

# RÉDUCTION DES RISQUES DE SÉCHERESSE DANS LE CADRE DE LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU





# RÉDUCTION DES RISQUES DE SÉCHERESSE DANS LE CADRE DE LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU



Document révisé par le Programme de gestion intégrée de la sécheresse (IDMP)

## Table des matières

Avant-propos .....	vii
Glossaire .....	ix
<b>1 Introduction à la gestion intégrée de la sécheresse .....</b>	<b>1</b>
1.1 Présentation du phénomène de sécheresse .....	2
1.1.1 Les conséquences de la sécheresse .....	2
1.1.2 La sécheresse – définition et caractéristiques .....	3
1.1.3 Les causes météorologiques de la sécheresse .....	4
1.1.4 Les conséquences de la sécheresse et du changement climatique .....	6
1.1.5 La réduction des risques de sécheresse .....	8
1.2 Les différentes approches de la gestion de l'eau et de la sécheresse .....	9
1.2.1 La gestion intégrée des ressources en eau .....	9
1.2.2 Une approche proactive de la gestion de la sécheresse .....	11
1.2.3 La gestion intégrée de la sécheresse et les trois piliers .....	12
1.3 Un aperçu des processus internationaux pertinents .....	13
1.3.1 Une réunion de haut niveau sur les politiques nationales de lutte contre la sécheresse .....	13
1.3.2 Le Programme de gestion intégrée de la sécheresse .....	13
1.3.3 Les objectifs de développement durable .....	14
1.3.4 La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et l'Accord de Paris sur les changements climatiques .....	14
1.3.5 Le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe .....	14
1.3.6 La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification .....	15
1.4 Références et lectures complémentaires .....	17



<b>2 Suivi et alerte précoce (Pilier 1)</b> .....	<b>20</b>
2.1 Présentation des systèmes de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse.....	21
2.2 Comprendre et mesurer les paramètres hydrologiques et climatologiques .....	22
2.2.1 Le cycle hydrologique.....	22
2.2.2 Méthodes de collecte des données hydrométéorologiques .....	24
2.3 Indicateurs et indices de sécheresse .....	26
2.3.1 Indice de précipitation normalisé .....	31
2.3.2 Indice de gravité de la sécheresse de Palmer.....	32
2.3.3 Indice de déficit d'humidité du sol.....	32
2.3.4 Indice de satisfaction des besoins en eau .....	33
2.4 Produits de suivi et de prévision de la sécheresse .....	33
2.4.1 Exemple : le système de suivi de la sécheresse des États-Unis.....	34
2.4.2 Exemple : Drought Watch de DriDanube.....	35
2.4.3 Exemple : le suivi de la sécheresse au nord-est du Brésil .....	35
2.5 Systèmes d'alerte précoce en cas de sécheresse .....	35
2.5.1 Réseau de systèmes d'alerte précoce contre la famine .....	38
2.6 Références et lectures complémentaires .....	40



<b>3 Évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences (Pilier 2)</b> .....	<b>38</b>
3.1 Présentation de l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences .....	39
3.1.1 Risques de sécheresse – relier l'aléa, l'exposition et la vulnérabilité .....	39
3.1.2 Conséquences de la sécheresse .....	39
3.1.3 Comprendre la vulnérabilité à la sécheresse .....	41
3.1.4 Gestion des risques de sécheresse et dimension de genre .....	45
3.2 Cadre pour l'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité .....	46
3.2.1 Étape A – Phase d'orientation .....	48
3.2.2 Étape B – Évaluation de l'impact .....	48
3.2.3 Étape C – Évaluation de la vulnérabilité .....	48
3.3 Méthodes d'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité .....	49
3.3.1 Aperçu des méthodes, outils et ensembles de données relatifs aux évaluations de l'impact et la vulnérabilité .....	49
3.3.2 Utilisation d'indicateurs et d'indices dans les évaluations de l'impact et de la vulnérabilité .....	52
3.4 Études de cas .....	54
3.4.1 Étude de cas 1 : Évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse au niveau des bassins du Mexique .....	54
3.4.2 Étude de cas 2 : Recensement, profilage et évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse en Éthiopie .....	55
3.5 Références et lectures complémentaires .....	56



---

<b>4 Mesures d'atténuation, de préparation et d'intervention face à la sécheresse (Pilier 3)</b> .....	<b>59</b>
4.1 Présentation de la planification de la gestion de la sécheresse .....	60
4.2 Aperçu des mesures de préparation, d'atténuation, d'intervention et de relèvement en cas de sécheresse.....	60
4.2.1 Définitions et contexte .....	60
4.2.2 Mesures et activités de gestion de la sécheresse .....	61
4.2.3 Définition et hiérarchisations des activités .....	68
4.3 Identification des facteurs appropriés de déclenchement des mesures de lutte contre la sécheresse .....	68
4.4 Dispositions institutionnelles relatives à l'élaboration et à la mise en œuvre de plans de gestion de la sécheresse.....	70
4.5 Exemples de stratégies et de plans nationaux d'atténuation .....	71
4.6 Références et lectures complémentaires .....	74



---

<b>5 Des arguments politiques – le plan de lutte contre la sécheresse .....</b>	<b>75</b>
5.1 Synthèse de l'approche des trois piliers de la gestion intégrée de la sécheresse .....	76
5.1.1 Pilier 1 : Systèmes de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse .....	76
5.1.2 Pilier 2 : Évaluation de la vulnérabilité et de l'impact .....	76
5.1.3 Pilier 3 : Atténuation et intervention .....	76
5.2 Approches liées à l'élaboration de plans et de politiques de gestion de la sécheresse au niveau national ..	77
5.2.1 Objectifs de la politique de lutte contre la sécheresse .....	77
5.3 Difficultés liées à l'élaboration et à la mise en œuvre de plans et de politiques de gestion de la sécheresse au niveau national.....	79
5.4 Les avantages d'une approche proactive de la gestion de la sécheresse et les coûts de l'inaction .....	80
5.5 Exemples de plans de lutte contre la sécheresse .....	82
5.5.1 Mexique .....	82
5.5.2 Brésil .....	83
5.5.3 Maroc .....	84
5.5.4 Slovaquie.....	84
5.6 Références et lectures complémentaires .....	86



---

## Avant-propos

Même si ses caractéristiques peuvent varier considérablement d'un pays à l'autre, le risque de sécheresse constitue une menace croissante pour de nombreuses personnes et économies, aussi bien dans les pays en développement que dans les pays développés. Indépendamment de l'endroit où elles se produisent, les sécheresses sont considérées comme les catastrophes naturelles qui ont les plus vastes répercussions, secondaires et tertiaires, entraînant des pertes sociales, économiques et écologiques à court et à long termes. La sécheresse en elle-même ne déclenche pas de situation d'urgence, mais elle peut se transformer en urgence selon ses répercussions sur les populations locales. Et cela, à son tour, dépend de la vulnérabilité des populations à un « choc » de ce type.

Les catastrophes entravent le développement humain et peuvent mettre la vie des personnes en danger. Les progrès en matière de développement sont inextricablement liés au niveau d'exposition aux risques de catastrophes dans une communauté donnée. Dans le même ordre d'idées, le niveau de risque de catastrophe prévalant dans une communauté est lié aux choix effectués par cette communauté en matière de développement. L'ampleur de la sécheresse et le nombre de personnes touchées augmentent, avec des conséquences extrêmes pour les pays et les communautés pauvres. Paradoxalement, les pays les plus touchés ne disposent pas des capacités suffisantes pour réduire les risques autant qu'ils le voudraient.

Afin de réduire la vulnérabilité de la société aux sécheresses, un changement de paradigme en matière de gestion de la sécheresse est nécessaire pour surmonter les structures dominantes de gestion

---

réactive et post-aléa et adopter des méthodes proactives et fondées sur les risques de la gestion des catastrophes. La gestion de la sécheresse fondée sur les risques comporte toutefois plusieurs dimensions et suppose l'implication d'un éventail d'acteurs, ainsi que, du point de vue de la politique de gestion de la sécheresse, des capacités dans différents ministères et institutions nationales.

La question de la vulnérabilité et de la capacité des personnes face aux risques de sécheresse est très importante pour comprendre les répercussions possibles et prendre des décisions en matière de gestion et de développement. La vulnérabilité dépend de l'exposition *des personnes* aux risques et de leur *susceptibilité* à leurs conséquences. Elle reflète des variables sociales, économiques, politiques, psychologiques et environnementales, façonnées par des pressions dynamiques (telles que l'urbanisation, l'aménagement du territoire) qui sont liées à l'économie nationale et politique. Le contraire de la vulnérabilité est la *capacité à anticiper* les effets des aléas, *à y faire face*, *à y résister* et *à s'en relever*. Ces capacités peuvent être mises en œuvre à travers une action collective et un cadre institutionnel favorable.

La gestion du risque de sécheresse est donc un concept et une pratique pour éviter, réduire ou transférer les effets néfastes des risques de sécheresse et les répercussions possibles de cette catastrophe grâce à des activités et des mesures de prévention, d'atténuation et de préparation. Il s'agit d'un processus systématique qui repose sur des directives administratives, des organisations et des compétences et capacités opérationnelles pour mettre en œuvre des stratégies et des politiques, et améliorer les capacités d'adaptation. Les mesures visant à réduire les risques

---

de sécheresse doivent être au cœur de la politique de développement, y compris la gestion et le développement des ressources en eau.

Reconnaissant le grand nombre de difficultés liées à la sécheresse dans le contexte de la gestion des ressources en eau, Cap-Net PNUD et ses réseaux affiliés se concentrent sur le renforcement des capacités pour la résilience et l'atténuation des risques immédiats et des répercussions de la sécheresse sur les ressources en eau. Les méthodes intégrées de gestion des ressources en eau peuvent offrir des occasions de gérer les risques de sécheresse en réduisant l'exposition et la vulnérabilité à la sécheresse, et ce, en remplaçant les anciennes approches sectorielles non coordonnées de réglementation de l'eau et en surmontant une forte dépendance à la technologie afin de garantir un approvisionnement en eau et de modifier le système hydrique au profit de l'humanité.

Depuis plusieurs années, Cap-Net s'est engagé dans des pratiques de renforcement des capacités et de partage des connaissances par l'intermédiaire de réseaux régionaux et nationaux, soutenus par les partenaires du savoir à travers le monde. Ses années d'expérience en la matière portent à croire que le savoir et l'innovation sont la clé des initiatives de développement durable, qui sont notamment axées sur la résilience à la sécheresse. Comprendre les phénomènes de sécheresse et les communautés, leur capacité à jouer avec les variables et à faire face aux conditions climatiques changeantes, l'évolution de leurs besoins, entre autres, nécessite un apprentissage et un partage continu à tous les niveaux de l'espace du développement.

Le présent manuel s'adresse principalement aux apprenants, aux formateurs et aux animateurs, aux professionnels et aux gestionnaires des ressources naturelles et en eau, et vise à renforcer les capacités à anticiper et à réduire les répercussions de la sécheresse en améliorant les connaissances et les compétences relatives aux pratiques de réduction des risques de sécheresse, qui font partie intégrante du processus de développement aux niveaux communautaire, national, sous-régional et régional. Plus particulièrement, les objectifs du manuel sont les suivants :

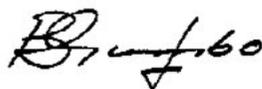
- i. Sensibiliser davantage à la gestion efficace des risques de sécheresse et aux mesures à prendre.
- ii. Fournir des connaissances approfondies sur la préparation aux catastrophes dues à la sécheresse, l'atténuation de leurs effets et les mesures de réhabilitation.
- iii. Permettre aux apprenants de réaliser des évaluations des risques et de la vulnérabilité.
- iv. Sensibiliser au mécanisme institutionnel, à la mobilisation et à la participation à la gestion des catastrophes dues à la sécheresse.

Cette approche met l'accent sur une meilleure compréhension des risques naturels et de l'exposition des personnes à ce phénomène climatique extrême. Les différents éléments de la gestion des risques de sécheresse bénéficient d'une attention particulière, et la manière dont ils améliorent la compréhension et la gestion des risques de sécheresse est expliquée.

Lors de l'utilisation de ce manuel, il est conseillé d'accorder une grande attention aux exemples pratiques, à la situation et aux réalités sur le terrain, afin de bien associer et illustrer les différents termes, concepts et processus.

**Themba Gumbo**

Directeur de Cap-Net



## Remerciements

Cap-Net tient à souligner que la présente version révisée du manuel a été réalisée par le Programme de gestion intégrée de la sécheresse (IDMP), coparrainé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Partenariat mondial de l'eau (GWP), avec l'aide de plusieurs partenaires de l'IDMP. Nous tenons à remercier en particulier Katrin Ehlert (OMM) pour avoir dirigé le travail de révision au nom de l'IDMP, en collaboration avec Frederik Pischke (GWP) et Robert Stefanski (IDMP). Le présent manuel a également été soumis à un comité de lecture composé des partenaires internationaux de l'IDMP. Les auteurs originaux ont également relu la version révisée afin d'en garantir la qualité. Le manuel original d'introduction à la gestion des risques de sécheresse est le fruit des efforts considérables déployés par des spécialistes d'Afrique, d'Asie, d'Europe et d'Amérique latine, sous la direction de Wangai Ndirangu de WaterCap/Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (Kenya), qui impliquaient Carols Díaz Delgado (Red Mexicana de Recursos Hídricos [REMERH]/Universidad Autónoma del Estado de México), Jan Hassing (PNUE-DHI), Joris Timmermans (University of Twente-ITC), Nick Tandi (Groupe de la Banque mondiale) et Shantha Mohan (SaciWATERS Cap-Net Network [SCaN]).

Couverture : Andrés Callizaya Barrientos, deuxième meilleure photo – Concours photo 2020 de Cap-Net « Visualising water knowledge » (De la connaissance de l'eau).

## Glossaire

<b>Adaptation</b>	Démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Pour les systèmes humains, il s'agit d'atténuer les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences (GIEC, 2014).
<b>Aléa</b>	Processus, phénomène ou activité humaine pouvant faire des morts ou des blessés ou avoir d'autres effets sur la santé, ainsi qu'entraîner des dégâts matériels, des perturbations socioéconomiques ou une dégradation de l'environnement. Les aléas peuvent être d'origine naturelle, anthropique ou socionaturelle. Les aléas naturels sont essentiellement associés à des processus et phénomènes naturels. Les aléas anthropiques ou « induits par l'homme » sont entièrement ou principalement causés par les activités et les décisions humaines. Les aléas peuvent avoir une origine et des conséquences individuelles, séquentielles ou cumulatives. Chaque aléa se caractérise par son emplacement, son intensité, son ampleur, sa fréquence et le degré de probabilité associé (UNDRR, 2017).
<b>Alerte précoce</b>	La communication d'informations opportunes et efficaces par l'intermédiaire d'institutions reconnues qui permettent aux parties prenantes exposées à une catastrophe de prendre des mesures pour éviter ou réduire les risques connexes et se préparer à intervenir de manière efficace (GWP-CEE, 2015).
<b>Approche proactive de la gestion de la sécheresse</b>	Une méthode proactive de gestion des risques de sécheresse consiste à concevoir à l'avance des mesures appropriées, avec les outils de planification correspondants et la participation des parties prenantes. Une approche de ce type repose sur des mesures à court et à long termes et comprend des systèmes de suivi permettant d'être averti à temps des conditions de sécheresse, l'identification des personnes les plus vulnérables au sein d'une population et des mesures adaptées pour atténuer les risques de sécheresse et améliorer la préparation. Une telle démarche suppose la planification des mesures nécessaires pour prévenir ou réduire au maximum les conséquences de la sécheresse. C'est cette approche que l'on retrouve avec les trois piliers de la gestion intégrée de la sécheresse (Vogt <i>et al.</i> , 2018).
<b>Approche réactive de la gestion de la sécheresse</b>	Une méthode réactive de gestion de la sécheresse repose sur la gestion des crises ; elle consiste en la mise en œuvre de mesures et d'activités après le début et l'identification d'un phénomène de sécheresse. C'est l'approche adoptée en situation d'urgence. Elle aboutit souvent à des solutions techniques et économiques inefficaces, car les mesures sont prises sans avoir le temps d'évaluer les meilleures solutions. La participation des parties prenantes est quant à elle très limitée. Cette approche s'est souvent avérée mal coordonnée et inopportune. En outre, la gestion des crises accorde peu d'attention à la tentative de réduire les effets qu'auront de futurs phénomènes de sécheresse (Vogt <i>et al.</i> , 2018).
<b>Approvisionnement en eau</b>	La part du captage d'eau qui revient aux utilisateurs (à l'exclusion des pertes survenant dans le cadre du stockage, de l'acheminement et de la distribution) (GWP, 2017).
<b>Aquifère</b>	Couches souterraines et interconnectées de roches, de sédiments ou de sols perméables, remplies d'eau qui s'y accumule ou s'y écoule. Il existe deux principaux types d'aquifères : les aquifères confinés et les aquifères non confinés (GWP, 2017).

<b>Aridité</b>	Caractéristique d'un climat dans lequel les précipitations sont insuffisantes ou inadéquates pour assurer le maintien de la végétation. L'aridité est mesurée en comparant l'apport d'eau moyen à long terme (précipitations) à la demande d'eau moyenne à long terme (évapotranspiration). Si la demande est supérieure à l'apport, en moyenne, le climat est qualifié d'« aride » (National Oceanic and Atmospheric Administration-National Centers for Environmental Information [NOAA-NCEI], 2019 ; OMM, 1992).
<b>Atténuation</b>	Atténuation (des risques de catastrophes et des catastrophes) : réduction des répercussions néfastes que pourraient avoir les dangers physiques (y compris ceux d'origine anthropique) par des mesures visant à réduire ces dangers, l'exposition et la vulnérabilité (GIEC, 2012). Atténuation (des changements climatiques) : intervention humaine visant à réduire les sources ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre (GIEC, 2012).
<b>Bassin (bassin versant ou bassin hydrographique)</b>	Une région ayant un exutoire commun pour ses écoulements de surface (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Capacité d'adaptation</b>	Faculté d'ajustement des systèmes, des institutions, des êtres humains et d'autres organismes, leur permettant de se prémunir contre d'éventuels dommages, de tirer parti des opportunités ou de réagir aux conséquences (GIEC, 2014).
<b>Catastrophe</b>	Perturbation grave du fonctionnement d'une communauté ou d'une société à n'importe quel niveau par suite d'événements dangereux, dont les répercussions dépendent des conditions d'exposition, de la vulnérabilité et des capacités de la communauté ou de la société concernée, et qui peuvent provoquer des pertes humaines ou matérielles ou avoir des conséquences sur les plans économique ou environnemental (Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes [UNDRR], 2017).
<b>Changement climatique</b>	Variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, notamment les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques ou des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres (GIEC, 2014).
<b>Conséquence de la sécheresse</b>	Une conséquence particulière de la sécheresse pour l'économie, la société ou l'environnement, laquelle est un symptôme de vulnérabilité (GWP-CEE, 2015).
<b>Consommation d'eau</b>	Eau prélevée qui n'est plus disponible à des fins d'utilisation parce qu'elle s'est évaporée, a été transpirée, a été incorporée dans des produits et des cultures, a été consommée par les humains ou le bétail, a été rejetée directement dans la mer ou a été retirée d'une autre manière des ressources en eau douce. Cette définition ne tient pas compte des pertes d'eau survenant pendant le transport de l'eau entre les points de captage ou d'utilisation (Agence européenne pour l'environnement, 2017).
<b>Dégradation des sols</b>	Le déclin de la qualité du sol causé par des processus naturels ou, plus couramment, par une utilisation inappropriée par l'homme, qui se traduit par une capacité moindre de l'écosystème à fournir des biens et des services à ses bénéficiaires (FAO, 2017).

<b>Dégradation des terres</b>	Diminution ou disparition, dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâturages, des forêts ou des surfaces boisées du fait de l'utilisation des terres ou d'un ou de plusieurs phénomènes, notamment de phénomènes dus à l'activité de l'homme et à ses modes de peuplement, tels que l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau ; la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques ou économiques des sols ; et la disparition à long terme de la végétation naturelle (CCD, 2019).
<b>Demande en eau</b>	Quantités d'eau dont la livraison aux consommateurs est prévue pendant des périodes déterminées pour des utilisations bien définies et à certains prix (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Désertification</b>	Dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines (CCD, 2019).
<b>Dessalement</b>	Le dessalement de l'eau consiste en une extraction du sel de l'eau de mer ou des eaux saumâtres. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées (par exemple, la distillation, l'osmose inverse, l'hyperfiltration, l'électrodialyse, l'échange d'ions et l'évaporation solaire suivie de la condensation de la vapeur d'eau). Le dessalement du sol consiste en l'élimination du sel du sol par des moyens artificiels, généralement par lixiviation (FAO, 2017).
<b>Drainage</b>	Prélèvement d'eaux de surface ou d'eaux souterraines dans une zone donnée par des moyens naturels ou artificiels (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Eaux souterraines</b>	Eau contenue dans la terre qui alimente les puits et les sources ; eau contenue dans la zone de saturation où toutes les fissures de la roche et du sol sont remplies, dont la surface supérieure forme la nappe phréatique (NOAA-NWS, 2017).
<b>El Niño</b>	Phénomène climatique affectant le système océan-atmosphère à grande échelle, qui est lié à un réchauffement périodique des températures de surface de la mer dans le centre et le centre-est du Pacifique équatorial (entre la ligne de changement de date et le 120° méridien ouest à peu près). Parfois appelé « épisode chaud du Pacifique », El Niño représente la phase chaude du cycle El Niño/oscillation australe (ENSO). El Niño désignait à l'origine un réchauffement annuel des températures de surface de la mer le long de la côte ouest de l'Amérique du Sud tropicale (Climate Prediction Center-National Weather Service [CPC-NWS], 2018).
<b>El Niño/oscillation australe (ENSO)</b>	Les variations constantes et parfois très fortes, d'une année sur l'autre, des températures de surface de la mer, des précipitations convectives, de la pression atmosphérique de surface et de la circulation atmosphérique qui se produisent dans l'océan Pacifique équatorial. El Niño et La Niña représentent les extrêmes opposés du cycle ENSO (CPC-NWS, 2018).
<b>Érosion</b>	Usure et emportement du sol et de la roche par les eaux, les glaciers, le vent ou les vagues (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Évaluation de la sécheresse</b>	Évaluation des conditions de sécheresse qui indique les conséquences possibles pour plusieurs secteurs économiques, tels que l'agriculture et la foresterie (National Oceanic and Atmospheric Administration-National Weather Service [NOAA-NWS], 2017).

<b>Évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse</b>	Une quantification et une description de la vulnérabilité à la sécheresse qui identifie les déterminants de la sécheresse du point de vue de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation. L'objectif final d'une évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse est d'identifier les causes sous-jacentes des conséquences de la sécheresse (Urquijo <i>et al.</i> , 2015).
<b>Évaluation des conséquences de la sécheresse</b>	Le processus d'évaluation de l'ampleur et de la répartition des conséquences d'une sécheresse (GWP-CEE, 2015).
<b>Évapotranspiration</b>	Les processus combinés par lesquels l'eau est transférée de la surface de la Terre à l'atmosphère par l'évaporation des surfaces terrestres et océaniques ainsi que par la transpiration de la végétation (OMM, 1992).
<b>Exposition</b>	Situation des personnes, infrastructures, logements, capacités de production et autres actifs tangibles situés dans des zones à risque (UNDRR, 2017).
<b>Famine</b>	La famine existe dans les régions où au moins un ménage sur cinq souffre d'un manque extrême de nourriture et d'autres besoins fondamentaux. La faim et le dénuement extrêmes sont évidents. Il existe une mortalité importante, directement attribuable à la famine pure et simple ou à l'interaction de la malnutrition et des maladies (Cadre intégré de classification de la sécurité alimentaire [IPC], 2016).
<b>Gestion intégrée des ressources en eau</b>	Un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, de la terre et des ressources connexes afin de maximiser de manière équitable le bien-être socioéconomique qui en résulte sans compromettre la durabilité des écosystèmes vitaux (GWP, 2000).
<b>Gestion des risques de catastrophe</b>	La gestion des risques de catastrophe renvoie à la mise en œuvre de politiques et stratégies de réduction des risques visant à empêcher l'apparition de nouveaux risques, à réduire ceux qui existent et à gérer le risque résiduel afin de renforcer la résilience et de limiter les pertes dues aux catastrophes (UNDRR, 2017).
<b>Gouvernance de l'eau</b>	Les systèmes politiques, administratifs, économiques et sociaux qui existent pour gérer les ressources en eau et les services connexes. Ils sont essentiels pour garantir la gestion durable des ressources en eau et un accès aux services d'approvisionnement en eau à des fins domestiques ou productives (GWP, 2017).
<b>Humidité du sol</b>	Humidité contenue dans la partie du sol qui se trouve au-dessus de la nappe phréatique, y compris la vapeur d'eau contenue dans les pores du sol. Parfois, elle se réfère strictement à l'humidité contenue dans la zone racinaire des plantes (OMM, 1992).
<b>Indicateur de sécheresse</b>	Variables ou paramètres utilisés pour décrire les conditions de sécheresse (précipitations, température, écoulement fluvial, niveaux des nappes phréatiques et des réservoirs, humidité du sol, manteau neigeux, etc.) (OMM et GWP, 2016).
<b>Indice de sécheresse</b>	Représentations numériques de la gravité de la sécheresse que l'on calcule à l'aide de valeurs climatiques ou hydrométéorologiques (précipitations, température, écoulement fluvial, niveaux des nappes phréatiques et des réservoirs, humidité du sol, manteau neigeux, etc.). L'objectif est d'évaluer l'état qualitatif de la sécheresse dans le paysage pour une période de temps donnée. Les indices sont aussi, techniquement, des indicateurs (OMM et GWP, 2016).
<b>Intervention</b>	Mesures prises avant, pendant ou immédiatement après une catastrophe en vue de sauver des vies, d'atténuer les effets de la catastrophe sur la santé, d'assurer la sécurité publique et de répondre aux besoins fondamentaux des personnes touchées. Les interventions en cas de catastrophe (ou « secours en cas de catastrophe ») sont principalement axées sur les besoins immédiats et à court terme (UNDRR, 2017).

<b>La Niña</b>	La Niña désigne le refroidissement périodique des températures de surface de la mer dans le centre et le centre-est du Pacifique équatorial qui se produit tous les trois à cinq ans environ. Parfois appelée « épisode froid du Pacifique », La Niña représente la phase froide du cycle ENSO. La Niña faisait initialement référence à un refroidissement annuel des eaux océaniques au large de la côte ouest du Pérou et de l'Équateur (CPC-NWS, 2018).
<b>Manque d'eau</b>	Un déséquilibre entre l'offre et la demande d'eau douce dans un domaine particulier (pays, région, bassin versant, bassin hydrographique, etc.) en raison d'un taux élevé de demande par rapport à l'offre disponible dans le cadre des dispositions institutionnelles (y compris le prix) et des conditions infrastructurelles en vigueur (FAO, 2012).
<b>Mauvaises récoltes</b>	Réductions anormales du rendement des cultures, si bien qu'elles sont insuffisantes pour répondre aux besoins nutritionnels ou économiques de la communauté (EM-DAT, 2017).
<b>Mousson</b>	Changement saisonnier de la direction du vent, de la mer vers la terre ou vice versa, associé à des changements généralisés de température et de précipitations dans les régions subtropicales (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Pénurie d'eau</b>	1) Un manque d'approvisionnement en eau d'une qualité acceptable. 2) De faibles niveaux d'approvisionnement en eau, à un endroit et à un moment donnés, par rapport aux niveaux de conception. Une pénurie d'eau peut être imputable à des facteurs climatiques, ou à d'autres causes relatives au manque de ressources en eau, à un manque d'infrastructures ou à leur mauvais entretien, ou à une série d'autres facteurs hydrologiques ou hydrogéologiques (FAO, 2012).
<b>Période de sécheresse</b>	Période de temps anormalement sec. L'utilisation de ce terme doit se limiter à des conditions moins graves que celles d'une sécheresse (OMM, 1992).
<b>Plan de gestion de la sécheresse</b>	Un outil de planification qui peut être appliqué à plusieurs échelles (bassin, etc.). Il vise à définir des mécanismes et une méthode pour repérer et prévoir les sécheresses, à établir des seuils relatifs aux différentes phases de sécheresse à mesure qu'elle s'intensifie ou diminue, à définir des mesures pour atteindre des objectifs particuliers à chaque phase de sécheresse, et à garantir la participation du public à l'élaboration de stratégies de lutte contre la sécheresse, ainsi que leur transparence. Le premier objectif des plans de gestion de la sécheresse est de réduire au maximum les conséquences négatives de la sécheresse pour l'économie, la vie sociale et l'environnement (GWP-CEE, 2015).
<b>Prélèvement d'eau</b>	Extraction de l'eau d'un réservoir de surface ou d'un aquifère (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Préparation</b>	Les connaissances et capacités développées par les gouvernements, les organisations spécialisées dans l'intervention et le redressement, les communautés et les personnes afin de prendre les mesures de prévention, d'intervention et de redressement qui s'imposent face aux conséquences de catastrophes probables, imminentes ou en cours (UNDRR, 2017).

<b>Prévention</b>	Les activités et mesures permettant de prévenir de nouvelles catastrophes et de réduire les risques existants. La prévention (des catastrophes, dans le cas qui nous occupe) désigne la volonté d'éviter complètement les éventuelles conséquences négatives des événements dangereux. Lorsque certains risques de catastrophe ne peuvent être éliminés, la prévention vise à réduire la vulnérabilité et l'exposition afin que le risque de catastrophe n'existe plus (UNDRR, 2017).
<b>Prévision de la sécheresse</b>	L'estimation statistique de la probabilité d'occurrence d'un phénomène de sécheresse (Partenariat mondial de l'eau pour l'Europe centrale et orientale [GWP-CEE], 2015).
<b>Réduction des risques de catastrophe</b>	La réduction des risques de catastrophe vise à empêcher l'apparition de nouveaux risques, à réduire ceux qui existent déjà et à gérer les risques résiduels pour renforcer la résilience et, partant, contribuer à la réalisation du développement durable (UNDRR, 2017).
<b>Réservoir</b>	Masse d'eau, naturelle ou artificielle, utilisée pour le stockage, la régulation et le contrôle des ressources en eau (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Résilience</b>	La résilience s'entend de la capacité d'un système, d'une communauté ou d'une société exposés à des aléas de résister à leurs effets, de les résorber, de s'y adapter, de se transformer en conséquence et de s'en relever rapidement et efficacement, notamment en préservant et en rétablissant les structures et fonctions essentielles au moyen de la gestion des risques (UNDRR, 2017).
<b>Ressource disponible d'eau souterraine</b>	Volume d'eau stocké dans un aquifère qui est disponible à des fins d'extraction et d'utilisation (OMM et Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture [UNESCO]). Il correspond à la différence entre le taux moyen annuel à long terme de recharge des eaux souterraines et le taux annuel à long terme de l'écoulement requis pour maintenir la qualité écologique des eaux de surface rechargées par les eaux souterraines (Commission européenne, 2000 ; OMM et UNESCO, 2012).
<b>Rétablissement</b>	Le rétablissement ou l'amélioration des moyens de subsistance et des services de santé ainsi que des systèmes, activités et biens économiques, physiques, sociaux, culturels et environnementaux d'une communauté ou d'une société touchée par une catastrophe, dans le respect des principes de développement durable et en veillant à « reconstruire en mieux » afin de prévenir ou de réduire les futurs risques de catastrophe (UNDRR, 2017).
<b>Risque de catastrophe</b>	Le risque de pertes en vies humaines, de blessures, de destruction ou de dégâts matériels pour un système, une société ou une communauté au cours d'une période donnée, dont la probabilité est déterminée en fonction du danger, de l'exposition, de la vulnérabilité et des capacités existantes (UNDRR, 2017).
<b>Ruissellement</b>	La partie des précipitations qui s'écoule vers un cours d'eau à la surface du sol (écoulement de surface) ou à travers le sol (écoulement hypodermique ou ruissellement retardé) (OMM et UNESCO, 2012).
<b>Sécheresse</b>	1) Absence prolongée ou déficit marqué de précipitations. 2) Période de temps anormalement sec suffisamment prolongée pour que l'absence de précipitations entraîne un grave déséquilibre hydrologique (OMM, 1992).

<b>Sécurité alimentaire</b>	On considère les personnes en situation de sécurité alimentaire lorsqu'elles disposent en permanence d'un accès adéquat à une alimentation suffisante, sûre et nutritive pour mener une vie saine et active. La sécurité alimentaire comporte trois éléments principaux : la disponibilité alimentaire, l'accès à la nourriture et l'utilisation de la nourriture (FAO, 2009).
<b>Sécurité hydrique</b>	Disponibilité de l'eau en quantité et en qualité acceptables pour la santé, les moyens de subsistance, les écosystèmes et la production, associée à un niveau acceptable de risques liés à l'eau pour les personnes, les environnements et les économies (GWP, 2017).
<b>Stress hydrique</b>	Les symptômes liés au manque ou à la pénurie d'eau, tels que les restrictions d'utilisation généralisées, fréquentes et sévères, les conflits croissants entre les utilisateurs et la concurrence pour l'eau, la baisse des normes de fiabilité et de service, les mauvaises récoltes et l'insécurité alimentaire (FAO, 2012).
<b>Système d'alerte précoce</b>	Ensemble des capacités nécessaires pour produire et diffuser en temps opportun des bulletins d'alerte permettant à des individus, des communautés et des organisations menacées par un danger de se préparer et d'agir de façon appropriée et en temps utile pour réduire le risque de dommage ou de perte (GIEC, 2014).
<b>Temps</b>	État de l'atmosphère à un moment donné, tel que défini par les différents éléments météorologiques (OMM, 1992).
<b>Utilisation des terres</b>	Le terme utilisation des terres désigne l'ensemble des dispositions, activités et apports par type de couverture terrestre (ensemble d'activités humaines). Ce terme est également utilisé pour définir les objectifs sociaux et économiques de l'exploitation des terres (pâturage, exploitation forestière, conservation, etc.) (GIEC, 2014).
<b>Vulnérabilité</b>	La mesure dans laquelle un système est susceptible ou incapable de faire face aux effets néfastes du changement climatique, y compris la variabilité et les extrêmes climatiques. La vulnérabilité est fonction du caractère, de l'ampleur et du rythme des variations climatiques auxquels un système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation (Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques [CCNUCC], 2019).

---

# 1

# Introduction à la gestion intégrée de la sécheresse

## 1.1 Présentation du phénomène de sécheresse

La sécheresse est souvent considérée comme le risque naturel lié aux conditions météorologiques le plus complexe et le plus grave, en raison de sa nature intrinsèque et de ses effets en cascade à grande échelle. Si la sécheresse entraîne de graves pertes économiques, des dommages environnementaux et des souffrances humaines, ses répercussions sont généralement moins visibles que celles d'autres risques naturels (par exemple, les inondations et les tempêtes) en raison de leur nature non structurelle. La sécheresse affecte un large éventail de secteurs, tels que la production agricole, l'approvisionnement public en eau, la production d'énergie, les transports, le tourisme, la santé humaine, la biodiversité et les écosystèmes naturels, et une seule sécheresse peut durer de quelques semaines à plusieurs années. Ses effets se développent lentement, sont souvent indirects et peuvent persister longtemps après qu'elle a pris fin. Par conséquent, le risque de sécheresse est souvent mal calculé et demeure un danger « caché » (UNDRR, 2019).

Les sécheresses sont devenues de plus en plus fréquentes et de plus en plus intenses dans de nombreuses régions du monde depuis les années 1970, et les prévisions montrent que cette tendance devrait se poursuivre au cours du XXI<sup>e</sup> siècle (GIEC, 2018). Il est aujourd'hui plus important que jamais de mieux comprendre les processus physiques qui conduisent à la sécheresse, la manière dont elle se propage, la vulnérabilité socioenvironnementale à ce phénomène et ses conséquences. Par conséquent, afin de réduire les potentiels effets désastreux de la sécheresse, il est impératif d'adopter des stratégies proactives de gestion des risques (OMM et GWP, 2014).

### 1.1.1 Conséquences de la sécheresse

Les sécheresses sont l'un des risques naturels les plus coûteux (données fiables, consensus fort) (GIEC, 2019)<sup>1</sup>. En moyenne, les grandes sécheresses réduisent la croissance du produit intérieur brut (PIB) par habitant d'un demi-point de pourcentage, et dans les économies vulnérables, une réduction de 50 % des effets de la sécheresse pourrait entraîner une augmentation de 20 % du PIB par habitant sur 30 ans (Garrick *et al.*, 2015). Sur le plan financier, la sécheresse constitue également la catastrophe la plus destructrice pour l'agriculture. Les pertes dues à la sécheresse dans le seul secteur agricole des pays en développement ont été estimées à 29 milliards de dollars des États-Unis (É.-U.) entre 2005 et 2015 (figure 1.1) (FAO, 2018). De 1960 à 2013, quelques 612 épisodes de sécheresse enregistrés ont touché 2,14 milliards de personnes et entraîné 2,19 millions de décès (Sena *et al.*, 2014) (figure 1.2).

**Exemples régionaux des répercussions économiques des sécheresses** Les exemples ci-dessous illustrent les conséquences économiques de la sécheresse à travers le monde :

- Dans la région de la **Corne de l'Afrique**, l'épisode de sécheresse survenu entre 2015 et 2018 a contraint plus de 15 millions de personnes à demander une aide alimentaire d'urgence début 2018. Cette crise de sécurité alimentaire a amené la Commission européenne à octroyer plus de 300 millions d'euros à l'aide humanitaire (ReliefWeb, 2018).

<sup>1</sup> Des orientations sur la terminologie du GIEC utilisée pour décrire l'incertitude sont fournies dans Mastrandrea *et al.* (2010).

- Entre 2011 et 2016, un épisode de sécheresse survenu en **Californie** a entraîné des pertes économiques de plus de 5,5 milliards de dollars É.-U. dans le seul secteur agricole (Howitt *et al.*, 2014 ; Medellín-Azuara *et al.*, 2016).
- En **Asie et dans le Pacifique**, les sécheresses qui ont affecté 1,62 milliards de personnes entre 1970 et 2014 auraient entraîné 53 milliards de dollars É.-U. de pertes économiques (Ebi et Bowen, 2016).

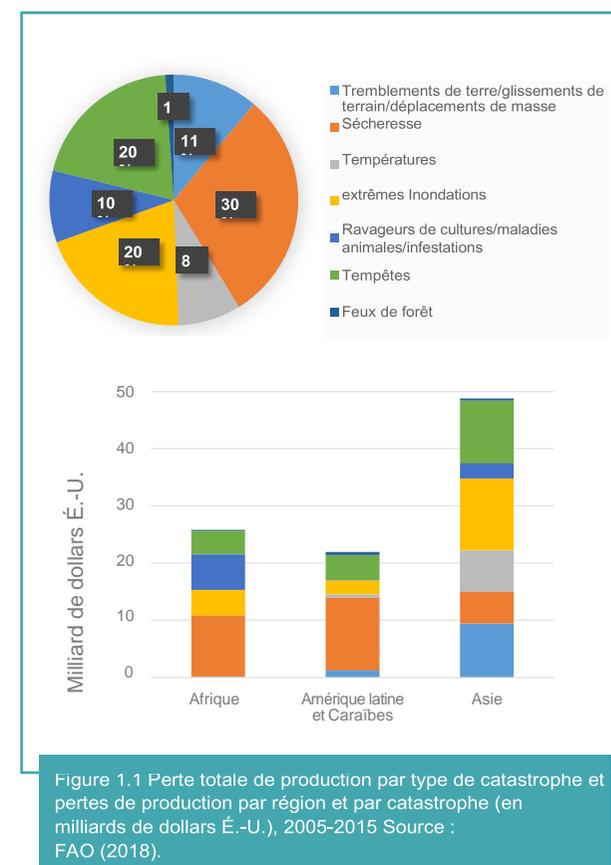


Figure 1.1 Perte totale de production par type de catastrophe et pertes de production par région et par catastrophe (en milliards de dollars É.-U.), 2005-2015 Source : FAO (2018).

Ces estimations font généralement l'objet d'une restriction méthodique pour ne refléter que les coûts directs à l'échelle locale des sécheresses. Ce faisant, elles ne tiennent compte que d'une partie des répercussions de la sécheresse. Cependant, les sécheresses ont également des effets secondaires de grande ampleur qui dépassent l'échelle locale.

Ceux-ci sont rarement quantifiés. Ces effets indirects sont aussi bien de nature biophysique que socioéconomique, les ménages et les communautés pauvres étant particulièrement touchés (Winsemius *et al.*, 2018). Les répercussions socioéconomiques indirectes des sécheresses sont liées à l'insécurité alimentaire, à la pauvreté, à la dégradation de la santé et aux déplacements (FAO, 2018 ; GIEC, 2019). Outre la quantité d'eau, les sécheresses affectent la qualité de l'eau, car l'intensification de l'utilisation des rares sources d'eau en période de sécheresse augmente la probabilité de contamination (FAO, 2018).

### 1.1.2 La sécheresse – définition et caractéristiques

La sécheresse est un risque naturel qui dépend fortement du contexte climatologique d'une région. C'est pourquoi elle est souvent considérée comme un phénomène complexe et difficile à clairement définir. La sécheresse peut être définie comme 1) une absence prolongée ou un déficit marqué de précipitations et 2) une période de temps anormalement sec suffisamment prolongée pour que l'absence de précipitations entraîne un grave déséquilibre hydrologique (OMM, 1992). Une autre définition communément utilisée est la suivante : un déficit de précipitations par rapport aux prévisions ou à la « normale » durant une saison ou une période plus longue que d'habitude, qui entraîne un manque d'eau. L'apport d'eau ne permet alors plus de répondre à la

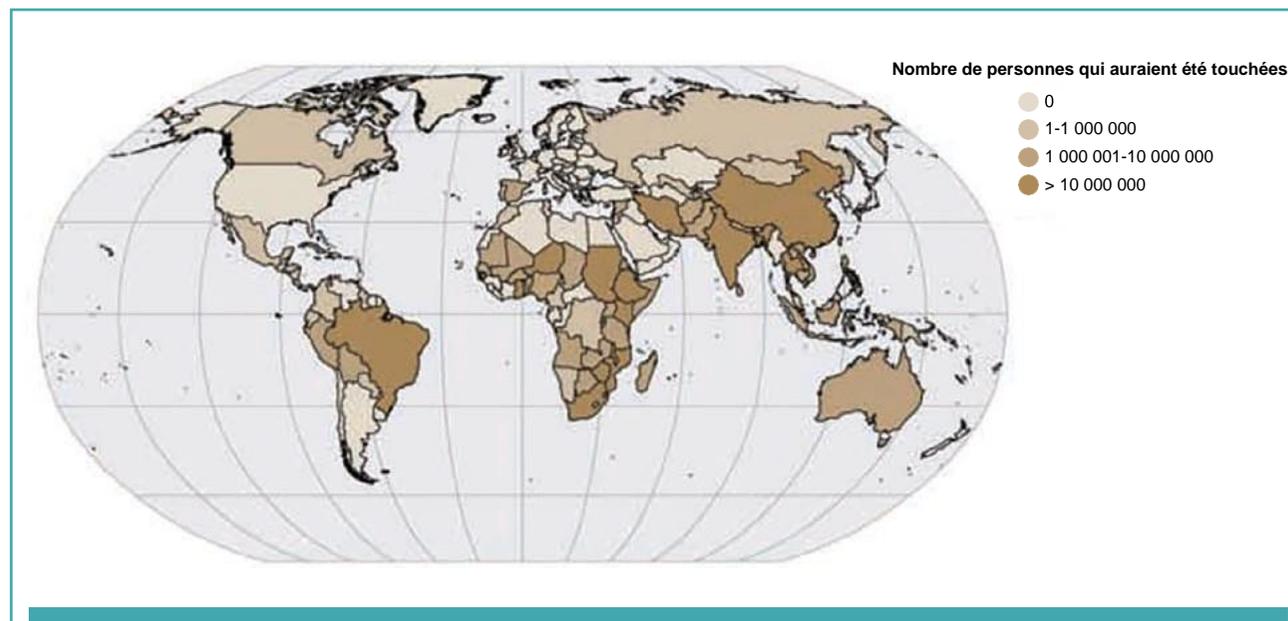


Figure 1.2 Nombre de personnes touchées par les sécheresses dans le monde, 1970-2008 Source : UNDRR (2009).

demande (activités humaines et environnement) (Wilhite *et al.*, 2014).

Les sécheresses sont un phénomène récurrent et normal du cycle climatologique et se définissent par rapport au climat moyen à long terme d'une région donnée. Il convient de les distinguer de **l'aridité**, qui désigne une situation marquée par des précipitations insuffisantes ou inadéquates pour assurer le maintien de la végétation (OMM, 1992). L'aridité est mesurée en comparant l'apport d'eau moyen à long terme (précipitations) à la demande d'eau moyenne à long terme (évapotranspiration). Si, en moyenne, la demande est supérieure à l'offre, alors le climat est considéré comme aride (NOAA-NCEI, 2019). Il convient en outre de distinguer la sécheresse du **manque d'eau**, un déséquilibre entre l'offre et la demande d'eau douce dans un domaine particulier (pays, région, bassin

versant, bassin hydrographique, etc.) causé par un taux élevé de demande par rapport à l'offre disponible dans le cadre des dispositions institutionnelles (y compris le prix) et conditions infrastructurelles en vigueur (FAO, 2012). Il convient également de distinguer la **désertification** de la sécheresse, en tant que dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines (figure 1.3).

Les « sécheresses éclairs » sont de courtes périodes (moins de trois mois) de températures élevées pendant lesquelles l'humidité du sol est anormalement basse et décroît rapidement, qui peuvent avoir des répercussions importantes (Mo et Lettenmaier, 2016).

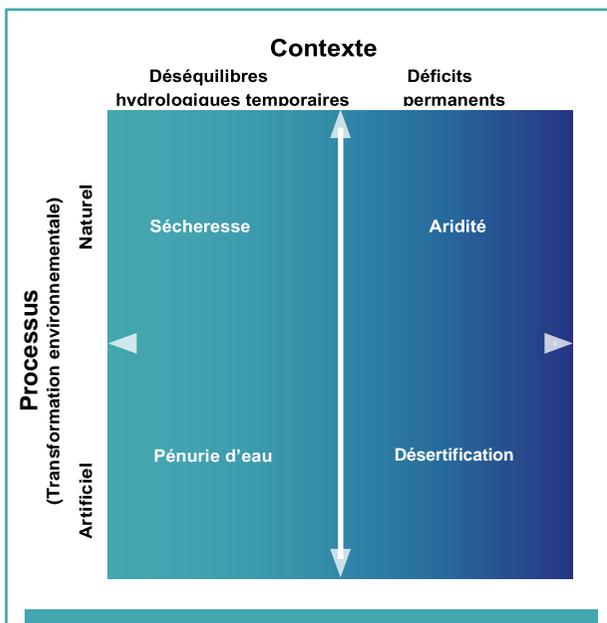


Figure 1.3 Représentation schématique des différents types de pénurie d'eau, tels que définis par le contexte temporel et les éléments moteurs (processus) Source : CCD (2019) ; Vlachos (1982).

Toute sécheresse présente quatre caractéristiques essentielles : **la gravité, le lieu, la durée et le moment** (OMM et GWP, 2016). Suivre et anticiper ces caractéristiques, ainsi que leurs répercussions, fait partie intégrante de la gestion proactive de la sécheresse. Les conséquences de la sécheresse peuvent être aussi variées que ses causes : agriculture et sécurité alimentaire, production d'hydroélectricité et activités industrielles, santé humaine et animale, moyens de subsistance et sécurité personnelle, accès à l'éducation, etc. La gravité de la sécheresse peut être déterminée à l'aide d'indices climatologiques de sécheresse, qui comparent les conditions actuelles à la moyenne à long terme. Le moment où survient une sécheresse peut être aussi important que sa gravité. Par exemple, pendant la période critique de sensibilité à l'humidité d'un cycle de culture, une sécheresse courte et de gravité relativement faible peut avoir une

incidence plus importante sur le rendement des cultures qu'une sécheresse de forte gravité survenant en dehors de la période de croissance. Le type de conséquences propres à un contexte particulier de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse est souvent crucial lors du choix des indicateurs de sécheresse. Cette formulation est beaucoup plus générale, plus souple et plus claire qu'une définition stricte des différents types de sécheresse (c'est-à-dire météorologique, agricole, hydrologique, etc.) (OMM et GWP, 2016). Les caractéristiques de la sécheresse sont décrites par un ou plusieurs indices ou indicateurs, qui sont utilisés dans le suivi et l'identification des sécheresses et doivent être aussi employés pour déclencher des mesures de gestion des risques de sécheresse (voir chapitre 2).

Une sécheresse entraîne une série complexe de répercussions qui se poursuivent souvent longtemps après qu'elle s'est atténuée. Par conséquent, une approche proactive de la gestion de la sécheresse repose sur une compréhension plus fine de toutes les étapes d'un épisode de sécheresse – le cycle de vie de la sécheresse – afin de mettre en place des mesures appropriées. Une approche globale de ce type soulève la nécessité de délimiter **le début et la fin d'une sécheresse**. Par exemple, combien de temps le déficit de précipitations doit-il persister pour entraîner un épisode de sécheresse ? Dans les zones humides, cela peut être une question de jours, alors que dans les régions arides et semi-arides, ce délai se compte en semaines car l'écosystème et les êtres humains s'adaptent au temps sec. Dans certains cas, les saisons de mousson peuvent être retardées et, même si le total global des précipitations saisonnières n'indique pas nécessairement une sécheresse, les activités agricoles peuvent être perturbées. Les mêmes problèmes se posent lorsqu'on se penche sur la fin des périodes de sécheresse ou le temps qui sépare des épisodes de sécheresse ultérieurs. Afin d'élucider les concepts d'« épisode de sécheresse », de « début de

sécheresse » et de « fin de sécheresse », Mo (2011) a mis au point une approche du cycle de vie de la sécheresse en s'appuyant sur les valeurs mensuelles des indices de potentiel et d'humidité du sol. Il décrit un épisode de sécheresse comme la période pendant laquelle l'indice tombe en dessous du seuil de sécheresse pendant une durée déterminée, qui dans ce cas est supérieure à trois mois. La sécheresse commence le mois où l'indice passe en dessous du seuil de sécheresse et prend fin le mois où l'indice repasse pour la première fois au-dessus du seuil. Un schéma du cycle de vie de la sécheresse (figure 1.4) illustre ce concept (Howard *et al.*, en cours d'élaboration).

