi, l'Europe est un gros importateur de coton, mais cette culture gourmande en eau provient de bon nombre de régions où l'eau est rare, régions définies comme celles disposant de moins de 1 700 mètres cubes d'eau par personne et par an (WWAP, 2009a). En 2025, 1,8 milliard de personnes vivront dans des pays ou régions souffrant d'un manque d'eau et, d'ici à 2030, près de la moitié de la population mondiale vivra dans des endroits soumis à un stress hydrique prononcé (ONU-Eau, 2007; OCDE, 2008).

La demande en eau pour les usages industriels tend à augmenter avec la richesse relative. Elle peut aller de moins de 10 pour cent du total de la demande nationale dans les pays à revenu faible et intermédiaire pour atteindre près de 60 pour cent dans les pays à revenu élevé (WWAP, 2009a). Le développement économique, et le tourisme en particulier, exacerbe la concurrence pour l'obtention des ressources en eau dans des zones qui sont déjà souvent soumises à un stress hydrique, comme l'Espagne méridionale ou l'est des Caraïbes.

# 3.4.4 Une gestion inadaptée des sols et de l'eau

Des sécheresses agricoles ont été signalées en certains points du Bangladesh où la pluviosité annuelle moyenne est de 2 300 mm, en République démocratique populaire lao où les précipitations se montent à 3 200 mm par an et au Cambodge, dont le SPI de +2,7 correspond à un excédent d'eau et à des inondations potentielles (Shaw et al., 2010). Toutefois, le Tableau 3.6 montre que les précipitations et les valeurs du SPI ne reflètent pas la disponibilité en eau dans les réservoirs, rivières et canaux, ce qui

Tableau 3.6 Exemples d'une mauvaise gestion des sols et de l'eau comme facteurs du risque de sécheresse

#### Introduction de cultures gourmandes en eau en Arabie saoudite

Dans les années 1970, le gouvernement de l'Arabie saoudite a instauré une politique d'autosuffisance en blé dont il a subventionné la production en conséquence. De 1972 à 1991, les terres consacrées à la production agricole sont passées de 0,4 million à 1,6 million d'hectares (Arabie saoudite, 1992) et, au début des années 1990, le pays était devenu le sixième plus gros producteur de blé au monde. En 1992, la production intérieure de blé de 4,25 millions de tonnes dépassait largement la demande nationale de 1,22 million de tonnes (Abderrahman, 2001; Karam, 2008). Mais cette production était tributaire d'une irrigation et l'extraction des eaux souterraines était passée de 1 850 millions de mètres cubes en 1980 à 29 826 millions de mètres cubes en 1992 (Arabie saoudite, 1990; Dabbagh et Abderrahman, 1997), menaçant le pays d'une sécheresse sans précédent. La politique d'autosuffisance en blé était devenue si coûteuse et avait tant tari les aquifères qu'elle fut finalement abandonnée. L'Arabie saoudite a désormais l'intention de couvrir la totalité de ses besoins de blé par des importations d'ici à 2016 (Karam, 2008).

#### Modification des schémas de production et de la déforestation au Viet Nam

Les précipitations dans la province de Ninh Thuan au Viet Nam ont augmenté au fil du temps. Toutefois, la sécheresse est devenue plus commune car la pluviosité est devenue plus variable alors que la demande en eau augmente et, selon les prévisions, devrait croître dans chaque secteur de l'économie (Shaw et al., 2010). La demande agricole est le principal responsable des prélèvements d'eau et on s'attend à ce qu'elle augmente de 150 pour cent entre 2015 et 2020, tandis que la demande pour répondre aux besoins de l'aquaculture, de l'industrie et de l'environnement va doubler. La déforestation et la modification des schémas de production (p. ex. un accroissement des élevages de crevettes) ont encore réduit les approvisionnements et accru la demande. Au cours des 40 dernières années, les disponibilités annuelles d'eau par habitant à Ninh Thuan sont passées de 17 000 à 4 600 mètres cubes (Tinh, 2006), donnant naissance à une « guerre de l'eau » entre l'agriculture, l'aquaculture, l'industrie et le tourisme.

#### Surpâturage et gestion des prairies au Mexique

La gestion des prairies est tout aussi problématique pour une gestion efficace du risque de sécheresse. Beaucoup de propriétaires de ranchs pratiquent le surpâturage et, à Sonora au Mexique, la taille des troupeaux fait parfois le double ou le triple de la capacité de charge maximale des terres (Neri et Briones, 2010). Ce problème a aussi été observé chez les Navajos malgré des restrictions imposées sur la taille du cheptel, et il est dû tout autant au choix du type de bêtes qu'aux conditions environnementales (Redsteer et al., 2010).

