



Centre International de  
Hautes Études Agronomiques  
Méditerranéennes



Universidad Politécnica de  
Madrid (Espagne)



University of Cyprus (Chypre)



National Technical University  
of Athens (Grèce)



Università degli Studi  
di Catania (Italie)



Institut Agronomique  
et Vétérinaire Hassan II  
(Maroc)



Ministère de l'Agriculture et  
des Ressources Hydrauliques  
(Tunisie)



Ministerio de Medio Ambiente  
Confederación Hidrográfica  
del Tajo (Espagne)



Canal de Isabel II  
(Espagne)



Fundación Ecología  
y Desarrollo (Espagne)

Commission Européenne - Office de Coopération EuropeAid  
Euro-Mediterranean Regional Programme for Local Water Management (MEDA Water)  
Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning (MEDROPLAN)

# Guide pour la gestion de la sécheresse

## Editeurs :

A. Iglesias, A. Cancelliere, D. Gabiña, A. López-Francos, M. Moneo, G. Rossi

## Auteurs :

T. Ameziane, M. Belghiti,  
S. Benbeniste, M. Bergaoui, B. Bonaccorso, A. Cancelliere,  
T. Christofides, Confederación Hidrográfica del Tajo, F. Cubillo, L. Euchi,  
D. Gabiña, A. Garrido, L. Garrote, S. Hajispyrou, J.C. Ibáñez, A. Iglesias,  
E. Keravnou-Papailiou, A. Lapeña, F. Lebdi, A. López-Francos, M.H. Louati,  
M. Mathlouthi, H.J. Mellouli, M. Moneo, A. Ouassou, D. Pangalou,  
P. Pashardes, S. Quiroga, G. Rossi, N. Rostandi,  
D. Saraçoğlu, T. Sibou, D. Tigkas, G. Tsakiris,  
N. Tsiourtis, C. Vangelis, A. Ziyad



MEDA Water





|   |    |
|---|----|
| Table des matières  | 3  |
| Résumé exécutif : contexte, objectifs et contenu du guide   | 7  |
| <i>Réponse aux questions sociales et aux politiques</i>   | 7  |
| <i>La structure du Guide et les usagers auxquels il s'adresse</i>                                   | 8  |
| <i>Un outil pour compléter la gestion intégrée des ressources en eau</i>                            | 8  |
| <i>Participation des acteurs et sensibilisation à tous les échelons</i>                             | 9  |
| 1. Aperçu et utilisation du Guide   | 11 |
| 1.1. Répondre aux défis de gestion de la sécheresse   | 11 |
| <i>Quel est le propos du Guide ?</i>  | 11 |
| <i>Quelle en est la structure et à quel usager s'adresse le Guide ?</i>                             | 11 |
| <i>Comment utiliser le Guide ?</i>  | 12 |
| <i>Le Guide est-il un produit final ?</i>   | 13 |
| <i>Le Guide peut-il être utilisé dans des situations autres que celles des cas d'étude ?</i>        | 13 |
| 1.2. Les composantes du Guide   | 13 |
| <i>Pourquoi des exemples d'application dans le Guide ?</i>  | 16 |
| <i>Quel est le contenu des exemples d'application ?</i>   | 16 |
| 2. Le cadre de planification  | 17 |
| 2.1. Définition de la finalité et du processus de planification                                     | 17 |
| <i>Pourquoi est-il nécessaire de définir une finalité ?</i>   | 17 |
| <i>Les plans contre la sécheresse sont-ils un produit statique ?</i>                                | 17 |
| 2.2. Définition d'un langage commun entre acteurs   | 18 |
| <i>Pourquoi un dialogue entre les différents acteurs est-il nécessaire depuis le tout début ?</i>   | 18 |
| <i>Quels sont les défis qui rendent nécessaire l'implication des acteurs ?</i>                      | 18 |
| <i>Pourquoi faut-il d'abord définir les concepts ?</i>  | 18 |
| 2.3. Définition des approches de gestion de la sécheresse   | 20 |
| <i>Gestion avant ou après la période de sécheresse ?</i>  | 20 |
| <i>Quels sont les aspects institutionnels nécessaires à une gestion efficace de la sécheresse ?</i> | 22 |
| 3. Composante organisationnelle   | 23 |
| 3.1. Aperçu   | 23 |
| <i>Pourquoi une composante organisationnelle est-elle nécessaire ?</i>                              | 23 |
| <i>Qui seront les personnes affectées et qui seront les responsables ?</i>                          | 23 |
| 3.2. L'unité géographique   | 24 |
| 3.3. Les acteurs  | 26 |
| 3.4. Le cadre légal et institutionnel   | 27 |
| <i>Objectifs de l'analyse</i>   | 28 |
| <i>Méthodologie</i>   | 28 |
| <i>Résultats espérés</i>  | 29 |