En fin de compte, les efforts visant à caractériser le « cycle de vie de la sécheresse » sont essentiels pour mieux comprendre le risque sur le plan temporel et resserrer les liens entre les différentes phases de sécheresse et les mesures politiques de préparation, d'atténuation et d'intervention (voir le chapitre 2 sur le suivi et l'alerte précoce et le chapitre 4 sur les mesures d'atténuation, de préparation et d'intervention).

### 1.1.3 Causes météorologiques de la sécheresse

En raison de l'importance des précipitations dans la définition des sécheresses et de leurs caractéristiques, il est important de décrire les conditions qui entraînent des périodes de précipitations réduites. Alors que les précipitations surviennent en cas de conditions atmosphériques humides de basse pression, c'est le contraire qui se produit avec des conditions sèches de haute pression. Les précipitations diminuent (par rapport à une moyenne définie) lorsque des anomalies dans le système de circulation océanique et atmosphérique global coïncident avec des systèmes de haute pression atmosphérique et empêchent la formation de nuages. Cette variabilité interannuelle de la circulation est contrôlée en particulier par des **forçages à distance de**

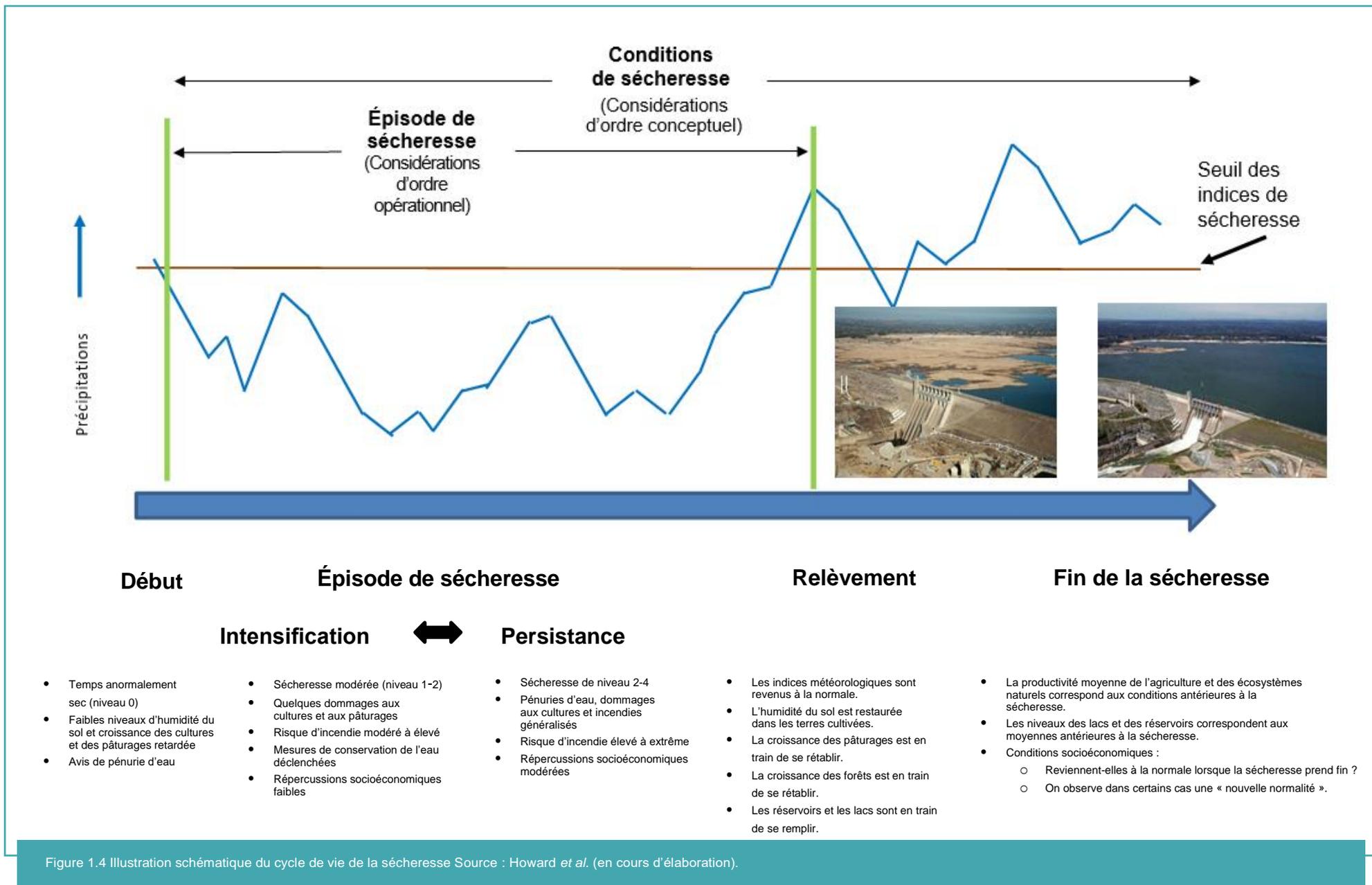
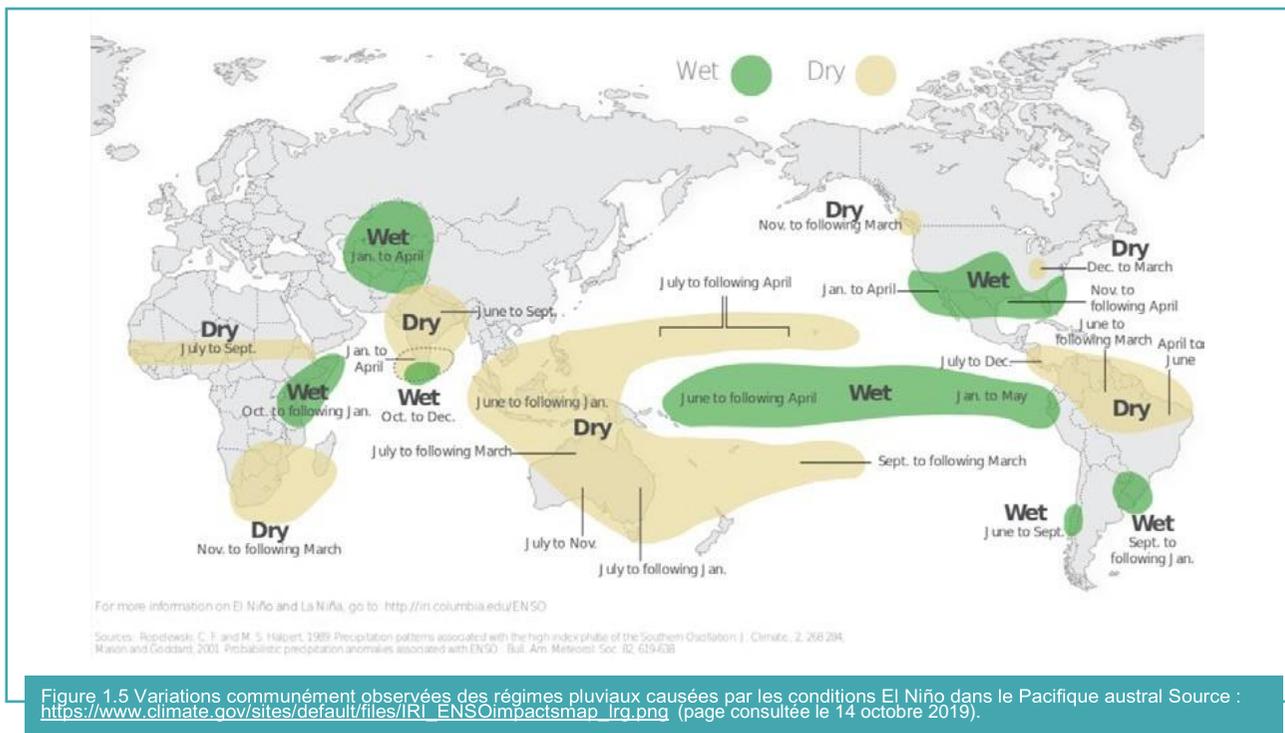


Figure 1.4 Illustration schématique du cycle de vie de la sécheresse Source : Howard *et al.* (en cours d'élaboration).



**température de surface de la mer**, tels que l'oscillation interdécennale du Pacifique, l'oscillation multidécennale de l'Atlantique, El Niño/oscillation australe (ENSO) et le dipôle de l'océan Indien, qui provoquent des sécheresses en raison de la baisse des précipitations (GIEC, 2019).

L'ENSO est sans doute le phénomène météorologique présentant les plus fortes fluctuations associées aux catastrophes climatiques mondiales, notamment les sécheresses. L'expression « oscillation australe » désigne 1) la variation de la température de surface de la mer dans l'océan Pacifique tropical oriental, le phénomène de réchauffement étant appelé El Niño et celui de refroidissement, La Niña, et 2) la variation de la pression atmosphérique de surface dans le Pacifique tropical occidental. Une pression de surface

élevée s'accompagnant d'un réchauffement dans le Pacifique occidental entraîne des conditions El Niño, tandis que des températures froides conjuguées à une faible pression de surface dans le Pacifique occidental entraînent des conditions La Niña. Les anomalies de température de l'air en surface influent sur le temps dans de nombreuses régions du monde (figure 1.5). Par exemple, un phénomène de sécheresse peut survenir pratiquement n'importe où pendant un épisode ENSO, et de fortes corrélations ont été identifiées entre ENSO et une sécheresse intense en Australie, en Inde, en Indonésie, aux Philippines, au Brésil, dans certaines parties de l'Afrique orientale et australe, dans les îles du bassin du Pacifique occidental (y compris Hawaï), en Amérique centrale et à divers endroits des États-Unis (Ropelewski et Halpert, 1987). Dans de nombreuses régions du monde, cependant, les modes

d'enregistrement de la température de surface de la mer à grande échelle n'expliquent pas entièrement la gravité de la sécheresse.

Récemment, un certain nombre d'études sur la répartition des phénomènes climatiques ont identifié plusieurs sécheresses régionales qui portaient l'empreinte du changement climatique, par exemple en Amazonie occidentale, en Afrique australe et septentrionale, en Europe méridionale et en Méditerranée, dans certaines parties de l'Amérique du Nord, en Russie, en Inde et en Australie (GIEC, 2019).

#### 1.1.4 Répercussions de la sécheresse et du changement climatique

Les sécheresses devraient devenir de plus en plus graves et de plus en plus fréquentes en raison du changement climatique d'origine anthropique. Cela signifie que les efforts de préparation à la sécheresse devront tenir compte non seulement de la gravité, mais aussi de l'aggravation des conditions de sécheresse, et permettre une certaine souplesse à des fins d'adaptation.

Afin de fournir aux décideurs politiques des évaluations scientifiques régulières sur l'état actuel des connaissances sur le changement climatique, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988, rejoignant les différents organes Nations Unies. Plusieurs rapports d'évaluation et rapports spéciaux présentent des observations et des prévisions relatives à l'apparition de sécheresses, améliorant les connaissances sur la mesure dans laquelle le changement climatique influe sur les écosystèmes et la société (<https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/>).

## Changements observés et attribués

Le consensus général du *Cinquième rapport d'évaluation du GIEC* est que la fréquence des sécheresses a augmenté dans de nombreuses régions du monde depuis les années 1970, en partie en raison de l'augmentation des températures mondiales (GIEC, 2014).

Les tendances régionales en matière de fréquence et d'intensité de la sécheresse sont évidentes dans plusieurs régions du monde, notamment dans les zones de basse latitude, telles que la Méditerranée, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, dans de nombreuses régions d'Afrique subsaharienne, au centre de la Chine, dans le sud de l'Amazonie, en Inde, en Asie de l'Est et du Sud, dans certaines parties de l'Amérique du Nord et à l'est de l'Australie (GIEC, 2014). Une récente étude dans le cadre de laquelle 4 500 sécheresses météorologiques à l'échelle mondiale ont été analysées a révélé une augmentation de la fréquence des sécheresses sur la côte est des États-Unis, en Amazonie et dans le nord-est du Brésil, en Patagonie, dans la région méditerranéenne, dans la majeure partie de l'Afrique et dans le nord-est de la Chine, avec une diminution de la fréquence des sécheresses dans le nord de l'Argentine, en Uruguay et dans le nord de l'Europe (Spinoni *et al.*, 2019). La base de données relatives aux épisodes de sécheresse comporte des entrées spécifiques à chaque macrorégion et chaque pays. La même étude montre que l'intensité de la sécheresse s'est aggravée dans le nord-ouest des États-Unis, dans certaines parties de la Patagonie et dans le sud du Chili, au Sahel, dans le bassin du fleuve Congo, dans le sud de l'Europe, dans le nord-est de la Chine et dans le sud-est de l'Australie, tandis que l'est des États-Unis, le sud-est du Brésil, le nord de l'Europe et le centre-nord de l'Australie ont connu des sécheresses moins graves.

Alors que les études du *Cinquième rapport d'évaluation du GIEC* et qui ont suivi ont observé des tendances régionales concernant les épisodes de sécheresse (augmentation en Méditerranée et en Afrique de l'Ouest et diminution dans le centre de l'Amérique du Nord et le nord-ouest de l'Australie), le *Rapport spécial sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C* du GIEC attribue l'augmentation des sécheresses en Méditerranée au changement climatique d'origine anthropique avec un degré de confiance moyen (GIEC, 2018)<sup>2</sup>.

En outre, le *Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique et les terres émergées* montre, toujours avec un degré de confiance moyen, que les sécheresses augmenteront en fréquence et en intensité en Amazonie et dans le nord-est du Brésil, en Patagonie, dans la majeure partie de l'Afrique et dans le nord-est de la Chine (GIEC, 2019).

2 Des orientations sur la terminologie du GIEC utilisée pour décrire l'incertitude sont fournies dans Mastrandrea *et al.* (2010).

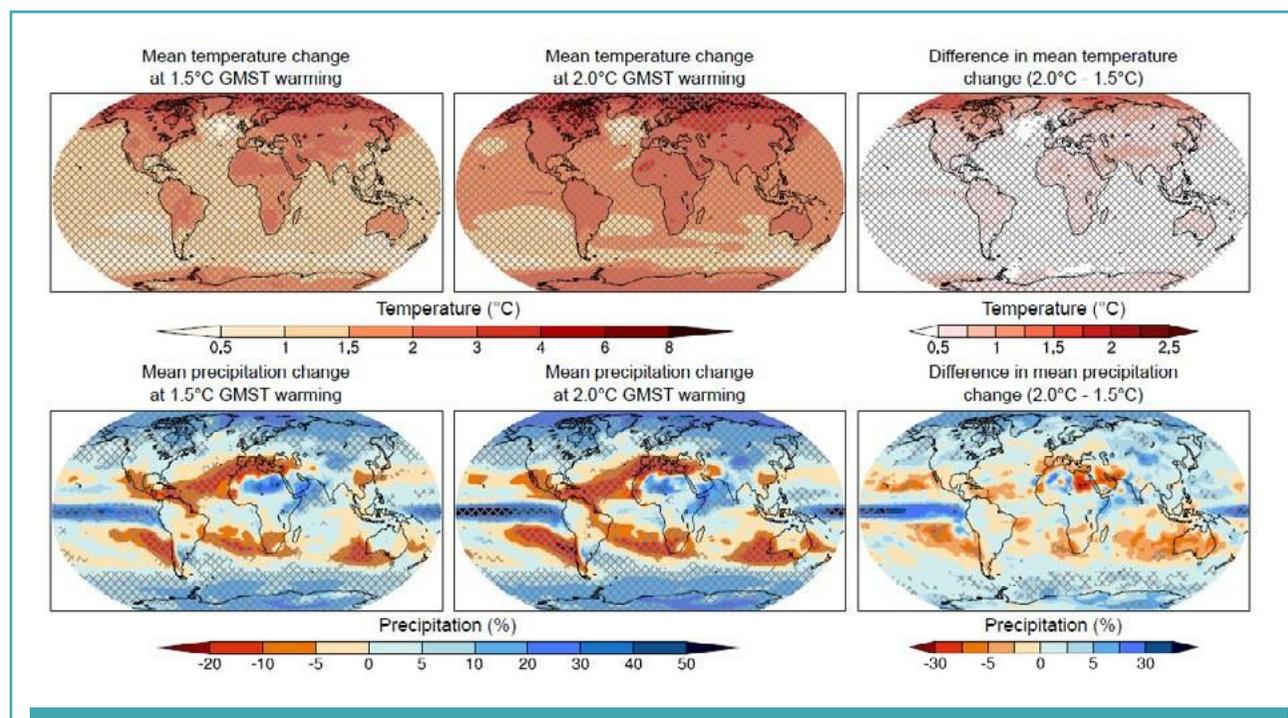


Figure 1.6 Variations attendues de la température moyenne (en haut) et des précipitations moyennes (en bas) associées à une hausse des températures de surface de 1,5 °C (à gauche) et de 2 °C (au milieu), par rapport à la période préindustrielle (1861-1880), et différence entre les deux scénarios (à droite). Les hachures mettent en évidence les zones où au moins les deux tiers des modèles montrent que les signes de changement sont de bons indicateurs de fiabilité (18 ou plus sur 26). Les valeurs ont été calculées à partir de l'intervention transitoire déployée sur une période de dix ans à un niveau de réchauffement donné, sur la base des simulations du modèle RCP 8.5 (*Representative Concentration Pathway*) du Projet de comparaison de modèles couplés (CMIP5) de Seneviratne *et al.* (2016) et Wartenburger *et al.* (2017) (GIEC, 2018). GMST = températures globales moyennes de surface

## Évolution attendue de la sécheresse

Les prévisions indiquent une confiance moyenne dans l'augmentation de la fréquence des sécheresses au cours du XXI<sup>e</sup> siècle en Méditerranée, en Afrique australe et en Amérique centrale (figure 1.6) (GIEC, 2014 et 2018; Orłowsky et Seneviratne, 2013). À l'échelle mondiale, cependant, il existe globalement un manque de confiance quant aux tendances en matière de sécheresse en raison d'un faible consensus autour de l'évolution attendue de la sécheresse, des prévisions qui dépendent à la fois de modèles et d'indices de sécheresse (GIEC, 2018).

D'après les prévisions, les précipitations devraient diminuer dans les latitudes subtropicales, notamment en Méditerranée, tandis qu'elles s'intensifieraient d'autres régions.

Les variations des précipitations moyennes globales montrent quant à elles une augmentation des précipitations avec la poursuite du réchauffement climatique. Il est important de noter, cependant, que ces changements deviennent statistiquement significatifs avec une augmentation de la température mondiale de 1,5 °C, et que les modèles de prévisions relatifs aux précipitations (un indicateur de sécheresse) varient considérablement, ce qui rend difficile de faire la différence avec la variabilité naturelle récente (Vogt *et al.*, 2018). Le degré de confiance dans les prévisions indiquant que la variabilité interannuelle des précipitations liée aux moussons augmentera dans l'avenir est moyen. Une augmentation future des extrêmes de précipitations liées à la mousson est probable en cas de faibles progrès en matière d'atténuation (GIEC, 2014).

Étant donné que le changement climatique accroît la probabilité des sécheresses, considérer la sécheresse comme un phénomène épisodique et rare dont la fréquence et l'intensité futures sont déterminées par la variabilité historique s'inscrit dans une vision traditionnelle qui pourrait ne plus être valable dans certaines régions. À certains endroits, l'aridité croissante remplacera peu à peu les sécheresses, une transition favorisée par le changement climatique.

## 1.1.5 La réduction des risques de sécheresse

### L'équation du risque

Le risque est la combinaison de la probabilité d'occurrence et des conséquences d'un événement défavorable (PNUD, 2011). Le risque de sécheresse (catastrophe) fait référence au risque de pertes en vies humaines, de blessures, de destruction ou de dégâts matériels pour un système, une société ou une communauté au cours d'une période donnée, dont la probabilité est déterminée en fonction du danger, de l'exposition, de la vulnérabilité et des capacités existantes (UNDRR, 2017). Le niveau de risque de catastrophe due à la sécheresse est quant à lui fonction du risque naturel, des éléments exposés et de la vulnérabilité inhérente du système social ou naturel exposé (figure 1.7) :

### Risque = f (aléa, exposition, vulnérabilité)

Sachant que les communautés ont peu de contrôle sur l'occurrence des aléas (bien que ceux-ci puissent être surveillés et anticipés dans une certaine mesure [voir chapitre 2]) ou sur l'exposition aux risques, les acteurs du développement qui cherchent à réduire les risques de sécheresse doivent s'attacher à trouver des moyens de réduire le degré de vulnérabilité et d'augmenter le niveau de résilience.

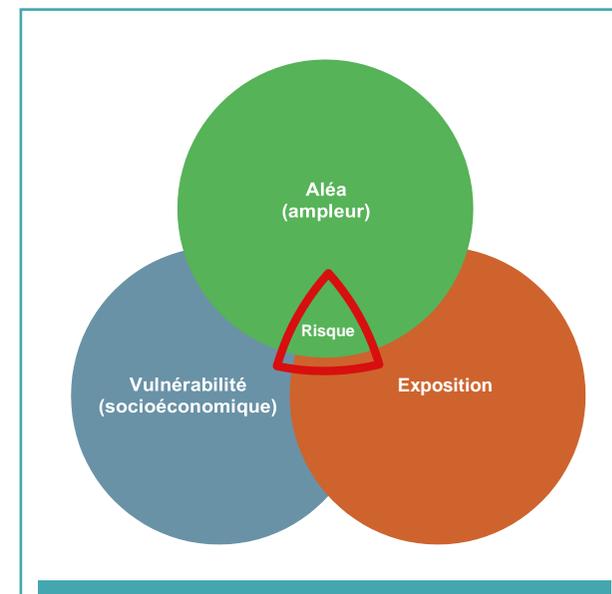


Figure 1.7 L'équation du risque

La vulnérabilité fait référence aux conditions provoquées par des facteurs ou processus physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui ont pour effet de rendre les personnes, les communautés, les biens matériels ou les systèmes plus sensibles aux aléas (UNDRR, 2017). La vulnérabilité est un terme composite général qui illustre, par exemple, la capacité (et la nature) de la base de ressources à continuer à fournir des biens et des services écosystémiques pendant une période de grave déficit pluviométrique ou la mesure dans laquelle les populations dépendent directement de l'approvisionnement en eau et d'autres ressources nécessaires à leur bien-être.

Selon ce principe, un grand nombre de personnes exposées à un risque de sécheresse modéré pourraient être exposées au même risque qu'un plus petit nombre de personnes vivant dans une région où

les risques de sécheresse sont plus fréquents ou plus graves. Il est difficile de fixer une procédure standard pour examiner les niveaux de risque en raison de l'apparition généralement lente et à peine perceptible de la sécheresse.

La réduction des risques de catastrophes n'est valable que si l'on comprend les contextes dans lesquels vivent les gens, l'environnement changeant qui les entoure et l'influence de cet environnement sur leur capacité à assurer leurs moyens de subsistance et à absorber les effets de phénomènes tels que les sécheresses (voir chapitre 3).

Il est important de noter que les personnes vivant en dehors d'une zone dangereuse peuvent quand même être touchées. Lorsqu'une catastrophe provoque d'importants mouvements migratoires, des pannes d'électricité et une pénurie de médicaments, les effets de la sécheresse deviennent plus importants que son empreinte. Il faut en tenir compte dans l'évaluation de la vulnérabilité.

### Capacité d'adaptation

La vulnérabilité ou la résilience d'une communauté face à la sécheresse dépend en grande partie de sa capacité d'adaptation. Celle-ci se définit généralement comme la capacité des personnes, des organisations et des systèmes à gérer les conditions défavorables, les risques ou les catastrophes, en s'appuyant sur les compétences et les ressources disponibles. La capacité de la communauté à faire face à la situation exige une sensibilisation permanente, des ressources suffisantes et une bonne gestion, aussi bien en temps normal qu'en cas de catastrophe ou de conditions défavorables. Les capacités d'adaptation contribuent à la réduction des risques de catastrophe (UNDRR, 2017).

### Résilience

Il est impossible de contourner les processus naturels entraînant des risques de sécheresse, ni les perturbations ou les anomalies du modèle de circulation globale de l'atmosphère. Cependant, il est encore possible de prévenir les catastrophes liées à la sécheresse, d'atténuer les effets de la sécheresse et de réduire les risques de sécheresse pour les vies humaines et les moyens de subsistance en augmentant le degré de résilience.

La résilience est généralement définie comme la capacité d'un système, d'une communauté ou d'une société exposés à des aléas de résister à leurs effets, de les résorber, de s'y adapter, de se transformer en conséquence et de s'en relever rapidement et efficacement, notamment en préservant et en rétablissant les structures et fonctions essentielles au moyen de la gestion des risques (UNDRR, 2017). Les approches proactives de gestion de la sécheresse visent à accroître la résilience aux effets de la sécheresse.

## 1.2 Les différentes approches de la gestion de l'eau et de la sécheresse

### 1.2.1 La gestion intégrée des ressources en eau

Une définition communément acceptée de la gestion intégrée des ressources en eau a été formulée par le GWP en 2000. Il s'agit d'un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources associées afin de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux (GWP, 2000).

Les approches intégrées de la gestion des ressources en eau offrent certaines possibilités de

gestion des risques de sécheresse en réduisant l'exposition et la vulnérabilité aux sécheresses. Certains résultats du programme Challenge du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale sur l'eau pour l'alimentation (Ncube *et al.*, 2010), par exemple, illustrent la manière dont la gestion intégrée des ressources en eau réduit le risque de mauvaises récoltes pendant les périodes de sécheresse, car il s'agit d'une approche systématique de la gestion de l'eau fondée sur le principe de la gestion du cycle complet de l'eau, y compris la gestion de l'eau bleue et de l'eau verte<sup>3</sup>. L'application des principes de la gestion intégrée des ressources en eau devrait permettre une meilleure gestion des risques de sécheresse.

Les approches intégrées de la gestion de l'eau sont devenues prédominantes, remplaçant l'ancienne réglementation sectorielle non coordonnée de l'eau et une forte dépendance à l'égard de la technologie pour l'approvisionnement en eau par des systèmes d'eau qui profitent à l'humanité.

Il convient de tenir compte de quatre aspects dans le cadre d'une stratégie de gestion intégrée des ressources en eau :

- l'intégration de la gestion des ressources en eau dans le contexte plus général du **développement** ;
- l'**intégration sectorielle** qui tient compte des différentes utilisations de l'eau (y compris par l'environnement) et des secteurs consommateurs d'eau ;

<sup>3</sup> On appelle eau verte l'eau stockée dans le sol qui peut être absorbée par les plantes, tandis que l'eau bleue s'écoule dans les cours d'eau et les rivières sous forme de décharge ou s'infiltre en dessous d'une zone d'enracinement dans une nappe phréatique.

- l'intégration de la **base de ressources** (biophysiques), y compris les eaux de pluie, de surface et souterraines ainsi que l'eau verte et bleue. Dans le cadre de l'intégration d'une ressource biophysique en eau il est important de reconnaître que l'eau est une ressource limitée et, partant, que les améliorations des services et de l'utilisation de l'eau doivent provenir non seulement du développement et de l'accaparement des ressources, mais aussi des gains d'efficacité.
- l'**intégration spatiale** qui incorpore des liens en amont et en aval.

En définitive, l'efficacité de la gestion de l'eau est évaluée en fonction de sa contribution durable aux objectifs sociétaux de viabilité économique, d'équité sociale et de durabilité environnementale.

Pour en savoir plus, vous pouvez consulter d'autres supports de formation Cap-Net sur ce sujet à l'adresse suivante : <https://cap-net.org/wp-content/uploads/2020/04/EO-manual-2017-LR.pdf>.

De nombreuses mesures courantes de gestion des risques de sécheresse sont également de bonnes mesures de gestion de l'eau employées dans la gestion intégrée des ressources en eau, à savoir :

- la tarification de l'eau, le recouvrement des coûts et les investissements ;

Tableau 1.1 Exemple de gestion intégrée de bassin fluvial à l'aide d'une approche de gestion intégrée des ressources en eau en cas de sécheresse

<b>L'eau est une ressource limitée et vulnérable</b>	L'évaluation participative des systèmes de répartition de l'eau dans différentes conditions de disponibilité de l'eau et la mise en place de licences d'utilisation de l'eau conditionnelles qui dépendent de la disponibilité de l'eau peuvent atténuer le conflit autour des utilisations de l'eau en période de stress.
<b>Une approche participative</b>	Cette démarche suppose l'implication des principales parties prenantes dans le cycle de planification, ce qui suppose à son tour la mobilisation des organisations chargées de la planification et de la gestion de la sécheresse. Les institutions essentielles à la gestion des risques de sécheresse, telles que les équipes ou les organismes chargés de la gestion des catastrophes ou autres, doivent être impliquées dans les mesures de préparation et les efforts d'atténuation des risques.
<b>Le rôle des femmes</b>	Étant donné que les répercussions de la sécheresse diffèrent selon le genre, l'inclusion des femmes dans le renforcement des capacités et la gestion de l'eau conduirait à une planification et à des mesures plus pertinentes. Dans de nombreuses régions du monde, les femmes sont directement responsables de la sécurité hydrique et alimentaire des ménages (voir également chapitre 3).
<b>La valeur socioéconomique de l'eau</b>	Ce principe admet que l'eau a une valeur économique et qu'elle doit être tarifée et distribuée comme telle. En période de sécheresse, une tarification appropriée qui reflète la rareté de l'offre peut entraîner un changement de comportements, à savoir une réduction du gaspillage par les utilisateurs domestiques, l'agriculture et l'industrie. Cette démarche encourage également la mise au point et l'adoption de technologies économes en eau chez les particuliers, dans les champs agricoles et au sein des activités industrielles. Cependant, le même principe dispose que l'eau est un bien social et que l'accès à une quantité d'eau minimale doit être encouragé pour préserver la santé et la dignité des personnes. Il s'agit d'un principe important à appliquer en situation d'urgence, car il oblige le gouvernement à protéger ses citoyens.

- le rationnement saisonnier, la réaffectation et la gestion de l'utilisation de l'eau ;
- la cartographie des risques de sécheresse, l'infrastructure et l'élaboration de scénarios ;
- le captage et le stockage accrus des eaux de ruissellement ;
- la réutilisation et le recyclage, une meilleure réglementation et des mesures de pression en faveur d'un meilleur assainissement ;
- l'utilisation des nappes phréatiques ;
- la collecte des eaux de pluie et les systèmes d'alerte ;

- l'amélioration des systèmes de drainage et de traitement des eaux ;
- un meilleur suivi.

### 1.2.2 Une approche proactive de la gestion de la sécheresse

Malgré les efforts en cours et les avantages indéniables à long terme d'une approche proactive de la gestion de la sécheresse, celle-ci n'est toujours pas une réalité dans de nombreux pays. Une récente publication de la Banque mondiale, de l'Organisation météorologique

mondiale (OMM) et du Partenariat mondial de l'eau (GWP), dans le cadre du Programme de gestion intégrée de la sécheresse (IDMP), a analysé les raisons pour lesquelles la gestion réactive des crises demeure la riposte la plus courante à la sécheresse, et a proposé un cadre pour guider le changement de paradigme vers une gestion prospective des risques en mettant en évidence les avantages de l'action par rapport aux coûts de l'inaction (Venton *et al.*, 2019).

Une approche proactive de la gestion de la sécheresse comprend des mesures appropriées conçues à l'avance, ainsi que des outils de planification connexes et la participation des parties prenantes. L'approche proactive repose sur des mesures à court et à long termes et comprend i) des systèmes de suivi permettant d'avertir à temps des conditions de sécheresse, ii) l'identification du segment de population le plus vulnérable et iii) des mesures adaptées pour atténuer les risques de sécheresse et améliorer la préparation. Une telle démarche suppose la planification des mesures nécessaires pour prévenir ou réduire au maximum les effets potentiels de la sécheresse. C'est cette approche que l'on retrouve avec les trois piliers de la gestion intégrée de la sécheresse (voir section 1.2.3) (Vogt *et al.*, 2018), tout comme le cycle de gestion des catastrophes, qui comprend les processus de prévention et d'atténuation, de préparation, d'intervention et de relèvement (figure 1.8).

L'une des causes du maintien d'un mode réactif de riposte aux catastrophes est la grande complexité du phénomène de sécheresse, de ses effets et de la vulnérabilité en la matière. Comprendre les conséquences de la sécheresse est un point de départ pour la planification de la gestion des risques de

#### Encadré 1.1 Le rôle de la biodiversité dans la gestion de la sécheresse, adapté à partir du Programme d'ONU-Eau pour le développement des capacités dans le cadre de la Décennie internationale d'action (UNW-DPC) (2015)

Le rôle clé de la biodiversité dans la gestion de la sécheresse se manifeste par les services écosystémiques (avantages pour les personnes) auxquels elle contribue. Ceux-ci jouent un rôle important dans la régulation du cycle de l'eau ; ils englobent la manière dont la végétation du paysage régule l'infiltration de l'eau dans les sols, stabilise les sols (réduisant ainsi l'érosion) et contribue aux climats locaux (notamment aux précipitations) par l'évapotranspiration. Par exemple, la production agricole dépend du bon fonctionnement des écosystèmes et des services qu'ils offrent, comme la mise à disposition de sols sains et fertiles et d'eau, la pollinisation, la régulation du climat, la lutte naturelle contre les parasites ainsi que la protection contre les phénomènes extrêmes. Près de 70 % des quelques 1,1 milliard de personnes vivant dans la pauvreté en milieu rural dépendent directement de la productivité des écosystèmes pour assurer leurs moyens de subsistance (FAO, 2019). La biodiversité des sols est particulièrement importante pour préserver leur santé, notamment leur capacité à maintenir l'humidité du sol, sans laquelle les cultures deviennent vulnérables et l'eau se perd dans le paysage. La dégradation des écosystèmes, qui réduit les services écosystémiques liés à l'eau, est un facteur important de réduction de la résistance à la sécheresse et, dans de nombreux cas, elle peut déclencher des épisodes de sécheresse (notons, par exemple, la mesure dans laquelle la déforestation ou d'autres pertes de végétation exacerbent la sécheresse et dont la désertification ou la dégradation des sols compromet la disponibilité de l'eau et des nutriments pour les cultures). Ainsi, outre les autres avantages que procure la biodiversité, il est prouvé que les paysages plus diversifiés sur le plan biologique sont également plus résistants à la sécheresse.

Les écosystèmes sont de plus en plus souvent considérés comme des infrastructures d'eau « vertes » ou « naturelles » à gérer soit comme une alternative, mais plus généralement en conjonction avec les infrastructures construites (physiques) (Coates et Smith, 2012). La conservation et la restauration des écosystèmes ont un rôle majeur à jouer dans la réduction de la vulnérabilité à la sécheresse ainsi que des risques et des conséquences connexes. Les approches d'adaptation fondées sur les écosystèmes et la réduction des risques de catastrophe doivent donc figurer en bonne place dans toute approche proactive visant à réduire la vulnérabilité à la sécheresse et les risques connexes, notamment en tant qu'élément clé des stratégies de gestion des terres et de l'eau (Convention sur la diversité biologique [CDB], 2019).

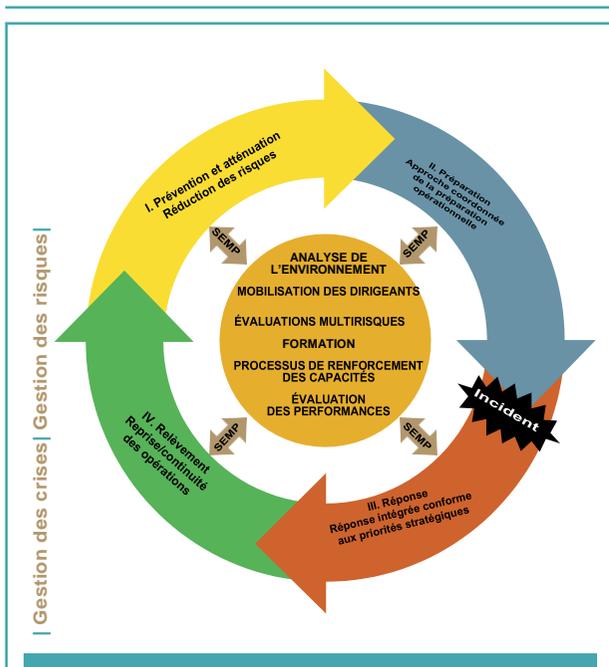


Figure 1.8 Cycle de gestion des catastrophes  
SEMP = Plan stratégique de gestion des situations d'urgence

sécheresse. Cependant, de nombreuses approches ne reconnaissent pas la complexité des répercussions de la sécheresse, qui peuvent être directes et indirectes, à court et à long termes, et qui affectent les sociétés et les ressources naturelles, ni les causes de la vulnérabilité. Qui plus est, le manque de connaissances, d'institutions, de capacités et de volonté politique entrave l'adoption d'une approche plus proactive de la gestion des risques de catastrophe. L'amélioration des réseaux de suivi, en vue de rendre les données et les prévisions météorologiques plus accessibles, n'a pas toujours amélioré les mesures de préparation à la sécheresse, car le manque de préparation résulte de l'incapacité des institutions à établir et à promulguer des plans et des politiques de préparation à la sécheresse aux niveaux national et infranational (Pulwarty et Sivakumar, 2014).

Les gouvernements sont souvent confrontés à une économie politique qui n'incite pas beaucoup à suivre une approche de gestion des risques, et l'analyse économique a été beaucoup trop insuffisante pour conduire à un changement de paradigme vers une approche de gestion des risques et un meilleur investissement dans des mesures préventives. Par conséquent, les derniers travaux de recherche ont voulu montrer les avantages de l'action par rapport aux coûts de l'inaction (Venton *et al.*, 2019).

Pour s'écarter d'un mode réactif de gestion des crises au profit d'une approche proactive de la gestion des risques, il faut disposer d'une politique claire et de capacités institutionnelles. Les capacités institutionnelles doivent pouvoir garantir ce qui suit (Wilhite et Pulwarty, 2018) :

- des systèmes de suivi et d'alerte précoce efficaces pour communiquer des informations en temps utile aux décideurs ;
- des procédures efficaces d'évaluation de l'impact ;
- des mesures proactives de gestion des risques ;
- des plans de préparation visant à améliorer les capacités d'adaptation ;
- des programmes d'intervention d'urgence efficaces ;
- des mesures visant à réduire les effets de la sécheresse.

### 1.2.3 gestion intégrée de la sécheresse et les trois piliers

Par le passé, les interventions déployées par les gouvernements et d'autres organisations pour faire face à la sécheresse ont été généralement réactives, ainsi que mal coordonnées, inefficaces et inopportunes. Cette « méthode de gestion des crises » est associée au déploiement de secours ou d'assistance auprès des personnes les plus touchées par un épisode de sécheresse. En l'absence de politique nationale

coordonnée de lutte contre la sécheresse, comprenant des systèmes complets de suivi, d'alerte précoce et de diffusion d'informations, des évaluations de la vulnérabilité et de l'impact, ainsi que l'identification et l'adoption de mesures d'atténuation et d'intervention appropriées au niveau local afin de réduire les risques, les pays continueront à faire face à la sécheresse selon une méthode réactive de gestion des crises. Il est impératif que les pays adoptent un nouveau paradigme pour la gestion des risques de sécheresse (OMM et GWP, 2014).

Comme le montre la figure 1.9, pour élaborer une politique de lutte contre la sécheresse réussie, qui cherche à réduire les risques, il est crucial de se concentrer sur les trois piliers susmentionnés, à savoir un système complet de suivi et d'alerte précoce, l'évaluation de la vulnérabilité et de l'impact, et l'atténuation et l'intervention. L'approche des trois piliers appelle à mettre l'accent sur chaque pilier, en garantissant des liens et des interactions appropriés entre chacun d'eux. Ce manuel est structuré autour de l'approche des trois piliers : suivi et alerte précoce (chapitre 2), évaluation de la vulnérabilité et de l'impact (chapitre 3) et préparation, atténuation et intervention (chapitre 4). Dans le chapitre 5, ces piliers de la gestion de la sécheresse seront synthétisés dans le cadre de la mise en œuvre réussie de politiques nationales de lutte contre la sécheresse.



Figure 1.9 Les trois piliers interconnectés d'une gestion intégrée et efficace de la sécheresse

### 1.3 Aperçu des processus internationaux pertinents

#### 1.3.1 Réunion de haut niveau sur les politiques nationales de lutte contre la sécheresse

L'élaboration d'une politique nationale ou régionale de lutte contre la sécheresse est essentielle à une gestion intégrée de la sécheresse. Ces politiques comprennent un programme efficace qui est intrinsèquement lié à l'élaboration et à la mise en œuvre de plans de préparation et d'atténuation auprès de la population vulnérable. Ayant constaté la nécessité d'une action concertée pour réduire les risques de sécheresse au niveau national, l'OMM, le Secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CCD) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), en collaboration avec plusieurs organismes des Nations Unies, des organisations internationales et régionales et des

institutions nationales clés, ont organisé une réunion de sur les politiques nationales de lutte contre la sécheresse à Genève (Suisse) en mars 2013. Cette rencontre a donné le jour à un document stratégique intitulé *Politiques nationales de gestion de la sécheresse* (CCD et al., 2013). Dans ce document, les objectifs d'une politique nationale de lutte contre la sécheresse ont été définis comme suit :

- des mesures proactives d'atténuation et de planification, la gestion des risques, la sensibilisation du public et la protection des ressources en tant qu'éléments clés d'une politique nationale efficace de lutte contre la sécheresse ;
- une plus grande collaboration en vue d'améliorer le réseau d'observation national, régional et mondial et les systèmes de diffusion de l'information, afin de sensibiliser le grand public et de renforcer les efforts de préparation à la sécheresse ;
- l'incorporation de stratégies globales d'assurance et de financement publiques et privées dans les plans de préparation à la sécheresse ;
- la reconnaissance de l'importance d'un filet de sécurité pour les secours d'urgence, fondé sur une bonne gestion des ressources naturelles, et de l'autoassistance à différents niveaux de gouvernance ;
- une coordination efficace et axée sur les utilisateurs des programmes de lutte contre la sécheresse et des mesures d'intervention.

#### 1.3.2 Le Programme de gestion intégrée de la sécheresse

La Réunion de haut niveau a entraîné la création de l'IDMP par l'OMM et le GWP, une réalisation majeure. Avec l'objectif d'accompagner les parties prenantes à tous les niveaux à l'aide d'orientations stratégiques et de gestion, et d'informations scientifiques, de

connaissances et de bonnes pratiques pour une approche intégrée de la gestion de la sécheresse, l'IDMP vise à (Pischke et Stefanski, 2016) :

- s'écarter des approches réactives (gestion des crises) pour se tourner vers des mesures proactives (atténuation de la sécheresse, réduction de la vulnérabilité et préparation) ;
- intégrer les processus verticaux de planification et de décision aux niveaux régional, national et communautaire à une approche multipartite impliquant les principaux secteurs, notamment l'agriculture et l'énergie ;
- promouvoir les connaissances sur la sécheresse et mettre en œuvre un système pour leur diffusion, ainsi qu'un dispositif de prestation de services aux parties prenantes dans tous les secteurs et à tous les niveaux ; renforcer les capacités d'un éventail de parties prenantes à différents niveaux.

Sur la base de la Réunion de haut niveau et des travaux ultérieurs avec les partenaires de l'IDMP, trois piliers de la gestion de la sécheresse ont été adoptés : 1) les systèmes de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse ; 2) l'évaluation de la vulnérabilité et de l'impact ; et 3) les mesures de préparation, d'atténuation et d'intervention face à la sécheresse ([www.droughtmanagement.info](http://www.droughtmanagement.info)).

À ce jour, l'IDMP compte plus de 35 organisations partenaires qui se sont engagées à contribuer à ses objectifs. L'IDMP sollicite également le réseau des Services météorologiques et hydrologiques nationaux, qui sont membres de l'OMM, l'organisme des Nations Unies spécialisé dans le temps, le climat et l'eau. De même, l'IDMP implique les partenariats régionaux et nationaux du GWP, qui forment une véritable plateforme multipartite rassemblant les acteurs du gouvernement,

de la société civile, du secteur privé et du monde universitaire œuvrant dans les secteurs de la gestion des ressources en eau, de l'agriculture et de l'énergie. Le Partenariat mondial de l'eau soutient trois projets régionaux menés dans le cadre du Programme de gestion intégrée de la sécheresse : un en Europe centrale et orientale, un en Afrique de l'Ouest et un en Afrique de l'Est. Par ailleurs, le Programme de gestion intégrée de la sécheresse assure la liaison avec les initiatives connexes qui ne relèvent pas officiellement de son champ d'activité mais qui contribuent à l'OMM et au Partenariat mondial de l'eau.

### 1.3.3 Les objectifs de développement durable

En septembre 2015, les États Membres des Nations Unies réunis en sommet ont adopté les 17 objectifs de développement durable (ODD) définis dans le cadre du Programme de développement durable à l'horizon 2030, officiellement entré en vigueur en janvier 2016. Les ODD s'appuient sur le succès des objectifs du Millénaire pour le développement et visent à approfondir de nombreuses thématiques. Ils appellent à l'action de tous les pays (pauvres, riches et à revenu intermédiaire) afin de favoriser la prospérité tout en protégeant la planète, et constituent à ce titre une initiative sans précédent. Les ODD reconnaissent que l'éradication de la pauvreté doit aller de pair avec des stratégies qui favorisent la croissance économique et répondent à divers besoins sociaux, notamment en matière d'éducation, de santé, de protection sociale et de possibilités d'emploi, tout en permettant de lutter contre les changements climatiques et de protéger l'environnement (Nations Unies, 2015).

Le caractère transversal de la gestion de l'eau dans le contexte de la réduction des risques de catastrophe est également reflété dans les ODD, qui prévoient une approche intégrée des phénomènes climatiques

extrêmes dans l'ensemble des domaines visés, mais plus particulièrement dans les cibles suivantes : éradication de la pauvreté, sécurité alimentaire, gestion de l'eau, établissements humains, changements climatiques et dégradation des terres. Les ODD couvrent des questions très diverses, et huit d'entre eux sont pertinents en ce qui concerne la lutte contre la sécheresse (1, 2, 6, 9, 11, 13, 15 et 17 ; figure 1.10).

### 1.3.4 Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et Accord de Paris sur les changements climatiques

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) est entrée en vigueur le 21 mars 1994. Actuellement, 197 pays l'ont ratifiée. Lors de la 21<sup>e</sup> Conférence des parties à la CCNUCC (COP21) qui s'est tenue à Paris le 12 décembre 2015, les parties à la CCNUCC ont conclu un accord historique pour lutter contre le changement climatique et accélérer et intensifier les actions et les investissements en faveur d'un avenir durable à faible émission de carbone. L'objectif de l'Accord de Paris est de limiter l'augmentation de la température mondiale à un niveau bien inférieur à 2°C par rapport aux niveaux préindustriels, et de poursuivre les efforts engagés afin de limiter l'élévation de la température à 1,5°C. L'Accord de Paris vise également à renforcer les capacités d'adaptation des pays aux effets du changement climatique. Les contributions déterminées au niveau national (CDN), par lesquelles les pays s'engagent volontairement à prendre des mesures d'atténuation et d'adaptation, ont été établies comme mécanisme officiel de l'action internationale en faveur du climat pour la ratification de l'Accord de Paris.

En 2010, la CCNUCC a introduit un processus permettant aux pays d'élaborer des plans nationaux d'adaptation afin de définir les besoins en matière d'adaptation, et de concevoir et mettre en œuvre des stratégies et des programmes répondant aux besoins identifiés. Les objectifs des plans nationaux d'adaptation, tels que définis lors de la COP17 (CCNUCC, 2012), sont les suivants :

- réduire la vulnérabilité des pays aux incidences des changements climatiques en renforçant leur capacité d'adaptation et leur résilience ;
- faciliter l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans les politiques, programmes et travaux pertinents, nouveaux ou en cours, en particulier les processus et stratégies de planification du développement, dans tous les secteurs concernés et à différents niveaux, s'il y a lieu.

Il convient de noter que la sécheresse et l'augmentation des températures figurent parmi les principaux aléas climatiques soulignés par les parties à la CCNUCC dans le cadre de leurs CDN (figure 1.11), car ces deux phénomènes sont souvent concomitants. Les secteurs mentionnés par les parties comme étant les plus vulnérables étaient l'eau, l'agriculture, la biodiversité et la santé.

### 1.3.5 Le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe

Le *Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe (2015-2030)* succède au *Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 : Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes*. Le Cadre de Sendai est un accord volontaire non contraignant qui reconnaît la responsabilité première des États en matière de réduction des risques de catastrophe tout en soulignant la nécessité de



Figure 1.10 Illustration mettant en évidence les ODD pertinents en ce qui concerne les questions liées à la sécheresse parmi les 17 ODD.

partager cette responsabilité avec les autorités locales, le secteur privé et les autres parties prenantes.

Le Cadre de Sendai définit quatre actions prioritaires en matière de réduction des risques de catastrophe :

- Comprendre les risques de catastrophe.
- Renforcer la gouvernance des risques de catastrophe pour mieux les gérer.
- Investir dans la réduction des risques de catastrophe aux fins de la résilience.

- Renforcer l'état de préparation aux catastrophes pour intervenir de manière efficace et pour « mieux reconstruire » durant la phase de relèvement, de remise en état et de reconstruction.

La Charte du Cadre de Sendai est disponible à l'adresse suivante : <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/44983>

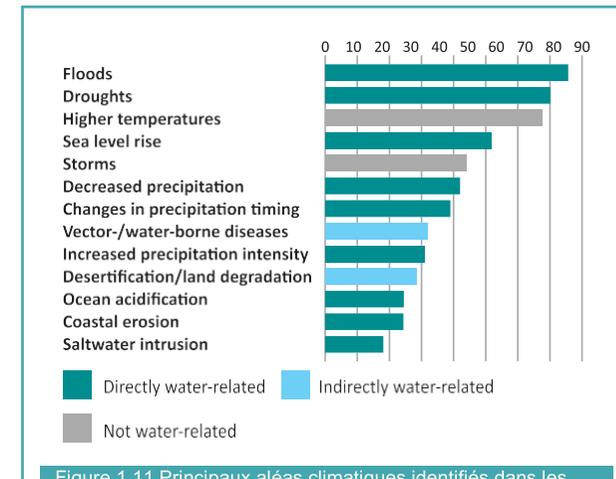


Figure 1.11 Principaux aléas climatiques identifiés dans les composantes des CDN relatives à l'adaptation. Source : CCNUCC (2016).