#### Encadré 3.3 Tendances de l'aridité depuis 1900

Divers signes suggèrent que le monde est devenu plus sec au cours du siècle écoulé. Il ne fait aucun doute que depuis les années 1970, l'aridité a augmenté dans certaines parties de l'Afrique, de l'Europe méridionale, de l'Asie de l'Est et du Sud et de l'Australie orientale, modifiant les données de référence concernant les précipitations et rendant encore plus compliquée la surveillance des sécheresses (Trenberth *et al.*, 2007; Dai, 2010). Ainsi, entre les années 1950 et les années 1980, le pourcentage de la surface terrestre classé comme étant « sec » était de 10 à 14 pour cent, atteignant les 25 à 30 pour cent au cours de la décennie écoulée (Dai, 2010). L'une des raisons tient au fait que les températures plus chaudes de l'air et de surface ont augmenté l'évaporation.

Les tendances séculaires des précipitations mondiales mesurées chaque mois au moyen de l'Indice de sévérité de la sécheresse de Palmer (Figure 3.8) révèlent une tendance générale à l'assèchement en Afrique sahélienne et australe, dans le centre du Brésil, dans le sud de l'Europe, en Iran (République islamique d'), en Indonésie, au nord-est de la Chine et au nord-est de l'Australie (Trenberth *et al.*, 2007).

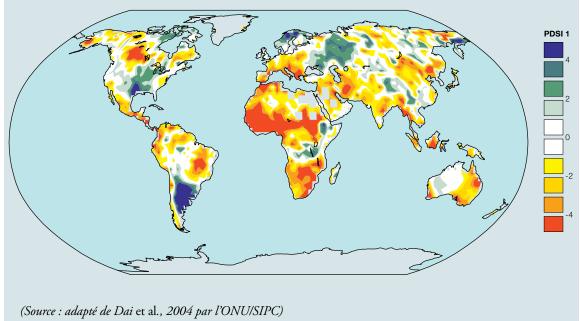


Figure 3.8

Tendances des précipitations mondiales depuis 1900 mesurées à l'aide de l'Indice de sévérité de la sécheresse de Palmer (PDSI)

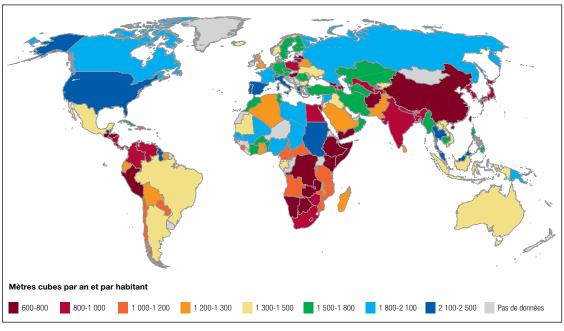


Figure 3.9

Consommation
nationale moyenne
d'eau par habitant
(de 1997 à 2001)

(Source: Hoekstra et Chapagain, 2008 (modifié et cité dans WWAP, 2009a))

démontre une fois encore pourquoi la sécheresse météorologique n'est pas toujours un indicateur précis de l'aléa de sécheresse.

# 3.4.5 Une gouvernance des risques fragile ou inefficace

Les études de cas mettent en exergue des capacités de gouvernance des risques fragiles ou inefficaces pour s'attaquer aux risques de sécheresse; rares sont les pays, hormis l'Australie et l'Inde, qui ont développé des politiques et des cadres nationaux de gestion des risques de sécheresse (Tableau 3.7). Il n'en reste pas moins que des progrès sont accomplis dans la gestion des risques de sécheresse, notamment en termes de prévisions, d'alerte rapide, de préparation et d'interventions,

mais aussi dans l'élaboration de mécanismes compensatoires, comme les assurances et les programmes d'emplois temporaires. L'alerte rapide est un élément primordial de la gestion du risque de sécheresse et les prévisions saisonnières de même que les modèles d'évolution du climat informent les choix au moment de décider ce qu'il faut semer et à quel moment. Toutefois, les mécanismes d'assurance et de transfert de risque ne sont pas toujours à la portée des ménages pauvres des zones rurales, alors que ce sont eux qui en ont le plus besoin pour compenser leur situation de risque. De même, les mesures compensatoires, comme les aides en cas de sécheresse, peuvent en fait récompenser une mauvaise gestion des ressources et pénaliser les planificateurs qui emploient des politiques