|   |    |
|---|----|
| 3.5. Formation des comités contre la sécheresse   | 31 |
| <i>Comité politique (Comité contre la sécheresse)</i>   | 31 |
| <i>Comité technique</i>   | 31 |
| 4. Composante méthodologique  | 33 |
| 4.1. Aperçu   | 33 |
| <i>La complexité de la sécheresse nécessite des méthodes d'analyse complexes</i>                                    | 33 |
| <i>Définition des concepts : aléa, risque, et vulnérabilité</i>   | 33 |
| <i>La méthodologie présentée dans le Guide</i>  | 34 |
| <i>Produire une information technique qui soit compréhensible pour les acteurs</i>                                  | 36 |
| 4.2. Caractérisation et surveillance de la sécheresse   | 36 |
| <i>Objectif</i>   | 36 |
| <i>Méthodes</i>   | 36 |
| <i>Résultats espérés</i>  | 37 |
| <i>L'utilisation d'indices pour la caractérisation et la surveillance</i>   | 37 |
| <i>Un recueil d'indices contre la sécheresse utiles</i>   | 37 |
| <i>L'importance du calcul des probabilités de sécheresse</i>  | 40 |
| <i>Questions-clés et conclusions</i>  | 40 |
| 4.3. Evaluation de risques : Aperçu   | 41 |
| <i>Objectif</i>   | 41 |
| <i>Méthodes</i>   | 41 |
| <i>Résultats espérés</i>  | 41 |
| <i>La caractérisation du risque est complexe et dépend du système</i>   | 41 |
| <i>Evaluation qualitative des impacts potentiels : consultation avec les acteurs</i>                                | 42 |
| <i>Evaluation des risques pour quantifier les probabilités de dommages</i>  | 43 |
| 4.4. Evaluation de risques en agriculture   | 43 |
| <i>Systèmes d'agriculture pluviale en Méditerranée</i>  | 43 |
| <i>Méthode proposée</i>   | 43 |
| 4.5. Le risque dans les systèmes d'alimentation en eau  | 46 |
| <i>Spécification du concept de risque pour les systèmes d'alimentation en eau</i>                                   | 46 |
| <i>Le risque comme probabilité d'un évènement adverse</i>   | 46 |
| <i>Le risque comme dommage attendu</i>  | 47 |
| <i>Sécheresse et pénurie en eau</i>   | 47 |
| <i>Définition de niveau de risque acceptable</i>  | 47 |
| <i>Modèles pour la gestion de l'eau</i>   | 48 |
| <i>Méthodes pour évaluer le risque de pénurie d'eau : en conditions normales et lors d'un épisode de sécheresse</i> | 49 |
| 4.6. Evaluation de vulnérabilité  | 50 |
| <i>Objectif</i>   | 50 |
| <i>Méthodes</i>   | 50 |
| <i>Résultats espérés</i>  | 51 |
| <i>Un indice pour évaluer la vulnérabilité socio-économique</i>   | 51 |

|  |    |
|--|----|
| 5. Composante opérationnelle   | 53 |
| 5.1. Aperçu  | 53 |
| 5.2. Prévention, alerte précoce, systèmes de surveillance                    | 54 |
| <i>La planification à l'avance est essentielle</i>                           | 54 |
| <i>Pourquoi un système de surveillance ?</i>                                 | 54 |
| 5.3. Etablissement de priorités quant à l'utilisation de l'eau               | 55 |
| 5.4. Définition des conditions pour la déclaration des niveaux de sécheresse | 56 |
| <i>Question-clé : la déclaration de sécheresse</i>                           | 56 |
| <i>Pré-alerte</i>  | 56 |
| <i>Alerte</i>  | 57 |
| <i>Urgence</i>   | 57 |
| 5.5. Etablissement des objectifs de gestion pour chaque niveau de sécheresse | 57 |
| <i>Pré-alerte</i>  | 57 |
| <i>Alerte</i>  | 57 |
| <i>Urgence</i>   | 58 |
| 5.6. Définition des actions  | 59 |
| <i>Description</i>   | 59 |
| <i>Ordre d'importance</i>  | 59 |
| <i>Approches proactives et réactives / actions à court et à long terme</i>   | 60 |
| <i>Critères pour la sélection des actions</i>                                | 61 |
| 5.7. Evaluation du processus de mise en œuvre des actions                    | 63 |
| 6. Composante de révision publique   | 65 |
| Annexe 1. Glossaire des termes et concepts                                   | 67 |
| <i>Sécheresse et pénurie d'eau</i>   | 67 |
| <i>Météorologie et climat</i>  | 68 |
| <i>Alimentation et demande en eau</i>  | 68 |
| <i>Systèmes hydrologiques</i>  | 70 |
| <i>Risque, impacts, vulnérabilité et prévention</i>                          | 72 |
| <i>Organisations, institutions, réseaux, et acteurs</i>                      | 74 |
| <i>Données, indicateurs et indices</i>                                       | 74 |
| <i>Unités de mesure</i>  | 76 |
| Annexe 2. Auteurs et collaborateurs  | 77 |
| Auteurs  | 77 |
| Collaborateurs   | 78 |