**Exercice : décrire de quelle façon chacun des quatre domaines prioritaires du Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe est relié à une approche intégrée de la gestion des sécheresses.**

### 1.3.6 Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CCD) a été signée 1994. Elle constitue le seul instrument international juridiquement contraignant qui associe l'environnement et le développement à une gestion durable des terres. L'intitulé complet de la Convention telle que ratifiée par les gouvernements est « Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique ».

---

La CCD se concentre notamment sur les zones arides, semi-arides et subhumides sèches du monde, appelées « zones arides », où se trouvent les écosystèmes et les peuples les plus vulnérables. Les 197 États parties à la CCD s'engagent à œuvrer ensemble pour améliorer les conditions de vie des populations des zones arides, maintenir et restaurer la productivité des terres et des sols, et atténuer les effets de la sécheresse (Nations Unies, 1994). Lors de la COP13 de la CCNUCC qui s'est tenue en 2017, les parties ont convenu de mettre en œuvre l'Initiative de lutte contre la sécheresse, qui a influencé les systèmes de préparation à la sécheresse et les actions régionales visant à réduire la vulnérabilité à la sécheresse et les risques connexes, ainsi qu'une boîte à outils conçue pour accroître la résilience des personnes et des écosystèmes à la sécheresse. Il a également été convenu d'aider les pays à élaborer et à mettre en œuvre des politiques nationales de gestion de la sécheresse (CCNUCC, 2017).

## 1.4 Références et lectures complémentaires

CBD, *Voluntary Guidelines for the Design and Effective Implementation of Ecosystem-Based Approaches to Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction and Supplementary Information*, Technical Series n° 93. Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada, 2019.

CCD, *Rapport de la Conférence des Parties sur sa treizième session, tenue à Ordos (Chine) du 6 au 16 septembre 2017*. 2017. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.unccd.int/sites/default/files/sections/documents/2017-11/cop21add1\\_fre.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/sections/documents/2017-11/cop21add1_fre.pdf).

CCD, « UNCCD Terminology », 2019. Disponible à l'adresse suivante : <https://knowledge.unccd.int/unccd-terminology>.

CCD, FAO et OMM, *Réunion de haut niveau sur les politiques nationales en matière de sécheresse Document directif : Politiques nationales de gestion de la sécheresse*. Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 2013.

CCNUC, *Rapport de la Conférence des Parties sur sa dix-septième session, tenue à Durban du 28 novembre au 11 décembre 2011. Deuxième partie : Mesures prises par la Conférence des Parties à sa dix-septième session*. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Durban, Afrique du Sud, 2012. Disponible à l'adresse suivante : <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G12/605/49/PDF/G1260549.pdf?OpenElement>.

Coates, D. et Smith, M., « Natural infrastructure solutions for water security », dans *Water and the Green Economy – Capacity Development Aspects* (Ardakanian, R. et Jaeger, D., dir.), p. 167-178. Programme d'ONU-eau pour le développement des capacités dans le cadre de la Décennie, Bonn, Allemagne, 2012.

Ebi, K. L. et Bowen, K., « Extreme Events as Sources of Health Vulnerability: Drought as an Example ». *Weather and Climate Extremes*, vol. 11, 2016, p. 95-102. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.001>.

FAO, *Faire face à la pénurie d'eau – Un cadre d'action pour l'agriculture et la sécurité alimentaire*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 2012.

FAO, *The Impact of Disasters and Crises on Agriculture and Food Security*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 2018.

FAO, *L'État de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* (version intégrale disponible en anglais seulement). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 2019. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>.

Garrick, D., Kelman, J., McCornick, P., Ringler, C., Rosegrant, M., Whittington, D. et Wiberg, D., *Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth*. Université d'Oxford, Oxford, Royaume-Uni, 2015. GWP, *La gestion intégrée des ressources en eau*, TAC Background Papers n° 4. Programme mondial de l'eau et Comité technique consultatif, Stockholm, Suède, 2000.

GIEC, *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 2014.

GIEC, *Réchauffement planétaire de 1,5 °C – Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté* (version intégrale disponible en anglais seulement). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 2018. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.ipcc.ch/sr15/>.

GIEC, *Changement climatique et terres émergées – Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres* (version intégrale disponible en anglais seulement). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 2019. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>.

Howard, A., Bieltio, L., Hayes, M., Kleschenko, A., Quevedo, K. et Susnik, A., « Commission for Agricultural Meteorology, Expert Team 3.1: Report on Drought ». Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse (en cours d'élaboration).

Howitt, R. E., Medellín-Azuara, J., MacEwan, D., Lund, J. R. et Sumner, D. A. *Economic Analysis of the 2014 Drought for California Agriculture*. UC Davis, Davis, Californie, 2014. Disponible à l'adresse suivante : <https://watershed.ucdavis.edu/2014-drought-report>.

Mastrandrea, M. D., Field, C. B., Stocker, T. F., Edenhofer, O., Ebi, K. L., Frame, D. J., Held, H., et al., *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Réunion intergroupes de travail du GIEC sur le traitement cohérent des incertitudes, Jasper Ridge, Californie, 2010. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/08/AR5\\_Uncertainty\\_Guidance\\_Note.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/08/AR5_Uncertainty_Guidance_Note.pdf).

Medellín-Azuara, J., MacEwan, D., Howitt, R. E., Sumner, D. A. et Lund, J. R., *Economic Analysis of the 2016 Drought for California Agriculture*. UC Davis, Davis, Californie, 2016. Disponible à l'adresse suivante : [https://watershed.ucdavis.edu/files/DroughtReport\\_20160812.pdf](https://watershed.ucdavis.edu/files/DroughtReport_20160812.pdf).

Mo, K. C., « Drought onset and recovery over the United States ». *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 116, n° D20, 2011. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1029/2011JD016168>

Mo, K. C. et Lettenmaier, D. P., « Precipitation deficit flash droughts over the United States ». *Journal of Hydrometeorology*, vol. 17, n° 4, 2016, p. 1169-1184. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0158.1>.

Ncube, B., Manzungu, E., Love, D., Magombeyi, M., Gumbo, B. et Lubankwa, K., *The Challenge of Integrated Water Resource Management for Improved Rural Livelihoods: Managing Risk, Mitigating Drought and Improving Water Productivity in the Water Scarce Limpopo Basin*. Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale, Colombo, Sri Lanka, 2010. Disponible à l'adresse suivante : <https://hdl.handle.net/10568/3905>.

NOAA NCEI (National Oceanic and Atmospheric Administration National Centers for Environmental Information – Centres nationaux d'information sur l'environnement de l'Administration américaine pour les océans et l'atmosphère), « Did You Know? Drought vs. Aridity ». Disponible à l'adresse suivante : <https://www.ncei.noaa.gov/monitoring-references/dyk/drought-aridity>.

OMM, *Vocabulaire météorologique international*. Deuxième édition, n° 182. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 1992.

OMM et GWP, *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse : Un modèle d'action*. (Wilhite, D. A.) Integrated Drought Management Programme Tools and Guidelines Series 1. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, et Partenariat mondial de l'eau, Stockholm, Suède, 2014.

OMM et GWP, *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse* (Svoboda, M. et Fuchs, B. A.). Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, et Partenariat mondial de l'eau, Stockholm, Suède, 2016.

ONU, *Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique*. Nations Unies, New York, New York, États-Unis, 1994. Disponible à l'adresse suivante : [https://catalogue.unccd.int/936\\_UNCCD\\_Convention\\_FRE.pdf](https://catalogue.unccd.int/936_UNCCD_Convention_FRE.pdf).

ONU, « Résolution adoptée par l'Assemblée générale le 25 septembre 2015 », A/RES/70/1. Points 15 et 116 de l'ordre du jour, Nations Unies, New York, New York, États-Unis, 2015.

Orlowsky, B. et Seneviratne, S.I., « Elusive drought: uncertainty in observed trends and short- and long-term CMIP5 projections ». *Hydrology and Earth System Science*, vol. 17, n° 5, 2013, p. 1765-1781. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.5194/hess-17-1765-2013>.

Pischke, F. et Stefanski, R., « Drought management policies – from global collaboration to national action ». *Water Policy*, vol. 18, no S2, 2016, p. 228-244. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.2166/wp.2016.022>.

Pulwarty, R. et Sivakumar, M. V. K., « Information systems in a changing climate: early warnings and drought risk management ». *Weather and Climate Extremes*, vol. 3, 2014, p. 14-21. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.03.005>.

PNUD, *Intégration de la gestion du risque de sécheresse – Manuel introductif*. Programme des Nations Unies pour le développement, Nairobi, Kenya, 2011. <https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/sustainable%20land%20management/Mainstreaming%20DRM-English.pdf>.

Reliefweb, « Horn of Africa: Food Insecurity and Drought: January 2018 ». Carte quotidienne publiée par la Direction générale de la protection civile et des opérations d'aide humanitaire européennes, 2018. Disponible à l'adresse suivante : [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECDM\\_20180208\\_Horn-Of-Africa\\_Food-Insecurity\\_Jan2018.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECDM_20180208_Horn-Of-Africa_Food-Insecurity_Jan2018.pdf).

Ropelewski, C. F. et Halpert, M. S., « Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation ». *Monthly Weather Review*, vol. 115, n° 8, 1987, p. 1606-1626. Également disponible à l'adresse suivante : [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1987\)115%3C1606:GARSPP%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1987)115%3C1606:GARSPP%3E2.0.CO;2).

Sena, A., Barcellos, C., Freitas, C. et Corvalan, C., « Managing the health impacts of drought in Brazil ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 11, n° 10, 2014, p. 10737-10751. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.3390/ijerph111010737>.

Seneviratne, S. I., Donat, M. G., Pitman, A. J., Knutti, R. et Wilby, R. L., « Allowable CO<sub>2</sub> emissions based on regional and impact-related climate targets ». *Nature*, vol. 529, no 7587, 2016, p. 477-483. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1038/nature16542>.

Spinoni, J., Barbosa, P., de Jager, A., McCormick, N., Naumann, G., Vogt, J. V., Magni, D., Masante, D. et Mazzeschi, M., « A new global database of meteorological drought events from 1951 to 2016 ». *Journal of Hydrology: Regional Studies*, vol. 22, n° 100593, 2019. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100593>.

Stefanski, R., « 3.2. Drought monitoring and early warning systems », dans *Proceedings of the Regional Workshop on Capacity Development to Support National Drought Management Policies for Eastern and Southern Africa and the Near East and North Africa Regions* (Tsegai, D. et Ardakanian, R., dir.). Proceedings Series n° 14, p. 25-32. Programme d'ONU-eau pour le développement des capacités dans le cadre de la Décennie, Bonn, Allemagne, 2015.

Disponible à l'adresse suivante : [http://www.droughtmanagement.info/literature/U/NW-DPC\\_Capacity\\_Development\\_to\\_Support\\_NDM\\_P\\_Africa\\_2015.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/U/NW-DPC_Capacity_Development_to_Support_NDM_P_Africa_2015.pdf).

UNDRR, *Bilan mondial sur la réduction des risques de catastrophe*. Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes, Genève, Suisse, 2019.

UNDRR, *Drought Risk Reduction Framework and Practices: Contributing to the Implementation of the Hyogo Framework for Action*. Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes, Genève, Suisse, 2009.

UNDRR, « Terminology on Disaster Risk Reduction », 2017. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.preventionweb.net/terminology>.

Venton, P., Cabot, C. V., Limones, N., Ward, C., Pischke, F., Engle, N., Wijnen, M. et Talbi, A., *Framework for the Assessment of Benefits of Action/ Cost of Inaction (BACI) for Drought Preparedness*. Banque mondiale, Washington, États-Unis, 2019.

Vlachos, E.C., « Drought management interfaces ». Document présenté lors de la conférence annuelle de la Société américaine des ingénieurs civils (ASCE), avril 1982, Las Vegas, Nevada, États-Unis. Disponible à l'adresse suivante : <https://aquaterra.io/wp-content/uploads/2015/01/vlachos19821.pdf>.

Vogt, J. V., Naumann, G., Masante, D., Spinoni, J., Cammalleri, C., Erian, W., Pischke, R., Pulwarty, F. et Barbosa, P., *Drought Risk Assessment and Management. A Conceptual Framework*. EUR 29464 EN, JRC Technical Reports. Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2018. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.preventionweb.net/files/63030\\_ejrcdrougthriskassessmentandmanage.pdf](https://www.preventionweb.net/files/63030_ejrcdrougthriskassessmentandmanage.pdf).

Wartenburger, R., Hirschi, M., Donat, M. G., Greve, P., Pitman, A. J. et Seneviratne, S. I., « Changes in Regional Climate Extremes as a Function of Global Mean Temperature: An Interactive Plotting Framework ». *Geoscientific Model Development*, vol. 10, n° 9, 2017, p. 3609-3634. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.5194/gmd-10-3609-2017>.

Wilhite, D. A. et Pulwarty, R., (dir.), *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management and Policy*. 2<sup>e</sup> édition. CRC Press, Boca Raton, Floride, États-Unis, 2018.

Wilhite, D. A., Sivakumar, M. V. K. et Pulwarty, R., « Managing Drought Risk in a Changing Climate: The Role of National Drought Policy ». *Weather and Climate Extremes*, vol. 3, 2014, p. 4-13. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.01.002>.

Winsemius, H. C., Jongman, B., Veldkamp, T. I. E., Hallegatte, S., Bangalore, M. et Ward, P. J., « Disaster Risk, Climate Change, and Poverty: Assessing the Global Exposure of Poor People to Floods and Droughts ». *Environment and Development Economics*, vol. 23, n° 3, 2018, p. 328-348. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1017/S1355770X17000444>.

---

# 2

## Suivi et alerte précoce (Pilier 1)

## 2.1 Introduction aux systèmes de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse

La sécheresse est un phénomène climatique normal, caractérisé par un déficit marqué de précipitations par rapport à la moyenne à long terme. D'autres facteurs tels que la température, le manque d'humidité et le vent contribuent également à la gravité et à la durée des épisodes de sécheresse. Ainsi, la sécheresse peut toucher n'importe quelle région climatique du globe, même les déserts et les forêts tropicales. Les sécheresses sont l'une des catastrophes les plus coûteuses année après année ; elles ont des répercussions profondes et étendues, tant sur le plan économique que sur le plan humain.

Les conséquences géographiques et sociétales des sécheresses sont généralement plus importantes que celles des autres risques naturels, qui se concentrent habituellement dans les plaines d'inondation, les régions côtières, sur les trajectoires des tempêtes et dans les zones de faille. La lente évolution des sécheresses donne le temps d'observer les variations de précipitation, de température, ainsi que l'état général des eaux de surface et des eaux souterraines d'une région donnée, ce qui facilite le suivi des sécheresses. Les indicateurs de sécheresse sont souvent utilisés pour mettre en évidence et/ou décrire les conditions de sécheresse. Ils varient en fonction de la région et de la saison.

Le type de conséquences propres à un contexte particulier de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse est souvent crucial lors du choix des indicateurs de sécheresse. Les sécheresses peuvent avoir des effets néfastes sur de nombreux secteurs

tels que l'agriculture et la sécurité alimentaire, la production d'hydroélectricité et l'industrie, la santé humaine et animale, ou les moyens de subsistance. Ces effets dépendent des contextes socioéconomiques dans lesquels surviennent les sécheresses, c'est-à-dire des éléments exposés sur le plan humain ou matériel et des vulnérabilités propres à ces éléments. Pour être efficaces, le suivi et l'alerte précoce en cas de sécheresse doivent intégrer les précipitations et d'autres paramètres climatiques hydrologiques (écoulement fluvial, manteau neigeux, niveaux des lacs et des réservoirs, humidité du sol), dans une évaluation globale des conditions actuelles et futures en matière de sécheresse et d'approvisionnement en eau. En outre, le suivi des effets à mesure que la sécheresse évolue (indicateurs sociaux) permet de calibrer les évaluations de la gravité à l'échelle locale. Cette évaluation peut ensuite déclencher les mesures d'atténuation et d'intervention appropriées préalablement définies (voir le chapitre 3 relatif à l'évaluation de la vulnérabilité, et le chapitre 4 sur l'atténuation et l'intervention).

L'alerte précoce se définit comme la communication d'informations opportunes et efficaces par l'intermédiaire d'institutions reconnues qui permettent aux parties prenantes exposées à une catastrophe de prendre des mesures pour éviter ou réduire les risques connexes et se préparer à intervenir de manière efficace (GWP-CEE, 2015). Un système d'alerte précoce efficace, intégral (« de bout en bout ») et axé sur l'être humain peut inclure quatre éléments interdépendants (figure 2.1) :

- Connaissance des risques de catastrophe fondée sur la collecte systématique de données et l'évaluation des risques de catastrophe ;

- Détection, suivi, analyse et prévision des dangers et de leurs conséquences potentielles ;
- Diffusion et communication, par des instances officielles, d'alertes fiables, précises et pratiques en temps opportun, ainsi que d'informations concernant la probabilité et les éventuelles conséquences d'une catastrophe ;
- Préparation à tous les niveaux pour répondre aux alertes reçues.

Pour que le système puisse fonctionner correctement, ces quatre composantes indissociables doivent être coordonnées au sein de chaque secteur, entre les différents secteurs et à plusieurs niveaux, et s'accompagner d'un mécanisme de retour d'informations permettant d'assurer une amélioration continue. La défaillance de l'une de ces composantes ou l'absence de coordination entre les différentes composantes peut provoquer l'échec de l'ensemble du système.

L'un des objectifs du *Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe (2015-2030)* est d'améliorer nettement, d'ici à 2030, l'accès des populations aux dispositifs d'alerte précoce multirisque et aux informations et évaluations relatives aux risques de catastrophe. Cependant, compte tenu de l'évolution lente et du caractère non structurel, indirect et souvent géographiquement étendu des effets de la sécheresse, les dispositifs d'alerte précoce et les mesures d'urgence doivent être déployés à des échelles de temps très différentes de celles utilisées pour d'autres catastrophes naturelles telles que les inondations, les tempêtes ou les séismes. La sécheresse n'est

## Connaissance des risques de catastrophe

- Les principaux risques et les menaces connexes sont-ils identifiés ?
- L'exposition, les vulnérabilités, les capacités et les risques ont-ils été évalués ?
- Les rôles et responsabilités des parties prenantes sont-ils définis ?
- Les informations relatives aux risques ont-elles été consolidées ?

## Diffusion et communication des alertes

- Des processus organisationnels et décisionnels sont-ils en place et opérationnels ?
- Des systèmes et équipements de communication sont-ils en place et opérationnels ?
- Les alertes précoces axées sur les impacts sont-elles communiquées efficacement afin de permettre une action précoce des groupes cibles ?

## Détection, suivi, analyse et prévision des dangers et de leurs conséquences potentielles

- Des systèmes de suivi sont-ils en place ?
- Des systèmes de prévision et d'alerte sont-ils en place ?
- Des mécanismes institutionnels sont-ils en place ?

## Capacités de préparation et d'intervention

- Des mesures de préparation aux catastrophes, notamment des plans d'intervention, sont-elles établies et opérationnelles ?
- Des activités de sensibilisation et d'éducation sont-elles menées à l'intention du grand public ?
- Les activités de sensibilisation et d'intervention sont-elles testées et évaluées ?

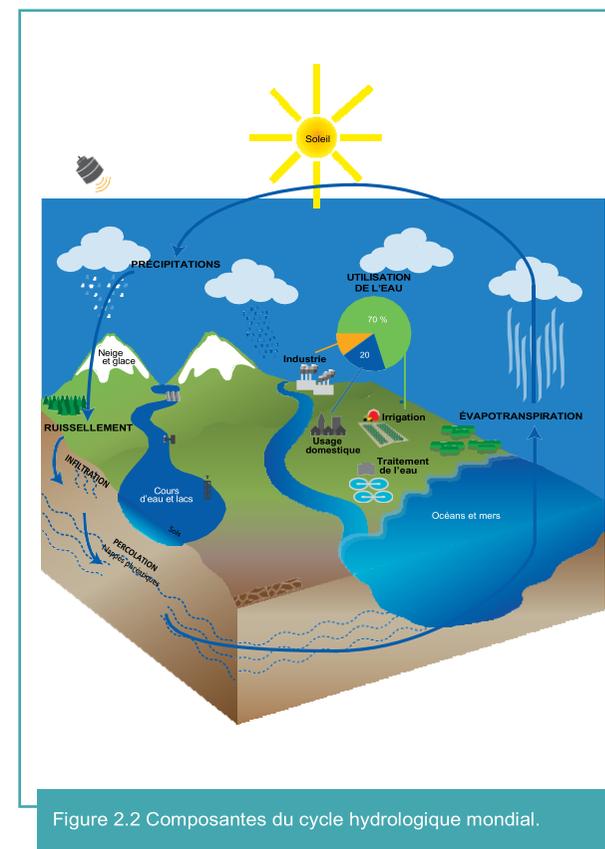


Figure 2.2 Composantes du cycle hydrologique mondial.

Figure 2.1. Les quatre éléments d'un système d'alerte précoce intégral axé sur l'être humain. Source : OMM (2018).

pas intégrée à grande échelle dans les dispositifs d'alerte précoce multirisque. Toutefois, compte tenu de la concomitance, des liens étroits et des effets en cascade qui existent entre les sécheresses et les vagues de chaleur, il convient d'étudier plus avant les inondations et les feux de forêt (UNDRR, 2019). Par exemple, dans le cas des inondations, les sols desséchés peuvent présenter une capacité réduite d'infiltration instantanée, ce qui aggrave les inondations consécutives à de fortes précipitations (crues éclair), comme cela s'est produit en Afghanistan en 2019 (Fédération internationale des

Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, 2019).

## 2.2 Comprendre et mesurer les paramètres hydrologiques et climatologiques

### 2.2.1 Le cycle hydrologique

La sécheresse est un problème aux facteurs multiples, et qui varie à la fois dans le temps et dans l'espace. Pour caractériser la sécheresse, il convient d'examiner l'ensemble des éléments du cycle hydrologique, et non

une seule partie. La figure 2.2. illustre le cycle hydrologique.

Le soleil est la force motrice du cycle hydrologique, car il réchauffe l'eau des océans. Ce réchauffement entraîne une évaporation des eaux de surface dans l'atmosphère sous forme de vapeur. Par ailleurs, la surface terrestre perd de l'eau dans l'atmosphère sous l'effet de l'évapotranspiration, laquelle résulte de la transpiration végétale et de l'évaporation au niveau du sol. L'air chaud et la vapeur d'eau

---

s'élèvent dans l'atmosphère, où ils se condensent sous forme de nuage lorsqu'ils atteignent des températures plus froides.

Les courants atmosphériques déplacent les nuages autour du globe, et les gouttelettes qui constituent les nuages entrent en contact les unes avec les autres, grossissent, et finissent par tomber sous forme de précipitations. Certaines précipitations tombent sous forme de neige et peuvent s'accumuler pour former des calottes de glace et des glaciers. Sous l'effet de la gravité, la plupart des précipitations retombent dans les océans ou sur la terre, où elles s'écoulent à la surface du sol sous forme de ruissellement. Une partie de l'eau de ruissellement s'écoule dans les cours d'eau des vallées, jusque dans les océans. L'eau qui provient du ruissellement et de l'infiltration souterraine s'accumule, avant d'être stockée dans les lacs.

Toute l'eau de ruissellement ne s'écoule pas dans les cours d'eau ; une grande partie pénètre dans le sol par infiltration, où elle permet de reconstituer les aquifères (roche souterraine saturée). Une partie de l'eau d'infiltration reste proche de la surface terrestre et peut retourner dans les masses d'eau de surface (et dans l'océan) sous forme d'écoulements souterrains, et une partie de l'eau souterraine trouve un passage jusqu'à la surface où elle émerge sous forme de source. Toutefois, la majeure partie de l'eau souterraine est absorbée par les racines des végétaux et finit par s'évaporer par les feuilles. Toute cette eau continue néanmoins à circuler au fil du temps, et retourne en partie dans l'océan.

Dans le cadre du suivi de la sécheresse, il est inutile d'examiner le cycle hydrologique complet sur l'ensemble du globe lorsque la zone concernée est

nettement plus petite. En revanche, il est possible d'élaborer un cycle hydrologique local afin d'étudier toutes les composantes d'une zone donnée (Syed *et al.*, 2008). On peut supposer que le débit entrant correspond au ruissellement provenant des bassins/pixels avoisinants. Ainsi, une sécheresse régionale peut être étudiée à l'aide des valeurs locales établies pour chacune de ces composantes du cycle hydrologique. Il existe divers types de sécheresse en raison des différentes variations temporelles présentes dans chaque composante du cycle hydrologique. Il est à noter que le débit entrant dans un bassin/pixel peut être considéré comme correspondant au ruissellement/débit sortant d'un bassin/pixel avoisinant. Par conséquent, ces deux paramètres sont traités comme une même variable. Il devient évident qu'un examen plus détaillé des composantes du cycle hydrologique est nécessaire pour comprendre la sécheresse et ses effets.

### Précipitations

Les précipitations sont généralement la principale source d'eau douce. Elles proviennent de la vapeur d'eau contenue dans l'air et dépendent essentiellement de l'évaporation de l'eau de mer (ainsi que de la température de surface de la mer), bien que l'évapotranspiration à la surface de la Terre joue également un rôle important.

Alors que l'eau est en perpétuel mouvement entre les océans, l'atmosphère, la cryosphère et la terre, les nuages ont un rôle essentiel dans le cycle hydrologique. Les propriétés et le déplacement de schémas nuageux cohérents sont essentiellement déterminés par les circulations atmosphériques à grande échelle, qui constituent des manifestations pertinentes des systèmes météorologiques. La quantité d'eau qui se déplace chaque année au

cours d'un cycle hydrologique équivaut à la quantité d'eau uniformément répartie à la surface de la Terre sur un mètre de profondeur. Cette quantité d'eau annuelle entre dans l'atmosphère par évaporation et retombe à la surface sous forme de précipitations. Au cours de ce cycle, les nuages servent à transporter la vapeur d'eau.

### Humidité du sol

L'humidité du sol désigne l'eau stockée dans le sol, c'est-à-dire la couche la plus superficielle de la croûte terrestre servant de support naturel pour la croissance des végétaux et soumise à l'influence d'organismes vivants. L'humidité du sol dépend principalement des taux d'évaporation et de précipitation, toutefois le type de sol et de couvert végétal influence également la vitesse à laquelle l'eau s'infiltré dans le sol et ruisselle en surface. La teneur en humidité du sol est tout aussi importante que sa capacité de rétention d'eau. La capacité de rétention d'eau, qui varie selon le type de sol, a une incidence sur les variations possibles des déficits d'humidité du sol : plus la capacité de rétention d'eau est faible, plus la sensibilité à l'absence prolongée de précipitations sera importante.

### Humidité du sol

L'humidité du sol désigne l'eau stockée dans le sol, c'est-à-dire la couche la plus superficielle de la croûte terrestre servant de support naturel pour la croissance des végétaux et soumise à l'influence d'organismes vivants. L'humidité du sol dépend principalement des taux d'évaporation et de précipitation, toutefois le type de sol et de couvert végétal influence également la vitesse à laquelle l'eau s'infiltré dans le sol et ruisselle en surface. La teneur en humidité du sol est tout aussi importante que sa capacité de rétention d'eau. La capacité de rétention d'eau, qui varie selon le type de sol, a une incidence sur les variations possibles des

déficits d'humidité du sol : plus la capacité de rétention d'eau est faible, plus la sensibilité à l'absence prolongée de précipitations sera importante.

### Évapotranspiration

L'évapotranspiration est le plus grand réservoir du cycle hydrologique (Kite et Droogers, 2000 ; Thornthwaite et Mather, 1951). Elle résulte de la perte d'eau dans l'atmosphère par évaporation des masses d'eau et de l'humidité du sol et par transpiration des végétaux. Si la transpiration des sols est un processus purement physique qui dépend uniquement de l'énergie disponible au niveau des feuilles et des conditions météorologiques, la transpiration des végétaux résulte à la fois d'un processus biologique et physique, ou « biophysique » (Cammalleri *et al.*, 2012 ; Shenbin *et al.*, 2006). Par conséquent, le phénomène combiné d'évapotranspiration dépend non seulement de paramètres météorologiques, mais également des processus qui ont lieu au niveau du couvert végétal, tels que l'assimilation du carbone et les schémas de croissance.

Il convient d'établir une distinction entre l'évapotranspiration réelle et l'évapotranspiration potentielle (Allen *et al.*, 2005). Cette dernière désigne la quantité maximale hypothétique d'eau perdue par le sol/la végétation dans des conditions météorologiques spécifiques, tandis que l'évapotranspiration réelle correspond à la perte d'eau effective calculée dans ces mêmes conditions. La combinaison de ces deux estimations est extrêmement importante pour déterminer le niveau de stress hydrique et, par conséquent, de sécheresse (Allen *et al.*, 1998).

### Écoulement souterrain, ruissellement et écoulement fluvial

L'écoulement souterrain et le ruissellement peuvent être considérés comme les composantes restantes du cycle hydrologique. Il s'agit d'éléments très difficiles à déterminer, car ils dépendent de l'eau disponible pour alimenter les précipitations, de la quantité d'eau perdue par infiltration, de la quantité d'eau stockée sous forme d'humidité du sol, et de la rugosité de la surface terrestre. Le ruissellement désigne la partie des précipitations qui s'écoule vers un cours d'eau à la surface du sol (écoulement de surface) ou à travers le sol (écoulement hypodermique ou ruissellement retardé) (OMM et UNESCO, 2012).

Le débit désigne le volume d'eau qui traverse une section transversale dans un cours d'eau (ou dans un canal) par unité de temps (OMM et UNESCO, 2012).

### 2.2.2 Méthodes de collecte des données hydrométéorologiques

#### Mesures au sol

Il existe une grande variété de mesures au sol qui peuvent être utilisées pour calculer les différents éléments du cycle hydrologique.

#### Précipitations

Les estimations des précipitations reposent principalement sur les pluviomètres à auget basculeur et les mesures radar. Si les pluviomètres à auget basculeur sont des instruments précis, il convient d'en installer un grand nombre pour prendre en compte l'ensemble des précipitations d'une région donnée, car les épisodes pluvieux couvrent souvent une zone étendue. L'utilisation des mesures radar améliore sensiblement la couverture des estimations des précipitations. Toutefois, les mesures doivent être

interprétées pour définir la quantité réelle de précipitations. En outre, les mesures couvrent uniquement des zones peu étendues et sont très coûteuses.

#### Évapotranspiration

Les méthodes conventionnelles d'estimation de l'évapotranspiration reposent sur des mesures au sol, telles que le rapport de Bowen, la covariance des turbulences, la lysimétrie, la scintillométrie et l'écoulement de la sève. Bien que ces méthodes conventionnelles aient démontré leur précision relative pour mesurer l'évapotranspiration dans une zone homogène, elles restent peu utilisées dans les zones hétérogènes plus étendues, où d'autres instruments sont nécessaires (Kite et Droogers, 2000).

#### Humidité du sol

Les méthodes de mesure de l'humidité du sol incluent les sondes Thêta, les radars au sol et la gravimétrie. Les deux premières méthodes requièrent des informations complémentaires, telles que la conductivité du sol, pour déterminer l'humidité du sol. La méthode gravimétrique, qui consiste à prélever un échantillon de sol, à le peser, à le déshydrater et à le peser à nouveau en laboratoire, ne nécessite en revanche aucune mesure supplémentaire. Toutes ces méthodes impliquent néanmoins d'étudier plusieurs sites, or le nombre de réseaux de mesure de l'humidité des sols est limité.

#### Ruissellement (« écoulement de surface » et « écoulement hypodermique »)

Le ruissellement est difficile à mesurer et n'est généralement pas quantifié en exploitation à l'aide de mesures sur le terrain.

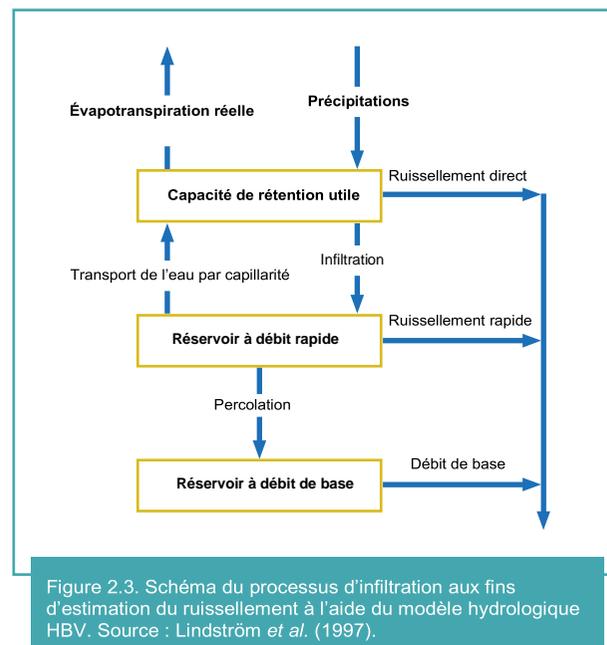
Toutefois, de nombreux modèles ont été élaborés afin d'évaluer le mouvement de l'eau, comme le modèle hydrologique HBV (pour « Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning »), qui a été appliqué à de nombreux bassins sur la plupart des continents (Lindström *et al.*, 1997). L'utilisation du modèle HBV permet de diviser les précipitations entre le ruissellement de surface et l'infiltration. Le ruissellement de surface se produit lorsque la quantité simulée d'humidité stockée dépasse la capacité maximale de stockage. Le reste des précipitations s'infiltrate dans le réservoir d'humidité du sol et pénètre jusqu'au réservoir de ruissellement rapide. À partir de ce réservoir, l'eau s'évacue par ruissellement rapide ou s'infiltrate par percolation sous forme de débit de base, ou vers le réservoir souterrain (figure 2.3).

Il convient de distinguer le ruissellement de l'écoulement (ou débit) fluvial. En général, la mesure du **débit des cours d'eau** s'effectue sur le terrain en utilisant des courantomètres et des canaux de section transversale calibrée ou nominale, des canaux jaugeurs ou des déversoirs normalisés, ainsi que des relevés de niveau d'eau (souvent à l'aide d'enregistreurs automatiques), afin d'obtenir un enregistrement continu de la hauteur pouvant être corrélé à l'écoulement (FAO, 1995).

#### Niveau de la nappe phréatique (variation)

Les méthodes couramment utilisées pour mesurer les niveaux d'eau souterraine sont les forages, les stations de mesure de l'humidité du sol et les relevés de niveau des lacs. Ces méthodes sont assez précises mais trop coûteuses pour pouvoir surveiller une grande zone au sein d'un réseau adéquat de stations de mesure. Il est difficile de mesurer précisément à grande échelle les niveaux des nappes phréatiques, en raison du nombre limité de stations de suivi des eaux souterraines.

Bien qu'il soit essentiel d'estimer quantitativement ces composantes avec une résolution spatiale et temporelle élevée pour assurer la gestion de l'eau, le nombre de réseaux opérationnels pour obtenir ces données est insuffisant. Bien qu'il existe un grand nombre de dispositifs de mesure en Europe et en Amérique du Nord, de grandes superficies sont encore sous-représentées en raison du coût qu'implique la création d'une seule station hydrométéorologique totalement autonome et de ses infrastructures connexes. En outre, l'équipement hydrométéorologique requiert une conception unique, il est onéreux, et présente des pannes régulières du fait de son exposition aux effets de l'environnement. Par conséquent, il convient d'avoir recours à la télédétection pour couvrir de vastes zones.



## Techniques de télédétection

La télédétection par satellite est devenue indispensable dans le domaine de la gestion de l'eau. Les capteurs satellites permettent d'observer de grandes superficies avec un seul capteur. En outre, ces observations sont effectuées plusieurs fois par semaine, et les données sont disponibles deux ou trois jours après la prise d'image par satellite. Auparavant, le seul élément observable par télédétection pour le suivi de la sécheresse était la température de l'air, mais il est aujourd'hui possible d'étudier également les précipitations et l'humidité du sol. Certains algorithmes perfectionnés permettent même d'évaluer les processus de surface tels que l'évapotranspiration.

La télédétection s'appuie sur l'observation du rayonnement pour déterminer l'état de l'atmosphère, de l'océan ou de la surface terrestre. Par conséquent, seuls les paramètres de surface ayant une incidence importante sur la réflexion ou l'émission du rayonnement peuvent être détectés grâce à cette technique. Les capteurs de télédétection peuvent être actifs ou passifs : les capteurs actifs émettent un rayonnement et mesurent le signal de retour, tandis que les capteurs passifs permettent uniquement d'observer le rayonnement. Il convient de distinguer les mesures obtenues par télédétection optique de celles obtenues par télédétection micro-ondes.

#### Télédétection optique

La télédétection optique consiste à observer le rayonnement solaire réfléchi par la surface de la Terre ainsi que le rayonnement thermique émis par la surface de la Terre. La longueur d'onde de ce rayonnement est comprise entre 15 et 400 nm, et doit être préalablement corrigée pour tenir compte

de l'absorption/la réflexion de l'atmosphère. Le rayonnement émis est directement mesuré à partir de la température du nuage/de la surface terrestre, tandis que le rayonnement réfléchi fournit des informations sur la superficie au sol.

#### *Téledétection micro-ondes*

Cette technique consiste à mesurer le rayonnement satellite réfracté par l'atmosphère/la surface de la Terre ou le rayonnement émis à la surface de la Terre. La longueur d'onde de ce rayonnement est comprise entre 0,1 et 10 cm. Elle est donc arrêtée en cas de couverture nuageuse, que ce soit en journée ou au cours de la nuit. La quantité de rayonnement reçue par le capteur ne peut être définie en tant que telle comme la réflexion d'un objet spécifique, mais plutôt comme une mesure de la constante diélectrique du sol/de l'atmosphère.

#### **Sources de données ouvertes**

Ces dernières années, d'importants progrès ont été réalisés dans la création d'ensembles de données ouvertes sur les précipitations et l'humidité du sol à partir de données satellites ou terrestres (ou les deux). La plupart des ensembles de données ont été créés selon une résolution temporelle et spatiale spécifique. Une liste non exhaustive de ces produits est présentée ci-dessous.

#### *Produits et données relatifs à l'humidité du sol :*

- <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-soil-moisture?tab=overview>
- <https://smap.jpl.nasa.gov/data/>
- <https://ismn.geo.tuwien.ac.at/en/> et <https://www.esa-soilmoisture-cci.org/>

#### *Données relatives aux précipitations :*

- <https://pmm.nasa.gov/data-access>
- <ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/>

- <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>
- <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/gpcc-global-precipitation-climatology-centre>
- [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/GPCC/html/fulldata\\_v7\\_doi\\_download.html](https://opendata.dwd.de/climate_environment/GPCC/html/fulldata_v7_doi_download.html)

#### *Évapotranspiration :*

- <https://landsaf.ipma.pt/en/products/evapotranspiration-energy-flxs/>

#### *Données historiques sur le climat :*

- <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/land-based-station-data/land-based-datasets/global-historical-climatology-network-ghcn>

Pour en savoir plus sur les techniques de mesure, veuillez consulter également le manuel de Cap-Net portant sur l'observation de la Terre appliquée à la gestion intégrée des ressources en eau (<https://cap-net.org/wp-content/uploads/2020/04/EO-manual-2017-LR.pdf>).

### **2.3 Indicateurs et indices de sécheresse**

Les indicateurs désignent des variables ou des paramètres qui servent à décrire les conditions de sécheresse (précipitations, température, écoulement fluvial, niveaux des nappes phréatiques et des réservoirs souterrains, humidité du sol, manteau neigeux, etc.) (OMM et GWP, 2016). Les indices sont des outils utilisés pour définir les caractéristiques de la sécheresse : gravité, lieu, moment et durée. Ils permettent d'évaluer de manière qualitative les effets de la sécheresse sur le paysage pour une période donnée à partir de paramètres climatiques ou hydrométéorologiques (tels que les indicateurs mentionnés ci-dessus). Les indices de sécheresse servent de base à l'évaluation de la sécheresse.

Auparavant, les décideurs et les scientifiques utilisaient un indicateur ou un indice unique car il s'agissait du seul à leur disposition, ou faute de temps suffisant pour recueillir les données nécessaires au calcul de valeurs dérivées ou d'autres produits. Depuis quelques décennies, compte tenu de la nécessité d'améliorer au niveau mondial la caractérisation des conditions de sécheresse, de nouveaux indices ont été créés à partir de différents indicateurs adaptés à des applications et des échelles diverses, tant spatiales que temporelles. Ces nouveaux outils offrent aux décideurs et aux responsables politiques un plus large éventail de choix et des capacités de calcul accrues. On observe également une utilisation croissante de certains systèmes, tels que les systèmes d'information géographique, pour superposer, cartographier et comparer les indices, et synthétiser les résultats dans un message simple diffusable auprès du grand public. Le chapitre 9 du *Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé* (OMM, 2012) examine plus en détail la cartographie des indices et indicateurs de sécheresse.

Compte tenu du nombre important d'indicateurs et d'indices de sécheresse disponibles, il est souvent difficile de choisir le plus approprié, surtout lorsque celui-ci est utilisé dans le cadre d'un plan de lutte contre la sécheresse afin de déclencher des mesures de gestion de la sécheresse. Il faut du temps, des essais et des erreurs pour déterminer ce qui convient le mieux à un endroit, une zone, un bassin ou une région donnés. L'expérience montre que l'utilisation d'un ensemble d'indicateurs différents permet de mieux évaluer la gravité de la sécheresse. Des indicateurs composites (parfois qualifiés d'« hybrides ») ont donc été mis au point pour fusionner différents indicateurs et indices, en procédant ou non à une pondération, ou en recourant à la modélisation. L'idée est d'allier les

avantages de différentes valeurs d'entrée tout en conservant une source d'information unique facile à utiliser par les décideurs, les responsables politiques et le grand public (OMM et GWP, 2016).

L'OMM fournit une liste exhaustive et une analyse des indices de sécheresse les plus couramment utilisés dans son *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse* (OMM et GWP, 2016). Le tableau 2.1

présente les indices examinés dans ce manuel. Il s'accompagne d'une légende décrivant le code couleur relatif à la « facilité d'emploi » de chaque indicateur ou indice. Cette liste est également disponible à l'adresse suivante : <http://www.droughtmanagement.info/indices/>.

**Tableau 2.1 Indicateurs et indices répertoriés dans le *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse* (OMM et GWP, 2016)**

Météorologie	Page	Facilité d'emploi	Paramètres d'entrée	Informations complémentaires
AAI – Indice d'aridité anormale	11	Vert	P, T, ETP, ET	Disponible en exploitation pour l'Inde.
Déciles	11	Vert	P	Facile à calculer ; les exemples provenant de l'Australie sont utiles.
KBDI – Indice de sécheresse de Keetch-Byram	12	Vert	P, T	Calculs fondés sur le climat de la zone visée.
Rapport à la normale des précipitations	12	Vert	P	Calculs simples.
SPI – Indice de précipitations normalisé	13	Vert	P	Recommandé par l'OMM comme point de départ pour le suivi de la sécheresse météorologique.
WASP – Anomalie pondérée des précipitations normalisées	15	Vert	P, T	Suivi de la sécheresse dans les régions tropicales à partir de données aux points de grille.
AI – Indice d'aridité	15	Jaune	P, T	Peut aussi servir à la classification des climats.
CZI – Indice Z chinois	16	Jaune	P	Destiné à améliorer l'indice de précipitations normalisé.
CMI – Indice d'humidité des cultures	16	Jaune	P, T	Valeurs hebdomadaires nécessaires.
DAI – Indice de zone de sécheresse	17	Jaune	P	Donne une idée de la pluviosité pendant la mousson.
DRI – Indice de détection de la sécheresse	17	Jaune	P, T	Requiert les valeurs mensuelles des températures et des précipitations.
EDI – Indice de sécheresse efficace	18	Jaune	P	Programme disponible en contactant directement les concepteurs.
HTC – Coefficient hydrothermique de Selyaninov	19	Jaune	P, T	Calculs simples, plusieurs exemples en Fédération de Russie.

Tableau 2.1 Indicateurs et indices répertoriés dans le *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse (suite)*

Météorologie	Page	Facilité d'emploi	Paramètres d'entrée	Informations complémentaires
NDI – Indice de sécheresse de la NOAA	19	Jaune	P	Destiné surtout aux applications agricoles.
PDSI – Indice de sécheresse de Palmer	20	Jaune	P, T, TED	Codé jaune en raison de la complexité des calculs et de la nécessité d'avoir des séries de données complètes.
Indice Z de Palmer	20	Jaune	P, T, TED	Une des nombreuses valeurs produites par les calculs de l'indice de sécheresse de Palmer.
RAI – Indice d'anomalie de pluviosité	21	Jaune	P	Séries de données complètes requises.
sc-PDSI – Indice de sécheresse de Palmer auto-étalonné	22	Jaune	P, T, TED	Codé jaune en raison de la complexité des calculs et de la nécessité d'avoir des séries de données complètes.
SMA – Anomalie d'humidité du sol	25	Jaune	P, T, TED	Destiné à améliorer le bilan hydrique de l'indice de sécheresse de Palmer.
SAI – Indice d'anomalie normalisé	22	Jaune	P	Description des conditions régionales à l'aide de données ponctuelles.
SPEI – Indice de précipitations et d'évapotranspiration normalisé	23	Jaune	P, T	Séries de données complètes requises ; valeurs de sortie similaires à l'indice de précipitations normalisé mais intégrant la température.
ARID – Indice de référence pour la sécheresse agricole	23	Rouge	P, T, Mod.	Mis au point dans le sud-est des États-Unis d'Amérique, peu testé ailleurs.
CSDI – Indice de sécheresse par type de culture	24	Rouge	P, T, Tr, V, Ray., TED, Mod., DC	Données de qualité requises pour de nombreuses variables, d'où une utilisation difficile.
RDI – Indice de sécheresse du <i>Bureau of Reclamation</i> des États-Unis	25	Rouge	P, T, MN, RS, EF	Similaire à l'indice d'apport d'eau de surface, mais intégrant la température.
ETDI – Indice de déficit d'évapotranspiration	26	Rouge	Mod.	Calculs complexes et multiples valeurs d'entrée requises.
SMDI – Indice de déficit d'humidité du sol	26	Rouge	Mod.	Valeurs hebdomadaires à différentes profondeurs ; calculs compliqués.
SWS – Stockage d'eau dans le sol	27	Rouge	TED, RS, TS, DHS	Interpolation difficile sur de vastes étendues en raison des variations du type de sol et de culture.

Tableau 2.1 Indicateurs et indices répertoriés dans le *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse (suite)*

Hydrologie	Page	Facilité d'emploi	Paramètres d'entrée	Informations complémentaires
PHDI – Indice de sécheresse hydrologique de Palmer	27	Jaune	P, T, TED	Séries de données complètes requises.
SRSI – Indice d'alimentation des réservoirs normalisé	28	Jaune	RS	Calculs similaires à ceux de l'indice de précipitations normalisé avec des données sur les réservoirs.
SSFI – Indice d'écoulement fluvial normalisé	29	Jaune	EF	Utilise le programme de l'indice de précipitations normalisé avec des données sur l'écoulement fluvial.
SWI – Indice de niveau d'eau normalisé	29	Jaune	ES	Calculs similaires à ceux de l'indice de précipitations normalisé, en remplaçant les précipitations par des données sur les eaux souterraines ou les niveaux dans les puits.
SDI – Indice de sécheresse fondé sur l'écoulement fluvial	30	Jaune	EF	Calculs similaires à ceux de l'indice de précipitations normalisé, en remplaçant les précipitations par des données sur l'écoulement.
SWSI – Indice d'apport d'eau de surface	30	Jaune	P, RS, EF, MN	Nombreuses méthodes et valeurs dérivées disponibles, mais la comparaison entre bassins est subordonnée à la méthode choisie.
ADI – Indice de sécheresse agrégé	31	Rouge	P, ET, EF, RS, TED, MN	Pas de programme, calculs expliqués dans les articles scientifiques.
SMRI – Indice de pluie et d'eau de fonte normalisé	32	Rouge	P, T, EF, Mod.	Peut être calculé avec ou sans données sur le manteau neigeux.
Téledétection	Page	Facilité d'emploi	Paramètres d'entrée	Informations complémentaires
EVI – Indice de végétation amélioré	32	Vert	Sat.	Ne distingue pas le stress dû à la sécheresse des autres stress.
ESI – Indice de stress fondé sur l'évaporation	33	Vert	Sat., PET	N'est utilisé en exploitation que depuis peu.
NDVI – Indice de végétation par différence normalisé	33	Vert	Sat.	Calculé pour la plupart des emplacements.
TCI – Indice des conditions de température	34	Vert	Sat.	Généralement présenté avec les calculs du NDVI.
VCI – Indice des conditions de végétation	34	Vert	Sat.	Généralement présenté avec les calculs du NDVI.
VegDRI – Indice de réaction de la végétation à la sécheresse	35	Vert	Sat., P, T, TED, CT, ER	Prend en compte de nombreuses variables pour distinguer le stress dû à la sécheresse des autres stress subis par la végétation.

**Tableau 2.1 Indicateurs et indices répertoriés dans le *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse* (suite)**

Téledétection	Page	Facilité d'emploi	Paramètres d'entrée	Informations complémentaires
VHI – Indice de santé de la végétation	35	Vert	Sat.	L'une des premières tentatives de suivi de la sécheresse par télédétection.
WRSI et WRSI géospatial – Indice de satisfaction des besoins en eau et indice de satisfaction des besoins en eau géospatial	36	Vert	Sat., Mod., CC	Produit en exploitation pour de nombreux emplacements.
NDWI et LSWI – Indice de quantité d'eau par différence normalisé et indice de quantité d'eau en surface	37	Vert	Sat.	Produit en exploitation à partir des données de spectroradiomètres imageurs à moyenne résolution.
SAVI – Indice de végétation ajusté pour le sol	37	Rouge	Sat.	N'est pas produit en exploitation.