Tableau 3.7 Exemples de faibles capacités de gouvernance des risques comme facteur de risque de sécheresse

Faible priorité accordée à la sécheresse par les pouvoirs publics au Mexique	Sur les 16 millions d'hectares de terres agricoles à Sonora au Mexique, 87 pour cent sont des terres non irriguées et très vulnérables à la sécheresse agricole mais représentent 70 pour cent de la production agricole (Neri, 2004; Neri et Briones, 2010). Néanmoins, il n'existe pas de système d'alerte rapide de la sécheresse ni de comptabilisation systématique de ses impacts. Une enquête auprès des parties prenantes a révélé que cela n'était pas dû à un manque de données météorologiques ou à une incapacité à créer des prévisions de sécheresse saisonnière mais traduisait plutôt la faible priorité accordée par les pouvoirs publics à la gestion des risques de sécheresse et aux communautés pauvres des zones rurales (Neri et Briones, 2010). À Sonora, il n'existe pas de cadre politique de gestion des risques de sécheresse et les questions telles que les ressources en eau et la gestion des prairies tombent dans l'espace vide situé entre les autorités chargées de la protection civile qui se concentrent sur les secours et les autres services de l'État.
Responsabilités fragmentées pour la gestion des risques de sécheresse au Viet Nam	Au Viet Nam, les institutions gouvernementales se penchent sur les risques annuels associés aux inondations et aux cyclones tropicaux mais elles sont moins bien équipées pour réduire et gérer les risques de sécheresse. La responsabilité en matière de risque de sécheresse est centralisée au niveau du gouvernement national, mais la gestion des facteurs de risque de sécheresse est répartie entre différentes institutions chargées de gérer les forêts, l'agriculture, l'eau et l'occupation des sols (Shaw et al., 2010).
Faibles capacités de gouvernance locale des risques de sécheresse au Bangladesh	Le nord-ouest du Bangladesh enregistre 1 329 mm de pluie par an, soit la moitié de la moyenne nationale, et il est sujet à de fréquentes sécheresses que les autorités locales sont généralement mal équipées pour maîtriser. Le risque de sécheresse se rapporte à la résilience des ménages mais aussi à la capacité institutionnelle des collectivités locales. Les autorités locales de Tanore et Shibganj n'ont qu'une très faible résilience institutionnelle. Elles n'ont pas intégré le risque de sécheresse dans les plans de gestion des catastrophes ; elles n'ont pas élaboré de politiques efficaces de gestion des risques de sécheresse, ni de programmes de formation ou de démonstration et elles ont de faibles mécanismes de coordination avec les autres institutions gouvernementales et les ONG (Shaw et al., 2010 ; Habiba et al., 2011). Même en situation de sécheresse, les comités locaux de gestion des catastrophes dans ces sous-districts n'ont pas organisé de programmes de sensibilisation du public ni mis sur pied des exercices de préparation aux catastrophes au niveau des ménages.
Conflit et utilisation d'eau excessive au Maroc	Le manque de gestion efficace des risques de sécheresse est souvent exacerbé par des capacités institutionnelles et financières insuffisantes, notamment au sein des collectivités locales (Shaw et al., 2010). Pour gérer le manque d'eaux souterraines plus efficacement durant les sécheresses, le Maroc a promulgué une série de réformes parmi lesquelles figurait la privatisation des droits à l'eau durant les années 1990. Les nouvelles politiques sont en conflit avec les coutumes tribales et religieuses et, du fait de l'incapacité du gouvernement à garantir leur application, la surexploitation des eaux souterraines se poursuit (Doukkali, 2005).

proactives d'atténuation de la sécheresse qui les privent du droit à l'assistance (Wilhite et Pulwarty, 2005).

# 3.5 De l'aléa de sécheresse au risque de sécheresse

Sachant que les impacts de la sécheresse ne sont pas systématiquement enregistrés et compte tenu des données limitées pour la modélisation de l'aléa de sécheresse, il n'est pas encore possible de mettre au point des modèles de risques mondiaux de sécheresse. La construction de ces modèles à toutes les échelles est pourtant importante pour accroître la visibilité du risque et pour élaborer des arguments politiques et économiques convaincants en faveur de la gestion du risque de sécheresse.

De la même façon que la sécheresse météorologique n'est pas synonyme d'aléa de sécheresse, l'aléa de sécheresse agricole et hydrologique n'est pas synonyme de risque. Tout comme pour d'autres aléas, la traduction de la sécheresse en risque dépend de facteurs ayant trait à la vulnérabilité et à l'exposition.