## Résumé exécutif : contexte, objectifs et contenu du guide

### *Réponse aux questions sociales et aux politiques*

Les sécheresses surviennent souvent dans les pays méditerranéens et entraînent de sévères conséquences économiques et sociales qui sont également liées à la vulnérabilité des systèmes d'alimentation en eau, des systèmes agricoles et de la société en général. Cette vulnérabilité est due à des situations de pénurie d'eau permanente, de détérioration de la qualité et de demandes en eau accrues en raison de la croissance démographique, du développement du tourisme et des besoins de l'irrigation. Ainsi, il est nécessaire d'avoir une politique pour la gestion de la sécheresse basée sur des actions visant à améliorer la prévention de la sécheresse et l'atténuation des impacts des épisodes en cours.

L'expérience en matière de développement de plans pour la gestion de l'agriculture, du sol et de l'eau, met en lumière des résultats intéressants dans la lutte contre les risques de la sécheresse dans de nombreuses régions. La plupart des expériences concluantes permettent de souligner que la gestion basée sur les risques est une approche cruciale pour atténuer les impacts liés à la sécheresse dans des sociétés où existent des vulnérabilités différentes. En se basant sur ces expériences et sur ce qui existe actuellement en matière de législation, gestion, technologie et méthodes d'évaluation de risques, ce Guide pour la Gestion de la Sécheresse dans les pays méditerranéens a été développé dans le cadre du Projet MEDROPLAN (Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning), afin de fournir une approche efficace et systématique pour mettre au point des plans de gestion de la sécheresse alliant science et politique, ce guide pouvant être appliqué dans d'autres régions.

Le Guide du Projet MEDROPLAN est le fruit d'un projet financé à travers le Programme Régional Euro-Méditerranéen pour la Gestion Locale de l'Eau (MEDA Water), avec la collaboration de scientifiques et d'acteurs de l'eau de Chypre, Espagne, Grèce, Italie, Maroc et Tunisie.

Le Guide est destiné à contribuer à des questions sociales et politiques déterminantes :

- Comment peut-on améliorer la gestion de l'eau, et comment les personnes peuvent-elles bénéficier au mieux de ces évolutions ? La présente contribution soutient qu'il existe des options pour minimiser le risque d'impacts de la sécheresse en favorisant des plans de prévention et de gestion de la sécheresse.
- Comment la recherche peut-elle aider à développer des dispositions institutionnelles innovantes et des outils d'aide à la décision ? Le Guide fournit un cadre ainsi qu'une approche systématique pour faire le lien entre les connaissances académiques et les aspects opérationnels et politiques de la gestion des risques de la sécheresse.

Le Guide a été développé en partant d'un principe : passer d'une approche réactive à une approche proactive pour lutter contre la sécheresse, en insistant sur le cadre institutionnel et juridique et sur la participation des acteurs, et en établissant un vaste éventail de méthodologies pour affronter la sécheresse.