Valeurs composites ou modélisées	Page	Facilité d'emploi	Paramètres d'entrée	Informations complémentaires
CDI – Indicateur de sécheresse composé	38	Vert	Mod., P, Sat.	Utilise à la fois des données de surface et de télédétection.
GIDMaPS – Système mondial intégré de suivi et de prévision de la sécheresse	38	Vert	Plus., Mod.	Produit opérationnel qui donne les valeurs mondiales de l'indice d'humidité du sol normalisé, de l'indice de précipitations normalisé et de l'indice de sécheresse normalisé multivarié.
GLDAS – Système mondial d'assimilation des données sur les terres émergées	39	Vert	Plus., Mod., Sat.	Utile pour les régions où les données sont rares étant donné sa couverture mondiale.
MSDI – Indice de sécheresse normalisé multivarié	40	Vert	Plus., Mod.	Disponible, mais une interprétation est nécessaire.
USDM – Système américain de suivi de la sécheresse	41	Vert	Plus.	Disponible, mais une interprétation est nécessaire.

Remarque : Les indicateurs et les indices sont classés par « facilité d'emploi » puis, à l'intérieur de chacune de ces catégories, par ordre alphabétique de leur désignation française ou de l'abréviation anglaise communément employée.

**Légende :**

CC = coefficient de culture

CT = couverture terrestre

DC = données de culture

DHS = déficit hydrique du sol

EF = écoulement fluvial

ER = écorégion

ES = eaux souterraines

ET = évapotranspiration

ETP = évapotranspiration potentielle

MN = manteau neigeux

Mod. = valeur modélisée

P = précipitations

Plus. = plusieurs indicateurs

Ray. = rayonnement solaire

RS = réservoir

Sat. = satellite

TED = teneur en eau disponible

TS= type de sol

T = température

Tr = température de rosée ou point de rosée

V = vent

**Vert** : Un indice est codé vert si l'une au moins des conditions suivantes est remplie :

- Un logiciel ou programme d'exécution de l'indice est facilement et librement accessible ;
- Il n'est pas nécessaire de détenir des données quotidiennes ;
- Les données peuvent comporter des lacunes ;
- La valeur de sortie est produite en exploitation et accessible en ligne.

Remarque : Bien que le codage vert de la « facilité d'emploi » puisse suggérer que l'indicateur ou l'indice est le plus simple à obtenir ou à utiliser, ce n'est pas nécessairement le meilleur pour une région ou une localité donnée. Il appartient à l'utilisateur de choisir les indicateurs ou les indices en fonction de l'application.

**Jaune** : Un indice est codé jaune si l'une au moins des conditions suivantes est remplie :

- De multiples variables ou données d'entrée sont requises pour les calculs ;
- Il n'existe pas de logiciel ou de programme d'exécution de l'indice dans le domaine public ;
- Une seule variable ou donnée d'entrée est requise, mais il n'existe pas de logiciel ;
- La production de l'indice exige des calculs de complexité minimale.

**Rouge** : Un indice est codé rouge si l'une au moins des conditions suivantes est remplie :

- Un logiciel doit être élaboré pour calculer l'indice selon une méthode publiée ;

L'indice ou les éléments dérivés ne sont pas faciles à obtenir ;

- L'indice est peu connu et peu employé, mais il pourrait convenir ;
- L'indice renferme des données modélisées ou fait partie des calculs.

Source : OMM et GWP (2016).

Quelques-uns des indices les plus couramment utilisés sont présentés plus en détail ci-après.

### 2.3.1 Indice de précipitation normalisé

L'indice de précipitations normalisé utilise les données de précipitations relevées sur une période minimale de 30 ans (plus la période de relevés est longue, plus les produits de l'indice sont fiables). Les données de précipitations relevées sur une longue période sont normalisées à l'aide d'une distribution de probabilité, afin que l'indice moyen corresponde à zéro pour un

emplacement donné sur la période souhaitée. L'indice de précipitations normalisé est calculé à différentes échelles temporelles (1, 3, 6, 12, 24 et 48 mois). L'indice de précipitations normalisé est utile pour lancer des alertes précoces en cas de sécheresse ainsi que pour évaluer la gravité des sécheresses. Son seul inconvénient est lié au fait que les valeurs fondées sur des données préliminaires sont susceptibles d'évoluer. Par ailleurs, il ne tient pas compte de paramètres importants tels que la température et l'évapotranspiration.

L'indice de précipitations normalisé reposant sur le même principe que l'anomalie des précipitations, il utilise uniquement les données relatives aux précipitations. Toutefois, cette valeur est ensuite divisée par l'écart-type calculé dans la zone concernée. On obtient ainsi une valeur normalisée qui donne des résultats similaires dans différentes zones d'étude, ce qui permet de comparer les sécheresses en plusieurs endroits. L'indice de

**Tableau 2.2. Valeurs de l'indice de précipitations normalisé et probabilité de récurrence**

Indice de précipitations normalisé	Catégorie	Nombre d'occurrences sur 100 ans	Gravité de l'événement
0 à - 0,99	Sécheresse légère	33	1 tous les 3 ans
- 1 à - 1,49	Sécheresse modérée	10	1 tous les 10 ans
- 1,5 à - 1,99	Sécheresse intense	5	1 tous les 20 ans
< - 2	Sécheresse extrême	2	1 tous les 50 ans

Source : OMM (2012).

précipitations normalisé est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{indice de précipitations normalisé} = \frac{P_i - \bar{P}}{\sigma}$$

Où  $P_i$  correspond aux précipitations mensuelles observées,  $\bar{P}$  à la moyenne des précipitations mensuelles, et  $\sigma$  correspond à l'écart-type de cette moyenne. Un indice de précipitations normalisé de valeur négative indique un état sécheresse, et un indice de valeur positive indique des conditions humides (voir le tableau 2.2).

Bien qu'il soit toujours possible de prévoir une sécheresse météorologique par une absence de précipitations à court terme, cette méthode ne prend pas en compte l'état de la surface terrestre. L'utilisation de l'anomalie des précipitations ou de l'indice de précipitations normalisé n'est donc pas suffisante pour assurer un suivi et prévoir une sécheresse qui toucherait le secteur agricole et/ou d'autres secteurs. L'un des moyens de prendre en compte les informations terrestres est d'utiliser l'humidité des sols (en association avec l'indice de précipitations normalisé).

### 2.3.2 Indice de gravité de la sécheresse de Palmer

Conçu dans les années 1960, l'indice de sécheresse de Palmer est l'une des premières tentatives qui visait à détecter les sécheresses en ne se limitant pas aux données relatives aux précipitations. Palmer était chargé de mettre au point une méthode permettant d'intégrer les données sur les températures et les précipitations aux informations du cycle hydrologique, afin de détecter les sécheresses dans les régions agricoles des États-Unis. L'indice de sécheresse de Palmer a été pendant de nombreuses années le seul

indice de sécheresse utilisé en exploitation et il est encore couramment employé dans le monde. Il se calcule à partir des valeurs mensuelles des températures et des précipitations, complétées par des informations sur la capacité de rétention d'eau des sols. L'indice tient compte de l'humidité reçue (précipitations) mais aussi de l'humidité présente dans le sol, étant donné la perte d'humidité que peuvent provoquer les températures.

Un ensemble de données mondiales sur l'indice de sécheresse de Palmer et l'évaporation potentielle à 1 degré, avec une résolution mensuelle, est disponible à l'adresse suivante : <http://hydrology.princeton.edu/data.pdsi.php> (Sheffield *et al.*, 2012 ; Sheffield *et al.*, 2006).

L'indice de Palmer a été conçu par auto-étalonnage. L'indice de sécheresse de Palmer auto-étalonné rend compte de toutes les constantes que contient l'indice de Palmer et les soumet à un calcul dynamique sur la base des conditions présentes à chaque emplacement (Wells *et al.*, 2004). Une critique couramment formulée à l'égard de l'indice de sécheresse de Palmer concerne son comportement irrégulier d'un endroit à l'autre, ce qui rend les comparaisons des valeurs difficiles, voire inutiles. Cet indice requiert une série complète de relevés de températures et de précipitations. Il est possible d'utiliser des données sur la capacité de rétention d'eau des sols, mais des valeurs par défaut sont également disponibles. Le code source du calcul de cet indice est disponible à l'adresse suivante : <https://cran.r-project.org/web/packages/scPDSI/index.html>.

### 2.3.3 Indice de déficit d'humidité du sol

L'élaboration de l'indice de déficit d'humidité du sol et de l'indice de déficit d'évapotranspiration tient compte des exigences suivantes (Narasimhan et Srinivasan, 2005). L'indice doit être :

- adapté aux sécheresses agricoles.
- utilisable en toute saison (été ou hiver).
- comparable dans l'espace indépendamment la zone climatique.

$$SMDI_j = 0,5SMDI_{i-1} + \frac{SD_i}{50}$$

où  $SMDI_{j-1}$  représente l'indice de déficit d'humidité du sol de la période précédente, et  $SD$  représente le déficit d'humidité du sol :

$$SD_{ij} = \frac{(SWS_j - MSW_{i,j})}{(MSW_i - \min SW_j)} \times 100 \text{ si } (SW_{ij} \leq MSW_j)$$

$$SD_{ij} = \frac{(SWS_j - MSW_{i,j})}{(\max SW_i - \min SW_j)} \times 100 \text{ si } (SW_{ij} \geq MSW_j)$$

où  $MSW_j$  représente la médiane à long terme de la quantité d'eau disponible dans le sol pour le profil de sol concerné (mm),  $\max WS_j$  représente la quantité maximale d'eau contenue dans le sol à long terme, et  $\min WS_j$  représente la quantité minimale d'eau contenue dans le sol à long terme. En moyenne, les valeurs mensuelles de l'indice d'humidité du sol vont de -100 à +100, indiquant respectivement des conditions très sèches à très humides. Compte tenu du fait que l'humidité du sol dépend de la profondeur des mesures et que l'incidence de l'humidité sur la végétation dépend de la zone d'enracinement, plusieurs indices de déficit d'humidité du sol sont calculés : SMDI-0,61, SMDI-1,23 et SMDI-1,83, pour une profondeur respective de 0,61 m, 1,23 m et 1,83 m. Dans la mesure où certains végétaux ne captent pas l'eau sur les 15 premiers centimètres, il est nécessaire d'étudier un autre paramètre hydrologique, à savoir l'évapotranspiration.

L'indice de déficit d'humidité du sol correspond alors à la moyenne pondérée entre la valeur de l'indice précédemment établie et le déficit actuel d'humidité du sol à différentes profondeurs (sur toute la colonne de

sol, à 0,61 m, 1,23 m et 1,83 m). Les calculs sont expliqués en détail dans l'article publié par Narasimhan et Srinivasan (2005). Les données issues d'un modèle hydrologique fondé sur l'outil SWAT d'évaluation du sol et de l'eau sont utilisées pour les calculs initiaux de la teneur en eau de la zone racinaire sur une base hebdomadaire. Des informations sur le modèle SWAT sont disponibles à l'adresse suivante : <http://swat.tamu.edu/software/swat-executables/>

### 2.3.4 Indice de satisfaction des besoins en eau

L'indice de satisfaction des besoins en eau est une mesure de suivi utilisée en exploitation qui indique le rendement d'une culture en fonction de la quantité d'eau disponible pendant la période végétative (Allen *et al.*, 1998). Il repose en partie sur des données de télédétection et s'obtient en calculant le rapport entre l'évapotranspiration réelle saisonnière des cultures (*AET*) et les besoins hydriques des cultures.

$$WRSI = \frac{AET}{WR} \times 100$$

Où *WRSI* représente l'indice de satisfaction des besoins en eau (en pourcentage), *AET* représente évapotranspiration réelle saisonnière des cultures (mm d<sup>-1</sup>), et *WR* représente les besoins hydriques saisonniers (mm d<sup>-1</sup>). La valeur *WR* est identique à l'évapotranspiration potentielle des cultures estimée après ajustement des données de référence de la FAO selon le coefficient de culture approprié (*KC*), qui correspond au schéma d'utilisation de l'eau d'une culture :  $WR = PeT * KC$ .

Pour définir la variation spatiale pendant la saison végétative pour chaque maille de la grille de modélisation, le modèle de l'indice de satisfaction des besoins en eau doit donc comporter une date de début

et de fin de saison végétative. Le seuil utilisé pour déterminer le début de la période végétative est établi en fonction de la quantité et de la répartition des précipitations reçues au cours de trois décennies consécutives. La saison débute lorsque l'on relève au moins 25 mm de précipitations sur une décennie, suivies de précipitations atteignant au moins 20 mm au cours des deux décennies suivantes. La date de fin de saison peut être estimée en ajoutant la durée d'une période végétative à partir de la date de début de saison. La valeur de l'indice de satisfaction des besoins en eau calculée pour un pixel donné représente les conditions saisonnières prises en compte à partir du début de la saison végétative jusqu'au moment de la période de modélisation (Brown, 2008).

L'indice géospatial de satisfaction des besoins en eau est un logiciel autonome installable permettant de calculer l'indice de satisfaction des besoins en eau. Il est mis en œuvre par le Réseau de systèmes d'alerte précoce contre la famine des États-Unis (FeWSNet). Le logiciel et des ensembles de données sont téléchargeables à l'adresse suivante : <https://www.chc.ucsb.edu/tools/geowrsi>.

Les questions concernant des indicateurs et des indices de sécheresse spécifiques peuvent être envoyées à l'adresse indiquée sur la page suivante : <http://www.droughtmanagement.info/indices/>, ou au centre d'assistance du Programme de gestion intégrée de la sécheresse (<http://www.droughtmanagement.info/ask/ask->

## 2.4 Produits de suivi et de prévision de la sécheresse

Le suivi et la prévision des sécheresses contribuent à renforcer la résilience aux épisodes de sécheresse et à réduire les risques de sécheresse. Alerter les porteurs de risque en temps opportun permet d'atténuer les conséquences néfastes des sécheresses. Toutefois, les outils de suivi utilisés pour communiquer efficacement et rapidement des informations sur les caractéristiques d'une sécheresse comportent plusieurs écueils. La plupart des indices comparent l'état actuel de paramètres météorologiques avec une moyenne à long terme. Les données d'observation collectées par les réseaux doivent donc être utilisées pour déterminer de manière adéquate les conditions météorologiques dominantes, et les relevés climatiques et hydriques doivent être suffisamment fréquents pour produire des résultats notables et exploitables. L'intégration de plusieurs indicateurs tels que les précipitations, la température, l'eau de surface et l'humidité du sol permettent de caractériser une sécheresse avec une plus grande fiabilité. Cependant, les réseaux d'observation sont souvent gérés par différents organismes publics et établissements de recherche nationaux. La coordination et le coût du partage des données doivent donc être envisagés à l'échelle nationale. Enfin, une autre contrainte liée aux produits de suivi de la sécheresse consiste à rendre les résultats de l'intégration des données accessibles au grand public et aux décideurs. Cela signifie que les résultats d'un processus complexe et hautement technique doivent être simplifiés, généralement au moyen de la visualisation, puis traduits en répercussions potentielles (OMM, 2006). Un système de suivi efficace est la pierre angulaire de tout système d'alerte précoce, car il permet d'obtenir des informations météorologiques rapidement afin de lancer des mesures de préparation, d'atténuation et d'intervention fondées sur une évaluation fiable de la vulnérabilité.

Ces dernières années, de nombreux produits de suivi de la sécheresse ont été élaborés et sont maintenant prêts à être utilisés. La sécheresse étant un risque à évolution lente, les informations actuelles sont d'une grande importance pour les décideurs. La prévision de la sécheresse constituerait donc le produit idéal pour donner aux décideurs le temps nécessaire à la mise en œuvre de mesures de réduction des risques de sécheresse, mais elle n'est pas encore appliquée à grande échelle en raison de l'incertitude des prévisions météorologiques à long terme (OMM, 2006). Les perspectives de sécheresse mensuelles et saisonnières publiées par les États-Unis font partie de quelques produits utilisés pour prévoir les sécheresses (voir les pages suivantes : <https://www.drought.gov/drought/data-gallery/us-seasonal-drought-outlook> et <https://www.drought.gov/drought/data-gallery/us-monthly-drought-outlook>).

### 2.4.1 Exemple : le système de suivi de la sécheresse des États-Unis

Le système américain de suivi de la sécheresse (USDM) (figure 2.4) est le fruit d'un travail collectif mené depuis son lancement en 1999. Il a été créé conjointement par le Centre national de lutte contre la sécheresse (National Drought Mitigation Center) de l'université du Nebraska-Lincoln, l'Administration américaine pour les océans et l'atmosphère (National Oceanic and Atmospheric Administration) et le Ministère américain de l'Agriculture (USDA) (Svoboda *et al.*, 2002). Il ne s'agit pas d'un modèle statistique, bien qu'il intègre un certain nombre d'entrées

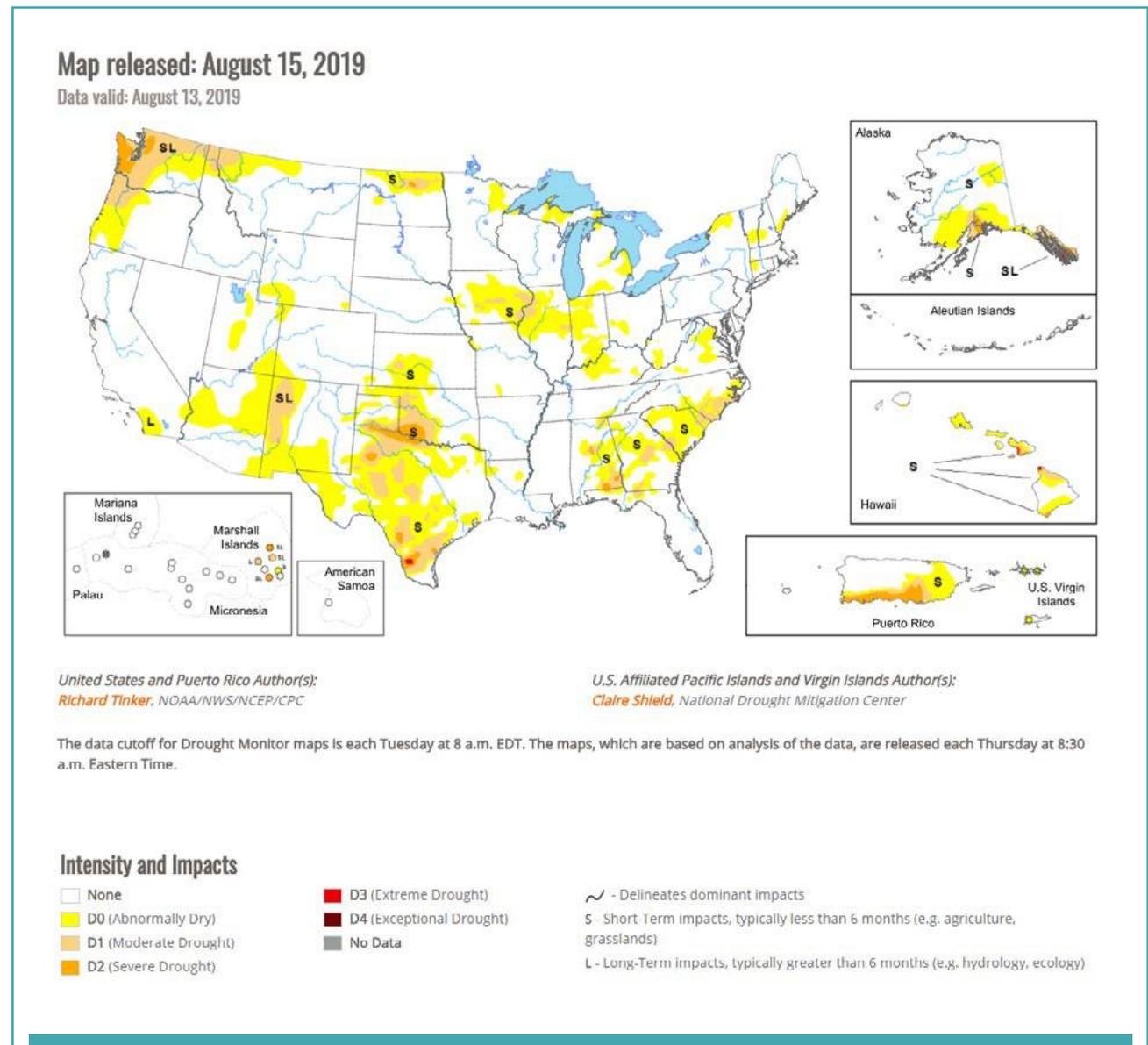


Figure 2.4 Interface du système américain de suivi de la sécheresse. Source : <https://droughtmonitor.unl.edu/>.

chiffrées : des informations relatives aux effets de la sécheresse sur la population, par l'intermédiaire d'un réseau regroupant plus de 450 observateurs à travers le pays (climatologues d'État, personnel des bureaux de terrain de l'USDA, équipes de terrain du Service météorologique national [National Weather Service], agents de vulgarisation et hydrologues). Le résultat prend la forme d'une évaluation hebdomadaire des conditions de sécheresse, selon les niveaux de précipitation enregistrés, jusqu'au mardi matin précédant la publication de la carte le jeudi matin. En tant que tel, l'USDM fournit donc des prévisions immédiates des précipitations (voir la figure 2.4). Les perspectives ou prévisions de sécheresse sont mises à disposition par le Centre de prévision du climat du Service météorologique national (<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/index.php>).

#### 2.4.2 Exemple : Drought Watch de DriDanube

Le système de suivi de la sécheresse Drought Watch (<https://droughtwatch.eu/>) est l'un des résultats du projet DriDanube (2017-2019), qui visait à accroître la capacité de la région du Danube (une grande partie de l'Europe du Sud-Est) à gérer les risques liés à la sécheresse. L'interface utilisateur de Drought Watch présente différents produits de données provenant d'une série de satellites de télédétection, de stations météorologiques et de rapports sur les effets de la sécheresse. Ces produits peuvent être cartographiés et superposés afin de créer des informations sur la sécheresse directement utilisables par le grand public (figure 2.5). Drought Watch inclut des ensembles de données sur les indicateurs, tels que la température et les précipitations, ainsi que des

indices (indice de capacité d'absorption du sol, indice de végétation par différence normalisée, bilan de surface et indice de l'état de la végétation). Des réseaux nationaux de communication d'information ont été mis en place dans le cadre du projet DriDanube. Ils rassemblent des agriculteurs et d'autres spécialistes du secteur agricole qui examinent chaque semaine leurs observations des précipitations tout au long de l'année. Les données tirées de ces observations sont ensuite compilées afin d'évaluer les effets de la sécheresse sur le rendement des cultures ou la croissance forestière à un endroit précis, et apparaissent dans un niveau permettant de visualiser l'« évaluation de l'impact de la sécheresse ». Les produits statiques incluent la durée des périodes sans précipitation et un niveau permettant de visualiser le risque global de sécheresse. Les fonctionnalités du produit de suivi de la sécheresse sont expliquées dans un tutoriel vidéo disponible à l'adresse suivante : <https://www.youtube.com/watch?v=2MC5goO17H8&feature=youtu.be>.

#### 2.4.3 Exemple : le suivi de la sécheresse au nord-est du Brésil

Le suivi de la sécheresse au Brésil (<http://monitordesecas.ana.gov.br/>) couvre les zones du nord-est du Brésil sujettes à la sécheresse. L'élargissement de la couverture spatiale du système se poursuit. L'interface utilisateur comprend une carte mensuelle indiquant l'étendue spatiale et la gravité de la sécheresse au moyen de l'indice de précipitations normalisé (figure 2.6), ainsi qu'une description des conditions régionales (tableau 2.3). Le processus permettant de générer la carte des conditions de sécheresse actuelles (figure 2.6) est détaillé dans la section « Questions fréquentes » du site de suivi.

Autres exemples de produits de suivi de la sécheresse :

- Observatoire européen de la sécheresse
- Système nord-américain de suivi de la sécheresse

Pour obtenir une liste plus détaillée des produits de suivi de la sécheresse, veuillez consulter la page suivante :

<http://www.droughtmanagement.info/pillars/monitoring-early-warning/>.

### 2.5 Systèmes d'alerte précoce en cas de sécheresse

Un système d'alerte précoce en cas de sécheresse constitue le fondement d'une gestion intégrée de la sécheresse. Un système d'alerte précoce désigne l'ensemble des capacités nécessaires pour produire et diffuser en temps opportun des bulletins d'alerte permettant à des individus, des communautés et des organisations menacées par un danger de se préparer et d'agir de façon appropriée et en temps utile pour réduire le risque de dommage ou de perte (GIEC, 2014). Les systèmes d'alerte précoce visent donc à réduire la vulnérabilité et à améliorer les capacités d'intervention des personnes à risque. Ils permettent aux gouvernements d'alerter leurs citoyens ainsi que leurs propres services en cas de sécheresse imminente. Les systèmes d'alerte précoce doivent par ailleurs renseigner sur les conséquences de la sécheresse. Toutefois, l'évaluation des effets des sécheresses fait cruellement défaut dans bon nombre de systèmes actuellement utilisés dans le monde. Les conséquences d'une sécheresse sont difficiles à évaluer car, outre le caractère physique du phénomène, les facteurs socioéconomiques ont une

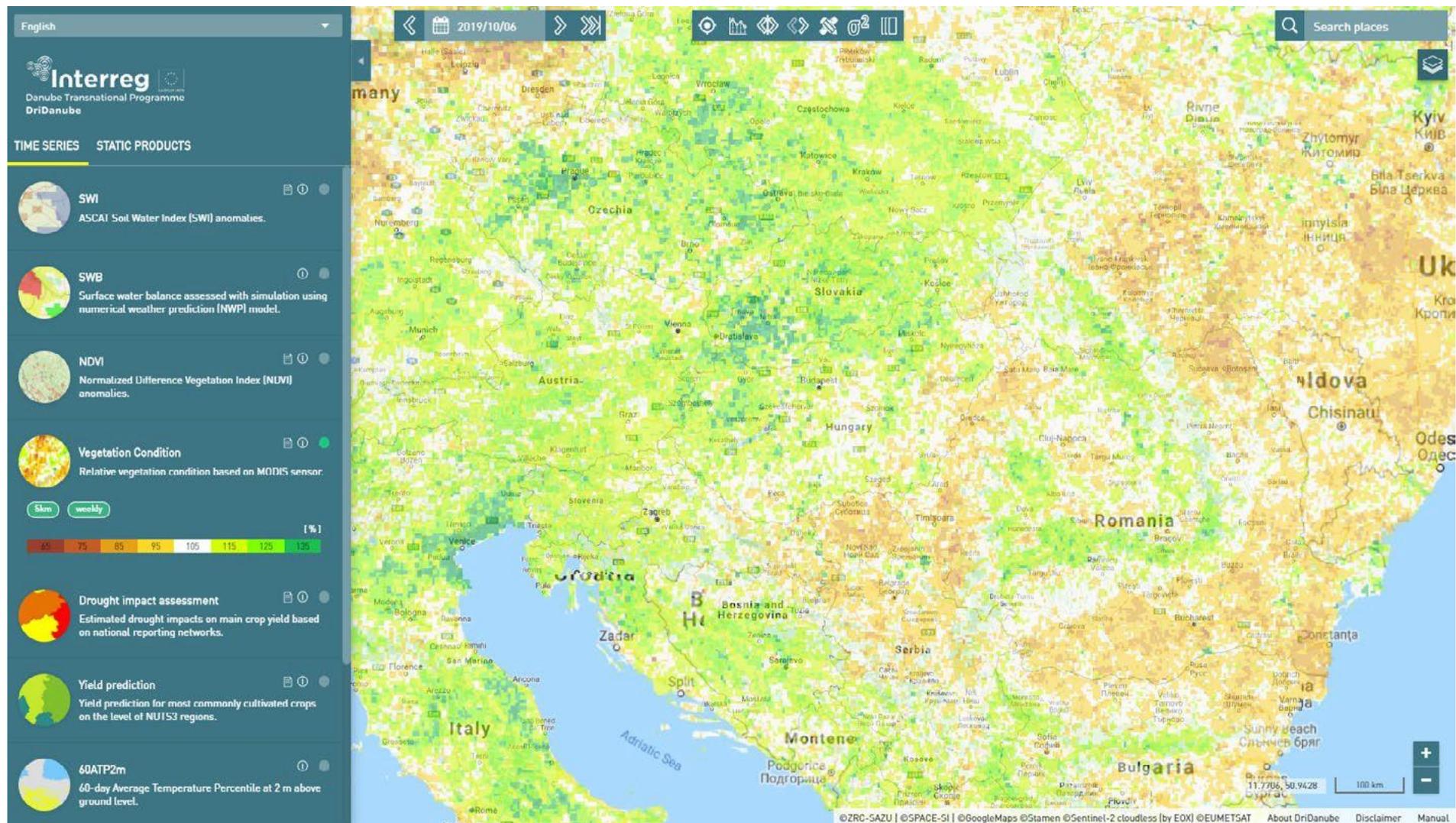


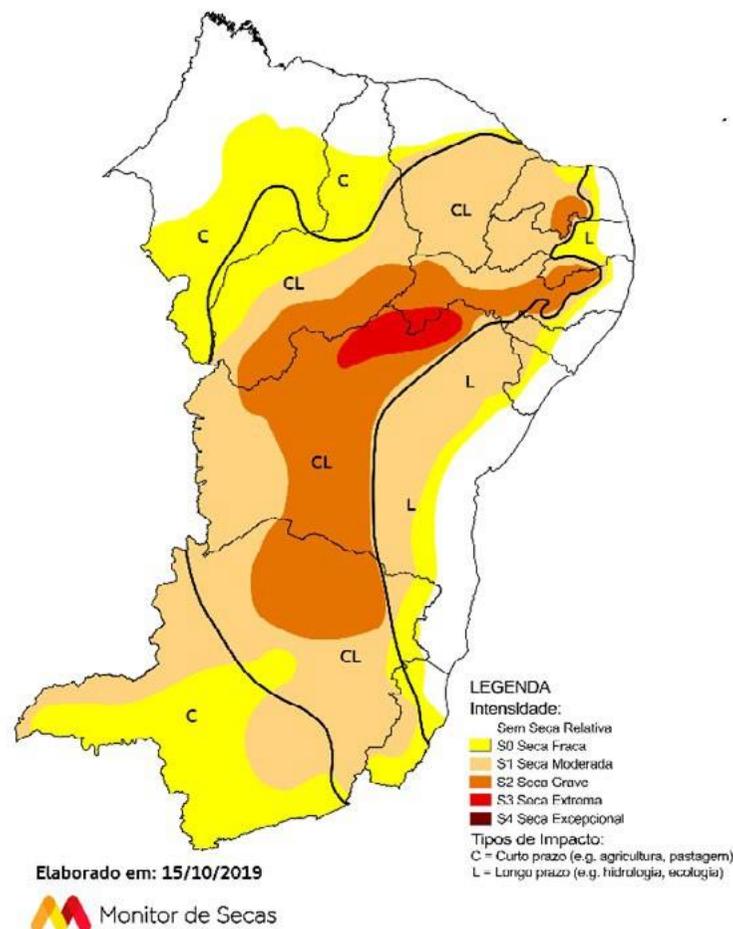
Figure 2.5. Interface utilisateur du produit de suivi de la sécheresse Drought Watch élaboré dans le cadre du projet DriDanube. Source : [www.droughtwatch.eu](http://www.droughtwatch.eu).

incidence sur le degré et le type d'effets liés à l'exposition et à la vulnérabilité aux sécheresses (OMM et GWP, 2016).

Un système d'alerte précoce en cas de sécheresse permet d'identifier les conditions et les tendances climatiques, hydrologiques et liées à l'approvisionnement en eau, et de détecter l'apparition ou la probabilité d'une sécheresse, ainsi que la gravité potentielle d'une sécheresse et de ses conséquences. Dans l'idéal, il inclut donc à la fois des éléments de suivi (portant notamment sur les effets) et de prévision. Un système d'alerte précoce en cas de sécheresse comprend également des mécanismes permettant de communiquer rapidement les informations nécessaires aux gestionnaires de terres, aux décideurs et au grand public grâce à des canaux de communication appropriés (figure 2.7). L'objectif est de fournir des informations avant que survienne une sécheresse, ou dès le début de son apparition, afin de pouvoir déclencher (sur la base de valeurs seuils) les mesures d'un plan de gestion des risques destinées à réduire les impacts potentiels de la sécheresse.

Les systèmes d'alerte précoce sont donc plus que de simples instruments scientifiques et techniques de prévision des risques et d'alerte. Ils doivent être conçus comme des sources de connaissances scientifiquement crédibles, fiables et accessibles. Les systèmes d'alerte précoce intègrent des informations en provenance et au sujet des domaines de risque qui facilitent la prise de décisions (formelles et informelles), en donnant aux secteurs et aux groupes sociaux vulnérables les moyens d'atténuer les pertes et les dommages potentiels d'événements à risque imminents. Idéalement, l'alerte précoce est un processus social proactif par lequel des réseaux d'institutions, d'organismes et d'organisations assurent

## Monitor de Secas Setembro/2019



### ➤ Sumário

#### ➤ Espírito Santo

○ Espírito Santo, no geral, apresentou índices pluviométricos mensais abaixo de 40 mm. Somente uma pequena área ao sul do Estado teve ocorrências de chuvas acima de 80 mm. Apesar de apresentar, na região norte, um desvio negativo significativo, em relação à precipitação esperada em setembro, não foi suficiente para que houvesse avanço de seca nesta região. Já a porção oeste/sudoeste teve um pequeno avanço da seca moderada (S1), em função, principalmente, da escassez hídrica instalada nesta área, e pelos índices ruins de saúde vegetal.

#### ➤ Alagoas

#### ➤ Bahia

#### ➤ Ceará

#### ➤ Maranhão

#### ➤ Paraíba

#### ➤ Pernambuco

#### ➤ Piauí

#### ➤ Rio Grande do Norte

#### ➤ Sergipe

#### ➤ Minas Gerais

Figure 2.6. Carte de suivi de la sécheresse au Brésil. Source : <http://monitordesecas.ana.gov.br/>.

## Tableau 2.3 Légende détaillée de la carte de suivi de la sécheresse au Brésil

### Map description summary

**S0-S4:** The Drought Monitor has a legend that identifies the drought areas classified by intensity, ranging from S1 (less intense drought) to S4 (the most intense). S0 indicates that they are areas with abnormally low humidity conditions and are drying out and may possibly become areas of drought.

**C and L:** These letters indicate how drought and moisture deficits have social, environmental or economic impacts over time:

**C** = Short-term drought, usually acting for 4 months or less (eg agriculture)

**L** = Long-term drought, usually acting for more than 12 months (eg hydrological and ecological)

### Drought Severity Rating

Category	Percentile	description	Possible Impacts
S0	30% useful	Weak Drought	Going into drought: short-term summer decreasing planting, crop growth or pasture. Coming out of drought: some prolonged water deficits, pastures or crops not completely recovered.
S1	20% useful	Moderate Drought	Some damage to crops, pastures; streams, reservoirs or wells with low levels, some water shortages in development or imminent; voluntary water use restrictions requested.
S2	10% useful	Severe Drought	Crop losses or probable pastures; common water shortages; water restrictions imposed.
S3	5% useful	Extreme Drought	Large crop / pasture losses; widespread water shortages or restrictions
S4	2% useful	Exceptional Drought	Exceptional and widespread crop / pasture losses; scarcity of water in reservoirs, streams and water wells, creating emergency situations.

Phases ou catégories de sécheresse définissant l'intensité des sécheresses sur la carte de suivi.

Source : d'après le Centre national de lutte contre la sécheresse, Lincoln, Nebraska, États-Unis. <https://drought.unl.edu/>

des analyses et une coordination collaboratives (Pulwarty et Verdin, 2013). Dans ce contexte, les indicateurs servent à déterminer quand et où l'intervention des gouvernements est le plus nécessaire. D'autre part, des analyses historiques et institutionnelles aident à identifier les processus et les points d'entrée qui doivent être examinés afin de réduire la vulnérabilité. La prise en compte des connaissances et des pratiques locales favorise la confiance mutuelle, l'acceptabilité, la compréhension

commune, le sentiment communautaire d'appartenance et la confiance en soi (Dekens, 2007).

C'est une chose d'être informé d'un épisode de sécheresse, mais c'en est une autre de déclencher des mesures adaptées pour y faire face, ce qui suppose de pouvoir prendre des décisions et allouer des ressources à cet effet. Des facteurs de déclenchement doivent être définis, et leur utilisation doit être encouragée, afin de favoriser des mesures d'intervention par les organismes d'exécution

concernés. Un plan de gestion de la sécheresse permet de définir les canaux de communication, les responsabilités et les mesures à prendre selon les différents niveaux de risque de sécheresse. Le chapitre 5 donne des indications sur l'approche à adopter pour élaborer un tel plan.

Les facteurs de déclenchement sont les principaux liens entre le suivi de la sécheresse et une intervention éclairée dans le cadre d'un système d'alerte précoce en cas de sécheresse. Par conséquent, il est essentiel que les facteurs de déclenchement déployés à des fins d'alerte précoce soient sélectionnés avec soin, afin de prendre en compte les différents types d'intervention. Par exemple, à un stade précoce, les facteurs de déclenchement peuvent être utilisés à des fins de plaidoyer, et lorsque la situation se dégrade, ils peuvent s'inscrire dans le cadre d'une intervention axée sur les moyens de subsistance et l'alimentation/la nutrition.

### 2.5.1 Réseau de systèmes d'alerte précoce contre la famine (FeWSNeT)

FeWSNeT (<https://fews.net/>) est une initiative financée par l'Agence des États-Unis pour le développement international depuis sa création en 1985. Il s'agit d'un outil utilisé pour aider aux activités d'atténuation et de préparation dans 17 pays africains. Le réseau analyse différentes données et informations (cours du marché, précipitations, mauvaises récoltes, etc.) afin de prévoir si, quand et où se produiront des cas d'insécurité alimentaire, et diffuse des alertes sur les crises prévues afin de permettre une prise de décisions rapide. FeWSNeT propose un certain nombre de rapports périodiques d'information (par exemple, mises à jour mensuelles sur la sécurité alimentaire, évaluations d'impact des dangers climatiques et bulletins de surveillance des pluies), et

publie tous les 10 jours des rapports d'une page faisant un point sur la saison des pluies en cours et ses répercussions sur la sécurité alimentaire dans des zones données.

Pour en savoir plus sur les outils et produits de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse, veuillez consulter la page suivante : <http://www.droughtmanagement.info/pillars/monitoring-early-warning/>.

Pour obtenir une assistance individuelle sur les questions liées à la sécheresse, veuillez envoyer votre demande à l'adresse suivante : <http://www.droughtmanagement.info/ask/>.

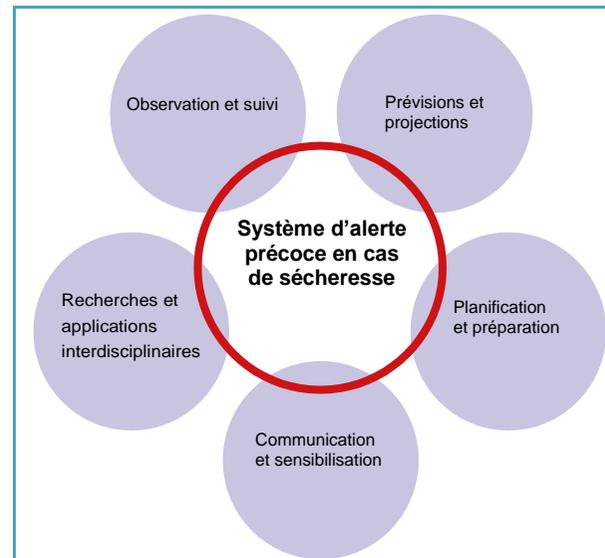


Figure 2.7. Représentation schématique des composantes du système de suivi de la sécheresse dans la région intermontagneuse de l'ouest des États-Unis, élaborée par le Système national intégré d'information sur la sécheresse (NIDIS) de l'Administration américaine pour les océans et l'atmosphère. Source : <https://www.drought.gov/drought/intermountain-west-drought-early-warning-system-strategic-plan>.

## 2.6 Références et lectures complémentaires

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. et Smith, M., *Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Étude FAO Irrigation et Drainage n° 56. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 1998.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., et Wright, J. L., « FAO-56 Dual Crop Coefficient Method for Estimating Evaporation from Soil and Application Extensions ». *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 131, n° 1, 2005, p. 2-13. Disponible à l'adresse suivante : [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2005\)131:1\(2\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2005)131:1(2)).
- Brown, M. E., « FEWS NET's structure and remote sensing », dans *Famine Early Warning Systems and Remote Sensing Data* (Brown, M.E., dir.). Springer, Berlin, Heidelberg, 2008, p. 41-61. Disponible à l'adresse suivante : [https://doi.org/10.1007/978-3-540-75369-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-540-75369-8_3).
- Cammalleri, C., Ciralo, G., La Loggia, G., et Maltese, A., « Daily evapotranspiration assessment by means of residual surface energy balance modeling: a critical analysis under a wide range of water availability ». *Journal of Hydrology*, 2012, p. 119-129. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.042>.
- Dekens, J., « Local Knowledge for Disaster Preparedness: A Literature Review ». Centre international de mise en valeur intégrée des montagnes, Lalitpur, Népal, 2007. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.preventionweb.net/publications/view/2693>.

- FAO, « Land and Water Integration and River Basin Management ». *Proceedings of an FAO Informal Workshop*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 1995.
- GIEC, Annexe II : Glossaire, dans *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (équipe de rédaction principale, R. K., Pachauri et L. A., Meyer, [dir.]). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 2014.
- GWP-CEE, *Guidelines for Preparation of the Drought Management Plans. Development and Implementation in the Context of the EU Water Framework Directive*. Partenariat mondial de l'eau – Europe centrale et orientale, Bratislava, Slovaquie, 2015.
- IFRC, *Emergency Plan of Action Operation Update Afghanistan: Drought & Flash Floods. EPoA update n° 2, appel d'urgence n° MDRAF005*. Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, Genève, Suisse, 2019. Disponible à l'adresse suivante : <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRAF005eu2.pdf>.
- Kite, G. et Droogers, P., *Comparing Estimates of Actual Evapotranspiration from Satellites, Hydrological Models, and Field Data: A Case Study from Western Turkey*, Rapport de recherche n° 42 de l'IWMI. Institut international de gestion des ressources en eau, Colombo, Sri Lanka, 2000. Disponible à l'adresse suivante : <http://dx.doi.org/10.3910/2009.049>.

- Lindström, G., Johansson, B., Persson, M., Gardelin, M. et Bergström, S., « Development and test of the distributed HBV-96 hydrological model ». *Journal of Hydrology*, vol. 201, n° 1-4, 1997, p. 272-288. Disponible à l'adresse suivante : [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(97\)00041-3](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00041-3).
- Narasimhan, B. et Srinivasan, R., « Development and evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for agricultural drought monitoring ». *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 133, nos 1-4, 2005, p. 69-88. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2005.07.012>.
- OMM, *Suivi de la sécheresse et alerte précoce : principes, progrès et enjeux futurs*, OMM n° 1006. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 2006.
- OMM, *Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé*. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 2012.
- OMM, *Les systèmes d'alerte précoce multidangers – liste de contrôle*. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 2018.
- OMM et GWP, *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse*, Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Organisation météorologique mondiale et Partenariat mondial de l'eau, Genève, Suisse, 2016.
- OMM et UNESCO, *Glossaire international d'hydrologie*. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 2012.

Owens, M., *The Global Water Cycle Has Intensified*. Institut d'études géologiques des États-Unis (United States Geological Survey), Reston, Virginie, États-Unis, 2006. Pulwarty, R. et Verdin, J., « Crafting integrated early warning information systems: the case of drought », dans *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, (Birkmann, J., dir.), p. 124-147. Presses de l'Université des Nations Unies, New York, New York, États-Unis, 2013.

Sheffield, J., Goteti, G. et Wood, E. F., « Development of a 50-year high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling ». *Journal of Climate*, vol. 19, n° 13, 2006, p. 3088-3111. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1175/JCLI3790.1>.

Sheffield, J., Wood, E. F. et Roderick, M. L., « Little change in global drought over the past 60 years ». *Nature*, vol. 491, 2012, p. 435-438. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.nature.com/articles/nature11575>.

Shenbin, C., Yunfeng, L. et Thomas, A., « Climatic change on the Tibetan Plateau: potential evapotranspiration trends from 1961–2000 ». *Climatic Change*, vol. 76, no 3, 2006, p. 291-319. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9080-z>.

Svoboda, M., LeComte, D., Hayes, M., Heim R., Gleason, K., Angel, J., Rippey, B., Tinker, R., Palecki, M., Stooksbury, D., Miskus, D. et Stephens, S., « The drought monitor ». *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 83, no 8, 2002, p. 1181-1190. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1175/1520-0477-83.8.1181>.

Syed, Z. A., Härd, T., Uv, A. et van Dijk-Härd, I. F., « A potential role for *Drosophila* mucins in development and physiology ». *PLoS ONE*, vol. 3, n° 8, e3041, 2008. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003041>.

Thornthwaite, C. W. et Mather, I. R., « The role of evapotranspiration in climate ». *Arciv für Meteorologie Geophysik und Bioklimatologie*, série B, vol. 3, 1951, p. 16-39. Disponible à l'adresse suivante : <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02242588>.

UNDRR, *Bilan mondial sur la réduction des risques de catastrophe*. Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes, Genève, Suisse, 2019.

UNDRR, *Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe*. Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes, Genève, Suisse, 2015. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.preventionweb.net/files/43291\\_sendaiframefordrren.pdf](https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframefordrren.pdf).

Wells, M., Goddard, S. et Hayes, M. J., « A self-calibrating palmer drought severity index ». *Journal of Climate*, vol. 17, n° 12, 2004, p. 2335-2351. Disponible à l'adresse suivante : [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<2335:ASPDSI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<2335:ASPDSI>2.0.CO;2).

---

# 3

## Évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences (pilier 2)

## 3.1 Présentation de l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences

### 3.1.1 Risques de sécheresse – relier l'aléa, l'exposition et la vulnérabilité

Les risques en eux-mêmes ne constituent pas des catastrophes. On évalue généralement l'ampleur d'une catastrophe d'après ses répercussions sur les vies, les biens, les infrastructures et l'environnement, ainsi que les coûts liés aux mesures de relèvement et de réhabilitation qui s'ensuivent. En d'autres termes, il existe un lien direct entre, d'une part, la capacité des personnes touchées à résister aux catastrophes, à faire face à leurs effets néfastes et à s'en remettre uniquement au moyen de leurs propres ressources et, d'autre part, ce qui constitue un risque de catastrophe. Pour faire simple, le risque de catastrophe est le produit de la combinaison de trois éléments : la vulnérabilité, l'exposition et l'aléa (figures 1 et 2) :

**Risque = aléa x exposition x vulnérabilité**

Un aléa désigne tout processus ou phénomène, ou toute activité humaine pouvant faire des morts ou des blessés ou avoir d'autres effets sur la santé, ainsi qu'entraîner des dégâts matériels, des perturbations socioéconomiques ou une dégradation de l'environnement. Les aléas peuvent être d'origine naturelle, anthropique ou socionaturelle. Les aléas naturels sont principalement associés à des processus et phénomènes naturels, par exemple, les sécheresses résultant d'un déficit de précipitations (UNDRR, 2017). L'exposition fait référence à la situation des personnes, infrastructures, logements, capacités de production et autres actifs tangibles situés dans des zones à risque (UNDRR, 2017).

La sécheresse est un aléa. Il est possible d'évaluer l'exposition à la sécheresse pour repérer les zones sujettes au risque de sécheresse, et de surveiller et d'anticiper sa probabilité d'occurrence (voir chapitre 2). Cependant, il est impossible de contrôler la survenue d'un épisode de sécheresse. Des études montrent que les déficits de précipitations ne sont qu'un facteur des risques de sécheresse parmi d'autres, à savoir la pauvreté, la vulnérabilité structurelle, la demande croissante en eau due à l'urbanisation, l'industrialisation, la mauvaise qualité de l'eau, la mauvaise gestion des sols, la faiblesse ou l'inefficacité de la gouvernance et la variabilité du climat.

La seule façon de gérer les risques de sécheresse est la réduction des vulnérabilités, qui permettra d'atténuer les effets des sécheresses.

### 3.1.2 Conséquences de la sécheresse

Les sécheresses ont des répercussions importantes sur le tissu social des pays et des communautés, les systèmes économiques, les rendements agricoles et le bétail, mais aussi sur les perspectives de travail, l'état de santé des individus et des communautés, et la société, entre autres. D'après la Stratégie internationale des Nations Unies pour la prévention des catastrophes (UNDRR), les répercussions d'une catastrophe correspondent à l'effet total d'un phénomène dangereux ou d'une catastrophe. Cette notion englobe les conséquences d'une catastrophe sur les plans économique, humain et environnemental et peut inclure les décès, les blessures, les maladies et d'autres effets négatifs sur le bien-être physique, mental et social des personnes touchées. Une catastrophe à évolution lente, telle que la sécheresse, se définit comme une catastrophe qui se fait jour progressivement (UNDRR, 2017).

Les répercussions liées à la sécheresse sont souvent étendues dans le temps et dans l'espace, mais ne sont généralement **pas structurelles**. Elles sont donc moins visibles, plus difficiles à évaluer (notamment la réduction du rendement des cultures) et ne nécessitent pas de mesures de reconstruction dans le cadre du processus de relèvement.

Les répercussions de la sécheresse peuvent être **directes et indirectes**, tandis que certaines ont un effet d'entraînement. L'agriculture est souvent le premier secteur économique à subir les effets directs d'une baisse de rendement. Des effets secondaires ou tertiaires peuvent suivre (perte de revenus, fermeture d'exploitations, etc.). En outre, la sécheresse peut provoquer des dommages **tangibles** (liés au marché) et **intangibles** (non liés au marché). Cette distinction est particulièrement importante dans le cas de la sécheresse, car nombre de ses répercussions, comme la dégradation des écosystèmes, sont intangibles et difficiles à quantifier. C'est en raison de ces éléments intangibles, mais aussi de la durée prolongée de la sécheresse et de l'apparition tardive et spatialement décousue des effets en cascade, qu'une estimation complète des conséquences de ce phénomène s'avère extrêmement difficile (Vogt *et al.*, 2018). Les effets de la sécheresse peuvent être regroupés en trois catégories : économiques, environnementaux et sociaux. Une description des principaux secteurs touchés est donnée dans le tableau 3.1. Le tableau 3.2 illustre quant à lui les énormes pertes économiques qu'un pays peut subir à cause de la sécheresse. Ce point est particulièrement important dans les pays en développement, comme le Kenya.