L'élaboration de modèles pour la sécheresse semblables à ceux déjà utilisés pour analyser les tendances de risque pour les cyclones tropicaux et les inondations (voir le Chapitre 2) n'est toujours pas possible en raison du manque de données suffisantes et fiables et les tentatives précédentes de modélisation du risque mondial de sécheresse (voir l'Encadré 3.4) ont donné des résultats décevants.

Des initiatives comme celles du Projet national de suivi de la sécheresse aux États-Unis d'Amérique, FEWS Net, AGRHYMET et l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) en Afrique, le projet PODIUM de l'Institut international de la gestion de l'eau (IWMI) et les modèles AquaCrop de la FAO, ou encore des études par la Banque mondiale en Inde (Encadré 3.5) montrent comment le risque de sécheresse peut être modélisé dans des contextes spécifiques, lorsque les données sont effectivement disponibles. La

#### Encadré 3.4 La modélisation du risque mondial de sécheresse

L'indice de mortalité due au risque de sécheresse proposé par le PNUD (PNUD, 2004) s'est soldé par un échec car la plupart des sécheresses ne font pas de victimes, et l'essentiel de la mortalité due à la sécheresse signalée à l'échelle internationale est concentrée dans des pays qui traversent des conflits ou une crise politique. Seules de faibles corrélations ont été identifiées entre la population exposée à la sécheresse météorologique et la mortalité attribuée à la sécheresse (PNUD, 2004). Les impacts de la sécheresse sur le développement humain pourraient fournir des critères mieux adaptés que la mortalité pour calculer le risque pour la population. Toutefois, si les impacts de ce type sont parfois enregistrés dans certains sites (de la Fuente et Dercon, 2008), il n'existe pas de données nationales systématiques qui permettraient d'étalonner le modèle mondial des risques.

Une étude de la Banque mondiale (Dilley et al., 2005) a connu plus de succès, en ce sens qu'elle a produit des cartes des risques mondiaux aussi bien pour la mortalité que pour le risque de pertes économiques. Le risque était calculé comme une fonction de l'exposition à la sécheresse météorologique de la densité démographique et du PIB agricole national, avec un indicateur de substitution de la vulnérabilité étalonné au moyen de la mortalité et des pertes économiques enregistrées pour chaque région géographique et chaque groupe de revenus. Toutefois, on peut douter de l'exactitude des résultats, étant donné que la sécheresse météorologique n'est pas une bonne représentation de l'aléa et que, comme expliqué plus haut, la mortalité n'est par une mesure adéquate permettant de modéliser les impacts humains.

#### Encadré 3.5 Modélisation du risque de sécheresse agricole

Une étude de la Banque mondiale (Lvovsky et al., 2006) a quantifié les impacts agricoles et macroéconomiques à long terme des sécheresses dans l'Andhra Pradesh, en Inde, en se servant de techniques de modélisation des catastrophes avec une multitude de stratégies de gestion des risques de catastrophe. En analysant les données météorologiques et agricoles sur 30 ans, les effets des sécheresses anodines, modérées et graves ont été mesurés sur cinq cultures différentes (riz, arachide, tournesol, maïs et sorgho) dans les huit districts les plus sujets aux sécheresses de l'Andhra Pradesh, y compris les pertes moyennes annuelles et les pertes maximales probables.

Tout d'abord, la fréquence et la sévérité de la sécheresse météorologique sur les différents sites ont été modélisées au moyen des données historiques et d'un générateur stochastique de conditions météorologiques (WXGEN) simulant 500 années de météo. Les sécheresses modélisées ont été classées à l'aide d'une formule de calcul du SPI saisonnier (de juin à décembre) et validées par rapport aux données historiques. La vulnérabilité et l'exposition ont été analysées en utilisant des modèles d'emblavements et de rendements des cultures pour quantifier les dégâts subis par chaque culture en fonction de l'intensité et de la durée des sécheresses. Les impacts de la sécheresse sur la production d'élevage ont également été testés mais les résultats n'ont pas été probants. Le modèle de rendement des cultures englobait 47 paramètres étalonnés en fonction des cultures et des conditions environnementales dans chaque district. Le modèle des emblavements a servi à saisir la variabilité des précipitations, aussi bien pour les cultures irriguées que pluviales.