Lorsque l'on examine les conséquences de la sécheresse, on se concentre souvent de manière implicite sur les effets négatifs. Cependant, conformément à la définition des « conséquences des catastrophes » avancée par l'UNDRR, la sécheresse a des effets **positifs et négatifs** (UNDRR, 2017). Lorsque la sécheresse ou les systèmes de gestion de l'eau font l'objet de mesures de gestion et d'amélioration, la sécheresse peut avoir des effets positifs et entraîner le renforcement des liens sociaux (CNULCD *et al.*, 2019).

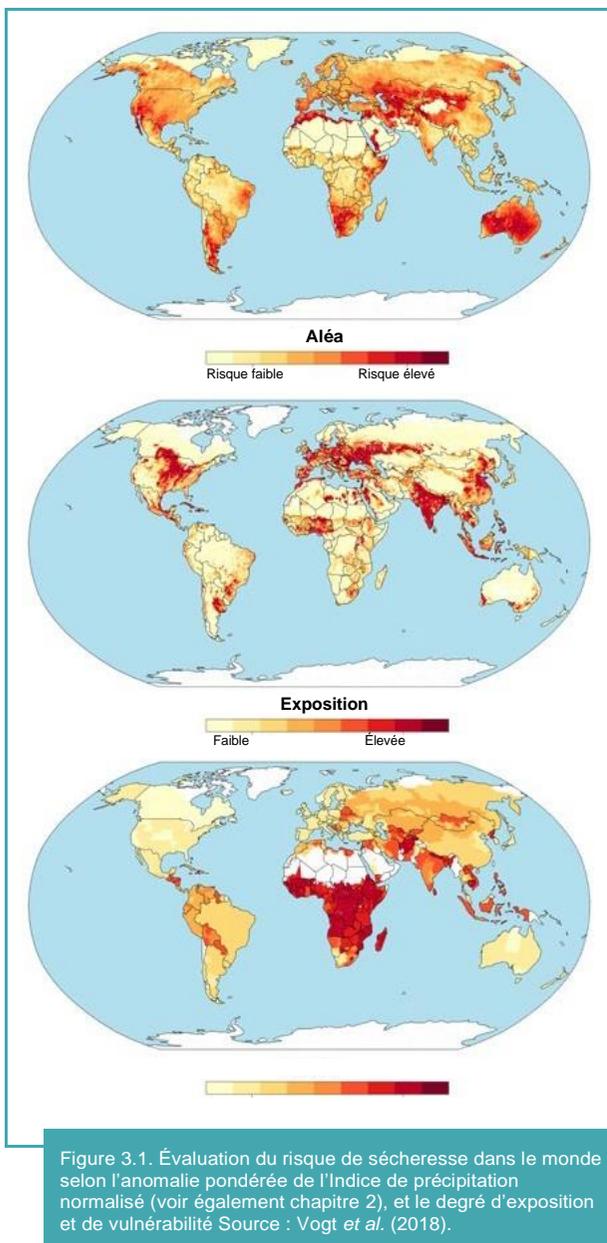


Tableau 3.1. Description des principaux secteurs touchés par les sécheresses

Secteur	Description
<b>Répercussions économiques</b>	Un déficit hydrologique provoqué par la sécheresse affecte la production, les ventes et les affaires dans toute une série de secteurs.
<b>Répercussions socioéconomiques</b>	L'évolution du bien-être des humains doit être prise en compte dans la mesure des conséquences socioéconomiques de la sécheresse. La sécheresse peut affecter la santé et la sécurité des personnes, provoquer des conflits en cas de restriction d'eau et transformer les modes de vie (conséquences sociales).
<b>Répercussions sur l'environnement, la sylviculture, les feux de forêt et la biodiversité</b>	La sécheresse affecte l'environnement de nombreuses manières différentes. Les plantes et les animaux dépendent de l'eau. En cas de sécheresse, leurs ressources alimentaires peuvent diminuer et leurs habitats être endommagés. Dans certains cas, les effets néfastes ne sont que temporaires, et on observe un retour à la normale lorsque l'épisode de sécheresse est terminé. Mais dans d'autres, les effets de la sécheresse sur l'environnement peuvent se prolonger ou entraîner une dégradation permanente des terres et des écosystèmes.
<b>Répercussions sur l'agriculture et l'élevage</b>	Les agriculteurs pourraient être touchés de manière négative si un épisode de sécheresse endommageait leurs cultures. Ils pourraient être amenés à dépenser plus d'argent en raison de l'augmentation des coûts d'irrigation, ou pour le forage de nouveaux puits ou l'alimentation et l'abreuvement de leurs animaux. Les entreprises liées aux activités agricoles, telles que les fabricants de tracteurs et les sociétés d'alimentation, peuvent voir leur activité diminuer lorsque la sécheresse cause des dommages aux cultures ou au bétail.
<b>Répercussions sur l'approvisionnement public en eau</b>	Les conditions de sécheresse affectent les réserves d'eau ; elles entraînent une diminution de l'offre et une augmentation de la demande pour diverses utilisations (industrielles, agricoles ou résidentielles).
<b>Répercussions sur les eaux souterraines et de surface</b>	Les effets directs des sécheresses sur les eaux de surface sont notamment la réduction du débit des cours d'eau et du niveau des réservoirs. Les aquifères subissent quant à eux principalement d'importantes baisses de leurs niveaux.
<b>Répercussions sur la production d'électricité : hydroélectricité, thermique et nucléaire</b>	La production d'hydroélectricité est liée à la quantité d'eau stockée dans les réservoirs supérieurs ; le niveau de production peut être moindre en cas de sécheresse. Les pics de demande d'électricité doivent alors être satisfaits par d'autres moyens à court terme (par exemple, des turbines à gaz). Le montant des pertes dépend des infrastructures hydroélectriques et de la gravité de la sécheresse. La disponibilité moindre de l'eau de refroidissement peut obliger à réduire la production d'électricité, voire à interrompre l'activité des centrales thermiques et nucléaires pendant les sécheresses.
<b>Répercussions sur la navigation commerciale</b>	En cas de faible débit, les barges et les navires peuvent avoir des difficultés à naviguer sur les ruisseaux, les rivières et les canaux en raison du faible niveau d'eau, ce qui affecte les entreprises qui dépendent du transport maritime pour recevoir ou livrer des marchandises et des matériaux. Les prix de la nourriture ou du carburant peuvent également augmenter.
<b>Répercussions sur le tourisme et les loisirs</b>	Étant donné que de nombreuses activités dans le secteur du tourisme sont liées à l'eau, les sécheresses peuvent entraîner des pertes très importantes. Les sécheresses affectent aussi bien les activités estivales qu'hivernales.

Source : Vogt *et al.* (2018).

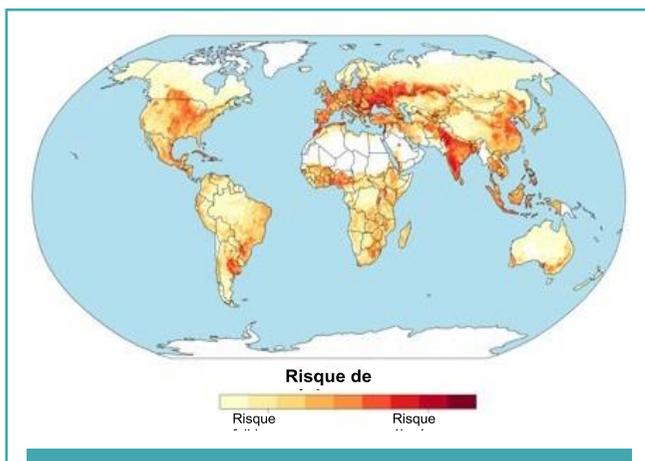


Figure 3.2. Risque de sécheresse évalué en fonction des éléments de risque illustrés à la figure 3.1 Source : Vogt *et al.* (2018).

### 3.1.3 Comprendre la vulnérabilité à la sécheresse

La vulnérabilité est la mesure dans laquelle un système est susceptible ou incapable de faire face aux effets néfastes du changement climatique, y compris la variabilité et les extrêmes climatiques. La vulnérabilité est fonction du caractère, de l'ampleur et du rythme des variations climatiques auxquels un système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation, comme décrit dans la figure 3.3 (GIZ, 2014 et CCNUCC, 2019). En d'autres termes, la vulnérabilité se compose des facteurs physiques, socioéconomiques ou politiques qui affectent négativement la capacité des communautés à faire face à certains événements. Il s'agit d'une mesure globale de l'exposition au risque et des conséquences qui en découlent. Le terme « vulnérable » est utilisé pour décrire les groupes socioéconomiques à risque ainsi que ceux qui disposent de moyens de subsistance précaires et se trouvent en marge de la société.

La vulnérabilité est liée aux conséquences économiques d'une forte sensibilité à la sécheresse. Bien que de nombreux pays développés soient confrontés à des risques similaires à ceux auxquels sont exposés les pays en développement, leurs ressources plus importantes les rendent plus résilients, et donc moins vulnérables.

Tableau 3.2. Répercussions économiques sectorielles liées à la sécheresse provoquée par le phénomène El Niño/oscillation australe de 1998-2000 au Kenya

Conséquences	Coûts associés	Dollars É.-U. (millions)
<b>Pertes agricoles</b>	Pertes de récoltes	241
<b>Pertes de bétail</b>	Augmentation de la mortalité du bétail	73
	Dépenses vétérinaires	1
	Réduction de la production animale	64
	Gestion des conflits	<1
<b>Feux de forêt</b>	Destruction et dégradation des forêts	<1
<b>Dégradation de la pêche</b>	Réduction de la production aquacole	<1
	Réduction des recettes tirées de la production d'électricité	632
<b>Réduction de la production d'hydroélectricité</b>	Coûts liés à l'importation de produits de substitution	10
	Réduction de la production industrielle	Perte de production
<b>Approvisionnement en eau</b>	Augmentation de la durée de collecte	119
<b>Total</b>		2 540

Source : Cap-Net PNUD (2015).

Les facteurs qui définissent la vulnérabilité à la sécheresse (le nombre de personnes exposées, la disponibilité des ressources en eau par habitant, les tendances en matière d'utilisation de l'eau, la technologie, les politiques, etc.) évoluent avec le temps et, partant, la vulnérabilité aussi. Par conséquent, les sécheresses qui surviennent les unes après les autres dans la même région auront des effets différents, même si elles sont d'une intensité, d'une durée et d'une étendue similaires, car les caractéristiques sociétales évoluent.

Au lieu de se concentrer sur ce qui n'a pas fonctionné par le passé et sur les effets des aléas, la vulnérabilité nous donne l'occasion de nous pencher sur l'amélioration de la situation pour les générations futures.

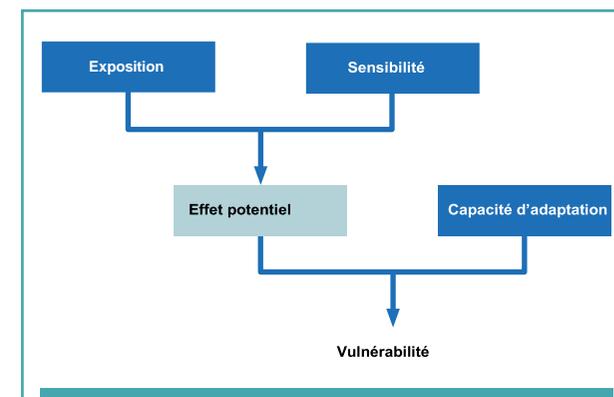


Figure 3.3. Représentation schématique des éléments constitutifs de la vulnérabilité Source : GIZ (2014).

Étant donné qu'il s'agit d'un concept tourné vers l'avenir, la vulnérabilité est un moyen de tirer parti des points forts et d'améliorer stratégiquement les points faibles. Par conséquent, la promotion de sociétés résilientes et à même de s'adapter exige que l'on se concentre tout autant sur les risques naturels que sur les phénomènes météorologiques extrêmes, ainsi que sur l'identification, l'évaluation et la hiérarchisation de la vulnérabilité. En fin de compte, il est indispensable de comprendre la vulnérabilité pour évaluer et réduire les risques, mais aussi pour élaborer des stratégies d'adaptation aux phénomènes extrêmes, notamment au regard du changement climatique (GIEC, 2012).

### Encadré 3.1 Vulnérabilité | La sécheresse en République de Moldova

En République de Moldova, les tempêtes de grêle, les gelées, les sécheresses et les inondations sont devenues plus fréquentes ces dernières années, et les populations rurales qui dépendent de l'agriculture pour leur subsistance sont les plus touchées. Lors d'une grave sécheresse survenue en 2012, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a aidé le ministère moldave de l'Agriculture et de l'Industrie alimentaire à évaluer l'impact des risques naturels sur les cultures sur pied, les pertes subies par les principales cultures sur pied d'été (maïs et tournesol) et les ressources naturelles destinées à l'élevage, comme les pâturages et les prairies. Les conclusions de cette évaluation approfondie ont été élargies aux recommandations visant à réduire les répercussions sur les petits agriculteurs. Le programme de réduction des risques de catastrophes qui en a découlé définit cinq aspects techniques ayant nettement aggravé les effets de la sécheresse de 2012 sur les petits agriculteurs :

1. L'absence de moyens de conservation du fourrage ;
2. Des variétés de semences inappropriées ;
3. L'absence de techniques agronomiques adaptées au changement climatique ;
4. Une mauvaise gestion des pâturages ;
5. La faiblesse des infrastructures d'irrigation utilisées par les petits agriculteurs.

La mise en œuvre d'initiatives de réduction des risques de catastrophe est la prochaine étape cruciale pour garantir que les petits agriculteurs seront mieux préparés à la prochaine sécheresse, l'objectif étant de renforcer leurs capacités, leur résilience et leur préparation.

Source : FAO (n. d.).

### Facteurs de vulnérabilité

Il existe un consensus sur les facteurs qui aggravent ou atténuent la vulnérabilité. Nous en parlerons plus loin. Les moyens de visualisation de la vulnérabilité à l'échelle mondiale se sont récemment améliorés, grâce à des indices composites permettant d'évaluer les facteurs de vulnérabilité (figure 3.4).

### Facteurs politiques

La vulnérabilité est directement liée à l'engagement politique en faveur du développement et du bien-être des humains.

Elle concerne aussi bien l'exposition à un risque particulier que le processus décisionnel en matière de développement qui vise à faire face aux conditions de vulnérabilité.

Une série de facteurs socioéconomiques profondément enracinés (déni des droits de la personne, déni d'accès aux structures de pouvoir, accès à une éducation de qualité, aux infrastructures, aux services de base et à l'information, possibilités d'emploi, régime foncier, disponibilité et accessibilité des ressources, etc.) peuvent favoriser et maintenir des niveaux extrêmes de vulnérabilité. L'action politique est fondamentale pour la réduction des risques de catastrophe.

### Facteurs physiques

La vulnérabilité physique désigne la susceptibilité des individus, des ménages et des communautés à subir des pertes dues à l'environnement physique dans lequel ils vivent (UNDRR, 2002). Elle peut être déterminée par des aspects tels que les niveaux de densité de population, l'éloignement des habitations ou le manque d'infrastructures essentielles permettant l'accès aux services, aux infrastructures et aux informations.

Une mauvaise planification physique augmente la vulnérabilité des individus, des ménages et des communautés aux pertes dues à des pratiques foncières non durables.

### Facteurs économiques

La pauvreté étant probablement le facteur le plus important, il est impératif d'y mettre fin pour réduire la vulnérabilité. La situation économique d'une population est liée non seulement à l'ampleur des pertes (vies, biens et infrastructures), mais aussi à sa capacité à faire face aux effets néfastes et à s'en remettre. Il est rare que les groupes les plus riches subissent les effets néfastes d'une catastrophe. Ils sont presque toujours en mesure de se relever rapidement (principalement grâce aux assurances, à l'épargne, à des investissements ou à toute autre solution de repli financier), et la famine est souvent imputable à un pouvoir d'achat insuffisant pour se procurer de la nourriture, plutôt qu'à l'absence de nourriture.

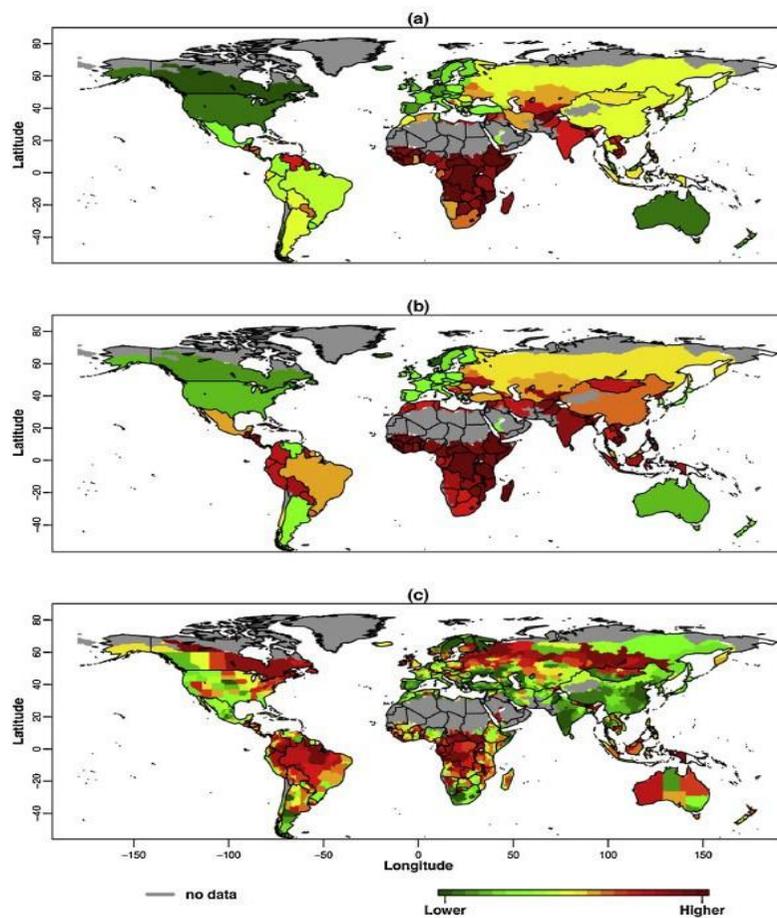


Figure 3.4. Exemple de cartographie globale des facteurs de vulnérabilité à la sécheresse : a) facteurs sociaux ; b) facteurs économiques ; et c) facteurs infrastructurels. Source : Carrão *et al.* (2016).

### Facteurs sociaux

Le niveau de bien-être social des individus, des ménages et des communautés influe directement sur leur vulnérabilité aux risques. Le niveau d'instruction, l'alphabétisation, la formation, la sûreté, la sécurité, la réalisation des droits fondamentaux, l'équité sociale, l'information, la sensibilisation, des croyances culturelles et des valeurs traditionnelles fortes, la moralité, une bonne gouvernance et une société civile bien organisée et soudée sont autant d'éléments qui contribuent au bien-être social, dont la santé est un aspect essentiel, qu'elle soit physique, mentale ou psychologique. La figure 3.5 illustre le caractère multidimensionnel de la vulnérabilité, qui trouve ses racines dans les multiples formes de l'inégalité et expose les populations au risque (Field *et al.*, 2014).

La vulnérabilité est inégale. Les groupes minoritaires, les personnes âgées, les orphelins, les personnes handicapées, les mères allaitantes et leurs enfants sont plus vulnérables que les autres. Une attention particulière doit être accordée à la question du genre, en particulier au rôle des femmes.

Un manque de sensibilisation et d'accès à l'information peut également renforcer la vulnérabilité. Les risques de sécheresse augmentent parce que les personnes vulnérables ne savent tout simplement pas ce qui va se passer ni comment réagir aux alertes précoces. Une telle ignorance n'est pas nécessairement imputable à la pauvreté, mais plutôt à un manque de procédures efficaces de communication et d'intervention.

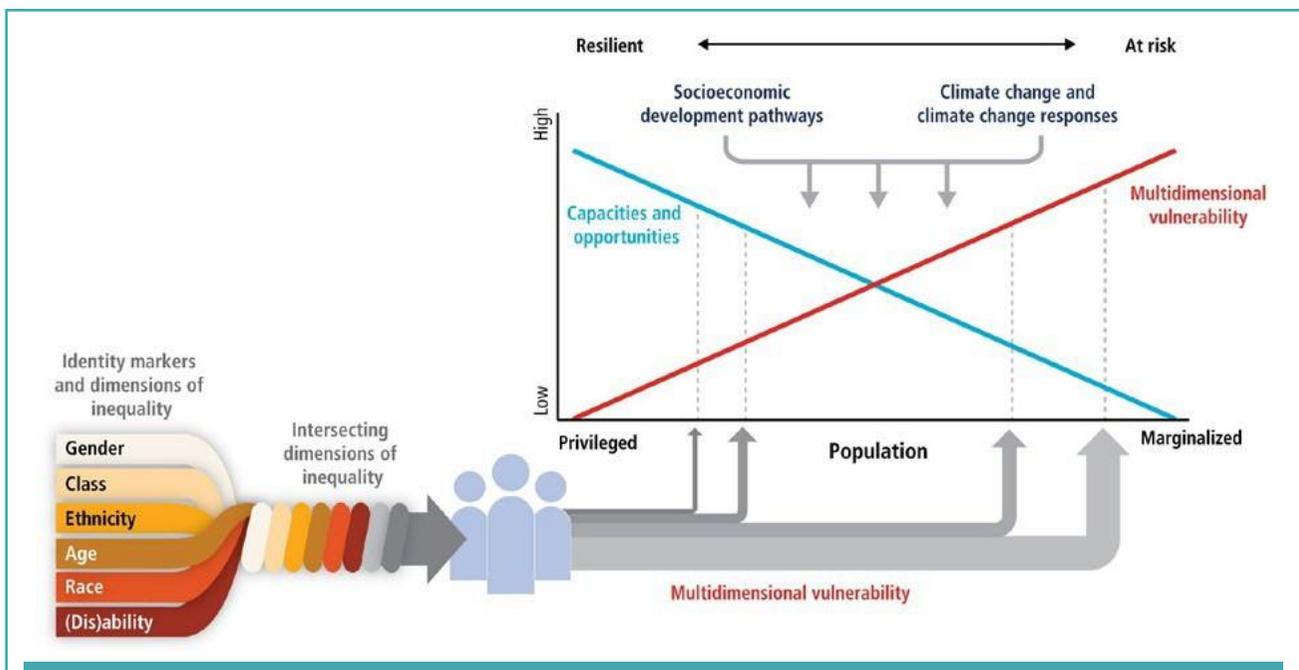


Figure 3.5. Une vulnérabilité multidimensionnelle favorisée par l'inégalité intersectionnelle. La vulnérabilité augmente lorsque les capacités des personnes et les possibilités d'adaptation et d'ajustement aux interventions déployées pour faire face au changement climatique sont réduites. Source : Field *et al.* (2014).

### Facteurs environnementaux

Les aspects environnementaux de la vulnérabilité couvrent un très large éventail de questions à l'intersection des aspects sociaux, économiques et écologiques du développement durable liés à la réduction des risques de catastrophes. Les principaux aspects de la vulnérabilité environnementale peuvent être résumés à l'aide des cinq distinctions suivantes :

- l'ampleur de l'épuisement des ressources naturelles ;
- l'état de la dégradation des ressources ;
- la baisse de résilience des systèmes écologiques ;
- la perte de biodiversité ;
- l'exposition à la pollution, notamment la pollution de l'eau, qui réduit la disponibilité des ressources d'eau douce en cas de sécheresse.

La dégradation de l'environnement provoque ou exacerbe de nombreuses catastrophes. Les sécheresses, leur sévérité et leur durée sont principalement dues à des phénomènes naturels, mais peuvent être exacerbées par :

- une mauvaise répartition des cultures ;
- un surpâturage ;
- le décapage de la couche arable ;
- de mauvaises techniques de conservation ;
- l'épuisement de l'approvisionnement en eau souterraine et de surface ;
- l'urbanisation incontrôlée.

### Progression de la vulnérabilité

Les facteurs contribuant à la vulnérabilité sont susceptibles d'évoluer au fil du temps. Le modèle de pression et libération (*Pressure and Release* ou PAR) est devenu le modèle internationalement accepté pour expliquer la progression de la vulnérabilité et la réduction des risques. Celui-ci montre qu'il existe certaines causes sous-jacentes, des pressions dynamiques et des conditions dangereuses qui contribuent à la vulnérabilité. Relier le modèle PAR à un événement déclencheur dangereux augmente le risque pour les communautés.

La vulnérabilité est donc décrite dans le modèle PAR comme la progression de trois phases (tableau 3.3) :

1. **Causes profondes** : ensemble de facteurs profondément enracinés dans une société qui, ensemble, créent et maintiennent une certaine vulnérabilité.
2. **Pressions dynamiques** : processus transformant des effets néfastes en conditions dangereuses, qui découle notamment d'un manque de services ou de prestations de base ou d'une série de forces à l'échelle macro.
3. **Conditions d'insécurité** : contexte dans lequel les femmes, les hommes et les biens sont exposés à des risques de catastrophe. L'environnement physique fragile n'est qu'un facteur parmi d'autres (économie instable, faibles niveaux de revenus, etc.).

La progression du modèle de vulnérabilité permet de comprendre la vulnérabilité des communautés et les raisons pour lesquelles elles sont sensibles aux risques de catastrophes. Il montre clairement que la réduction des risques au sein des communautés passe avant tout par la résolution d'un nombre important de problèmes sociopolitiques et de développement. La pression exercée par la progression de la vulnérabilité doit être inversée.

Tableau 3.3. Structure de la vulnérabilité et des catastrophes

Progression de la vulnérabilité La vulnérabilité selon le modèle PAR			Catastrophes	Aléas
Causes profondes	Pressions dynamiques	Conditions d'insécurité		
Accès limité aux :	<b>Lacunes au niveau des :</b>	<b>Environnement physique fragile</b>	<b>RISQUE</b> = <b>ALÉA</b> + <b>VULNÉRABILITÉ</b>	<b>Séismes</b>  <b>Tempêtes de vent</b>  <b>Inondations</b>  <b>Volcans</b>  <b>Glissements de terrain</b>  <b>Sécheresses</b>  <b>Virus et parasites</b>  <b>Vagues de chaleur</b>
Ressources	Institutions	Endroits dangereux		
Structures	Formation	Structures non protégées		
Pouvoir	Compétences	<b>Économie locale fragile</b>		
<b>Idéologies</b>	Investissement	Moyens de subsistance à risque		
Systemes politiques	Marchés	Revenu faible		
Systemes économiques	Liberté de la presse	<b>Société vulnérable</b>		
	Société civile	Groupes à risque		
	<b>Forces à l'échelle macro</b>	Capacité d'adaptation insuffisante		
	Croissance de la population	<b>Mesures publiques</b>		
	Urbanisation	Manque de préparation		
	Dépenses en armements	Maladies endémiques		
	Remboursement de la dette			
	Déforestation			
	Dégradation des sols			

Source : Blaikie *et al.* (1994).

Bien que l'analyse des catastrophes ne doive pas être séparée de la vie quotidienne, l'évaluation des catastrophes se concentre souvent uniquement sur le rôle des facteurs climatiques déclencheurs, tels que les risques ou les phénomènes naturels. Un exemple tiré du Soudan du Sud (figure 3.6) illustre pourquoi une telle approche est insuffisante et inadaptée pour comprendre les catastrophes.

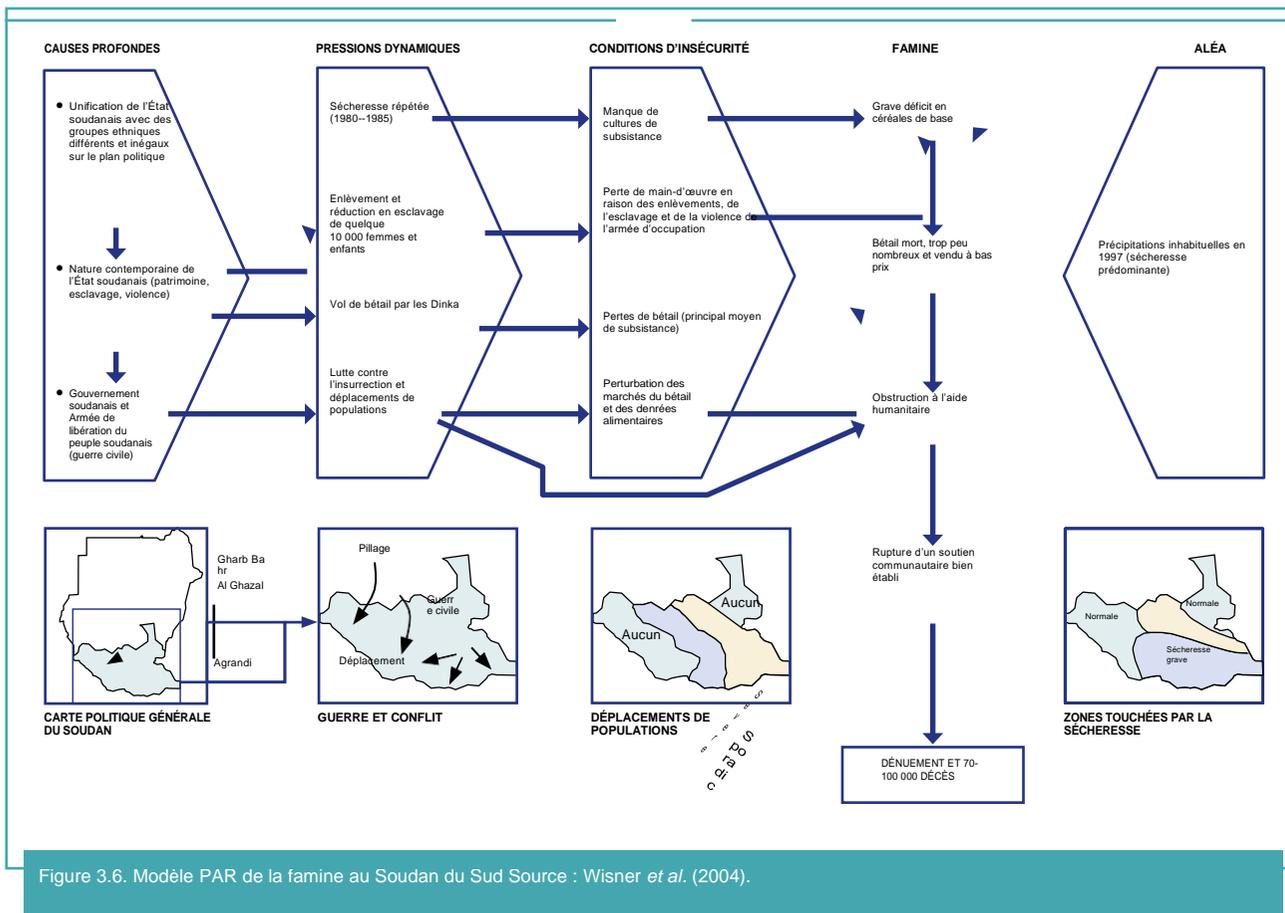
Les conflits violents qui sévissent au Soudan du Sud augmentent la vulnérabilité, car ils portent atteinte aux processus sociaux, aux capacités et aux possibilités d'anticiper les besoins liés aux catastrophes ou de donner la priorité aux dispositifs de résilience et d'adaptation. Par conséquent, les dommages ou les pertes de vies humaines et de biens provoqués par une catastrophe sont aggravés par l'incapacité des communautés touchées à reconstruire leurs habitations et à recouvrer leurs moyens de subsistance, ce qui les rend plus vulnérables aux effets de futurs aléas.

### 3.1.4 Gestion du risque de sécheresse et dimension de genre

Les questions environnementales, telles que les effets néfastes du temps et du climat, sont genrées (OMM, 2019). Les hommes et les femmes ont des rôles socialement construits différents, ce qui se traduit par différents modèles d'utilisation et de droits de contrôle sur les ressources naturelles locales. Le risque n'aura donc pas les mêmes conséquences sur les hommes et les femmes (voir figure 3.7). Ces interactions complexes entre le contexte socioéconomique, les inégalités multiples et la pauvreté, ainsi que le temps et les phénomènes climatiques, créent des conditions de risque en constante évolution (Olsson *et al.*, 2014).

Les grandes difficultés sous-jacentes liées à la gouvernance durable et résiliente des zones arides résident dans le cadrage stratégique des politiques, ainsi que dans la hiérarchisation des politiques économiques, lorsque celles-ci sont essentiellement axées sur la notion de citoyen masculin. Ces stratégies et politiques peuvent marginaliser les intérêts des communautés des zones arides, en particulier les bergers et les femmes (Forsythe *et al.*, 2015).

En ce qui concerne les politiques, l'attention doit porter sur l'appropriation des ressources par les femmes et leur accès à ces ressources (services de conseil, intrants agricoles, etc.). Tout en tenant compte de leurs connaissances en matière de gestion, il convient de veiller à ce que les technologies et les politiques soient pertinentes pour les femmes, en s'appuyant sur leur savoir et en les impliquant dans les processus décisionnels. La mise en place de partenariats et de forums, le renforcement des capacités, la promotion d'un meilleur accès à l'éducation et aux soins de santé, la légalisation des droits fonciers des femmes et l'élaboration de régimes de propriété foncière tenant compte de la dimension de genre sont tout autant d'aspects d'une même solution.



Le cadre ébauché dans le présent manuel vise à guider le processus d'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité. Il est important d'avoir conscience que la vulnérabilité est liée au risque de sécheresse (pilier 1, chapitre 2). L'objectif ultime du manuel est d'identifier les mesures de préparation qui permettent de réduire la vulnérabilité (pilier 3, chapitre 4). Plutôt que de fournir des explications approfondies à chaque étape, l'objectif est de donner une structure logique aux évaluations de l'impact et de la vulnérabilité et aux questions à poser (et auxquelles il faut répondre) au cours du processus.

Il est important de noter que même si les différentes étapes sont mentionnées dans un ordre linéaire, l'évaluation peut suivre un processus itératif pour de nombreux aspects. En outre, les parties prenantes doivent être impliquées dans toutes les étapes de l'évaluation afin de recueillir des informations pertinentes et d'aborder des aspects importants de l'analyse, tels que l'équité, la sensibilisation culturelle, l'urgence et le caractère approprié (OMM et GWP, 2014). La participation des parties prenantes au processus d'évaluation, qui est un élément crucial de tout système d'alerte précoce efficace, accroît également la sensibilisation et l'approbation des décisions.

Le présent projet de cadre a été élaboré à partir des publications suivantes, que nous vous encourageons à lire :

- *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse : Un modèle d'action* (OMM et GWP, 2014).
- *Assessing Drought Hazard and Risk: Principles and Implementation Guidance* (Banque mondiale, 2019).
- *A Framework for Climate Change Vulnerability Assessment* (GIZ, 2014).

L'intégration des questions de genre dans l'ensemble du cycle de vie des projets et des initiatives, avec le soutien des mécanismes financiers et des organisations qui encouragent la gestion durable des terres dans les zones arides, devrait renforcer ces mesures (CNULCD, n. d.).

Une étude réalisée par le GWP sur les principales solutions en faveur de l'égalité des genres dans la gestion des ressources en eau formule une recommandation générale à l'appui des données probantes et des arguments commerciaux en faveur d'une gestion inclusive des ressources en eau (GWP, 2017) (tableau 3.4).

### 3.2 Cadre pour l'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité

Actuellement, l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences est un élément clé d'une gestion proactive de la sécheresse, qui contribue à une préparation éclairée en vue d'accroître la résilience à la sécheresse. Cependant, comme on l'a vu dans la première partie de ce chapitre, l'identification de la vulnérabilité à la sécheresse pose plusieurs difficultés en raison de sa nature complexe.



## TERRES ET GENRE



### Les facteurs de dégradation des sols ne sont pas impartiaux sur les questions de genre.



Globalement, les femmes représentent 43 % de la main-d'œuvre agricole, mais elles possèdent généralement les plus petites exploitations et les terres les plus marginalisées. Elles disposent aussi d'un accès plus limité que les hommes aux informations techniques et aux facilités de crédit.



Moins de 20 % des propriétaires fonciers à travers le monde sont des femmes.



Seuls 13 % des utilisateurs des terres qui prennent des décisions importantes concernant les terres agricoles sont des femmes.



Moins de 20 % des propriétaires fonciers à travers le monde sont des femmes.



Deux fois plus de femmes que d'hommes souffrent de malnutrition, et les filles risquent deux fois plus que les garçons de mourir de malnutrition

### Les femmes sont des actrices de l'innovation et du changement pour la gestion durable des terres



Dans le secteur de l'agriculture, l'égalité entre les genres peut à elle seule augmenter les rendements des exploitations dirigées par des femmes de 20 à 30 % et la production agricole totale des pays en développement de 2,5 à 4 %.

Ouganda	Maroc	Inde	Éthiopie
Les femmes ayant adopté des techniques durables de gestion des terres ont constamment pu faire des réserves de nourriture. Elles s'efforcent désormais d'obtenir une expertise gouvernementale pour participer au commerce alimentaire.	Après avoir participé à un projet régional de restauration des oasis dégradées, plusieurs femmes ont voulu s'impliquer dans la gouvernance locale. La première année, 12 femmes sont devenues représentantes de leur trois communautés.	Un projet quadriennal de restauration des terres comprenant des interventions communautaires et axées sur la dimension de genre a permis d'augmenter les moyens de subsistance de 10 %.	Déléguer l'attribution de titres aux collectivités locales au moyen de certificats a encouragé les femmes à s'approprier les terres.

### L'autonomisation des femmes rurales

En comblant les écarts entre les genres dans tous les domaines liés à l'utilisation des terres, on pourrait améliorer les résultats nationaux.

**Veiller à ce qu'il soit tenu compte de la participation et des intérêts des femmes dans les programmes et projets publics relatifs aux terres.**

**Identifier et autonomiser** les acteurs de la mobilisation sociale pour encourager la participation des femmes, les accompagner dans leurs fonctions de direction et leur fournir des conseils spécialisés sur la gestion durable des terres.

**Mettre en place** des incitations (financements, etc.) pour appuyer des projets pilotes et novateurs à grande échelle axés sur la parité hommes-femmes.



United Nations  
Convention to Combat  
Desertification  
WWW.UNCCD.INT

Tableau 3.4. Domaines d'action définis afin de favoriser l'égalité des genres dans le cadre de la gestion des ressources en eau

**Domaine d'action 1** – Leadership et engagement institutionnels

**Faire de l'égalité des genres et de l'inclusion un objectif institutionnel fondamental.**

Des politiques et des programmes de gestion des ressources en eau inclusifs conduisent à une plus grande durabilité économique, environnementale et sociale. Pour que cela devienne une réalité, les organisations doivent s'assurer qu'elles disposent des processus, des systèmes, du leadership et des ressources adéquats. Pour institutionnaliser les pratiques inclusives, et pour combler le fossé entre politiques et pratiques, un leadership est nécessaire à tous les niveaux d'une organisation. Les jeunes dirigeantes, par exemple, doivent être prises au sérieux et avoir des rôles importants au sein des organisations.

**Domaine d'action 2** – Analyse des questions de genre et de l'inclusion qui suscite le changement

**Mener une analyse des questions de genre et de l'inclusion à tous les niveaux.**

Une analyse de qualité est nécessaire pour garantir une égalité maximale. Elle doit tenir compte du contexte actuel (pour repérer les problèmes d'exclusion) ainsi que des effets attendus de toute intervention sur les membres de la communauté (femmes et hommes, garçons et filles, personnes transgenres, handicapées et marginalisées). Elle doit ensuite influencer la conception de programmes et de projets, les cadres juridiques, etc. Il est également important de s'appuyer sur des cadres d'analyse des questions de genre pour orienter les décisions en matière de suivi, d'évaluation et d'apprentissage.

**Domaine d'action 3** – Participation active et inclusive à la prise de décisions et aux partenariats

**Veiller à ne prendre aucune décision concernant certains groupes de populations sans eux.**

Intégrer les personnes qui seront affectées par les décisions prises en matière de gestion de l'eau n'est pas seulement une question de chiffres. Il s'agit avant tout d'une participation « active ». Cette démarche comprend une formation, un soutien financier, une mobilisation à long terme et un travail en partenariat avec des organisations (de femmes, de peuples autochtones, de personnes handicapées, etc.).

**Domaine d'action 4** – Égalité d'accès aux ressources et de pouvoir de contrôle

**Garantir des conditions de concurrence équitables en ce qui concerne l'accessibilité et le contrôle des ressources.**

Des efforts considérables sont nécessaires pour garantir que l'accessibilité et le contrôle des ressources (terrestres et hydriques) rendent leur appropriation plus inclusive. Il convient de s'attaquer aux obstacles juridiques ainsi qu'au droit coutumier et aux pratiques culturelles. Étant donné le caractère sensible de ces questions, les personnes marginalisées elles-mêmes sont les mieux placées pour éclairer les stratégies visant à faire tomber ces obstacles à l'égalité.

Figure 3.7. Données factuelles relatives à la situation en matière d'égalité des genres dans le cadre de la gestion des terres et des ressources. Source : CNULCD (2019) ; [https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2018-01/GAP%20FRE%20%20low%20res\\_0.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2018-01/GAP%20FRE%20%20low%20res_0.pdf)

Source : GWP (2017).

### 3.2.1 Étape A – Cadrage

Durant cette étape, l'objectif et l'approche générale de l'évaluation doivent être définis. Les questions suivantes peuvent faciliter le processus de cadrage :

- Quels sont le problème et le contexte ?
- Quel est l'objectif de l'évaluation ? À quelles questions l'évaluation doit-elle répondre ?
- Quelles sont la portée et les limites de l'évaluation ?
  - Quels sont les secteurs à prendre en compte ?
  - Quelle est l'échelle spatiale visée (locale, nationale, infranationale, régionale, mondiale) ?
  - Quel est l'horizon temporel étudié (c'est-à-dire actuel/futur, à court terme/à long terme) ?

### 3.2.2 Étape B – Évaluation de l'impact

Durant cette étape, les effets passés, et éventuellement actuels, de la sécheresse sont évalués grâce à la collecte et l'analyse de données, conformément à la portée de l'évaluation. L'annexe 1 des *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse* (OMM et GWP, 2014) fournit une liste de contrôle des effets possibles, qui peut être utilisée comme modèle. Cette liste de contrôle étant axée sur les répercussions sur l'agriculture, elle devra probablement être élargie pour s'adapter à l'approche multisectorielle de l'évaluation de l'impact mise au point ces dernières années.

À une étape ultérieure, différents types de conséquences de la sécheresse sont classés en fonction de la gravité de la sécheresse. Il convient ici de tenir compte de la progression de la vulnérabilité, laquelle peut modifier le degré de gravité attribué à des conséquences futures de la sécheresse.

Lorsque l'on analyse les effets passés et actuels et que l'on anticipe les effets futurs, il est possible de dégager des tendances, ce qui est utile pour une planification proactive de la sécheresse. Les évaluations de l'impact jettent les bases de l'évaluation de la vulnérabilité, car elles permettent de mettre en évidence les secteurs, les populations ou les activités qui sont vulnérables à la sécheresse.

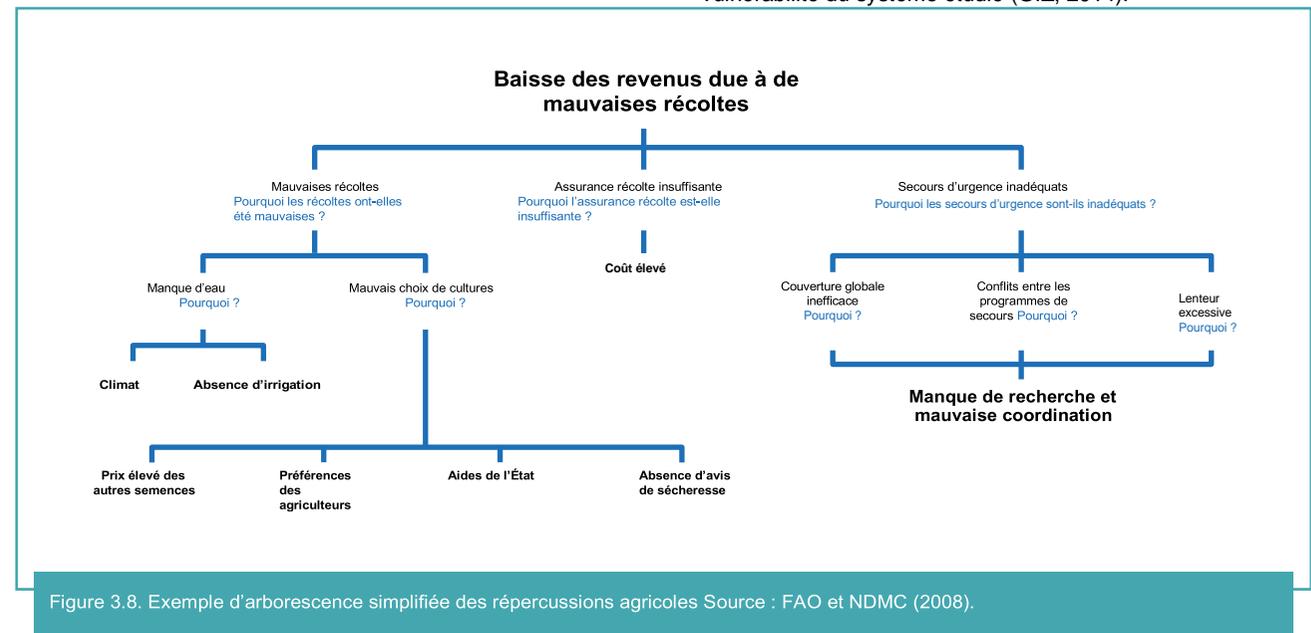
Classer les impacts pertinents qui ont été relevés peut permettre de déterminer ceux à considérer en priorité et ceux qui peuvent attendre. Les questions relatives à la hiérarchisation des impacts peuvent notamment être les suivantes (OMM et GWP, 2014) :

- Quels sont les coûts des mesures d'atténuation ?
- Quelle est l'étendue géographique de l'impact ?
- Quelles tendances devraient-ils suivre dans le temps ?

- Cet impact est-il considéré comme une priorité publique ?
- Le fait de le cibler améliore-t-il l'équité dans le processus de relèvement post-sécheresse ?

### 3.2.3 Étape C – Évaluation de la vulnérabilité

Les évaluations de la vulnérabilité portent sur les causes sous-jacentes aux effets de la sécheresse et, partant, comblent le fossé entre les évaluations de l'impact et la formulation de politiques de préparation. L'une des manières d'aborder une évaluation de la vulnérabilité est d'élaborer une arborescence simplifiée des répercussions agricoles, en commençant par les effets qui ont été évalués et en se renseignant sur leurs causes, comme l'illustre la figure 3.8 (OMM et GWP, 2014). Dans certains cas, il peut être utile de distinguer l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation d'un système touché par la sécheresse afin d'obtenir une image plus précise de la vulnérabilité du système étudié (GIZ, 2014).



### 3.3 Méthodes d'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité

#### 3.3.1 Aperçu des méthodes, outils et ensembles de données relatifs aux évaluations de l'impact et la vulnérabilité

Un récent examen de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, de la FAO, du GWP et de l'OMM a permis de définir des approches pertinentes de l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences (CNULCD *et al.*, 2019).

Les méthodes appropriées pour l'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité peuvent être déterminées en répondant aux questions de l'étape A du cadre d'évaluation. Le tableau 3.3 résume les approches méthodologiques pertinentes pour l'évaluation de l'impact (étape B du cadre d'évaluation). Les approches relatives à l'évaluation de la vulnérabilité (étape C du cadre d'évaluation) présentées ici sont en grande partie des méthodes ascendantes, ce qui signifie que l'évaluation se concentre sur

le contexte de développement sous-jacent qui explique la sensibilité et l'exposition préalables des populations. En d'autres termes, ces évaluations permettent de savoir les personnes ou les choses qui sont en danger, et pourquoi. Comme décrit dans le projet de cadre pour l'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité, la sélection d'une méthode appropriée dépend de la portée de l'évaluation qui aura été définie. Les synthèses des approches d'évaluation de la vulnérabilité présentées dans les tableaux 3.4 et 3.5 sont regroupées en plusieurs catégories (évaluations sur le terrain, évaluations à l'échelle nationale et évaluation à l'échelle mondiale).

Tableau 3.5. Approches méthodologiques pour l'évaluation des effets de la sécheresse

Approches méthodologiques	Brève description de l'approche	Exemples de méthodes, d'outils et d'ensembles de données pertinents	Hyperliens ou références à des exemples	Points forts	Points faibles
Évaluation des besoins après une catastrophe	Évaluation interorganisations réalisée dans le pays pour définir la portée et les priorités d'une intervention cohérente en cas de catastrophe	Voir les deux volumes de documents d'orientation (GFDRR, 2013). S'appuie principalement sur les statistiques nationales.	GFDRR (2018a ; 2018b ; 2017 ; 2012)	Des arguments économiques sont avancés. Il s'agit de méthodes globales, intersectorielles et à long terme, adaptées à plusieurs échelles et prévoyant des interventions sur le terrain.	Les contraintes de temps peuvent compromettre l'application de ces méthodes. Les liens avec les communautés locales touchées sont considérés comme insuffisants, en particulier en cas de délais limités. Fortement tributaire des données préexistantes accessibles dans le pays.
Estimation globale rapide des dommages après une catastrophe	Nouvelle méthode proposée pour le processus d'évaluation documentaire précurseur susmentionné	S'appuie principalement sur la télédétection et les données de World Population. Relativement nouveau/n'a pas encore fait ses preuves.	Gunasekera <i>et al.</i> (2018)	Compatible avec une évaluation des besoins après une catastrophe. Rapide, peu coûteux	Aucun lien avec le terrain ; il s'agit d'une approche documentaire rapide. Peu susceptible de prendre en compte les besoins des plus vulnérables. Forte dépendance à l'égard de données préexistantes accessibles en dehors du pays.
Base de données sur les urgences	Compilation de cas	Dépend des méthodes des contributeurs.	<a href="https://www.emdat.be/">https://www.emdat.be/</a>	Des arguments économiques sont avancés en faveur d'une approche de gestion proactive. Implique le secteur privé, les compagnies d'assurance, etc. Couvre une longue période.	Incomplète ; dépend de la contribution d'organismes. S'appuie sur des données secondaires ; les informations approfondies font défaut (emplacements géographiques et étendue, par exemple).

Source : légèrement adapté de CNULCD *et al.* (2019).

**Exemple : initiatives visant à rendre compte des conséquences de la sécheresse**

*Drought Impact Reporter*

Le Centre national de lutte contre la sécheresse (NDMC), au sein de l'université du Nebraska à Lincoln, cherche à combler le manque d'ensembles cohérents de données sur les conséquences des pénuries d'eau en créant un système en ligne de notification des effets de la sécheresse pour les États-Unis (*Drought Impact Reporter*), qui est doté des principales fonctionnalités suivantes (Wilhite *et al.*, 2007) :

- création d'un système d'archivage des informations sur les conséquences de la sécheresse ;
- fourniture d'un système de mise à disposition de cartes interactives qui soit efficace et axé sur l'utilisateur ;
- établissement de liens avec les organismes publics, les organisations non gouvernementales, les groupes de recherche universitaires et les programmes de vulgarisation, ainsi qu'avec d'autres acteurs, y compris le grand public, afin de fournir des rapports d'impact opportuns pour garantir une compilation exhaustive des effets de la sécheresse, dans tous les secteurs et à toutes les échelles possibles ;
- promotion d'un processus continu de retour d'informations par les utilisateurs, d'évaluation, d'appréciation et de diffusion des données sur les effets de la sécheresse.

Lancé en juillet 2005, le Drought Impact Reporter est disponible sur le site Internet du NDMC (<http://drought.unl.edu>).

*European Drought Impact Database*

<https://www.geo.uio.no/edc/droughtdb/edr/impactdatabase.php>

**Tableau 3.6. Approches méthodologiques pour l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse aux niveaux local et infranational**

Axe sectoriel de l'approche	Brève description de l'approche	Exemples de méthodes, d'outils et d'ensembles de données pertinents	Hyperliens ou références à des exemples	Points forts	Points faibles
Méthode d'évaluation de la résilience et des moyens de subsistance au niveau communautaire	L'accent est mis sur les personnes, leurs biens et leur capacité à se remettre d'un épisode de sécheresse.	Évaluation participative rapide et ensembles de données secondaires : enquêtes sur les ménages, recensements, bases de données axées sur les projets, etc.	Dazé <i>et al.</i> (2009) ; PROVIA (2013). <a href="http://www.ihsn.org">www.ihsn.org</a> <b>Voir l'étude de cas 2 à la section 3.4.</b>	Garantit une analyse axée sur les personnes, qui s'intéresse à d'autres aspects que les revenus. Garantit des arguments économiques relatifs aux ménages. Peut s'adapter à une vision à long terme. Tient compte de différents types de capacités. Est bien maîtrisée par les professionnels. Est reliée aux agroécosystèmes.	Demande du temps et beaucoup de données. Se concentre sur les ménages, peut ne pas s'appliquer à plusieurs échelles. Peut ne pas rendre compte des conséquences pour les économies nationales et régionales. Peut privilégier les recommandations visant à diversifier le portefeuille de moyens de subsistance. Omet souvent de dégager des solutions stratégiques pour la gestion des ressources en eau.
Approche agroécologique fondée sur les écosystèmes	Se concentre sur les écosystèmes, leur productivité et leurs réactions aux phénomènes climatiques extrêmes.	Évaluation rurale participative : calendriers saisonniers Télé-détection des systèmes de couverture terrestre ou d'utilisation des terres et du climat Intervention culture-eau et modèles bioéconomiques (y compris pour le bétail) Analyse de la chaîne de valeur Évaluation des services écosystémiques	<a href="http://www.seea.un.org">www.seea.un.org</a> (Voir également : Projet d'évaluation de la dégradation des terres arides [ <i>Land Degradation Assessment in Drylands</i> ou LADA] de la FAO [FAO, 2013] et CDB [2019] ; Cowie <i>et al.</i> [2018] ; ELD [2015] ; ELD et PNUE [2015] ; INWEH [2011] ; Swiderska <i>et al.</i> [2018]).	Garantit la couverture des systèmes de production dépendant des ressources. Peut être reliée aux modèles climatiques et économiques. Peut faire l'objet d'une cartographie et d'un suivi à faible coût à l'aide de données satellite. De nombreuses options d'adaptation agricole sont certainement possibles. Est connue des systèmes de vulgarisation agricole et de la main-d'œuvre en place.	Tient compte des groupes pauvres et marginaux. N'est pas toujours systématique. Se concentre davantage sur l'agriculture que sur les autres secteurs. Peut ne pas rendre compte des vulnérabilités en milieu urbain. N'est pas nécessairement une approche à long terme. Se concentre sur les champs, peut ne pas s'appliquer à plusieurs échelles. Peut avoir des horizons temporels relativement courts. Ne tient pas compte des besoins en eau des autres secteurs de l'économie.

Tableau 3.6. Approches méthodologiques pour l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse aux niveaux local et infranational (suite)

Axe sectoriel de l'approche	Brève description de l'approche	Exemples de méthodes, d'outils et d'ensembles de données pertinents	Hyperliens ou références à des exemples	Points forts	Points faibles
Méthode de comptabilité du bilan hydrique et de gestion par bassin	Se concentre sur la disponibilité des ressources en eau et sur les liens qui existent avec la demande émanant de différents secteurs de l'économie.	Informations et modèles climatiques, modèle PAR : cartographie des ressources  Comptabilité des ressources en eau (objectif de développement durable 6.4) et estimation de la demande  Modèles hydrologiques (aux niveaux mondial et des bassins versants), télédétection et systèmes d'information géographique	He <i>et al.</i> (2017) ; Pedro-Monzonis <i>et al.</i> (2016) ; SEEA (2017) ; ONU-Eau (2017)  <a href="https://seea.un.org/content/seeewater">https://seea.un.org/content/seeewater</a>	Tient compte de l'offre et de la demande en eau dans l'ensemble de l'économie, y compris en milieu urbain. Utilise efficacement les modèles et scénarios climatiques. Est reliée aux systèmes de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse. Peut permettre de repérer les besoins en capacités. Peut permettre de définir certaines mesures de gestion des risques.	Entraîne des difficultés institutionnelles liées à la coordination de la collecte, la gestion et l'analyse des données. Les données relatives aux prélèvements d'eau sont souvent incomplètes dans les zones touchées par la sécheresse. Peut nécessiter des informations sur la gestion des nappes phréatiques. Le rythme des prélèvements d'eau municipaux et industriels dépasse celui de l'utilisation de l'eau à des fins agricoles, qui est par ailleurs mieux comprise. Met en évidence les questions transfrontalières et met en avant des sensibilités politiques et sécuritaires dans certains pays.

Source : CNULCD *et al.* (2019).

Tableau 3.7. Approches méthodologiques pour l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse aux niveaux national et international

Axe sectoriel de l'approche	Brève description de l'approche	Exemples de méthodes, d'outils et d'ensembles de données pertinents	Hyperliens ou références à des exemples	Points forts	Points faibles
<b>Approches nationales</b>					
Méthode d'évaluation macroéconomique	Se concentre sur les conséquences pour la planification du développement économique national.	Comptabilisation de la richesse nationale et modèles de croissance économique du produit intérieur brut	GFDRR (2012) ; BIRD (2005) ; Venton (2018) ; Venton <i>et al.</i> (2019)	Peut permettre d'étudier les effets économiques à long terme de la sécheresse et justifier une meilleure prise de décisions au niveau national.	Néglige souvent les économies informelles où les populations les plus vulnérables gagnent leur vie. Les évaluations économiques sont controversées et souvent contestées ou rejetées.
Analyse institutionnelle	Se concentre sur la dynamique des parties prenantes, la communication et les relations de pouvoir.	Cartographie des institutions, diagrammes de Venn, analyse des réseaux	King-Okumu <i>et al.</i> (2017)  <b>Voir l'étude de cas 1 à la section 3.4</b>	Inscrit l'évaluation dans le cadre de la gouvernance. Fournit une feuille de route pour la conception du processus d'évaluation.	Est subjective, politique et évolutive. Identifier et prendre en compte toutes les parties prenantes pertinentes est un processus qui peut s'avérer difficile, voire interminable.

Tableau 3.7. Approches méthodologiques pour l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse aux niveaux national et international (suite)

Axe sectoriel de l'approche	Brève description de l'approche	Exemples de méthodes, d'outils et d'ensembles de données pertinents	Hyperliens ou références à des exemples	Points forts	Points faibles
Approche inclusive	Se concentre sur la conception du processus de consultation.	Se concentre sur les groupes cibles (par exemple, l'analyse des questions de genre [objectif de développement durable 5]). Bases de données ventilées	Askin <i>et al.</i> (2012) ; BIRD (2010)	Garantit l'inclusion des femmes et des groupes marginaux. Peut permettre de déterminer les capacités de ces groupes, ainsi que leurs vulnérabilités.	Peut être chronophage et représenter un défi logistique. L'inclusion de représentants symboliques n'est pas toujours efficace. Peut être délicate en cas de situations de conflit.
<b>Approches mondiales</b>					
Suivi des objectifs de développement durable	Les ensembles de données font l'objet d'un suivi au niveau national.	Cibles 1.5, 6.4 et 15.3	<a href="https://sdgs.un.org/fr/goals">https://sdgs.un.org/fr/goals</a>	Tous les pays ont pris des engagements, et la communauté internationale entend apporter son soutien.	Se concentre sur les ensembles de données nationaux. Ne cible pas efficacement les régions de chaque pays les plus exposées à la sécheresse.
Cartographie internationale de la vulnérabilité	Composante de la cartographie internationale des risques de sécheresse (avec les cartes sur les aléas et l'exposition)	Indicateurs génériques mondiaux et systèmes d'information géographique	Carrão, <i>et al.</i> (2016) <b>Voir également la figure 3.4 et la section 3.3.2.</b>	La carte visuelle d'exposition comparative est un outil efficace et puissant : <a href="http://edo.jrc.ec.europa.eu/scado/php/index.php?id=3000">http://edo.jrc.ec.europa.eu/scado/php/index.php?id=3000</a> .	Processus dissolu. S'accompagne d'échéances. La cartographie des vulnérabilités dépend de celle de l'exposition. Les données ne sont pas fiables.

Source : CNULCD *et al.* (2019).

### 3.3.2 Utilisation d'indicateurs et d'indices dans les évaluations de l'impact et de la vulnérabilité

Les indicateurs et les indices sont considérés comme de précieux outils en raison de leur utilité pour synthétiser des conditions et des évolutions complexes. Ceci est particulièrement utile dans un contexte marqué par la tangibilité croissante des effets de la sécheresse et de la vulnérabilité à ce phénomène, lors de l'élaboration des politiques et des plans de gestion de la sécheresse. Par exemple, de récents efforts ont conduit à la visualisation de la vulnérabilité à l'échelle mondiale à partir d'indicateurs – un outil visuel puissant pour se faire une première idée des régions vulnérables (figure 3.4 ; Carrão *et al.*, 2016 ; UNDRR,

2019 ; Vogt *et al.*, 2018). Les indicateurs semblent être utiles parce qu'ils synthétisent et simplifient la description d'états de fait complexes, tels que la vulnérabilité des ménages, des régions ou des pays, en un seul chiffre qui peut ensuite être facilement utilisé par les décideurs publics (Hinkel, 2011). Cependant, une préoccupation majeure est que beaucoup des indicateurs mis au point n'ont pas répondu à cette attente et ont été critiqués pour ne pas être fiables d'un point de vue scientifique ni pertinents d'un point de vue politique. Les résultats divers et détaillés des évaluations de la vulnérabilité utilisant des approches ascendantes risquent de ne pas être correctement pris en compte, car ils sont souvent de nature qualitative, et non quantitative.

À titre d'exemple, la capacité d'adaptation peut être estimée en fonction de la présence de certaines institutions villageoises qui permettent aux habitants d'organiser des activités de conservation des ressources. Les indicateurs étant choisis en fonction des facteurs qui déterminent la vulnérabilité et la capacité d'adaptation, ils sont propres à chaque cas (Hinkel, 2011).

Bien que les méthodes d'évaluation soient limitées, les indicateurs peuvent être des outils puissants s'ils sont utilisés avec soin et que leurs limites sont mises en évidence. En général, la vulnérabilité est évaluée à l'aide d'un indice composite reposant sur l'agrégation d'indicateurs indirects pour rendre compte des différents facteurs ou aspects de la vulnérabilité.

Deux exemples sont présentés ci-après. L'un définit une valeur à partir des facteurs de vulnérabilité (Naumann *et al.*, 2014) et l'autre désigne la vulnérabilité comme un facteur composite d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation (Ortega-Gaucin *et al.*, 2018).

#### Indicateur de vulnérabilité à la sécheresse

$$VS_i = \frac{Soc_i + Econ_i + Infr_i}{3}$$

où  $Soc_i$ ,  $Econ_i$  et  $Infr_i$  sont les facteurs de vulnérabilité sociale, économique et infrastructurelle pour la région  $i$ , respectivement (Naumann *et al.*, 2014).

Cet indicateur a été mis au point pour une application régionale en Afrique (Naumann *et al.*, 2014), mais il a également été utilisé pour cartographier le risque de sécheresse à l'échelle mondiale, comme le montre la figure 3.4 (Carrão *et al.*, 2016). Cette dernière étude a utilisé une approche distincte pour inventorier les différentes expositions à la sécheresse en identifiant les différents types d'entités physiques qui se trouvaient sur le terrain, comme les bâtiments, les infrastructures, les terres agricoles et les personnes.

#### Indice normalisé de vulnérabilité à la sécheresse

Cette approche utilise le modèle proposé par le GIEC (2014), qui explique la vulnérabilité en fonction de trois composantes : l'exposition ( $E$ ), la sensibilité ( $S$ ) et la capacité d'adaptation ( $CA$ ) :

$$IVS = f(I - CA) = f(E + S - CA)$$

Ici,  $V$  est la vulnérabilité globale, et  $I$  désigne l'impact potentiel de la catastrophe. Cette approche a été utilisée pour cartographier la vulnérabilité des municipalités mexicaines (Ortega-Gaucin *et al.*, 2018).

En général, des indicateurs et des méthodes d'analyse adéquats sont définis pour chaque composante de la vulnérabilité, par exemple l'exposition, la susceptibilité et la capacité d'adaptation. En fonction des facteurs de vulnérabilité relevés, les zones sont cartographiées et classées par niveau de vulnérabilité (faible, modéré, élevé et très élevé), selon une série de critères. Une étape ultérieure consiste à normaliser et pondérer toutes les composantes de la vulnérabilité afin de les agréger dans un indice de vulnérabilité.

#### Caractéristiques souhaitables d'un indice de vulnérabilité

L'élaboration d'indicateurs requiert de la prudence et une définition claire de l'objectif et du contexte auxquels il sera appliqué (Hinkel, 2011). En pratique, l'élaboration d'indicateurs comporte trois étapes fondamentales (Hinkel, 2011) :

1. Définir ce qui doit être mesuré – déterminer la portée de l'évaluation.
2. Sélectionner les variables indicatrices qui décrivent le mieux l'objectif de l'évaluation.
3. Agréger les variables indicatrices.

En outre, pour que l'indice soit approuvé et appliqué, il doit satisfaire à un certain nombre de critères :

- **Simplicité.** Il doit être facile à comprendre par les décideurs et autres utilisateurs de l'indice. Il doit également pouvoir être reproduit par des tiers à des fins d'évaluation et de vérification.
- **Caractère abordable.** Les données doivent être relativement faciles à obtenir et à traiter. Il est préférable qu'elles soient recueillies régulièrement, en même temps que les informations nécessaires à la gestion des ressources en eau.
- **Comparabilité entre pays et dans le temps.** Les indices élaborés en vue de comparer les résultats à travers le pays (ou les pays) doivent s'appuyer sur des

variables mesurées de manière homogène sur les plans géographique et temporel.

Voici enfin les principaux obstacles à une évaluation exhaustive de la vulnérabilité, quelle que soit l'échelle appliquée :

- une mauvaise connaissance des facteurs de vulnérabilité pertinents et de leurs interactions ;
- les difficultés liées à la prise en compte du point de vue des utilisateurs de ressources touchés et des groupes marginalisés ;
- le manque de données relatives aux conditions existantes ;
- la difficulté à élaborer des scénarios locaux et régionaux décrivant les changements à venir, y compris le changement climatique ;
- l'absence de méthodes d'analyse appropriées pour certains impacts.

De plus amples informations sur les outils disponibles pour les évaluations de l'impact et de la vulnérabilité peuvent être obtenues sur les sites Internet suivants.

Exemples de rapports d'évaluation de la vulnérabilité et des risques pour de nombreux pays et régions : <https://www.droughtmanagement.info/pillars/vulnerability-impact-assessment/>

<https://knowledge.unccd.int/drought-toolbox>

<https://droughtcatalogue.com/en/index.php/catalogue>

Une aide personnalisée peut être obtenue auprès du service d'assistance pour la gestion intégrée de la sécheresse :

<http://www.droughtmanagement.info/ask/ask-form/>

### 3.4 Études de cas

#### 3.4.1 Étude de cas 1 : Évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse au niveau des bassins au Mexique

Au Mexique, une série d'épisodes de sécheresse survenus entre 2010 et 2013 a conduit à la création de la Commission intersecrétariale pour la lutte contre la sécheresse et les inondations, chargée d'élaborer et de mettre en œuvre une politique nationale de lutte contre la sécheresse. Le Programme national de lutte contre la sécheresse (PRONACOSE) a été lancé en 2013 pour orienter ce processus, sous la coordination de la Commission nationale de l'eau du Mexique (CONAGUA). L'objectif du programme est d'adopter une série de mesures de prévention et d'atténuation pour réduire la vulnérabilité de la population à la sécheresse.

En vue de normaliser l'approche de l'évaluation de la vulnérabilité dans tout le pays, des programmes de prévention et d'atténuation de la sécheresse (PMPMS) ont été mis en place par 26 conseils de gestion des bassins versants à travers le pays (ainsi que dans 13 villes). Des directives normalisées sur la portée de l'évaluation ont été préparées par l'Instituto Mexicano de Tecnología et communiquées aux enquêteurs de certaines universités. La disponibilité inégale et limitée des ensembles de données a toutefois entravé l'application de procédures et de méthodes cohérentes. Par conséquent, des améliorations ont été apportées et ont abouti à la mise au point d'un indice normalisé de vulnérabilité à la sécheresse pour la cartographie de la vulnérabilité au niveau des municipalités (figure 3.9 ; voir aussi la section 3.3.2 sur les indicateurs). Au cours de ce processus, l'accent a été mis sur la définition et la sélection des indicateurs, puis sur la collecte d'informations, ainsi que la pondération et la normalisation des indicateurs calculés. Pour obtenir de plus amples informations sur les indicateurs de vulnérabilité utilisés, veuillez vous référer à Ortega-Gaucin *et al.* (2018).

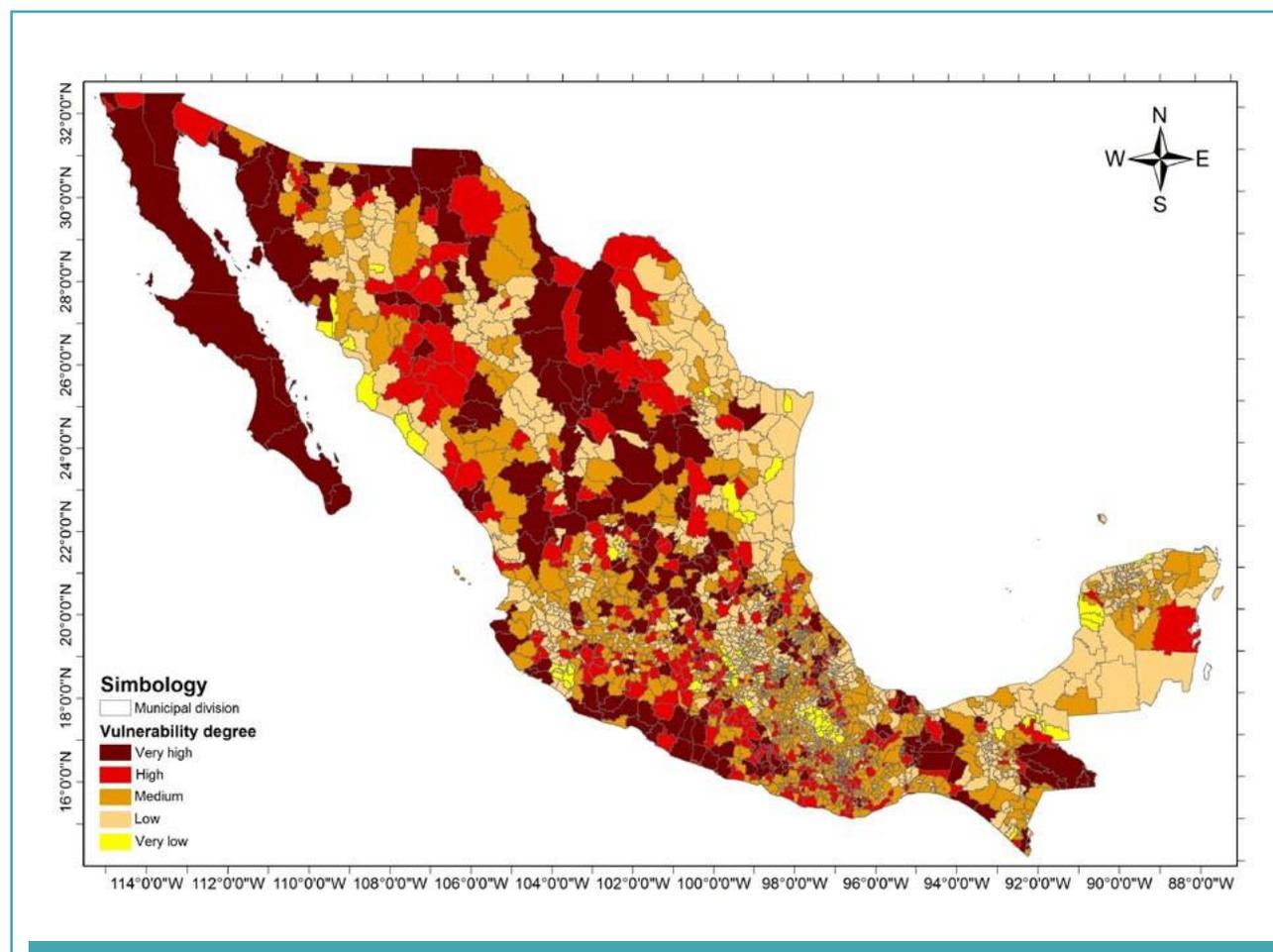


Figure 3.9. Cartographie de la vulnérabilité globale à la sécheresse telle qu'évaluée à l'aide de l'indice de vulnérabilité normalisé, ainsi que des indicateurs de vulnérabilité sociale, environnementale et socioéconomique Source : Ortega-Gaucin *et al.* (2018).

Le personnel de la CONAGUA et les chercheurs de 12 institutions nationales ont été formés pour normaliser les activités et le contenu de ces programmes, qui ont été mis en œuvre au cours des deuxième et troisième années du PRONACOSE (2014-2015). Une fois évalués, les programmes déployés entre 2016 et 2017 devaient être améliorés et actualisés avant d'être à nouveau mis en œuvre à partir de la sixième année (2018).

L'appropriation des programmes par les conseils de gestion des bassins garantira la poursuite de cette mise en œuvre progressive au-delà de la sixième année.

Les leçons et les bonnes pratiques suivantes ont été tirées du processus appliqué au Mexique :

- les débats méthodologiques, les limites des données et les incertitudes peuvent être surmontés à l'aide d'une approche pragmatique ;
- l'utilisation des meilleurs outils d'évaluation disponibles permet la participation des parties prenantes à un processus d'examen pratique ;
- l'utilisation et l'examen progressifs des méthodologies et des connaissances encouragent l'amélioration des outils et des méthodes disponibles au fil du temps ;
- l'implication des conseils de gestion des bassins versants dans le processus de révision favorise l'appropriation, car ces conseils comprennent des représentants de tous les usagers de l'eau.

Ce processus exige de créer un sentiment d'appartenance et de mobiliser les parties prenantes, deux démarches essentielles pour surmonter les défis qui se présentent lorsque l'on essaie de convenir de mesures qui réduiront la vulnérabilité à la sécheresse au lieu d'augmenter la concurrence pour des ressources rares. Les conseils ont également besoin d'une formation et d'une remise à niveau régulières pour être en mesure d'intervenir collectivement, comme le recommande le PMPMS. En substance, le succès du PRONACOSE et du PMPMS repose sur la capacité des conseils de gestion des bassins versants à s'approprier l'évaluation de la vulnérabilité, à assimiler collectivement les problèmes et à parvenir au consensus nécessaire entre les parties prenantes pour mettre en œuvre des solutions. Certes, cette approche inclusive fondée sur le consensus est un processus social qui demande du temps et des efforts proactifs, mais c'est la meilleure façon d'avancer, car, en cas de sécheresse, les efforts conjoints auront les meilleures chances de réduire les vulnérabilités.

Source : Ortega-Gaucin *et al.* (2018) ; CNULCD *et al.* (2019).

### 3.4.2 Étude de cas 2 : Recensement, profilage et évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse en Éthiopie

Depuis 2011, le gouvernement éthiopien s'efforce d'institutionnaliser la planification de la réduction des risques de catastrophes dans les *woredas*, ce qui implique l'élaboration de profils de risques de catastrophe et de plans de réduction des catastrophes<sup>1</sup>. Dans ce cadre, les zones vulnérables sont cartographiées, et les profils de risque sont gérés par la Direction de la réduction des risques de catastrophe de la Commission nationale de gestion des risques de catastrophe. Divers outils ont été préparés pour la collecte de données relatives aux profils de risques des catastrophes dans les *woredas* et pour la mise en œuvre d'autres activités de gestion et de réduction des risques de catastrophe, notamment un manuel de formation sur les profils de risques, des directives sur les plans d'atténuation, d'adaptation et d'urgence, ainsi que sur l'intégration de la réduction des risques de catastrophes, et différents questionnaires et listes de contrôle normalisés. Des activités de renforcement des capacités ont été menées au titre de ces directives et des outils connexes de planification et d'intégration.

Les profils de risques de catastrophe dans les *woredas* ont été établis avec la participation des pouvoirs publics et des organisations non gouvernementales, à savoir notamment des experts fédéraux, régionaux, zonaux et issus des *woredas*, mais aussi des organisations telles que la Banque mondiale, l'UNICEF, le PNUD, le Programme alimentaire mondial, Spanish Aid et CordAid. Outre leur contribution technique, les partenaires de développement ont également apporté leur soutien financier. Les profils de risques de catastrophe dans les *woredas* et les plans de réduction des risques de catastrophes ont été validés immédiatement après la collecte des données. L'approbation des décideurs aux niveaux régional, zonal et local (*woredas*) était essentielle à l'intégration des stratégies d'adaptation et d'atténuation des risques de catastrophes aux plans de développement sectoriels déployés au niveau des *woredas*.

<sup>1</sup> Pour de plus amples informations sur ce processus, veuillez consulter la page suivante : <https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/legacy-new/placemarks/files/5460989a93d42accra-eth-drm-planning-july14-fv-web.pdf>.

Pour chaque profil de risques des catastrophes dans les *woredas*, des informations sectorielles ont été recueillies sur la production agricole, la production animale, la santé humaine, l'eau et l'assainissement, l'environnement et d'autres facteurs liés aux mécanismes d'adaptation et aux suggestions de la communauté.

Trois types d'outils d'étude ont été utilisés dans le cadre des enquêtes primaires. Les deux premiers sont qualitatifs, tandis que le troisième est quantitatif :

- des discussions de groupe ;
- des entretiens avec des informateurs clés ;
- des enquêtes par sondage auprès des ménages.

En avril 2017, 412 *woredas* ont fait l'objet d'un recueil de données relatives aux profils de risque de catastrophe. Grâce à ces informations, des profils ont été élaborés pour 345 d'entre eux. Cet exercice couvrait la majorité des *woredas* exposés aux catastrophes naturelles en Éthiopie. La cartographie de la vulnérabilité et les évaluations des biens des ménages servent à éclairer un vaste processus de planification de la protection sociale et les efforts de secours déployés en cas de sécheresse en Éthiopie.

Source : ACCRA (n. d.) ; Commission européenne (2018) ; CNULCD *et al.* (2019).

### 3.5 Références et lectures complémentaires

- ACCRA, « *Ethiopia Good Practice Guide: Local Disaster Risk Reduction Planning* ». Africa Climate Change Resilience Alliance, Kampala, Uganda, n. d. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/legacy-new/placemarks/files/5460989a93d42accra-eth-drm-planning-july14-fv-web.pdf>.
- Askin, G., Luceno, B., Karlsson, G., Mann, T. et Misra, N., « Achieving gender equality through response to climate change: case studies from local action to global policy ». In : *Addressing Inequalities: The Heart of the Post-2015 Development Agenda and the Future We Want for All* (Blomstrom, E. et Eddy, N., dir.), 2012.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. et Wisner, B., *At Risk: Natural Hazards, People Vulnerability and Disasters*, 1re édition, 1994. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.4324/9780203428764>.
- Cap-Net PNUD, *Drought Risk Reduction in Integrated Water Resources Management Training Manual*. Cap-Net Programme des Nations Unies pour le développement, Pretoria (Afrique du Sud), 2015.
- Carrão, H., Naumann, B. et Barbosa, P., « Mapping global patterns of drought risk: an empirical framework based on sub-national estimates of hazard, exposure and vulnerability ». *Global Environmental Change*, vol. 39, p. 108-124, 2016. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.04.012>.
- Convention sur la diversité biologique, *Voluntary Guidelines for the Design and Effective Implementation of Ecosystem-Based Approaches to Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction and Supplementary Information. Technical Series n° 93*. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal (Canada), 2019.
- Cowie, A. L., Orr, B. J., Sanchez, V. M. C., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G. I., Minelli, S., Tengerberg, A. E., Walter, S. et Welton, S., « Land in balance: the scientific conceptual framework for land degradation neutrality ». *Environmental Science & Policy*, vol. 79, p. 25-35, 2018. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.011>.
- Dazé, A., Ambrose, K. et Ehrhart, C., *Climate Vulnerability and Capacity Analysis Handbook*. CARE International, Genève (Suisse), 2009.
- ELD, *ELD Initiative: User Guide – A 6+1 Step Approach to Assess the Economics of Land Management*. ELD Initiative, Bonn (Allemagne), 2015.
- ELD et PNUD, *The Economics of Land Degradation in Africa: Benefits of Action Outweigh the Costs*. ELD Initiative, Bonn (Allemagne), 2015.
- Commission européenne, « Assessment on the Operationalization of DRR System at Local Level ». Direction générale de la Coopération internationale et développement de la Commission européenne, 2018.
- FAO, « Drought ». Fiche d'information FAO Land & Water. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome (Italie), n. d. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.fao.org/3/aq191e/aq191e.pdf>.
- FAO et NDMC, *The Near East Drought Planning Manual: Guidelines for Drought Mitigation and Preparedness Planning*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome (Italie) et Centre national de lutte contre la sécheresse, Lincoln, Nevada (États-Unis), 2008.
- Field, C. B., Barros, V. R., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., van Aalst, R., Adger, W. N., Arent, D. J., Barnett, J., Betts, R., Bilir, T. E., Birkman, J., Carmin, J., Chadee, D. D., Challinor, A. J., Chatterjee, M., Cramer, W., Davidson, D. J., Estrada, U. O., Gattuso, J.-P., Hijioka, U., Hoegh-Guldberg, O., Huang, H. Q., Insarov, G. E., Jones, R. N., Kovats, R. S., Romero-Lankao, P., Larsen, J. N., Losada, I. J., Marengo, J. A., McLean, R. F., Mearns, L. O., Mechler, R., Morton, J. F., Niang, I., Oki, T., Olwoch, J. M., Opondo, M., Poloczanska, E. S., Pörtner, H.-O., Redsteer, M. H., Reisinger, A., Revi, A., Schmidt, D. N., Shaw, M. R., Soleci, W., Stone, D. A., Stone, J. M. R., Strzepek, K. M., Suarez, A. G., Tschakert, P., Valentini, R., Vicuña, S., Villamizar, A., Vincent, K. E., Warren, R., White, L. L., Wilbanks, T. J., Wong, P. P. et Yohe, G. W., « Technical Summary ». p. 35-94. In : *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC (Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. et White, L. L., dir.), Cambridge University Press, Cambridge, (Royaume-Uni) et New York, New York (États-Unis), 2014.
- Forsythe, L., Morton, J., Nelson, V., Quan, J., Martin, A. et Hartog, M., *Gender and Drylands Governance: Empowering Women for Change*. Institut des ressources naturelles, Université de Greenwich, Chatham (Royaume-Uni), 2015.
- Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement (GFDRR), *Kenya Post-Disaster Needs Assessment (PDNA) 2008-2011 Drought*, 2012. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/pdna-2011-kenya.pdf>.

- GFDRR, *Post-Disaster Needs Assessment Guidelines, Volume A*. Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement, 2013. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/pdn-a-guidelines-vol-a.pdf>.
- GFDRR, *National Disaster Recovery Framework: Building Back a Disaster-Affected Malawi Better and Safer Volume II Drought*. Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement et Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2017
- GFDRR, *Afghanistan – Multi-Hazard Risk Assessment*. Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement, Programme des Nations Unies pour le développement, Union européenne et Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2018a.
- GFDRR, *Somalia Drought Impact and Needs Assessment (Volume III)*. Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement et Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2018b.
- GIZ, *A Framework for Climate Change Vulnerability Assessments*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit et Climate Change Adaptation in Rural Areas of India, New Delhi (Inde), 2014.
- Gunasekera, R., Daniell, L., Pomonis, A., Arias, R. A. D., Ishizawa, O. et Stone, H., *Global Rapid Post-Disaster Damage Estimation (GRADE) Approach*. Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement, Washington D. C. (États-Unis), 2018.
- GWP, *Égalité des genres et inclusion dans la gestion des ressources en eau. Document d'action*. Partenariat mondial de l'eau, Stockholm (Suède), 2017. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/gender/gender-action-piece-french.pdf>.
- He, X., Wada, Y., Wanders, N. et Sheffield, J., « Intensification of Hydrological Drought in California by Human Water Management ». *Geophysical Research Letters*, vol. 44, n° 4, p. 1777-1785, 2017. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1002/2016GL071665>.
- Hinkel, J., « 'Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity': Towards a Clarification of the Science– Policy Interface ». *Global Environmental Change*, vol. 21, n° 1, p. 198-208, 2011.
- Banque internationale pour la reconstruction et le développement, *Ethiopia Risk and Vulnerability Assessment*. Human Development Group III Africa Region, Washington, D. C. (États-Unis), 2005.
- Banque internationale pour la reconstruction et le développement, *Participatory Scenario Development Approaches for Identifying Pro-Poor Adaptation Options: Capacity Development Manual*. Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2010.
- Réseau international pour l'eau, l'environnement et la santé, *Guidelines for the Preparation and Reporting on Globally-Relevant SLM Impact Indicators for Project-Level Monitoring Guidelines Prepared by the GEF MSP 'Ensuring Impacts from SLM – Development of a Global Indicator System' 'KM:Land' Initiative*. Réseau international pour l'eau, l'environnement et la santé de l'Université des Nations Unies, Hamilton (Ontario), Canada, 2011.
- GIEC, *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique. Rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. (Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Qin, D., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G.-K., Allen, S. K., Tignor, M. et Midgley, P. M., dir.). Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York, New York (États-Unis), 2012.
- GIEC, *Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. (Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, Pachuari R. K. et Meyer, L. A., dir.). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève (Suisse), 2014.
- King-Okumu, C., Jillo, B., Kinyanjui, J. et Jarso, I., « Devolving water governance in the Kenyan arid lands: from top-down drought and flood emergency response to locally driven water resource development planning ». *International Journal of Water Resources Development*, vol. 34, n° 4, p. 675-697, 2017. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1080/07900627.2017.1357539>.
- Naumann, G., Barbosa, P., Garrote, L., Iglesias, A. et Vogt, J., « Exploring drought vulnerability in Africa: an indicator based analysis to be used in early warning systems ». *Hydrology and Earth System Science*, vol. 18, n° 5, p. 1591-1604, 2014. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.5194/hess-18-1591-2014>.
- Olsson, L., Opondo, M., Tschakert, P., Agrawal, A., Eriksen, S., Ma, S., Perch, L. et Zakieldean, S. A., « Livelihoods and poverty » (Groupe de travail II du GIEC, Chapitre 13), p. 793-832, 2014. In : *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC (Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. et White, L. L., dir.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York (États-Unis), 2014. Disponible à l'adresse suivante : [https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIAR5-Chap13\\_FINAL.pdf](https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIAR5-Chap13_FINAL.pdf).

- Ortega-Gaucin, D., De la Cruz Bartolón, J. et Castellano Bahena, H. V., « Drought Vulnerability Indices in Mexico ». *Water*, vol. 10, n° 11, p. 1671, 2018. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.3390/w10111671>.
- Pedro-Monzonis, M., Solera, A., Ferrer, J., Andreu, J. et Estrela, T., « Water accounting for stressed river basins based on water resources management models ». *Science of The Total Environment*, vol. 565, p. 181-190, 2016. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.161>.
- Programme de recherche sur les incidences des changements climatiques et sur la vulnérabilité et l'adaptation à ces changements (PROVIA), *PROVIA Guidance on Assessing Vulnerability, Impacts and Adaptation to Climate Change. Consultation Document*. Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi (Kenya), 2013.
- SEEA, *SEEA Technical Note: Water Accounting*. Version du 27 octobre. Système de comptabilité environnementale et économique des Nations Unies, 2017.
- Swiderska, K., King-Okumu, C. et Islam, M. M., *Ecosystem-Based Adaptation: A Handbook for EbA in Mountain, Dryland and Coastal Ecosystems*. Institut international de l'environnement et du développement, Londres (Royaume-Uni), 2018.
- Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, « Land and gender ». Affiche. Plan d'action pour l'égalité entre les sexes, 2019. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2019-03/IWD\\_poster\\_3\\_1.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2019-03/IWD_poster_3_1.pdf). Série de fiches d'information thématiques no 4, Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, Bonn (Allemagne), n. d. Disponible à l'adresse suivante : [http://catalogue.unccd.int/23\\_loose\\_leaf\\_Desertification\\_gender.pdf](http://catalogue.unccd.int/23_loose_leaf_Desertification_gender.pdf)
- Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, FAO, GWP et OMM, *Drought Impact and Vulnerability Assessment. A Rapid Review of Practices and Policy Recommendations*. Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, Bonn (Allemagne), 2019. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.unccd.int/publications/drought-impact-and-vulnerability-assessment-rapid-review-practices-and-policy>.
- UNDRR, *Bilan mondial sur la réduction des risques de catastrophe – Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes*, Genève (Suisse), 2019.
- CCNUCC, *Glossary of Climate Change Acronyms and Terms*. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Bonn (Allemagne), 2019. Disponible à l'adresse suivante : <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms#v>.
- UNDRR, *Living with Risk: An Integrated Approach to Reducing Societal Vulnerability to Drought*. Nations Unies, Genève (Suisse), 2002.
- UNDRR, *Terminology on Disaster Risk Reduction*, Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes, Genève (Suisse), 2017. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.undrr.org/terminology>
- ONU-Eau, *Integrated Monitoring Guide for SDG 6 Step-by-Step Monitoring Methodology for Indicator 6.4.2 on Water Stress*. ONU-Eau, Genève (Suisse), 2017.
- Venton, C., *Economics of Resilience to Drought*. Agence des États-Unis pour le développement international, Washington D. C. (États-Unis), 2018.
- Venton, P., Cabot, C. V., Limones, N., Ward, C., Pischke, F., Engle, N., Wijnen, M. et Talbi, A., *Framework for the Assessment of Benefits of Action/Cost of Inaction (BACI) for Drought Preparedness*. Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2019.
- Vogt, J. V., Naumann, G., Masante, D., Spinoni, J., Cammalleri, C., Erian, W., Pischke, F., Pulwarty, R. et Barbosa, P., *Drought Risk Assessment and Management. A Conceptual Framework*. JRC Technical Reports. Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2018. Disponible à l'adresse suivante : <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/55fa1d08-fc2e-11e8-a96d-01aa75ed71a1/language-en>.
- Wilhite, D., Svoboda, M. et Hayes, M., « Understanding the complex impacts of drought: a key to enhancing drought mitigation and preparedness ». *Water Resources Management*, vol. 21, p. 763-774, 2007. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9076-5>.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. et Davis, I., *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. 2<sup>e</sup> édition. Routledge, New York, New York (États-Unis), 2004.
- OMM, *Gendered Impacts of Weather and Climate: Evidence from Asia, Pacific and Africa. Capstone Project Research Report*. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 2019. Disponible à l'adresse suivante : [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10106](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10106).
- OMM et GWP, *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse : Un modèle d'action (D. A. Wilhite)*. Programme de gestion intégrée de la sécheresse. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse) et Partenariat mondial de l'eau, Stockholm (Suède), 2014.

# 4

## Mesures d'atténuation, de préparation et d'intervention face à la sécheresse (pilier 3)

## 4.1 Introduction à la planification de la sécheresse

Les sécheresses sont définies par leurs conséquences (impacts), qui dépendent de leur gravité et de leur durée, ainsi que de la vulnérabilité de la société touchée. Il est possible de réduire cette dernière en veillant à ce que la préparation soit la pierre angulaire de toute politique nationale de lutte contre la sécheresse (National Development Planning Commission, 2000). Ce n'est pas le cas dans de nombreux endroits, et beaucoup d'efforts et de ressources sont consacrés aux secours en cas de catastrophe, ainsi qu'aux démarches de relèvement et de réhabilitation menées après la catastrophe, plutôt qu'aux mesures de préparation et de prévention entreprises avant la catastrophe. Cela entraîne invariablement d'immenses pertes et bouleversements de vies humaines, mais aussi des pertes économiques. En cas de bonne préparation, les pertes sont relativement faibles pour un phénomène de même ampleur.

Une attitude passive face aux risques de sécheresse consiste en général à simplement réagir une fois que la crise est là. Bien qu'il soit impossible de ne pas réagir dans une certaine mesure, des mesures proactives de réduction des risques – entreprises avant qu'une sécheresse survienne – pourraient permettre de limiter cette situation. Gérer la sécheresse doit vouloir dire anticiper l'inévitable – les sécheresses sont un phénomène climatique normal et récurrent – et aboutir à une approche visant à réduire au maximum les effets de la sécheresse en amont.

En général, la gestion des catastrophes correspond à l'organisation, la planification et l'application de mesures de préparation, d'intervention et de relèvement (UNDRR, 2017). Il est important de noter que la gestion des catastrophes ne permet pas toujours de prévenir complètement ces dernières ni d'éliminer les risques ; ce processus se concentre sur l'élaboration et la mise en œuvre de plans de préparation et autres pour réduire les répercussions des catastrophes et pour « reconstruire en mieux ». L'incapacité à définir et à appliquer une approche coordonnée de la gestion des risques pourrait porter

préjudice à la vie, aux biens et aux revenus (UNDRR, 2017). Il est nécessaire de faire la différence entre la gestion des catastrophes et la gestion des urgences, même si ces expressions sont utilisées indifféremment. Toutefois, le terme « urgence » peut également désigner des événements dangereux qui n'entraînent pas de catastrophe, c'est-à-dire une grave perturbation du fonctionnement d'une communauté ou d'une société, et ce, à n'importe quelle échelle.

La plupart des catastrophes se produisent sur de courtes périodes, voire même très courtes (un tremblement de terre, par exemple), alors que la sécheresse peut se développer et persister pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. Un épisode de sécheresse comprend plusieurs phases : apparition, intensification, persistance, relèvement et fin (voir chapitre 1). Nous ne pouvons donc pas considérer qu'une sécheresse ne survient qu'à partir du moment où elle atteint le niveau de catastrophe, puisque ses effets sont visibles avant. En revanche, le terme « catastrophe » ne peut pas être utilisé pour désigner l'ensemble du cycle de la sécheresse, car il perdrait alors sa connotation d'urgence qui requiert une intervention immédiate. À cet égard, il est important de noter la différence entre les stratégies de gestion de la sécheresse, en particulier les mesures d'atténuation, et les approches de gestion d'autres risques naturels, tels que les inondations, les tempêtes et les séismes. Nous parlons donc ici de gestion de la sécheresse plutôt que de gestion des catastrophes.

De ce fait, la planification de la gestion de la sécheresse est un moyen d'atteindre des objectifs comme :

- renforcer la résilience des sociétés, augmenter les ressources, mais aussi les capacités institutionnelles et de gestion bien avant le début de la sécheresse et, partant, améliorer la **préparation** de manière à pouvoir **atténuer** l'ampleur des effets probables de la sécheresse ;

- mettre en place la logistique nécessaire (à des fins d'**intervention** et de **relèvement**) afin d'atténuer les souffrances pendant et immédiatement après la sécheresse et de « reconstruire en mieux ».

## 4.2 Aperçu des mesures de préparation, d'atténuation, d'intervention et de relèvement en cas de sécheresse

### 4.2.1 Définitions et contexte

Il existe des définitions de la réduction des risques de catastrophe liées aux mesures de préparation, d'atténuation, d'intervention et de relèvement (UNDRR, 2017). Cependant, comme nous l'avons vu dans la section 4.1, on ne peut utiliser les termes « catastrophe » et « sécheresse » de manière interchangeable dans ces définitions, car les sécheresses sont des aléas à évolution lente, qui peuvent se transformer en catastrophes au fil du temps.

La **préparation** à la sécheresse fait référence aux politiques et à chacun des plans qui sont mis en place avant l'apparition d'une sécheresse pour préparer les populations et augmenter les capacités institutionnelles en matière d'adaptation, émettre des prévisions ou des alertes, et assurer une intervention coordonnée et efficace en cas de sécheresse (UNW-DPC, 2015). Cette démarche comprend des mesures d'atténuation, d'intervention et de relèvement (figure 4.1).

L'**atténuation** des impacts de la sécheresse fait référence aux mesures et actions ou activités qui sont prises avant et pendant la sécheresse. Ces mesures visent à atténuer les effets de la sécheresse et à augmenter le degré de résilience face à ceux-ci ainsi que le niveau de préparation opérationnelle, pour être en mesure d'intervenir dès que la sécheresse atteint le stade d'urgence. Elles comprennent des mesures à long et à moyen termes pouvant être de nature stratégique/réglementaire, physique et institutionnelle.

Il est important de comprendre que l'atténuation des risques naturels est différente de l'atténuation des effets

du changement climatique, dans le cadre de laquelle l'accent est mis sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'atténuation, dans le cadre de la gestion de la sécheresse, fait référence aux mesures prises en amont afin de réduire les répercussions à venir. Les définitions suivantes de l'atténuation ont été proposées par le GIEC (2012) :

- Atténuation (des risques de catastrophes et des catastrophes) : réduction des répercussions néfastes que pourraient avoir les dangers physiques (y compris ceux d'origine anthropique) par des mesures visant à réduire ces dangers, l'exposition et la vulnérabilité.
- Atténuation (des changements climatiques) : intervention humaine visant à réduire les sources ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre.

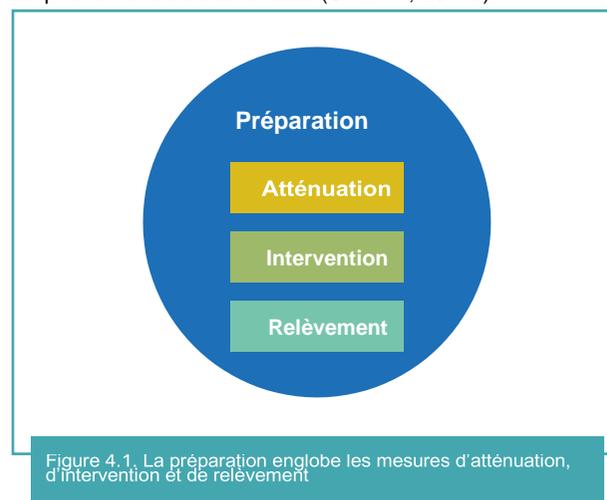
Les acteurs impliqués dans les efforts d'atténuation partent du principe que la communauté et les biens sont vulnérables aux aléas et que des mesures de préparation seront nécessaires pour accroître la résilience à ces aléas (puisque'il est impossible de les contrôler). Bien qu'elles soient nombreuses, la plupart des mesures d'atténuation de la sécheresse ne sont pas physiques/structurelles. Pour le grand public, elles peuvent être moins évidentes que les mesures d'atténuation des risques naturels (séismes, inondations, etc.), dont les effets sont largement structurels (par exemple, cultures appropriées, barrages, projets d'ingénierie). Les conséquences liées à la sécheresse sont généralement non structurelles elles aussi (réduction du rendement des cultures, problèmes de santé, sous-alimentation et famine, dégradation ou pertes environnementales), plus difficiles à évaluer et ne requièrent pas de reconstruction matérielle majeure. Elles exigent toutefois des mesures, des financements et des actions importantes à des fins de contrôle ou de prévention, dans le cadre du processus de relèvement déployé au lendemain d'un épisode de sécheresse.

Les **interventions de lutte contre la sécheresse** sont les efforts déployés pendant ou immédiatement après une catastrophe due à la sécheresse pour préserver les vies humaines et maintenir les besoins de subsistance de base des personnes touchées.

Elles peuvent s'inscrire dans le cadre de l'aide ou des interventions déployées. Il peut s'agir de mesures immédiates, à court terme ou prolongées (UNW-DPC 2015). Une intervention efficace doit être rapide, concertée et coordonnée, grâce à une bonne planification de la préparation à la sécheresse en amont.

Le **processus de relèvement** englobe les décisions et les actions prises au lendemain d'une sécheresse en vue de rétablir ou d'améliorer les conditions de vie de la communauté touchée antérieures à la sécheresse, tout en encourageant et en facilitant les ajustements nécessaires pour réduire le risque de sécheresse future (UNW-DPC, 2015). Il s'agit par ailleurs de mettre à disposition de la nourriture, de l'eau et des aliments pour le bétail, de créer des emplois temporaires, de récupérer les moyens de subsistance qui ont été perdus (par exemple en fournissant des semences aux agriculteurs), et d'appuyer la réhabilitation psychosociale des communautés traumatisées.