Les rendements moyens et les pertes moyennes annuelles pour chaque culture pour une série chronologique de 500 ans ont ensuite été calculés et les effets de l'intensité et de la durée de la sécheresse sur chaque culture ont été convertis en pertes monétaires sur la base des prix du marché. Par rapport à des années simulées « normales », l'analyse a révélé que les pertes de production ont dépassé 5 pour cent tous les 3 ans, 10 pour cent tous les 5 ans, 15 pour cent tous les 10 ans et 25 pour cent tous les 25 ans. Toutefois, les agriculteurs individuels, et notamment les petits exploitants, peuvent essuyer des pertes beaucoup plus lourdes en fonction de leur portefeuille de cultures et de la sévérité de la sécheresse dans leur lieu d'exploitation.

(Source: Lvovsky et al., 2006)

comptabilisation systématique des pertes et impacts de la sécheresse et la construction de modèles crédibles des risques de sécheresse à toutes les échelles, tant locale que mondiale, sont importantes pour accroître la visibilité du risque de sécheresse et élaborer des arguments politiques et économiques convaincants en faveur de sa réduction.

Comme le montre ce chapitre, le risque de sécheresse est au moins en partie socialement construit et caractérisé par de nombreuses boucles d'interaction entre les différents facteurs. Ainsi, le manque de comptabilisation systématique des pertes et des impacts de sécheresse, notamment ceux qui affectent les ménages pauvres et vulnérables en zones rurales, contribue à amoindrir sa visibilité politique et économique et se traduit par des arguments peu convaincants

pour s'attaquer aux facteurs de risque sous-jacents et renforcer la gouvernance des risques. Les politiques visant à promouvoir le développement économique et urbain dans les zones qui manquent d'eau peuvent transférer le risque de sécheresse aux petits exploitants agricoles. Les programmes de secours en cas de sécheresse qui fournissent des indemnités pour les impacts à court terme peuvent accroître la dépendance à l'égard des secours et augmenter la vulnérabilité dans des zones susceptibles de devenir encore plus sujettes aux sécheresses en raison du changement climatique.

Les efforts internationaux fournis pour élaborer et appliquer des normes pour l'identification et la surveillance de la sécheresse constituent un point de départ important pour lutter contre le risque de sécheresse. Toutefois, ils ont besoin d'être menés parallèlement à l'élaboration de mécanismes qui comptabilisent systématiquement les pertes et les impacts dus à la sécheresse et qui évaluent et estiment de façon détaillée les risques de sécheresse comme une prochaine étape primordiale pour mettre plus en lumière le risque de sécheresse.

Les prévisions, l'alerte rapide et les mesures compensatoires telles que l'assurance sont des éléments cruciaux de la gestion du risque de sécheresse. Toutefois, pour s'attaquer aux facteurs sous-jacents du risque de sécheresse, les pays devront renforcer et réorienter d'autres capacités de gouvernance des risques, notamment celles ayant trait à la planification du développement et à la gestion des sols et de l'eau. De puissants facteurs politiques conduisent souvent à faire abstraction des questions telles que les droits à l'eau et l'occupation des sols mais, compte tenu des impacts et des pertes dus à la sécheresse qui ne cessent de croître, la nécessité de gérer sérieusement le risque de sécheresse pourrait bientôt l'emporter sur ces facteurs dissuasifs.

#### **Notes**

- 1 Lors d'une réunion en juin 2010 organisée par l'Organisation météorologique mondiale et le Secrétariat des Nations Unies de la Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes et accueillie par la Confédération hydrographique de Segura.
- 2 Des travaux sont en cours afin de mettre au point un indice composite de la sécheresse hydrologique qui prenne en compte des facteurs comme les débits fluviaux, les précipitations, les niveaux des réservoirs, le manteau neigeux et le niveau de la nappe phréatique.
- 3 Les multiples impacts des aléas sur les moyens de subsistance vulnérables ont été étudiés en détail dans le *Bilan mondial 2009* (Chapitres 3 et 4) et ses documents de référence (de la Fuente et Dercon, 2008; Sabates-Wheeler *et al.*, 2008; ONU/SIPC, 2009), en mettant particulièrement l'accent sur les interactions entre la sécheresse et la pauvreté rurale qui finissent par rendre ces communautés prisonnières de leur vulnérabilité.
- 4 À titre d'exceptions, citons des normes de construction plus strictes pour réduire la consommation d'eau. Ainsi, environ 40 pour cent des avantages générés par le biais du Plan d'infrastructures vertes de la ville de New York (2010) pour améliorer la qualité de l'eau et réduire la consommation d'eau et le ruissellement seront obtenus grâce à de nouveaux ouvrages (Ville de New York, 2010)