Le *Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030* a défini le principe consistant à « reconstruire en mieux », qui illustre comment intégrer des activités et des programmes pour des politiques plus résilientes. S'il s'agit d'un principe général, il peut être adapté au phénomène de sécheresse (UNDRR, 2017a).



#### 4.2.2 Mesures et actions de gestion de la sécheresse

Les effets de la sécheresse se répercutent sur tous les secteurs touchés par la sécheresse, en fonction de leurs vulnérabilités, en particulier l'agriculture, l'eau et l'environnement, mais aussi la santé, les transports et le tourisme. Les mesures d'atténuation de la sécheresse peuvent être subdivisées en deux catégories, **les mesures à long terme ou les mesures à court terme**, pour lesquelles le délai de mise en œuvre et les objectifs ultimes diffèrent (tableau 4.1). Les mesures à long terme sont normalement incluses dans les stratégies de développement à long terme des secteurs concernés. Ces stratégies peuvent être l'occasion de vérifier la conformité des secteurs aux mesures de gestion des risques de sécheresse lors de l'élaboration d'une politique nationale de gestion de la sécheresse. Les mesures à moyen et à court termes sont quant à elles mises en œuvre en temps utile, avant, pendant et après une sécheresse, en fonction d'éléments déclencheurs (ou des seuils indiciaires qui auront été définis) des systèmes de suivi et d'alerte précoce (voir également chapitre 2). Elles visent à atténuer certains effets, en amont ou non, notamment en mettant davantage l'accent sur la conservation de l'eau, en augmentant ou en renforçant les approvisionnements en eau par une utilisation accrue des ressources en eaux souterraines, en réutilisant et en recyclant l'eau, en construisant des réservoirs, en interconnectant les approvisionnements en eau entre communautés voisines ou en planifiant la préparation à la sécheresse afin de renforcer les capacités institutionnelles et l'éducation. Les programmes et les régimes d'assurance actuellement disponibles dans de nombreux pays appartiennent également à la catégorie « atténuation ».

Dans le cadre d'un plan de préparation à la sécheresse, des mesures d'intervention d'urgence sont mises en œuvre pour répondre aux besoins fondamentaux de la population touchée, tout en contribuant au développement à long terme.

Il est important de noter que les mesures d'atténuation qui s'appuient sur l'utilisation durable des ressources naturelles et la conservation des écosystèmes et de leurs fonctions favoriseront plus durablement la résilience des sociétés à la sécheresse, ainsi que le développement durable. Dans cette optique, des approches visant à éliminer ou à surmonter les vulnérabilités sociétales par des mesures d'atténuation et de préparation ont été intégrées à la gestion intégrée des ressources en eau – par exemple, les mesures de rétention d'eau naturelle à petite échelle (GWP-CEE, 2015), l'adaptation fondée sur les écosystèmes et la réduction des risques de catastrophe (CDB, 2019). Un document technique de la FAO fournit toute une gamme d'études de cas sur les solutions naturelles de gestion de l'eau agricole (Sonneveld *et al.*, 2018).

Si les mesures d'atténuation peuvent être à court soit à long terme, elles peuvent aussi être soit « **proactives** » (c'est-à-dire augmenter la résilience à long terme) soit « **réactives** ». Les mesures réactives ressemblent à des interventions d'urgence ou entraînent une gestion non durable des ressources, comme l'exploitation des ressources en eau souterraine déjà limitées pendant la sécheresse, ce qui peut entraîner une pénurie d'eau souterraine si les conditions de sécheresse persistent ou se reproduisent. À mesure que la sécheresse progresse, une série de mesures d'atténuation peut également être mise en œuvre à différents niveaux, en fonction de la gravité de la pénurie d'eau (par exemple, réduction volontaire/obligatoire ou interdiction de l'utilisation de l'eau). L'eau est un atout crucial pour plusieurs secteurs (agriculture, approvisionnement municipal en eau, santé, sécurité alimentaire, énergie, transports, tourisme/loisirs, activités industrielles, lutte contre les incendies de forêt/prairie, éducation, environnement, services écosystémiques/biodiversité, etc.). En fonction des vulnérabilités et des effets mis en évidence, ces secteurs pourront donc élaborer et mettre en œuvre des mesures d'atténuation.

Voici quelques-unes des mesures d'atténuation adaptées à la gestion des ressources en eau :

- législation et politiques publiques ;
- conservation de l'eau et réduction de la demande ;
- augmentation ou amélioration de l'approvisionnement en eau ;
- mesures de gestion de l'eau autres que celles passant par l'offre et la demande ;
- éducation et participation du grand public ;
- résolution des conflits.

Les tableaux suivants contiennent des exemples de mesures d'atténuation à court et à long terme pour différents secteurs (tableau 4.2) ainsi que des mesures d'atténuation propres au secteur agricole (tableau 4.3), car dans de nombreux pays, il s'agit du secteur le plus vulnérable à la sécheresse. Le tableau 4.4 contient des exemples de systèmes et de méthodes de rétention d'eau en milieu rural, illustrant ainsi les mesures qui visent à améliorer l'approvisionnement en eau.

**Tableau 4.1. Objectifs et mise en œuvre des mesures d'atténuation**

Catégorie	Mesures à long terme	Mesures à court terme	Mesures d'intervention et de relèvement
Objectif	Renforcement de la résilience	Atténuation de la sécheresse	Réduction des impacts
Cadre de mise en œuvre	Élaboration régulière de programmes	Plan de lutte contre la sécheresse	Intervention s'inscrivant dans un plan de lutte contre la sécheresse
Moment de la mise en œuvre	Processus continu	Avant, pendant et après la sécheresse	Pendant et après la sécheresse

Source : UNW-DPC (2015).

Tableau 4.2. Mesures d'atténuation multisectorielles

Mesures à court terme	Mesures possibles à court et à long termes	Mesures à long terme
<b>Législation et politiques publiques</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Délivrer des permis d'irrigation d'urgence en vue de l'utilisation des eaux nationales à des fins d'irrigation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopter une stratégie de répartition des ressources en eau d'urgence à mettre en œuvre en cas de sécheresse grave.</li> </ul>	<p>Ajuster le cadre juridique et institutionnel, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer des notes d'orientation sur des questions de politique publique à l'intention du corps législatif.</li> <li>• Examiner la réglementation régissant les droits d'usage de l'eau en vue d'une éventuelle modification en cas de pénurie.</li> <li>• Adopter une réglementation pour protéger les flux d'eau.</li> <li>• Adopter une réglementation pour protéger et gérer les nappes phréatiques.</li> <li>• Adopter une réglementation prévoyant des prêts garantis à faible taux d'intérêt pour les agriculteurs.</li> <li>• Imposer des mesures d'efficacité et de limitation de l'utilisation de l'eau.</li> <li>• Élaborer un plan de gestion des ressources en eau.</li> <li>• Mettre en place des comités pour la réduction des risques naturels.</li> <li>• Fournir un soutien technique à tous les principaux usagers des ressources en eau afin qu'ils élaborent des plans d'urgence.</li> </ul>
<b>Conservation de l'eau et réduction de la demande</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restreindre les utilisations (agricoles, municipaux).</li> <li>• Détourner l'eau de certaines utilisations.</li> <li>• Surexploiter (temporairement) les aquifères.</li> <li>• Rationner l'approvisionnement en eau.</li> <li>• Mettre en place un double réseau de distribution d'eau potable.</li> <li>• Adopter des mesures permettant de reporter le stockage.</li> <li>• Privilégier une utilisation combinée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encourager et appuyer la conservation volontaire de l'eau.</li> <li>• Exiger des usagers qu'ils réduisent leur dépendance à l'égard des nappes phréatiques et prennent des mesures de conservation.</li> <li>• Mettre en place une assurance volontaire, des mesures de tarification et des incitations économiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire l'utilisation.</li> <li>• Réduire les pertes (par exemple, en imperméabilisant les canaux ou en installant des canalisations en vue de contrôler les infiltrations).</li> <li>• Revoir la répartition des ressources en eau.</li> <li>• Privilégier une utilisation combinée (eaux de surface et eaux souterraines).</li> <li>• Mettre en place des incitations économiques plus fortes en faveur des investissements privés dans la conservation de l'eau.</li> <li>• Améliorer l'utilisation et le transport de l'eau.</li> <li>• Installer des compteurs d'eau et des systèmes de détection des fuites.</li> <li>• Réduire la consommation d'eau en changeant le type de système d'irrigation ou en utilisant des compteurs d'eau.</li> <li>• Promouvoir les technologies innovantes (amélioration des systèmes d'irrigation, urinoirs sans eau, systèmes de suivi, etc.).</li> </ul>

**Tableau 4.2. Mesures d'atténuation multisectorielles (suite)**

Mesures à court terme	Mesures possibles à court et à long termes	Mesures à long terme
<b>Amélioration de l'approvisionnement</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mélanger l'eau douce avec une eau de mauvaise qualité.</li> <li>• Exploiter les ressources en eau coûteuses.</li> <li>• Ajuster le cadre juridique et institutionnel.</li> <li>• Localiser de nouvelles ressources de réserve (pour les urgences).</li> <li>• Autoriser l'utilisation de ressources supplémentaires.</li> <li>• Fournir un équipement de forage.</li> <li>• Délivrer des permis d'urgence relatifs à l'utilisation de l'eau.</li> <li>• Fournir des pompes et des tuyaux à des fins de distribution.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmenter les capacités de stockage.</li> <li>• Procéder à des transferts d'eau.</li> <li>• Localiser de nouvelles ressources potentielles.</li> <li>• Construire des aqueducs et des canaux.</li> <li>• Recharger les nappes phréatiques.</li> <li>• Collecter/récupérer l'eau à petite échelle (voir tableau 4.3).</li> <li>• Créer des précipitations artificielles.</li> <li>• Dessaler les eaux saumâtres et salines.</li> <li>• Traiter l'eau et réutiliser ou recycler les eaux usées.</li> <li>• Remettre en état les réservoirs et renforcer le stockage de l'eau.</li> <li>• Procéder à un inventaire et réviser les plans d'exploitation des réservoirs.</li> <li>• Mettre en œuvre des mesures de gestion de la qualité de l'eau et de réutilisation des eaux usées.</li> </ul>
<b>Amélioration de la gestion de l'eau autrement que par l'offre et la demande</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procéder à une réattribution temporaire des ressources en eau (en fonction des utilisations prioritaires).</li> <li>• Réduire les coûts de transport et de distribution.</li> <li>• Fournir des produits d'urgence.</li> <li>• Inventorier les puits privés et négocier l'achat de droits d'utilisation de l'eau pour une utilisation publique.</li> <li>• Élaborer des réglementations sur les marchés de l'eau.</li> <li>• Élaborer des procédures d'alerte.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventorier et surveiller les ressources naturelles dans les zones à risque.</li> </ul>

**Tableau 4.2. Mesures d'atténuation multisectorielles (suite)**

Mesures à court terme	Mesures possibles à court et à long termes	Mesures à long terme
<b>Éducation et participation du grand public</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiser des réunions d'information sur la sécheresse à l'intention du grand public et des médias.</li> <li>• Ouvrir un centre d'information sur la sécheresse qui diffuse des données météorologiques et des données de suivi de la sécheresse en temps réel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer un comité consultatif public.</li> <li>• Impliquer le grand public dans la planification de la sécheresse.</li> <li>• Mettre en œuvre des programmes de sensibilisation à la conservation de l'eau.</li> <li>• Organiser des ateliers sur des questions spécifiquement liées à la sécheresse.</li> <li>• Ouvrir un centre d'information sur la sécheresse.</li> <li>• Élaborer des supports de formation en plusieurs langues.</li> <li>• Conseiller les personnes sur les sources d'eau potentielles.</li> </ul>
<b>Résolution des conflits</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résoudre les nouveaux conflits liés à l'utilisation de l'eau.</li> <li>• Suspendre les permis d'utilisation de l'eau dans les bassins versants où les niveaux d'eau sont bas.</li> <li>• Travailler avec les organisations communautaires pour promouvoir la participation au programme de conservation.</li> </ul>	

Source : adapté de Bazza (2014) ; Cap-Net-PNUD (2015) ; Vickers (2018).

**Tableau 4.3. Exemples de mesures d'atténuation dans le secteur agricole**

Mesures à court terme	Mesures possibles à court et à long termes	Mesures à long terme
<b>Gestion des eaux agricoles (conformément à la stratégie/au plan de gestion des ressources en eau)</b>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étendre le système d'irrigation lorsque c'est possible.</li> <li>• Améliorer la gestion de la demande (systèmes plus efficaces : réduction des pertes d'eau, améliorations technologiques pour l'optimisation des systèmes).</li> </ul>
<b>Production agricole</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir un système d'irrigation d'appoint là où des ressources en eau peuvent être mobilisées et rendues disponibles à court terme.</li> <li>• Adopter des pratiques de conservation de l'eau du sol.</li> <li>• Procéder au paillage du sol et à l'ombrage des cultures.</li> <li>• Réduire la densité des cultures.</li> <li>• Désherber.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place des systèmes d'alerte précoce, d'information et de conseils à l'intention des agriculteurs.</li> <li>• Mettre en place une assurance-récolte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privilégier les espèces tolérantes à la sécheresse et s'adapter à la saison courte.</li> <li>• Adopter des pratiques et des techniques culturales pour l'agriculture de conservation, à savoir : <ul style="list-style-type: none"> <li>— une bonne fertilisation ;</li> <li>— des systèmes sans labour/à travail réduit du sol ;</li> <li>— la rotation des cultures/systèmes de culture ;</li> <li>— un taux/une densité d'ensemencement adaptés ;</li> <li>— une gestion adaptée des nuisibles ;</li> <li>— la paillage/une préparation adaptée du sol ;</li> <li>— une culture en bandes.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Bétail, terres de parcours et pâturages</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procéder au déstockage et inciter les propriétaires à réduire leur consommation d'eau.</li> <li>• Transférer le bétail lorsque c'est possible.</li> <li>• Créer des points d'abreuvement/sources de transport de l'eau.</li> <li>• Constituer des réserves d'aliments du bétail.</li> <li>• Procéder à un inventaire rapide du potentiel de pâturage.</li> <li>• Construire des abris protecteurs (naturels).</li> <li>• Penser à l'alimentation de substitution (sous-produits, arbustes peu ou pas appétissants, etc.).</li> <li>• Penser aux aliments complémentaires et de substitution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir un système d'alerte précoce ou de conseils à l'intention des éleveurs.</li> <li>• Évaluer la quantité d'aliments disponible et réduire le bétail.</li> <li>• Localiser les points d'eau potentiels en cas d'urgence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantir un approvisionnement en eau potable.</li> <li>• Équilibrer le bétail dans les zones irriguées.</li> <li>• Gérer la capacité d'appui des pâturages et des parcours.</li> <li>• Utiliser des espèces indigènes d'aliments pour animaux et de fourrage.</li> <li>• Privilégier les génotypes de mammifères peu consommateurs d'eau/réduire l'utilisation de l'eau.</li> <li>• Constituer des réserves de fourrage.</li> <li>• Utiliser des sources de fourrage non conventionnelles.</li> </ul>

Source : adapté de Bazza (2014).

**Tableau 4.4. Systèmes et méthodes de rétention d'eau en milieu rural**

Ressources en eau	Systèmes et méthodes
Conservation du paysage (habitat) : aménagement paysager	<p>Des systèmes qui façonnent la structure pauvre de l'utilisation des terres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• systèmes de champs arables, de prairies, de forêts, de terres écologiques et d'étangs ;</li> <li>• reboisement, ceintures de protection, bois, arbustes, terrasses ;</li> <li>• augmentation de la superficie des zones humides, des tourbières et des marécages, réhumidification des tourbières.</li> </ul>
Rétention de l'eau dans le sol : technologie agricole	<p>Des systèmes de culture qui façonnent la gestion de l'eau dans un certain profil de sol :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• amélioration de la structure du sol (porosité différentielle), drainage agricole, chaulage, techniques agricoles appropriées, rotations culturales adéquates, augmentation de la teneur en matière organique du sol.</li> </ul>
Eaux souterraines : agriculture et aménagement du paysage	<p>Systèmes de culture et de drainage qui limitent le ruissellement de surface :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• structures permettant de limiter l'écoulement de surface ;</li> <li>• augmentation de la capacité d'infiltration du sol (ameublissement en profondeur) ;</li> <li>• mesures antiérosion, phytodrainage et drainage agricole ;</li> <li>• régulation des eaux de ruissellement du système de drainage ;</li> <li>• bassins et puits d'infiltration pour le stockage des eaux de ruissellement des surfaces imperméabilisées.</li> </ul>
Eaux de surface : gestion des ressources en eau et ouvrages hydrauliques	<p>Des systèmes hydrotechniques pour la répartition et le stockage de l'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• étangs et petits réservoirs ;</li> <li>• régulation de l'écoulement de l'eau des étangs et des petits réservoirs ;</li> <li>• gestion de l'eau – rétention de l'eau dans le système de drainage – systèmes d'irrigation et gouvernance de l'eau ;</li> <li>• écoulement régulé de l'eau des systèmes de fossés ;</li> <li>• augmentation de la rétention dans les vallées fluviales, notamment avec la construction de polders.</li> </ul>

Source : GWP-CEE (2015).

### Exemples de mesures d'intervention et de relèvement

De nombreuses mesures peuvent être prises à des fins d'intervention et de relèvement, à savoir (adapté de Bazza, 2014) :

- l'approvisionnement en eau potable (pour les êtres humains, le bétail et la faune) ;
- une indemnité d'assurance ;
- une aide publique pour compenser la perte de revenus ;
- un emploi de remplacement ;
- un allègement fiscal (réduction des paiements ou report du délai de paiement) ;
- des programmes de réhabilitation/relèvement ;
- des programmes alimentaires (pour les êtres humains et le bétail) ;
- 
- des camps pastoraux et un approvisionnement en fourrage ;
- des programmes de lutte contre les incendies ;
- la résolution des conflits ;
- le report du paiement des crédits.
- l'application de la réglementation relative à la mise en jachère ;
- le financement des dépenses de secours ;
- l'information et la coordination des médias.

### 4.2.3 Définition et hiérarchisation des activités

Les mesures pertinentes ou appropriées d'atténuation de la sécheresse sont définies à partir de l'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences, qui est effectuée à la première étape de l'élaboration d'un plan de gestion de la sécheresse (voir chapitre 3). Ces mesures doivent s'attaquer aux causes profondes desdites conséquences, plutôt qu'aux symptômes, et sont normalement propres à différents lieux, échelles sociétales (nationales, régionales, locales) et temporelles.

Une fois que les effets, les causes et les mesures possibles ont été définis (voir la section 3.1 du chapitre 3), il convient de déterminer le train de mesures à entreprendre pour atténuer les conséquences connexes.

Cette démarche doit reposer sur des préoccupations liées à la faisabilité, à l'efficacité, au coût et à l'équité, aux problèmes sociaux et aux pertes environnementales.

Pour choisir les mesures d'atténuation et d'intervention appropriées, il sera utile de se poser les questions suivantes :

- Quel est le ratio coûts-avantages des mesures définies ?
- Quels sont les autres avantages des mesures définies ?
- Quelles mesures sont considérées comme faisables et appropriées par le grand public ?
- Quelles mesures tiennent compte de l'environnement local (pratiques durables) ?
- Les mesures définies s'attaquent-elles à un ensemble approprié de causes pour réduire de manière adéquate les conséquences ciblées ?
- Les mesures apportent-elles des solutions à court et à long termes ?
- Quelles mesures représenteraient équitablement les besoins des personnes et des groupes touchés ?

Ce processus pourrait permettre de définir et de mettre en œuvre des mesures efficaces et appropriées qui réduiront les risques grâce à des politiques proactives de lutte contre la sécheresse.

La hiérarchisation des potentielles mesures d'atténuation de la sécheresse doit inclure une évaluation des coûts et avantages relatifs des solutions possibles, puisque les évaluations monétaires fournissent souvent des résultats facilement compréhensibles (tableau 4.5). La publication-cadre sur les avantages de l'action par rapport aux coûts de l'inaction (*Benefits of Action versus the Costs of Inaction*) fournit des orientations sur cette approche (Venton *et al.*, 2019). Bien que le noyau d'une évaluation de ce type exige la quantification des coûts de l'action par rapport à l'inaction, il est très important de noter qu'il ne s'agit que d'un outil parmi d'autres au sein d'une analyse multicritères visant à déterminer le train de mesures d'atténuation le plus efficace.

En outre, les directives facultatives pour la conception et la mise en œuvre effective de mesures d'adaptation et de réduction des risques de catastrophes basées sur les écosystèmes (*Voluntary Guidelines for the Design and Effective Implementation of Ecosystem-Based Approaches to Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction and Supplementary Information*) fournissent des conseils sur la hiérarchisation, l'évaluation et la sélection de ces solutions (CDB, 2019). Il existe de nombreux avantages qui ne peuvent être quantifiés (les répercussions sociales, par exemple), bien qu'ils soient aussi valables que les effets chiffrés. De même, d'autres facteurs, tels que les aspects politiques ou culturels, seront des critères de décision importants.

### 4.3 Définition des facteurs appropriés de déclenchement des mesures de lutte contre la sécheresse

Le déclenchement des mesures d'atténuation pendant un épisode de sécheresse sera fonction de la gravité de ladite sécheresse, qui est déterminée par des indicateurs (voir chapitre 2). C'est la valeur d'un indicateur ou d'un indice qui déclenche ou clôture chaque niveau d'un plan de lutte contre la sécheresse et les mesures associées d'atténuation et d'intervention d'urgence. En d'autres termes, ils permettent de rendre des comptes à propos des personnes devant agir, ce qu'elles doivent faire et quand. Idéalement, ces déclencheurs sont définis dans un plan ou une politique de lutte contre la sécheresse (OMM et GWP, 2014). Il est essentiel de disposer de la liste complète des éléments déclencheurs relatifs aux indicateurs ou aux indices utilisés, qui doivent par ailleurs être alignés sur un plan d'action afin de guider un ensemble coordonné de mesures à prendre par tel ou tel organisme ou ministère. Une telle cohérence garantit une action rapide dès le début d'un épisode de sécheresse dans une zone ou une région donnée.

Afin de susciter des mesures d'atténuation appropriées, les éléments déclencheurs doivent renseigner sur les conditions, le début et la fin de l'épisode de sécheresse, et prendre en compte ses conséquences pour différents secteurs. Par conséquent, l'approche privilégiée consiste à définir différents seuils et différentes combinaisons de valeurs.

Tableau 4.5. Exemple d'estimation chiffrée des pertes et bénéfices directs évités

Éléments à risque	Description des éléments à risque – sans aucune mesure d'atténuation	Description des éléments à risque – avec des mesures d'atténuation	Estimation chiffrée des pertes et bénéfices évités
<b>Économiques</b>	Dans le cas d'une sécheresse de grande ampleur, 100 % de la récolte est perdue ; dans le cas d'une sécheresse d'ampleur moyenne, 50 % de la récolte est perdue ; et dans le cas d'une sécheresse de moindre ampleur, 20 % de la récolte est perdue.	Dans le cas d'une sécheresse de grande ampleur, l'irrigation permettrait de réduire les pertes agricoles de 100 à 50 % ; dans le cas d'une sécheresse d'ampleur moyenne, l'irrigation permettrait de réduire les pertes agricoles de 50 à 25 % ; et dans le cas d'une sécheresse de moindre ampleur, l'irrigation permettrait de réduire les pertes agricoles de 20 à 0 %.	Le coût de l'atténuation est de 5 millions de dollars É.-U. Voir l'exemple intitulé « A Worked Example of a BACI Analysis » (dans Venton et al. 2019).
<b>Environnementaux</b>	En cas de sécheresse de grande ampleur, la perte des recettes touristiques est de 50 % pendant environ trois mois en raison de l'épuisement des plans d'eau récréatifs.	Dans cet exemple, il n'est pas possible d'empêcher l'épuisement des masses d'eau ; aucun changement n'est donc envisageable.	Exemple d'estimation des dommages : perte de 50 % du tourisme sur trois mois.
<b>Sociaux</b>	En cas de sécheresse de grande ampleur, les familles doivent migrer pour trouver de l'eau, ce qui provoque un stress psychosocial, en particulier pour les femmes et les enfants.	La réhabilitation des points d'eau permet aux familles de rester là où elles sont, éliminant ainsi tout besoin d'atténuation.	Cet aspect ne peut être évalué que de manière qualitative.

Source : Venton et al. (2019).

Idéalement, cette démarche suppose une étude préalable pour déterminer les indicateurs ou indices qui sont les mieux adaptés au moment de l'épisode de sécheresse, à la zone, aux secteurs et aux populations touchés ainsi qu'au type de climat dans lequel survient l'épisode. C'est un exercice qui prend du temps, car il faut procéder par essais empiriques. Une prise de décisions reposant sur des valeurs quantitatives fondées sur des indices est essentielle à l'évaluation appropriée et précise de la gravité de la sécheresse. Il s'agit également d'une contribution cruciale à un système opérationnel d'alerte précoce en cas de sécheresse ou à un plan global de lutte contre la sécheresse (OMM et GWP, 2016).

Le *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse* propose une série de questions qui peuvent aider les utilisateurs à déterminer quels indicateurs et indices sont les plus appropriés à leur situation actuelle (OMM et GWP, 2016) :

- Les indicateurs ou indices permettent-ils de déceler les conditions de sécheresse assez tôt pour qu'il soit possible de communiquer l'information et de coordonner les mesures de lutte ou d'atténuation ?
- Les indicateurs ou indices sont-ils assez sensibles aux conditions climatiques, spatiales et temporelles pour établir le moment où débute et où cesse une sécheresse ?
- Les indicateurs ou indices et les échelles d'intensité font-ils convenablement état des impacts observés sur place, dans la zone ou la région touchée ?
- Utilise-t-on les mêmes indicateurs, indices et seuils pour le début et pour la fin d'une période de sécheresse ? Il est crucial de rendre compte des deux situations.
- Emploie-t-on des indicateurs composites (hybrides) afin d'analyser un grand nombre de facteurs et de paramètres ?
- Les données et les indices ou indicateurs qui en résultent sont-ils disponibles et stables ? Autrement dit, détiennent-ils une longue série de relevés qui donne aux planificateurs et aux décideurs de solides références historiques et statistiques ?
- Les indicateurs ou indices sont-ils faciles à calculer ? Les utilisateurs ont-ils assez de temps et de ressources humaines à affecter à l'exercice et ces moyens seront-ils maintenus en l'absence de sécheresse ? Il est plus facile de justifier un tel dispositif s'il sert à surveiller tous les aspects du cycle hydrologique ou climatique, pas seulement les épisodes de sécheresse.

Pour obtenir des informations plus détaillées sur les outils d'évaluation des conditions de sécheresse climatologique ainsi que des conséquences et des risques connexes, et de la vulnérabilité à la sécheresse (qui peuvent être utilisés dans la définition d'éléments déclencheurs), se référer aux chapitres 2 et 3, respectivement.

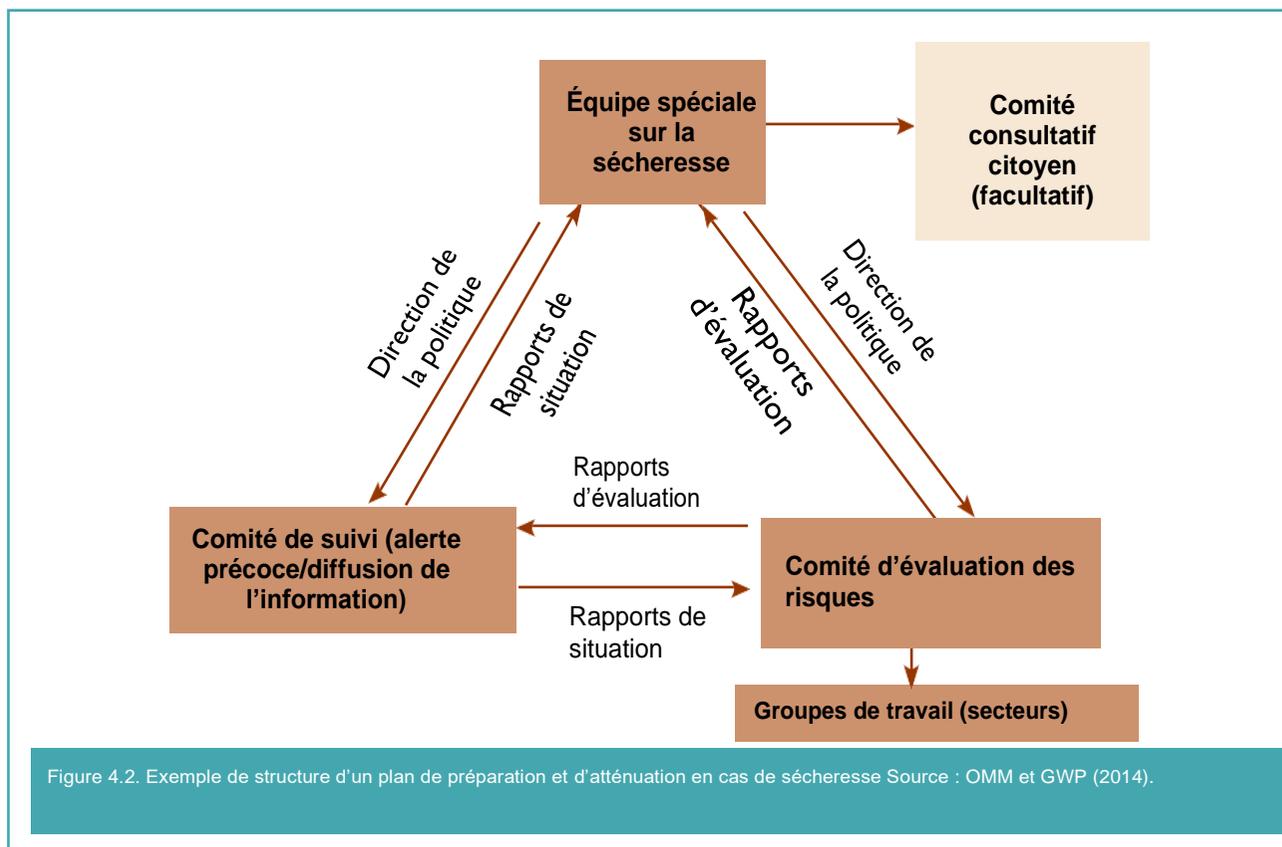
### 4.3.3 Dispositions institutionnelles relatives à l'élaboration et à la mise en œuvre de plans de gestion de la sécheresse

Le processus de préparation à la sécheresse comprend également la désignation d'organes institutionnels chargés d'élaborer et de mettre en œuvre le plan dans son intégralité, et pas seulement les mesures d'atténuation et d'intervention. Au niveau national, une commission pour la gestion de la sécheresse composée de représentants de plusieurs organismes/ministères et de groupes d'acteurs clés doit être constituée afin de superviser et de guider l'élaboration d'un plan de lutte contre la sécheresse. Ce processus commence par la création d'une série de comités chargés de superviser le renforcement des capacités institutionnelles nécessaires à la mise en œuvre et à l'application du plan en période de sécheresse, une fois que les différents éléments dudit plan ont été activés. Au cœur du plan d'atténuation doit figurer la constitution d'un groupe de travail sur la sécheresse au niveau infranational (État, province ou communauté) qui reflète la composition de la commission nationale pour la gestion de la sécheresse. Les sous-comités de la commission nationale pour la gestion de la sécheresse se chargent à la fois de l'évaluation des risques de sécheresse et de la gestion/l'atténuation de la sécheresse. Veuillez vous reporter au chapitre 5 pour obtenir un aperçu du processus d'élaboration en dix étapes de la politique de gestion et de préparation en matière de sécheresse.

De nombreuses structures institutionnelles peuvent être utilisées pour élaborer et mettre en œuvre le plan de gestion de la sécheresse (figure 4.2), mais celles-ci doivent refléter les trois éléments principaux dudit plan, à savoir : 1) suivi, alerte précoce et diffusion de l'information ; 2) évaluation des risques et de l'impact ; et 3) atténuation, préparation et

intervention. L'équipe spéciale sur la sécheresse peut donc être subdivisée comme suit : 1) un comité qui concentre son action sur la première partie du plan (suivi/alerte précoce/information) et 2) un deuxième comité qui se consacre aux deux derniers volets du plan (évaluation des risques et atténuation/intervention), lesquels sont généralement largement axés sur les politiques publiques (OMM et GWP, 2014). Si des comités consacrés aux risques naturels ou au changement climatique sont déjà en place, il convient de modifier les structures existantes, dans la mesure du possible, afin d'intégrer les fonctions liées à la gestion de la sécheresse.

Les ressources des pays étant limitées, les structures institutionnelles consacrées à la sécheresse doivent être intégrées aussi efficacement que possible aux structures existantes. Pour en savoir plus concernant l'équipe spéciale sur la sécheresse, veuillez consulter le chapitre 5 et les *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse* (OMM et GWP, 2014).



Les principaux acteurs intervenant dans la définition et la mise en œuvre des mesures d'atténuation sont déterminés à partir de l'évaluation de l'impact et de la vulnérabilité (chapitre 3), laquelle éclaire l'élaboration du plan de préparation. En fin de processus, ce plan permet de définir qui fait quoi et selon quel calendrier. En amont du plan de préparation à la sécheresse, il est possible d'établir une liste décrivant les éléments suivants : impacts à traiter en priorité, activités d'atténuation à mettre en place pour contrer ces impacts, facteurs de déclenchement des mesures d'intervention, et responsabilités institutionnelles relatives à ces mesures (Bazza, 2014).

#### 4.4 Exemples de stratégies et de plans nationaux d'atténuation

En janvier 2018, l'OMM a réalisé une enquête afin d'évaluer les avancées des pays en matière de planification de la sécheresse. Sur les 28 pays participants, tous ont indiqué qu'ils disposaient d'un plan de préparation, et 18 ont déclaré qu'ils avaient mis en place des politiques de gestion contre la sécheresse<sup>1</sup>. Cette enquête a été suivie en 2019 d'une étude du Programme de gestion intégrée de la sécheresse consistant à rechercher de manière ciblée sur Internet les informations accessibles au public concernant les mesures d'atténuation mentionnées dans les plans et les politiques des pays ayant participé à l'enquête de 2018. La recherche Internet a été effectuée en utilisant le mot « sécheresse » associé aux mots clés suivants : « plan national », « atténuation », « suivi », « prévision », « ministère de l'agriculture/l'eau », et « intervention d'urgence ». Si l'étude portait sur un nombre limité de pays et couvrait uniquement les mesures accessibles par Internet, et malgré la complexité liée à l'adaptation des mesures et des plans nationaux à l'échelle des régions ou des bassins hydrographiques, l'exercice a apporté des éclairages intéressants.

<sup>1</sup> Argentine, Australie, Autriche, Bélarus, Brésil, Canada, Chili, Chine (RPC), Espagne, États-Unis, Fédération de Russie, Grèce, Hong Kong, Israël, Jamaïque, Jordanie, Libye, Lituanie, Nouvelle-Zélande, Ouzbékistan, Pakistan, Pérou, République dominicaine, Slovénie, Suisse, Tanzanie.

L'étude de 2019 a mis en évidence 12 grands domaines concernés par des mesures d'atténuation en comptabilisant le nombre de fois où ces domaines sont cités dans les plans de préparation nationaux (voir la figure 4.3).

Comme le montre la figure 4.3, la plupart des pays ont mis en place des outils de suivi et/ou de prévision en tant que mesure de préparation.

La gestion des eaux agricoles est mentionnée comme mesure proactive dans la plupart des stratégies d'atténuation des pays, tandis que la mesure de réaction la plus citée est l'appui financier.

Le tableau 4.6 présente quelques exemples de stratégies nationales d'atténuation recensées dans le cadre de l'étude du Programme de gestion intégrée de la sécheresse.

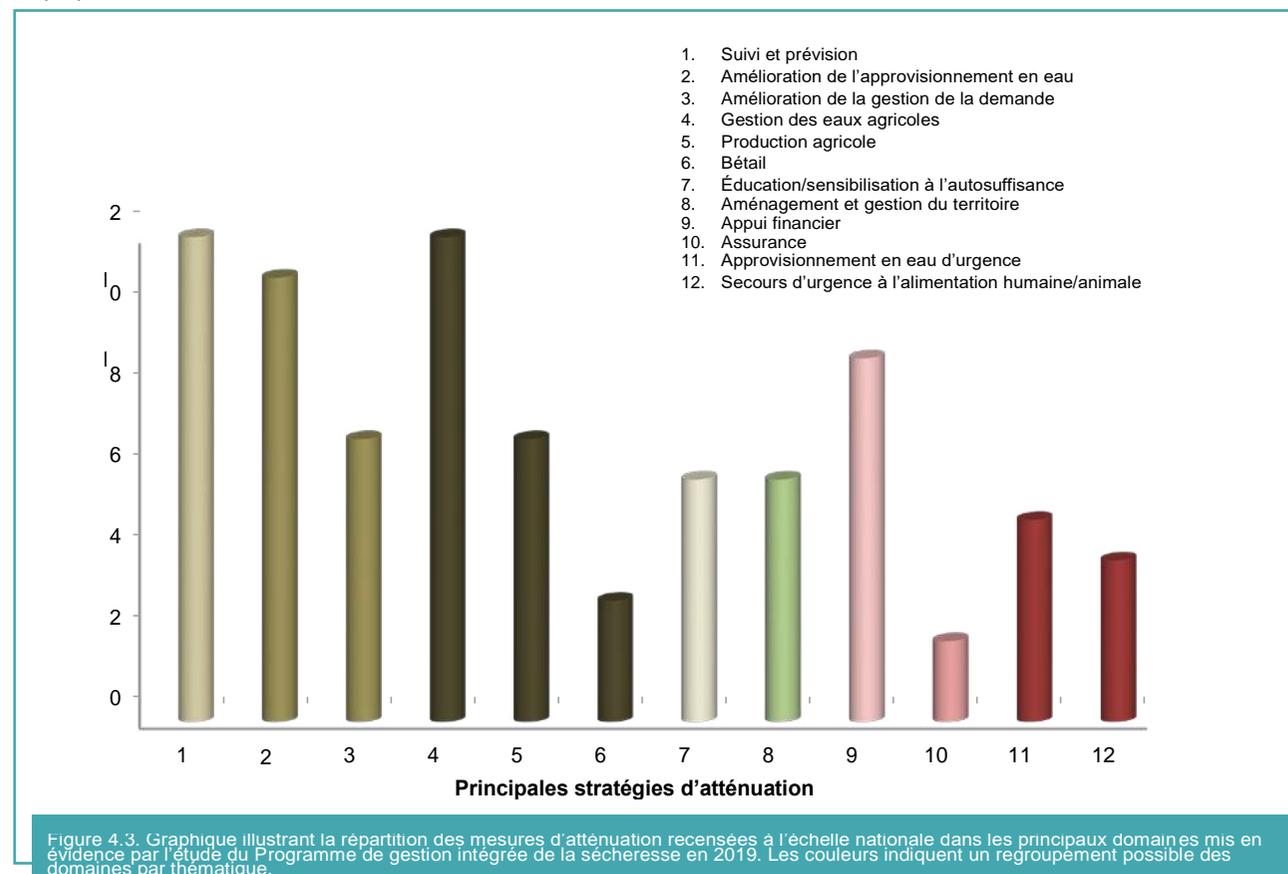


Tableau 4.6. Exemples de stratégies nationales d'atténuation recensées dans le cadre de l'étude du Programme de gestion intégrée de la sécheresse

Pays	Stratégies	Source d'informations
Espagne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilisation et éducation – campagnes sur les économies d'eau.</li> <li>• Restrictions de la consommation d'eau selon la gravité de la sécheresse, approvisionnement prioritaire des secteurs vitaux, baisse de pression nocturne sur le réseau d'eau, coupures d'eau.</li> <li>• Diminution de la consommation d'eau dans les zones sensibles ou protégées.</li> </ul>	<a href="https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/planificacion-gestion-sequias/">https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/planificacion-gestion-sequias/</a>
Pakistan (premiers stades d'élaboration du plan de gestion de la sécheresse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesures d'intervention d'urgence contre la sécheresse actuelle (Fédération internationale des sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge) : <ul style="list-style-type: none"> <li>— approvisionnement en eau potable à l'aide de forages solaires et d'installations de stockage ;</li> <li>— activités de sensibilisation à l'hygiène et au traitement de l'eau ;</li> <li>— subventions en espèces inconditionnelles destinées à répondre aux besoins immédiats (alimentation, fourrage, etc.).</li> </ul> </li> </ul>	<a href="https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRPK015do.pdf">https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRPK015do.pdf</a>
Australie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonomie : <ul style="list-style-type: none"> <li>— formation des exploitants agricoles à l'élaboration et au suivi d'un plan d'activité et à la gestion des risques ;</li> <li>— remises pour l'amélioration autonome des infrastructures hydrauliques (canalisations, pompes, etc.) ;</li> <li>— accompagnement social et aide au bien-être.</li> </ul> </li> <li>• Aide financière : <ul style="list-style-type: none"> <li>— allocation aux ménages agricoles en difficulté, système de mise en réserve des revenus agricoles, programme de soutien communautaire en cas de sécheresse (incluant des possibilités d'emploi).</li> </ul> </li> </ul>	<a href="http://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/drought/drought-policy/national-drought-agreement">http://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/drought/drought-policy/national-drought-agreement</a> ,  <a href="http://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/drought">http://www.agriculture.gov.au/ag-farm-food/drought</a>
Chili	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mesures à long terme</b> : construction de 19 lacs réservoirs d'ici à 2024, usines de dessalement.</li> <li>• <b>Mesures à moyen terme</b> : construction de petits lacs réservoirs, micro-usines de dessalement, prise en compte de l'efficacité hydrique dans les projets de logement.</li> <li>• <b>Mesures à court terme</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>— appui aux agriculteurs – aide financière à l'achat d'aliments pour le bétail, de semences, de matériel ou de denrées alimentaires ;</li> <li>— systèmes domestiques de stockage de l'eau, mise en place de géomembranes visant à limiter les pertes en eau ;</li> <li>— exploitation des eaux souterraines, canalisation des cours d'eau ou restauration des canaux, amélioration des techniques d'irrigation ;</li> <li>— camions-citernes.</li> </ul> </li> </ul>	<a href="https://www.gob.cl/noticias/las-medidas-que-componen-el-plan-nacional-para-la-sequia/">https://www.gob.cl/noticias/las-medidas-que-componen-el-plan-nacional-para-la-sequia/</a>

---

Pour en savoir plus sur les mesures de préparation, d'atténuation et d'intervention, veuillez consulter la page suivante : <http://www.droughtmanagement.info/pillars/mitigation-preparedness-response/>.

La boîte à outils de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification contient un ensemble de solutions d'atténuation et d'interventions qui peuvent être filtrées par région et par conditions climatiques (<https://knowledge.unccd.int/drought-toolbox/solutions/risk-mitigation/2346>).

#### 4.5 Références et lectures complémentaires

- Bazza, M., « Drought preparedness, mitigation and response ». Document présenté lors de l'atelier de l'OMM, de la Convention, de la FAO, de la CBD et d'ONU-Eau Afrique orientale et australe sur les politiques nationales de gestion de la sécheresse, en partenariat avec la Commission économique pour l'Afrique (CEA). Addis-Abeba (Éthiopie), 8-10 mai 2014. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.droughtmanagement.info/wp-content/uploads/2016/01/Bazza\\_Eastern-Southern\\_Africa.pdf](https://www.droughtmanagement.info/wp-content/uploads/2016/01/Bazza_Eastern-Southern_Africa.pdf).
- Cap-Net PNUD, *Drought Risk Reduction in Integrated Water Resources Management Training Manual*. Cap-Net Programme des Nations Unies pour le développement, Pretoria (Afrique du Sud), 2015. [Disponible à l'adresse suivante : http://www.cap-net.org/training-materials/](http://www.cap-net.org/training-materials/).
- Convention sur la diversité biologique, *Voluntary Guidelines for the Design and Effective Implementation of Ecosystem-Based Approaches to Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction and Supplementary Information. Technical Series n° 93*. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal (Canada), 2019.
- GWP-CEE, *Natural Small Water Retention Measures. Combining drought mitigation, flood protection and biodiversity conservation. Guidelines*. Partenariat mondial de l'eau Europe centrale et orientale, Stockholm (Suède), 2015. Disponible à l'adresse suivante : [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee\\_files/idmp-cee/idmp-nswrm-final-pdf-small.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/idmp-cee/idmp-nswrm-final-pdf-small.pdf).
- GIEC, « Glossary of terms », In : *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique* (version intégrale disponible en anglais seulement). *Rapport spécial des Groupes de travail et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (sous la direction de Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Qin, D., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G.-K., Allen, S. K., Tignor, M. et Midgley, P. M.). Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York, New York (États-Unis), 2012.

- NDPC, *Preparing for Drought in the 21st Century: Report of the National Drought Policy Commission*. Bureau de la communication du ministère américain de l'Agriculture : National Drought Policy Commission, Washington, D. C. (États-Unis), 2000. Disponible à l'adresse suivante : [https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc307521/m2/1/high\\_res\\_d/reportfull.pdf](https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc307521/m2/1/high_res_d/reportfull.pdf).
- Sonneveld, B. G., Merbis, M. D., Alfara, A., Ünver, O. et Amal, M. A., *Nature-Based Solutions for Agricultural Water Management and Food Security*, FAO Documents de travail sur les terres et les eaux n° 12. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome (Italie), 2018. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.fao.org/3/CA2525EN/ca2525en.pdf>.
- UNDRR, « Terminology on Disaster Risk Reduction », 2017. [Disponible à l'adresse suivante : https://www.unisdr.org/we/inform/terminology](https://www.unisdr.org/we/inform/terminology).
- UNW-DPC, *Proceedings of the Regional Workshops on Capacity Development to Support National Drought Management Policies for Eastern and Southern Africa and the Near East and North Africa Regions*. Programme d'ONU-eau pour le développement des capacités dans le cadre de la Décennie, Bonn (Allemagne), 2015.
- Venton, P., Cabot, C. V., Limones, N., Ward, C., Pischke, F., Engle, N., Wijnen, M. et Talbi, A., *Framework for the Assessment of Benefits of Action/Cost of Inaction (BACI) for Drought Preparedness*. Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2019.
- Vickers, A. L., « Drought mitigation: water conservation tools or short-term and permanent water savings » (chapitre 13), In : *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management and Policy* (Wilhite, D. A. et Pulwarty, R.). CRC Press, Boca Raton, Floride (États-Unis), p. 307-324, 2018.

- OMM et GWP, *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse : Un modèle d'action* (D. A. Wilhite). Integrated Drought Management Programme Tools and Guidelines Series 1. Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse et Partenariat mondial de l'eau, Stockholm (Suède), 2014.
- OMM et GWP, *Manuel des indicateurs et indices de sécheresse* (Svoboda, M. et Fuchs, B. A.), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse) et Partenariat mondial de l'eau, Stockholm (Suède), 2016.

# 5

## **Des arguments politiques – le plan de lutte contre la sécheresse**

## 5.1 Synthèse de l'approche des trois piliers en matière de gestion intégrée de la sécheresse

Par le passé, les interventions déployées par les gouvernements et d'autres organisations pour faire face à la sécheresse étaient généralement réactives, mal coordonnées, inefficaces et inopportunes. Cette approche de gestion de crise est associée au déploiement de secours ou d'une assistance aux personnes les plus touchées par un épisode de sécheresse. En l'absence de politique nationale coordonnée de lutte contre la sécheresse, comprenant des systèmes complets de suivi, d'alerte précoce et de diffusion d'informations, des évaluations de la vulnérabilité et de l'impact, ainsi que l'identification et l'adoption de mesures d'atténuation et d'intervention appropriées au niveau local afin de réduire les risques, les pays continueront à faire face à la sécheresse selon une méthode réactive de gestion des crises. Il est impératif que les pays adoptent un nouveau paradigme pour la gestion des risques de sécheresse. Les documents utilisés dans cette section et dans la section 5.2 sont inspirés des travaux de Wilhite (1991), Wilhite *et al.* (2005) et Wilhite *et al.* (2000).

Comme le montre la figure 5.1, pour élaborer une politique de lutte contre la sécheresse réussie, qui vise à réduire les risques, il est crucial de se concentrer sur les trois piliers susmentionnés, à savoir un système complet de suivi et d'alerte précoce, l'évaluation de la vulnérabilité et de l'impact, et l'atténuation et l'intervention. Cette approche en trois piliers, examinée plus en détail dans les chapitres précédents, exige de les relier entre eux de manière appropriée (Pischke et Stefanski, 2018).

### 5.1.1 Pilier 1 : Systèmes de suivi et d'alerte précoce en cas de sécheresse

Un système d'alerte précoce en cas de sécheresse constitue le fondement de politiques proactives efficaces en matière de gestion de la sécheresse. Cela permet aux pouvoirs publics d'alerter leurs citoyens ainsi que leurs propres services en cas de sécheresse imminente.



Un système d'alerte précoce en cas de sécheresse permet de dégager les tendances en matière de climat et d'approvisionnement en eau, et de détecter l'apparition ou la probabilité d'une sécheresse, ainsi que la gravité potentielle d'une sécheresse et de ses conséquences. Afin de déclencher les mesures décrites dans le plan de gestion de la sécheresse, des informations fiables doivent être communiquées rapidement aux gestionnaires de terres, aux responsables politiques, aux décideurs et au grand public grâce à des canaux de communication appropriés. Utilisées de façon efficace, ces informations peuvent réduire la vulnérabilité et renforcer les capacités d'atténuation et d'intervention des personnes et des systèmes à risque.

### 5.1.2 Pilier 2 : Évaluation de la vulnérabilité et de l'impact

L'objectif du deuxième pilier est de déterminer les principales répercussions passées, actuelles et futures de

la sécheresse (évaluation de l'impact), et d'examiner leurs causes profondes (évaluation de la vulnérabilité). L'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse et de ses conséquences vise à faciliter la compréhension des processus naturels et humains associés à ces éléments. L'un des résultats du pilier 2 prend la forme d'une cartographie de la vulnérabilité à la sécheresse permettant d'établir un profil de vulnérabilité pour chaque secteur, région, groupe de population ou communauté touchés.

Les changements sociétaux qui se produisent au fil du temps ont pour effet d'accroître ou de diminuer la vulnérabilité. Exemples de facteurs de vulnérabilité : changements démographiques, déplacements de population (entre les régions et entre zones rurales et zones urbaines), caractéristiques démographiques, technologie, politiques publiques, sensibilisation à l'environnement, dégradation des ressources, évolution de la consommation d'eau et comportements sociaux. Les évaluations de la vulnérabilité fournissent un cadre qui permet d'identifier les composantes sociales, économiques et environnementales des effets de la sécheresse, c'est-à-dire quels éléments sont exposés sur le plan humain ou matériel, et pour quelles raisons. Elles comblent le fossé entre les évaluations de l'impact et l'élaboration des politiques, en attirant l'attention sur les causes profondes ou sous-jacentes de la vulnérabilité, plutôt que sur ses résultats, à savoir les répercussions négatives consécutives à des événements déclencheurs tels que la sécheresse. Les répercussions des sécheresses concernent de nombreux secteurs et pouvoirs publics, ce qui renforce le besoin de coopération et de coordination entre les ministères et les organisations non gouvernementales.

### 5.1.3 Pilier 3 : Atténuation et intervention

Le résultat du deuxième pilier prend la forme d'une évaluation permettant de déterminer quels éléments sont exposés sur le plan humain ou matériel, et pour quelles raisons. Les objectifs du troisième pilier sont les suivants : définir des mesures adaptées d'atténuation et d'intervention visant à réduire les risques, repérer les facteurs de déclenchement appropriés pour lancer les mesures d'atténuation

au début de l'épisode de sécheresse puis les arrêter (en particulier les mesures à court terme), et déterminer les organismes, les ministères ou les organisations qui assureront l'élaboration et la mise en œuvre de ces mesures d'atténuation. Les facteurs de déclenchement désignent les valeurs spécifiques d'un indicateur ou d'un indice ayant été retenues pour permettre aux décideurs de lancer et/ou d'arrêter des mesures d'intervention ou de gestion conformément aux directives ou aux plans de préparation existants (Hayes *et al.*, 2018). Les facteurs de déclenchement doivent relier les indices ou indicateurs aux répercussions qui se produisent sur le terrain.

L'atténuation des risques naturels se distingue de l'atténuation appliquée au changement climatique, laquelle consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre. L'atténuation, dans le cadre de la gestion de la sécheresse, fait référence aux mesures prises en amont pour réduire les répercussions à venir. Les mesures d'atténuation de la sécheresse sont nombreuses, mais elles peuvent être moins connues des décideurs et du grand public que les mesures d'atténuation applicables aux séismes, aux inondations et à d'autres risques naturels aux conséquences principalement structurelles. Les répercussions de la sécheresse sont généralement de nature non structurelle. Elles sont donc moins visibles, plus difficiles à évaluer (notamment en ce qui concerne la réduction du rendement des cultures) et ne requièrent pas de mesures de reconstruction dans le cadre du processus de relèvement. Les mesures d'atténuation de la sécheresse peuvent s'appliquer à court comme à long terme.

## 5.2 Approches en matière d'élaboration de plans et de politiques de gestion de la sécheresse au niveau national

Élaborer une politique nationale de gestion de la sécheresse fondée sur les risques est une tâche complexe pour les pays. Ce processus requiert une volonté politique au plus haut niveau et une approche coordonnée au sein des échelons gouvernementaux et entre ces derniers, ainsi qu'avec les diverses parties prenantes qui doivent participer à l'élaboration des politiques. La politique nationale de lutte contre la sécheresse peut constituer une politique à part entière.

Elle peut également s'inscrire dans le cadre d'une politique nationale plus large de réduction des risques ou d'adaptation au changement climatique, ou y contribuer, sous forme d'approches globales multirisques centrées sur le principe de gestion des risques. Quelle que soit la voie choisie, la politique ainsi élaborée fournit un cadre qui permet de passer d'une approche traditionnellement axée sur une gestion réactive des crises à une approche proactive fondée sur les risques. Cette approche permet de renforcer la capacité d'adaptation d'un pays, de réduire la durée de relèvement et d'accroître la résilience aux futurs épisodes de sécheresse, ce qui constitue l'objectif de la gestion intégrée de la sécheresse.

Afin de faciliter l'élaboration de ces politiques, le Programme de gestion intégrée de la sécheresse a publié le document intitulé *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse : Un modèle d'action* (OMM et GWP, 2014). Ces lignes directrices servent de modèle pour élaborer une politique nationale fondée sur les principes de gestion de la sécheresse et sur l'approche des trois piliers. Ce processus en dix étapes est générique ; les pays sont encouragés à l'adapter selon leurs besoins et leurs capacités institutionnelles, comme le montrent les exemples de l'Europe centrale et orientale (GWP CEE, 2015), du Brésil, du Mexique et du Maroc (Wilhite et Pulwarty, 2018 ; OMM et GWP, 2014).

L'élaboration d'une politique nationale de gestion de la sécheresse, bien qu'elle fournisse le cadre nécessaire à un changement de paradigme, n'est que la première étape vers une réduction de la vulnérabilité. Ce processus doit également inclure la formulation et la mise en œuvre de plans de préparation et d'atténuation au niveau infranational, lesquels constituent un résultat de l'approche des trois piliers. Ces plans seront les instruments de mise en œuvre de la politique nationale de gestion de la sécheresse.

Une politique nationale de lutte contre la sécheresse doit établir un ensemble clair de principes ou de lignes directrices régissant la gestion de la sécheresse et de ses conséquences. Elle doit s'appliquer de manière cohérente et équitable à l'ensemble des régions, groupes de population et secteurs économiques, et doit s'aligner sur les objectifs de développement durable. En se fondant sur l'approche des trois piliers, la politique vise à réduire les risques grâce à une connaissance et une compréhension accrues des dangers liés à la sécheresse, des causes sous-jacentes de la vulnérabilité de la société, ainsi que des moyens d'agir de façon proactive en adoptant un large éventail de mesures d'atténuation et d'intervention destinées à renforcer la résilience de la société. Comme il a été susmentionné, la gestion des risques passe par l'adoption de nombreuses mesures proactives.

### 5.2.1 Objectifs de la politique de lutte contre la sécheresse

Si les objectifs associés à un plan national de gestion de la sécheresse varient d'un pays à l'autre, ils reflètent en principe certaines thématiques communes. En général, ces objectifs visent à :

- encourager les secteurs économiques et les groupes de population vulnérables à adopter des mesures autonomes qui favorisent la gestion des risques ;
- promouvoir une utilisation durable des ressources agricoles et naturelles ;
- faciliter le relèvement rapide en cas de sécheresse grâce à des mesures fondées sur le concept de gestion des risques.

La planification de la sécheresse désigne les mesures prises par les particuliers, les entreprises, les pouvoirs publics et d'autres acteurs avant une sécheresse, dans le but de réduire ou d'atténuer les effets de la sécheresse ainsi que les conflits qui en découlent. Elle peut se matérialiser sous forme de mesures d'intervention ou d'atténuation. Les mesures d'intervention représentent l'approche traditionnelle adoptée par la plupart des pouvoirs publics ; elle est axée sur une gestion réactive des crises.

L'approche des trois piliers met l'accent sur les mesures d'atténuation permettant une réduction des risques. Il est important de souligner que la planification doit être assurée à différents échelons gouvernementaux, du niveau national au niveau infranational, et que les objectifs des politiques appliquées à l'échelle locale, dans les États ou les régions doivent refléter les objectifs fixés dans la politique nationale de gestion de la sécheresse. La participation des parties prenantes est indispensable à tous les niveaux.

Les dix étapes à suivre pour élaborer une politique nationale de gestion de la sécheresse (OMM et GWP, 2014) sont les suivantes :

1. **Nommer** une commission sur la politique nationale de gestion de la sécheresse.
2. **Énoncer** ou **définir** les buts et objectifs d'une politique nationale de gestion de la sécheresse fondée sur les risques.
3. **Rechercher** la participation des parties prenantes, et **déterminer** et **résoudre** les conflits entre les principaux secteurs d'utilisation de l'eau en tenant compte des questions d'ordre transfrontière.
4. **Inventorier** les données et les ressources financières disponibles et **identifier** les groupes à risque.
5. **Préparer/rédiger** les principes clés d'une politique nationale de gestion de la sécheresse et de plans de préparation, en incluant les trois éléments suivants : suivi, alerte précoce et prévision ; évaluation des risques et des effets ; atténuation et intervention.
6. **Déterminer** les besoins en matière de recherche et **combler** les lacunes institutionnelles.
7. **Tenir compte** des aspects de la gestion de la sécheresse liés à la science et à l'action publique.
8. **Faire connaître** la politique et les plans de préparation, **sensibiliser** le public et rechercher un consensus.
9. **Élaborer** des programmes d'éducation pour l'ensemble des groupes d'âge et des parties prenantes.
10. **Évaluer** et **réviser** la politique nationale de gestion de la sécheresse et les plans de préparation visant à les appuyer.

Bien que ces étapes soient numérotées et interviennent plus logiquement en début de processus pour certaines d'entre elles, il est très important d'envisager la méthodologie en dix étapes comme un cycle (figure 5.2) ; toutes les étapes ont une importance égale, et ne sont pas nécessairement consécutives, uniques ou suivies de manière linéaire. En outre, elles doivent être considérées comme un processus itératif. Par conséquent, malgré leur caractère séquentiel, de nombreuses tâches sont en réalité exécutées simultanément sous la direction de la commission ou de l'équipe spéciale pour la gestion de la sécheresse et des comités et sous-groupes les complétant.

Les étapes 1 à 4 consistent à rassembler les bonnes personnes pour obtenir une compréhension claire du processus, consolider les connaissances sur les objectifs du plan de gestion de la sécheresse, et recueillir les données nécessaires à la prise de décisions justes et équitables lors de l'élaboration et de la rédaction du plan de gestion de la sécheresse proprement dit. L'étape 5 décrit le processus qui consiste à mettre sur pied une structure organisationnelle ou un cadre permettant d'exécuter les tâches nécessaires au plan de préparation, en mettant principalement l'accent sur les trois piliers de la gestion de la sécheresse abordés précédemment.



L'élaboration du plan relève davantage d'un processus que d'un événement isolé donnant lieu à un document figé. La réalisation d'une évaluation de la vulnérabilité lors de cette étape permet d'établir un profil de vulnérabilité pour les principaux secteurs économiques, groupes de population, régions et communautés (voir le chapitre 3). Les étapes 6 et 7 montrent la nécessité de poursuivre les recherches et la coordination entre les scientifiques, les ministères et les décideurs publics. Les étapes 8 et 9 soulignent l'importance de promouvoir, de consolider et de tester le plan avant la survenue d'une sécheresse. Enfin, l'étape 10 consiste à réviser le plan afin de le tenir à jour, et à évaluer son efficacité après chaque épisode de sécheresse.

### 5.3 Difficultés liées à l'élaboration et à la mise en œuvre de plans et de politiques de gestion de la sécheresse au niveau national

L'élaboration et la mise en œuvre de plans et de politiques de gestion de la sécheresse au niveau national requièrent un effort concerté et différentes actions coordonnées. Si l'adoption d'une approche intégrée de la gestion de l'eau a permis à certains pays d'accroître leur résilience face aux sécheresses (voir la section 5.5), et malgré l'appui technique apporté par les organisations internationales et intergouvernementales, les autorités publiques nationales et locales doivent surmonter plusieurs difficultés afin de réussir la mise en œuvre de leurs politiques de gestion de la sécheresse. Les points ci-dessous sont tirés des expériences recueillies en matière de planification de la sécheresse, et ont été légèrement adaptés pour les besoins du présent manuel. Ils sont énoncés dans un livre blanc publié par la FAO, en collaboration avec la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, l'OMM, le GWP, le Programme de gestion intégrée de la sécheresse et le Cadre mondial contre la pénurie d'eau dans l'agriculture (FAO, 2019).

- **Volonté politique.** La volonté politique est souvent reconnue comme l'un des facteurs clés de la résilience à la sécheresse – son absence est une cause profonde de la vulnérabilité. Les

autorités doivent être convaincues qu'il est important de disposer d'une politique de gestion de la sécheresse, que le coût économique, social et environnemental de l'inaction est extrêmement élevé, et que la planification et l'exécution d'une politique de gestion de la sécheresse impliquent des décisions clés concernant les institutions, la coordination et l'affectation des ressources. Les gouvernements et la société doivent également être pleinement convaincus du fait que l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique de gestion de la sécheresse procureront des avantages à la société, et auront peu d'effets néfastes.

- **Institutions.** Il convient de définir le cadre institutionnel nécessaire à la gestion de la politique nationale en matière de sécheresse. À cet effet, il peut être nécessaire de doter les institutions existantes de responsabilités supplémentaires, ou de créer de nouvelles institutions.
- **Coordination.** La gestion des sécheresses exige des actions conjointes à différents niveaux de gouvernement. Si la responsabilité de la mise en œuvre sectorielle incombe à des institutions spécialisées, la réussite de la politique requiert la coordination des décisions aux niveaux intergouvernemental et intersectoriel. Par exemple, une politique nationale efficace implique que la direction soit assurée par un organe collectif de haut niveau, avec la participation de l'ensemble des ministères et organisations chargés de la planification de la sécheresse et de la mise en œuvre.
- **Adéquation des ressources.** Il est absolument essentiel de disposer de ressources adéquates sur les plans institutionnel, humain, technique et budgétaire. En général, les pays à revenu intermédiaire possèdent les ressources nécessaires et ont simplement besoin d'une assistance technique et méthodologique. Les pays moins développés, en revanche, n'ont généralement pas les ressources suffisantes pour définir et mettre en œuvre une politique nationale de gestion de la sécheresse, et devront se procurer les moyens nécessaires en interne ou auprès de donateurs externes.
- **Renforcement des capacités.** La

formation doit faire partie intégrante de chaque politique de gestion de la sécheresse. Les trois piliers requièrent des personnes capables de planifier et de mettre en œuvre les mesures nécessaires. Le renforcement des capacités doit être étendu non seulement aux gouvernements, mais également aux personnes et aux organisations chargées du suivi, de l'alerte précoce, des études d'impact et de vulnérabilité, ainsi que de l'évaluation des politiques.

- **Coopération internationale.** La coopération avec les organisations internationales et régionales ainsi qu'avec la société civile favorise l'échange d'expériences, d'informations, de connaissances et de technologies. Elle permet d'éviter le gaspillage des ressources et accroît l'efficacité de l'effort global.
- **Établissement de liens entre la science et les politiques.** L'une des difficultés majeures consiste à déterminer comment transmettre les informations aux décideurs publics. Il est fréquent que les informations produites par les scientifiques ne parviennent pas jusqu'au processus décisionnel. Une solution possible à cet écueil consiste à « traduire » les informations techniques dans un langage compréhensible par les décideurs. Il est également nécessaire de créer des canaux adéquats de diffusion de l'information.
- **Intégration de la politique.** Une politique nationale de gestion de la sécheresse peut compléter ou même recouper d'autres stratégies nationales de développement et de réduction des risques. Le plan national de gestion de la sécheresse peut être plus efficace lorsqu'il est aligné sur les politiques nationales et les accords internationaux de développement, en particulier ceux qui s'inscrivent dans le cadre du plan national d'adaptation, des contributions déterminées au niveau national au titre de l'Accord de Paris sur les changements climatiques, ou des objectifs de développement durable.

- **Communication.** La politique nationale de gestion de la sécheresse doit être portée à la connaissance du grand public, notamment des personnes les plus touchées par ce phénomène. Une stratégie de communication appropriée doit être élaborée afin de faire connaître le contenu de la politique de gestion de la sécheresse aux différents publics concernés.
- **Évaluation.** Il conviendra d'évaluer régulièrement la politique nationale afin de garantir qu'elle atteigne ses objectifs et que les ressources sont utilisées de manière efficace.



**Questions : Quelles sont les difficultés spécifiques liées à l'adoption d'un plan et de politiques de gestion de la sécheresse dans votre contexte national ? Comment y remédier ?**

#### 5.4 Les avantages d'une approche proactive de la gestion de la sécheresse et les coûts de l'inaction

Les sécheresses entraînent de nombreux coûts économiques, sociaux et environnementaux d'une ampleur variable selon la vulnérabilité de la société et des ménages touchés et leur résilience à la sécheresse. Ces coûts peuvent être illustrés en comparant les coûts de l'inaction en cas de sécheresse aux coûts des mesures prises en amont et *a posteriori* pour lutter contre la sécheresse. Les coûts des mesures prises pour faire face aux sécheresses peuvent être classés en trois catégories :

1) coûts de préparation, 2) coûts d'atténuation des risques de sécheresse et 3) coûts des secours en cas de sécheresse (OMM et GWP, 2017).

Montrer qu'une approche proactive de la gestion des risques de sécheresse est plus avantageuse, du point de vue économique, que d'investir uniquement dans les

secours d'urgence (figure 5.3) constitue un argument solide à l'appui de l'élaboration de politiques nationales de gestion de la sécheresse.

La difficulté à estimer précisément les coûts de la sécheresse complique sensiblement l'analyse des coûts et des avantages liés aux investissements et aux mesures politiques prises pour lutter contre ce phénomène. En même temps, les sécheresses ne sont pas des anomalies météorologiques ou climatiques ; il s'agit d'un phénomène normal et récurrent, quel que soit le climat, même dans des pays relativement riches en eau.

En général, les approches fondées sur la gestion de crise ne permettent pas de réduire la vulnérabilité aux sécheresses futures. Au contraire, les secours apportés aux activités vulnérables en cas de sécheresse peuvent en réalité entretenir la vulnérabilité (encadré 5.1). Du fait de cette vulnérabilité persistante, la gestion de crise coûte donc plus cher à la société que des investissements effectués en amont afin d'atténuer les risques liés aux sécheresses en améliorant la résilience. Bien que la sécheresse

et ses conséquences soient rarement à l'origine de conflits, elles peuvent contribuer à aggraver les tensions susceptibles de mener à un conflit, comme dans le cas de la Syrie (encadré 5.2). Par ailleurs, compte tenu du manque d'évaluations exhaustives permettant de déterminer le total des coûts sociaux et environnementaux de la sécheresse, il est probable que le coût de cette vulnérabilité persistante soit supérieur aux estimations actuelles. Les changements climatiques devraient accroître la fréquence et la gravité des sécheresses (GIEC, 2014 ; 2018 ; 2019). Ils devraient également accroître l'étendue géographique des zones sujettes à la sécheresse (GIEC, 2014 ; Mishra et Singh, 2009), rendant les approches fondées sur la gestion des crises encore plus coûteuses qu'aujourd'hui.

Or, le passage de la gestion des crises à la gestion des risques se fait lentement. Afin de renforcer la volonté politique, les partenaires de recherche et de développement doivent démontrer aux gouvernements qu'à l'avenir, il sera trop coûteux de poursuivre l'approche consistant à fournir des secours en cas de sécheresse.

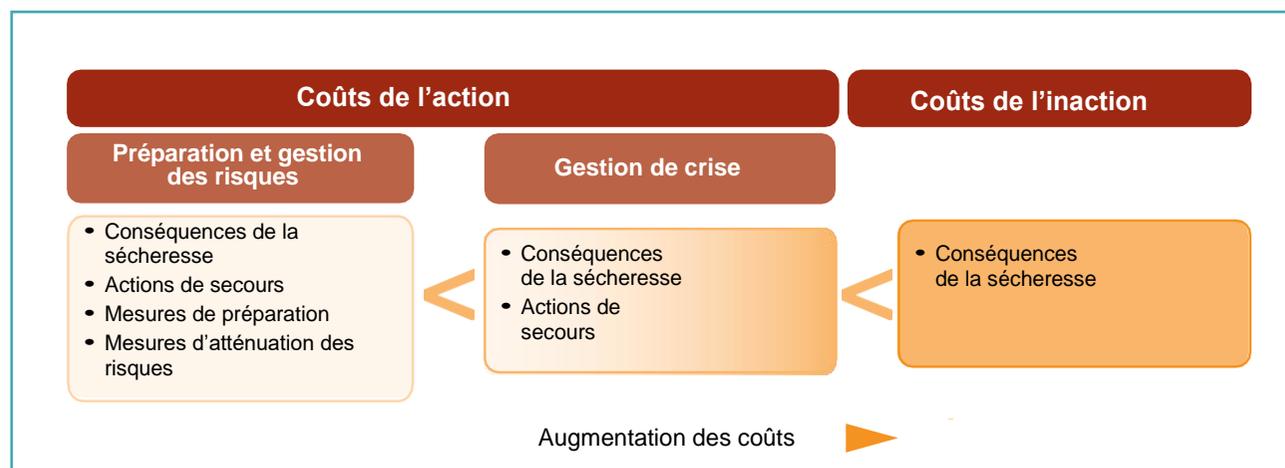


Figure 5.3. Synthèse des coûts liés à la sécheresse selon différents scénarios d'action. Source : OMM et GWP (2017).

**Encadré 5.1. Étude de cas : Les interventions réactives adoptées face à la sécheresse en Somalie n'ont pas permis d'accroître la résilience et ont peut-être même aggravé la crise (Banque mondiale, 2017)**

La sécheresse qui a frappé la Somalie en 2017 était due à la variabilité et à l'insuffisance des pluies saisonnières (Gu et Deyr), qui s'accompagnent généralement d'un risque de sécheresse récurrente. Au cours de cet épisode, les ressources en eau ont été réduites de 80 % selon les estimations, entraînant un assèchement des *berkhads* (citernes), des barrages, des puits creusés à la main et des sources. Cette sécheresse a eu de graves conséquences sur l'agriculture, l'élevage et l'approvisionnement en eau potable. Les interventions d'urgence déployées pour faire face à ces effets étaient principalement des mesures réactives à court terme (par exemple, approvisionnement en eau par camion), qui ont certes permis de sauver des vies, mais n'ont pas contribué à réduire la vulnérabilité sous-jacente. Au contraire, l'aide humanitaire pourrait même avoir augmenté de 50 % le prix de vente de l'eau. Selon les estimations, la flambée des prix a alourdi de 20 millions de dollars É.-U. le coût de l'eau pendant les quatre mois critiques de cet épisode de sécheresse. La forte vulnérabilité de la population et de l'agriculture somaliennes est due à leur dépendance aux ressources hydriques de surface et aux puits peu profonds. Il est possible d'atténuer les effets de la sécheresse en concevant des forages qui puisent dans les aquifères plus profonds, épargnés par la sécheresse, et en augmentant le nombre d'infrastructures de collecte des eaux de pluie et de stockage de l'eau. Toutefois, peu de mesures ont été prises en ce sens avant et pendant le déploiement des interventions humanitaires afin de renforcer la résilience à la sécheresse.

**Encadré 5.2. Étude de cas : La détérioration de l'économie et l'indifférence des pouvoirs publics ont accru la vulnérabilité de la République arabe syrienne à la sécheresse (De Châtel, 2014 ; Ward et Ruckstuhl, 2017)**

La sécheresse est un phénomène climatique normal et récurrent qui touche plus spécifiquement les pays arides tels que la Syrie, qui a connu de graves sécheresses en 2006, 2007-2008 et 2011. La sécheresse de 2007-2008 a été particulièrement dévastatrice. Les déficits pluviométriques ont atteint 60 %, et certaines régions n'ont reçu aucune précipitation, ce qui a eu de graves répercussions sur la production agricole nationale. La récolte de blé de 2007-2008 a atteint 2,1 millions de tonnes, contre une moyenne à long terme de 4,7, contraignant la Syrie à importer du blé pour la première fois en 15 ans. Ces sécheresses ont été particulièrement intenses, mais leurs effets ont également été amplifiés. Cette aggravation s'explique en partie par des changements démographiques et par une vulnérabilité accrue du secteur agricole en raison d'une population plus nombreuse, d'une augmentation de la pression sur les terres de parcours, et de l'épuisement des ressources en eaux souterraines. Les politiques publiques ont également contribué à accroître la vulnérabilité du pays. Les projets étatiques ont mis sous tension les ressources terrestres et hydriques et ont aggravé la pauvreté dans le nord-est de la Syrie, qui est traditionnellement le grenier à blé du pays. L'écart s'est creusé entre les conditions de vie des zones urbaines et celles des zones rurales, et le taux de chômage a augmenté rapidement. Le système politique était fermé et oppressif, et la corruption largement répandue. La vulnérabilité s'est manifestée sous la forme d'une insécurité alimentaire grandissante. D'après l'ONU, 1,3 million de personnes ont été touchées par la sécheresse entre 2008 et 2011, dont 800 000 « gravement ». La prolongation de la sécheresse une deuxième puis une troisième année consécutive a progressivement affaibli la capacité à faire face des habitants du nord-est. Les mauvaises récoltes enregistrées pendant deux années de suite ont laissé les agriculteurs sans semences, et les éleveurs ont été contraints de vendre ou d'abattre leurs troupeaux en raison du manque de pâturage et de fourrage. Le taux de malnutrition, déjà élevé, a connu une augmentation rapide, « 80 % des personnes gravement touchées se nourrissant de pain et de thé sucré pour survivre ». L'incidence des maladies d'origine nutritionnelle a explosé entre 2006 et 2010 ; 42 % des nourrissons souffrent d'anémie dans le gouvernorat de Raqqa. L'incapacité déplorable du gouvernement à apporter une aide humanitaire adéquate ou à aider les agriculteurs à surmonter la sécheresse et à retrouver leurs capacités de production a fortement aggravé la situation. D'après l'ONU, 3,7 millions de personnes étaient en situation d'insécurité alimentaire en 2010, soit 17 % de la population syrienne, et 300 000 personnes avaient migré en raison de la sécheresse, désertant plus de deux tiers des villages dans les gouvernorats d'Hassakeh et de Deir ez-Zor. Selon les estimations, 65 000 familles ont quitté le nord-est pour vivre dans des camps de tentes situés à proximité de Damas et d'Alep. Les familles qui se sont installées depuis 2008 dans le camp de tentes Mzeirieb, aux environs de Dara'a, ont rejoint des proches qui survivent dans ces conditions depuis une décennie ou plus. Outre le fait qu'ils soulignent la complexité de la vulnérabilité, ces événements ont également joué un rôle fondamental dans le soulèvement populaire qui a suivi en Syrie.

Les secours fournis en cas de sécheresse pèsent déjà lourdement sur les budgets des États. Cette situation exige d'adopter des approches axées sur la gestion des risques, tant dans les discours que dans le cadre de mesures spécifiquement financées. Une mesure facile à prendre à cet effet consiste à opter pour des actions d'atténuation ayant des avantages connexes immédiats au-delà de la gestion du risque de sécheresse, et qui seraient bénéfiques même en l'absence de sécheresse (figure 5.4). Une étude de cas réalisée dans une petite communauté du Honduras met en lumière l'importance des avantages socioéconomiques qui découlent d'une gestion proactive de la sécheresse (encadré 5.3). Il est nécessaire d'approfondir les recherches afin d'identifier les avantages connexes qui peuvent être obtenus sur le plan socioéconomique, et de renforcer le plaidoyer fondé sur des données factuelles dans ce domaine.

En s'appuyant sur la littérature spécialisée et les échanges menés avec des experts, l'OMM et le GWP, dans le cadre du Programme de gestion intégrée de la sécheresse (Venton *et al.*, 2019), ont élaboré un cadre conceptuel qui permet d'évaluer les risques liés aux sécheresses et d'analyser les avantages résultant de l'action et les coûts relatifs à l'inaction (analyse « BACI », pour *benefits of action and costs of inaction*). Ce cadre est adapté à la structure du processus d'élaboration en dix étapes de la politique de gestion de la sécheresse et de préparation, puis intégré à cette structure, comme indiqué précédemment dans ce chapitre (OMM et GWP, 2014). Le volet analytique du cadre conceptuel décrit la marche à suivre pour évaluer chacune des dix étapes selon l'analyse BACI. Il oriente les actions à mener pour évaluer de manière systématique les avantages de l'action et les coûts de l'inaction, en indiquant notamment les concepts à maîtriser aux fins d'analyse et les aspects à prendre en compte dans les quatre premières étapes du processus.

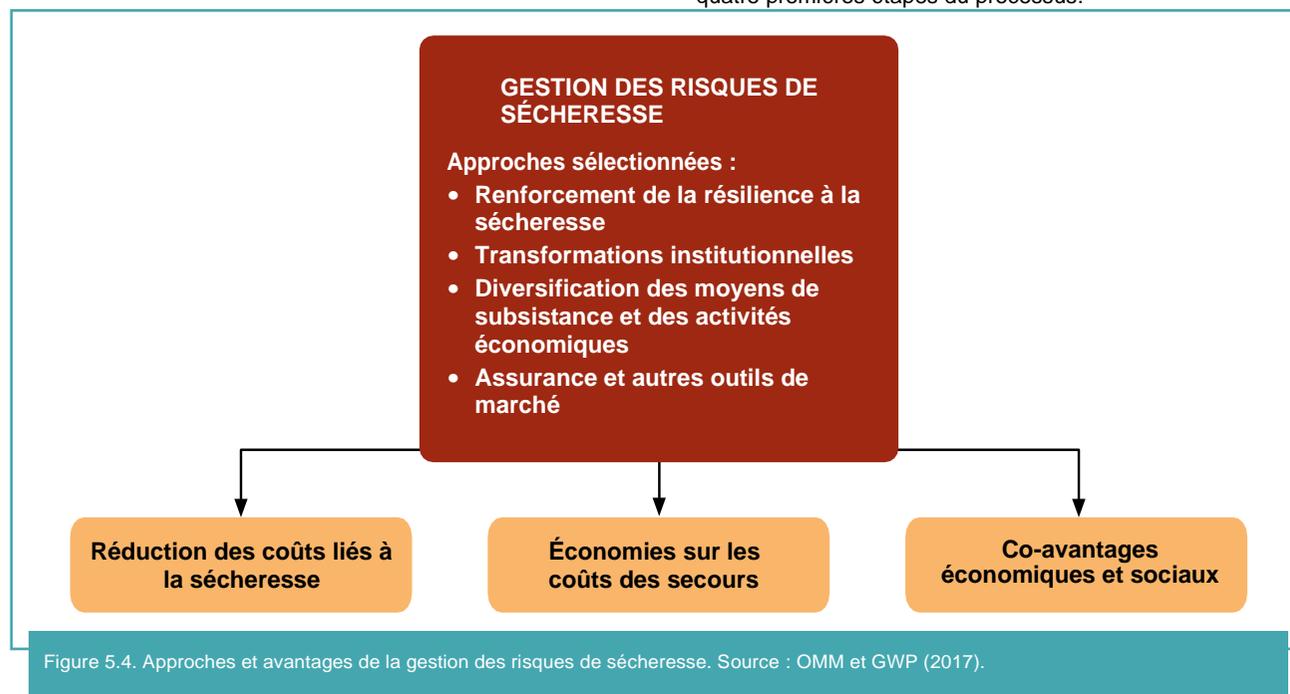
Pour analyser l'étape 5, des outils sont proposés dans le cadre de l'analyse BACI afin d'évaluer les risques, les effets et la vulnérabilité, entre autres, en chiffrant les pertes directement évitées et les avantages obtenus selon différents scénarios d'atténuation. L'analyse BACI est également appliquée aux étapes 6 et 7 ; elle permet de définir les besoins en matière de recherche, et de définir le rôle principal de l'évaluation des avantages de l'action et des coûts de l'inaction en intégrant les aspects liés aux politiques scientifiques. Les étapes 8 et 9 soulignent l'importance de promouvoir et de tester les plans avant la survenue d'une sécheresse ; l'analyse BACI peut jouer un rôle crucial dans la communication des plans de préparation, car elle permet d'inciter à agir au moyen d'arguments économiques. Pour finir, l'analyse BACI est appliquée aux composantes de l'étape 10, à savoir la révision et l'évaluation du plan de gestion de la sécheresse.

L'analyse BACI est conçue comme un outil permettant l'intégration systématique de l'évaluation des avantages de l'action et des coûts de l'inaction dans le processus d'élaboration de la politique de gestion de la sécheresse. En déterminant la valeur de la préparation à la sécheresse, elle peut appuyer le passage d'une approche axée sur des interventions réactives en cas de sécheresse à une gestion proactive des risques de sécheresse.

## 5.5 Exemples de plans de lutte contre la sécheresse

### 5.5.1 Mexique

La sécheresse récurrente qui a frappé la plupart des régions du pays entre 2010 et 2013 a conduit le président mexicain à annoncer un Programme national de lutte contre la sécheresse (PRONACOSE) en janvier 2013. Ce plan doit être coordonné par la Commission nationale de l'eau (CONAGUA). Par chance, cette période de sécheresse coïncidait avec le calendrier politique, ce qui a permis de faire pression sur le gouvernement mexicain nouvellement élu afin qu'il change d'approche en matière de gestion de la sécheresse. C'est dans ce contexte que le programme PRONACOSE a été lancé.



### Encadré 5.3. Étude de cas : Gestion du risque de sécheresse grâce à l'amélioration de l'accès à l'eau dans une communauté du Honduras – avantages de l'action et coûts de l'inaction

La petite communauté hondurienne d'Azacualpa (1 600 habitants) est très dépendante de la production horticole sur le plan économique. En Amérique centrale, les sécheresses se caractérisent essentiellement par un déficit de précipitations pendant la saison des pluies. L'amélioration de l'accès à l'eau pendant toute l'année pour les besoins de la production agricole a joué un rôle essentiel dans la réduction du risque de sécheresse, permettant la construction de 27 réservoirs. Ces mesures ont eu de nombreuses retombées positives : amélioration de la gestion du risque de sécheresse ; progression notable de l'emploi (de 30 % à 70 %) ; renforcement des capacités organisationnelles ; accroissement de la productivité, de la cohésion sociale et du bien-être ; hausse des niveaux de revenu (de 1,60 dollar É.-U. à 3,84 dollars É.-U. par jour) ; accroissement de la rentabilité (rendement de 36 %) ; diversification des cultures ; augmentation de l'intensité de culture (quatre récoltes par an sur la même parcelle) ; amélioration de la sécurité alimentaire (+ 26 % pour la production de maïs et + 23 % pour la production de haricots) ; amélioration de l'accès au marché et aux services financiers ; hausse de la valeur foncière (+ 47 %) ; et baisse de la migration.

Source : GWP-CA (2017).

Des outils axés sur une nouvelle approche proactive et préventive de gestion intégrée de la sécheresse ont été élaborés au niveau des conseils de bassin hydrographique. Les objectifs du programme PRONACOSE peuvent être résumés comme suit :

- Mettre en place un programme de formation ciblé sur les concepts de base de la sécheresse et les bonnes pratiques en matière de renforcement des capacités locales, en vue d'assurer la durabilité de la gestion intégrée de la sécheresse au Mexique ;
- Mener des activités de sensibilisation au niveau des bassins hydrographiques et élaborer un ensemble de mesures de prévention et d'atténuation pour lutter contre les sécheresses ;
- Créer un comité interorganisations chargé de coordonner et de diriger les programmes existants en matière de gestion de la sécheresse, d'orienter et d'évaluer le programme PRONACOSE, et de financer les mesures proposées par les parties prenantes au niveau des bassins hydrographiques ;
- Impliquer les experts et les chercheurs dans les interventions afin de repérer les besoins en matière de gestion de la sécheresse ;
- Mettre au point un programme de communication et de sensibilisation mettant l'accent sur la vulnérabilité, la participation, la prévention et l'évolution des sécheresses.

Outre les cinq points ci-dessus, le programme PRONACOSE a pour composante importante un mécanisme qui permet d'évaluer l'efficacité de chaque activité/stratégie mise en œuvre, et de garantir la durabilité en intégrant de manière continue les retours d'informations et les enseignements tirés des différentes phases de mise en œuvre. Les activités du programme PRONACOSE sont structurées dans les trois grands domaines d'activité suivants :

- Élaboration et mise en œuvre de mesures de prévention et d'atténuation des effets de la sécheresse, notamment pour le suivi et l'alerte précoce ;

- Création d'un cadre juridique garantissant l'approvisionnement continu en eau potable en période de sécheresse ;
- Coordination de la réponse institutionnelle concernant les mesures d'atténuation de la sécheresse.

Dans le cadre du programme PRONACOSE, la commission CONAGUA assure le suivi mensuel des sécheresses au niveau des bassins hydrographiques, des États et des municipalités, conformément aux normes convenues avec le programme nord-américain de suivi de la sécheresse en 2013.

Dans un premier temps, la CONAGUA a élaboré 26 programmes de prévention et d'atténuation de la sécheresse (PMPMS) pour chaque conseil de bassin hydrographique. Ces programmes prenaient en compte les caractéristiques de la sécheresse et la vulnérabilité de chaque bassin. Un guide a été élaboré, et les principaux acteurs de chaque PMPMS ont été formés à la normalisation des activités et des contenus des PMPMS. Le programme PRONACOSE a fourni un cadre pour la mise en œuvre, l'évaluation et la remise en œuvre des PMPMS après amélioration. L'objectif était de garantir l'appropriation des programmes par les conseils de bassin et de favoriser une mise en œuvre durable.

#### 5.5.2 Brésil

Le Brésil possède une riche et longue expérience en matière de gestion des sécheresses et d'adaptation à ces dernières, en particulier dans la région semi-aride située au nord-est du pays. Une sécheresse extrême a frappé la région en 2012, entraînant d'importantes pertes de cultures et de bétail, et portant les réservoirs à des niveaux critiqueusement bas. Cette sécheresse a retenu l'attention de la population, des médias et des décideurs brésiliens ainsi que des experts internationaux. Faisant fond sur l'expérience tirée de cet épisode, le Brésil a pris des mesures proactives afin de réformer la gestion et la planification de la sécheresse.

Le pays a ainsi joué un rôle actif dans la Réunion de haut niveau sur les politiques nationales en matière de sécheresse, qui s'est tenue à Genève en

mars 2013 (CNULCD *et al.*, 2013). Sous la direction du ministère de l'Intégration nationale, le gouvernement brésilien a donné suite à la réunion en instaurant des partenariats avec les organismes des Nations Unies participants, afin de planifier et d'accueillir un atelier régional de l'Amérique latine destiné à renforcer les politiques et les capacités en matière de gestion de la sécheresse. Cet atelier, qui a aussi eu lieu en 2013, a réuni des gouvernements d'Amérique latine et des Caraïbes afin d'aider à la mise en place d'un processus de planification en dix étapes visant à permettre l'élaboration d'une politique nationale de gestion de la sécheresse. À la suite de ces réunions, plusieurs activités se sont déroulées au Brésil à l'échelle nationale, régionale, dans les États et au niveau local, afin d'attirer davantage l'attention sur les questions liées à la sécheresse. Cela a notamment consisté à organiser un processus formel permettant au gouvernement fédéral et aux États d'examiner la possibilité d'élaborer une politique nationale de gestion de la sécheresse et de concevoir et mettre en œuvre un système de suivi de la sécheresse dans le Nord-Est (<http://monitordesecas.ana.gov.br/>). La convergence de ces efforts représentait pour le Brésil une occasion unique d'améliorer sa préparation et sa résilience à la sécheresse au cours des années à venir, en s'appuyant sur l'expérience tirée de l'épisode de 2012 (OMM et GWP, 2014).

### 5.5.3 Maroc

La sécheresse est un phénomène naturel récurrent au Maroc. Une étude des anneaux de croissance des arbres a permis de reconstituer l'historique des sécheresses au cours du dernier millénaire (1000-1984). Cette étude indique que le pays a connu plus de 89 sécheresses d'une durée d'un à six ans, avec une période de récurrence de 11 ans environ. Une sécheresse dure en moyenne 1,6 an, et la période 1901-2000 est l'une des plus sèches de ces neuf derniers siècles. À partir de ces expériences, le Maroc a progressivement mis en place un système de gestion intégrée de la sécheresse structuré autour de trois éléments essentiels (OMM et GWP, 2014) :

1. Suivi et alerte précoce. Le Maroc a renforcé ses capacités techniques et institutionnelles à l'échelle nationale, notamment en matière de modélisation climatique, de télédétection et de prévision des récoltes. Un observatoire national de la sécheresse a été créé en 2000 afin d'améliorer les prévisions, d'évaluer les effets et d'élaborer des stratégies et des outils d'aide à la décision et de préparation à la sécheresse.
2. Plans opérationnels d'urgence visant à atténuer les effets de la sécheresse. Ils incluent les éléments suivants :
  - a. Fourniture d'eau potable, notamment aux populations rurales ;
  - b. Préservation du cheptel grâce à la distribution d'aliments pour le bétail ;
  - c. Mise en œuvre d'activités génératrices de revenu et création d'emplois (entretien des voies rurales et des infrastructures d'irrigation) ;
  - d. Conservation des forêts et des ressources naturelles.
3. Stratégie à long terme destinée à réduire la vulnérabilité à la sécheresse. Cette stratégie repose sur une approche de la gestion des risques visant à réduire la vulnérabilité de l'économie nationale à la sécheresse, en mettant l'accent sur l'agriculture et l'économie rurale. Elle implique un large éventail de politiques qui intègrent le risque de sécheresse dans l'ensemble du pays, y compris en matière économique et sociale, ainsi que sa récurrence à long terme. Cette stratégie se fonde sur les trois piliers suivants :
  - a. Approche intégrée de la gestion des ressources en eau grâce à des politiques et des réformes institutionnelles qui se renforcent mutuellement ;
  - b. Amélioration de l'accès à l'approvisionnement en eau et à l'assainissement, et augmentation de la capacité de traitement des eaux usées grâce à l'optimisation des stratégies de financement et au

renforcement de l'appui budgétaire aux infrastructures publiques ;

- c. Conservation de l'eau et amélioration de l'efficacité, de la productivité, de la rentabilité et de la durabilité de l'agriculture irriguée. Cette approche intégrée vise à améliorer trois grands domaines interdépendants :
  - i. Efficacité hydraulique des systèmes d'irrigation ;
  - ii. Capacités de gestion des organismes d'irrigation ;
  - iii. Productivité.

### 5.5.4 Slovaquie

Pendant l'été 2017, un groupe de travail interministériel a été créé afin de préparer le Plan d'action national slovaque de lutte contre la sécheresse (GWP-CEE, 2018 ; OMM, 2017). Ce groupe était composé d'experts issus des entités suivantes, entre autres : ministère de l'Environnement, Institut slovaque d'hydrométéorologie, Institut de recherche sur l'eau, Compagnie slovaque de gestion des eaux, ministère de l'Agriculture et du développement rural, Centre national pour l'alimentation et l'agriculture, Hydro-méliorations, université technique slovaque, faculté des sciences naturelles de l'université Comenius, Bureau du Gouvernement, GWP-CEE.

Le groupe de travail a élaboré un plan d'action contre la sécheresse portant principalement sur les infrastructures vertes et l'amélioration de la rétention de l'eau en milieu urbain, l'agriculture, la sylviculture et l'hydromorphologie. Ce plan est aligné sur le catalogue de mesures naturelles de rétention d'eau conçu par l'Union européenne. Le plan d'action contre la sécheresse s'inspire des sept étapes décrites dans les Lignes directrices relatives à l'élaboration de plans de gestion de la sécheresse dans le contexte de la directive-cadre sur l'eau de l'Union européenne, elle-même adaptée au contexte politique européen à partir du processus en dix étapes (section 5.2) élaboré par l'OMM et le GWP pour l'Europe centrale et orientale (GWP-CEE, 2015).

Le Programme de gestion intégrée de la sécheresse pour l'Europe centrale et orientale (IDMP CEE) a été créé en 2013 en tant qu'entité régionale du Programme de gestion intégrée de la sécheresse de l'OMM et du GWP. Il est mis en œuvre dans dix pays d'Europe centrale et d'Europe de l'Est. Un des principaux objectifs de ce programme est d'accroître la résilience des pays à la sécheresse ainsi que l'adaptation au changement climatique. Dans ce cadre, le GWP-CEE a organisé deux séries de dialogues nationaux en 2013 et 2015. Le troisième dialogue s'est tenu dans le cadre du projet DriDanube en 2017 (<http://www.interreg-danube.eu/news-and-events/project-news/746>). Ces échanges ont rassemblé les parties prenantes impliquées dans des politiques et des domaines divers, et ont permis de définir des stratégies horizontales en lien avec la lutte contre la sécheresse (agriculture, sylviculture, hydrologie, énergie, etc.). Ils ont joué un rôle catalyseur dans l'examen des étapes et des mesures nécessaires pour établir un cadre de gestion proactive de la sécheresse au niveau national.

Il est important de partager l'expérience slovaque à l'intérieur comme à l'extérieur de l'Europe centrale et orientale, car la région est sensible à la variabilité et à la modification des régimes de précipitations. Les scénarios climatiques futurs prévoient une augmentation en fréquence et en gravité des phénomènes météorologiques extrêmes, ce qui devrait se traduire par une augmentation des sécheresses.

Pour obtenir des informations complémentaires et d'autres exemples nationaux de politiques et de plans de gestion de la sécheresse, veuillez consulter la page suivante : <http://www.droughtmanagement.info/droughtpolicies-and-plans/>. Des conseils individuels peuvent être sollicités auprès du centre d'assistance du Programme de gestion intégrée de la sécheresse : <http://www.droughtmanagement.info/ask/ask-form/>.

## 5.6 Références et lectures complémentaires

- De Châtel, F., « The role of drought and climate change in the Syrian uprising: untangling the triggers of the revolution ». *Middle Eastern Studies*, vol. 50, n° 4, 2014, p. 521-535. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1080/00263206.2013.850076>.
- FAO, *Proactive Approaches to Drought Preparedness. Where Are We Now and Where Do We Go from Here?* Livre blanc. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome (Italie), 2019.
- GWP-CA, « *Benefits of Action and Costs of Inaction in a Water Reservoir Project for Agricultural Purposes in Azacualpa, Honduras* » (José Manuel González). Étude de cas du Programme de gestion intégrée de la sécheresse. Partenariat mondial de l'eau – Amérique centrale, Tegucigalpa (Honduras), 2017.
- GWP-CEE, *Guidelines for Preparation of the Drought Management Plans. Development and Implementation in the Context of the EU Water Framework Directive*. Partenariat mondial de l'eau – Europe centrale et orientale, Bratislava (Slovaquie), 2015.
- GWP-CEE, « Slovakia – A Step Further in Proactive Drought Management ». 24 janvier 2018. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.gwp.org/en/GWP-CEE/WE-ACT/news/2018/Slovakia-a-step-further-in-proactive-drought-management/>.
- Hayes, M. J., Svoboda, M. et Redmond, K. T., « Drought monitoring and early warning: twenty-first century advancements and challenges (chapitre 7) », In : *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management and Policy* (Wilhite, D. A. et Pulwarty, R., dir.). CRC Press, Boca Raton, Floride (États-Unis), p. 141-153, 2018.
- GIEC, *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (équipe de rédaction principale, Pachuari, R. K. et Meyer, L. A., [dir.]). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève (Suisse), 2014.
- GIEC, *Réchauffement planétaire de 1,5 °C – Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté* (version intégrale disponible en anglais seulement). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève (Suisse), 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- GIEC, *Changement climatique et terres émergées – Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres* (version intégrale disponible en anglais seulement). Sous presse. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève (Suisse), 2019. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.ipcc.ch/srcccl/>.
- Mishra, A. K. et Singh, V. P., « Analysis of drought severity-area-frequency curves using a general circulation model and scenario uncertainty », *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 114, n° D06120, 2009. Disponible à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.1029/2008JD010986>.
- Pischke, F. et Stefanski, R., « Integrated drought management initiatives » (chapitre 3), In : *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management and Policy*, 2<sup>e</sup> édition (Wilhite, D. A. et Pulwarty, R., dir.). CRC Press, Boca Raton, Floride, États-Unis, p. 39-54, 2018.
- Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, FAO et OMM, *Réunion de haut niveau sur les politiques nationales en matière de sécheresse. Document directif : Politiques nationales de gestion de la sécheresse*. Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 2013.
- Venton, P., Cabot, C. V., Limones, N., Ward, C., Pischke, F., Engle, N., Wijnen, M. et Talbi, A., *Framework for the Assessment of Benefits of Action/Cost of Inaction (BACI) for Drought Preparedness*. Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2019.
- Ward, C. et Ruckstuhl, S., *Water Scarcity, Climate Change and Conflict in the Middle East: Securing Livelihoods and Building Peace*. I.B. Tauris, Londres (Royaume-Uni), 2017.
- Wilhite, D. A., « Drought planning: a process for state government ». *Water Resources Bulletin*, vol. 27, n° 1, 1991, p. 29-38. Wilhite, D. A. et Pulwarty, R., (dir.), *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management and Policy*, 2<sup>e</sup> édition. CRC Press, Boca Raton, Floride (États-Unis), 2018. Wilhite, D. A., Hayes, M. J., Knutson, C. L. et Smith, K. H., « Planning for drought: moving from crisis to risk management », *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 36, 2000, p. 697-710.
- Wilhite, D. A., Hayes, M. et Knutson, C. L., « Drought preparedness planning: building institutional capacity » (chapitre 5), In : *Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues* (Wilhite, D. A., dir.). CRC Press, Boca Raton, Floride (États-Unis), 2005.
- OMM, « Slovak National Action Plan to Combat Drought ». Informations communiquées par les membres en date du 10 octobre 2017. Disponible à l'adresse suivante : <https://public.wmo.int/en/media/news-from-members/slovak-national-action-plan-combat-drought>.
- OMM et GWP, *Lignes directrices pour une politique nationale de gestion de la sécheresse : Un modèle d'action* (D. A. Wilhite). Integrated Drought Management Programme Tools and Guidelines Series 1. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse) et Partenariat mondial de l'eau, Stockholm (Suède), 2014.

---

OMM et GWP, « *Benefits of action and costs of inaction: Drought mitigation and preparedness – A literature review* » (N. Gerber et A. Mirzabaev). Document de travail 1 du Programme de gestion intégrée de la sécheresse. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse) et Partenariat mondial de l'eau, Stockholm (Suède), 2017.

Banque mondiale, « *Water Sector Assessment for Somalia Rapid Disaster Needs Assessment* ». Banque mondiale, Washington D. C. (États-Unis), 2017.

Adresse électronique : [info@cap-net.org](mailto:info@cap-net.org)  
Site Internet : [www.cap-net.org](http://www.cap-net.org) | <http://campus.cap-net.org>  
Facebook : [capnet.undp](https://www.facebook.com/capnet.undp)  
Twitter : [@capnet\\_undp](https://twitter.com/capnet_undp)

Publié en 2020 par Cap-Net PNUD

Photo : [val lawless/Shutterstock.com](https://www.shutterstock.com/val-lawless)