#### *La structure du Guide et les usagers auxquels il s'adresse*

Les résultats des travaux du projet MEDROPLAN sont structurés en trois grands axes :

- Le Guide pour la Gestion de la Sécheresse, qui est un récapitulatif de toutes les composantes développées dans le cadre du projet. Le Guide a vocation à atteindre une vaste audience, en particulier les décideurs. Chaque composante du Guide présente des informations compréhensibles par un usager profane, et comporte des aspects académiques, techniques et opérationnels, faisant ainsi le lien entre les communautés scientifiques et politiques. Ce document a été publié en 6 langues (arabe, anglais, français, grec, italien et espagnol) et il est suivi d'exemples en anglais et français concernant des expériences de gestion de la sécheresse dans les 6 pays participant au consortium MEDROPLAN : Chypre, Espagne, Grèce, Italie, Maroc et Tunisie.
- L'Annexe Technique du Guide pour la gestion de la sécheresse, qui est publiée dans un numéro spécial de la revue du CIHEAM "Options Méditerranéennes". L'Annexe Technique présente un développement plus approfondi des questions traitées dans le Guide pour la gestion de la sécheresse et s'adresse aux spécialistes et experts en matière de sécheresse.
- Le site web de MEDROPLAN présente toute l'information contenue dans les deux documents cités précédemment, et propose également des travaux dirigés guidant l'utilisateur et lui permettant de trouver et de sélectionner l'information pertinente ayant trait aux différents aspects du développement d'un plan pour la gestion de la sécheresse, et fournit des exemples d'application des méthodes et modèles proposés. Une version en CD de la page web de MEDROPLAN avec toute l'information précédente est incluse dans une pochette en couverture arrière du Guide pour la gestion de la sécheresse.

#### *Un outil pour compléter la gestion intégrée des ressources en eau*

Le concept de planification intégrée contre la sécheresse émanant du Guide comporte cinq composantes : Le cadre de planification, plus les composantes organisationnelle, méthodologique, opérationnelle et de révision publique. Un ensemble d'exemples d'application à différents cas d'étude dans les pays méditerranéens est également incorporé.

Le cadre de planification définit les finalités à l'échelle locale, régionale et nationale ayant présidé au développement d'une planification contre la sécheresse et met en lumière le processus dynamique répondant à l'évolution des préoccupations concernant l'environnement et la société.

La composante organisationnelle permet à l'utilisateur du Guide de collecter et de mettre à disposition l'information la plus complète concernant les institutions et organisations

s'occupant de la gestion de la sécheresse et de la pénurie d'eau, elle montre également comment la société répond à la sécheresse, et permet d'établir des liens entre les acteurs. Un résultat primordial de cette composante devrait être une proposition de création et de fonctionnement d'un comité contre la sécheresse - s'il n'existe pas déjà - ce comité ayant vocation à devenir une instance essentielle dans la gestion des plans contre la sécheresse.

La composante méthodologique est nécessaire pour encourager des études techniques objectives évaluant les risques de sécheresse et la vulnérabilité, et pour aider à la déclaration controversée de sécheresse avec ses différents niveaux d'alerte. La complexité de ces problématiques porte à suggérer une vaste gamme de méthodes d'évaluation possibles, et voire une combinaison de celles-ci, ce qui généralement résulte plus performant que l'application d'une seule méthode. La plupart des méthodologies comportent des aspects de caractérisation de la sécheresse, d'évaluation des impacts possibles, d'analyse de risques et d'évaluation de la vulnérabilité.

La composante opérationnelle identifie les activités à long et court terme et les actions visant à prévenir et à atténuer les impacts de la sécheresse, ainsi que la procédure pour les mettre en œuvre. Les activités et actions sont essentielles pour la création de plans spécifiques contre la sécheresse et pour la mise en place d'efforts de réponse.

Finalement une composante de révision publique est essentielle car elle permet de réviser et de modifier le cas échéant le plan de sécheresse mis au point en appliquant le Guide.

#### *Participation des acteurs et sensibilisation à tous les échelons*

L'analyse des contextes social et hydrologique des pays méditerranéens a mis en relief un cadre institutionnel complexe et a souligné l'importance de la mobilisation des acteurs et de la sensibilisation pour aboutir à une gestion efficace de la sécheresse. Le fait de mettre au point des stratégies efficaces basées sur le risque, qui atténuent les effets de la sécheresse dans le domaine de l'agriculture et des systèmes d'alimentation en eau, dépend en dernier lieu du rôle des organisations, des institutions, et de la société civile intervenant en matière de sécheresse dans chaque cas.

Le Guide est développé dans le contexte actuel de vulnérabilité à la sécheresse, de législation, de gestion et de technologie. La conception du Guide vise à être suffisamment vaste pour incorporer de nouveaux critères pour l'établissement de priorités en fonction de l'évolution de la société ou l'amélioration des aspects scientifiques et technologiques de la gestion de la sécheresse.

Les plans pour la gestion de la sécheresse doivent faire l'objet d'une réécriture continue, et toutes les composantes son à considérer de façon dynamique. Au fur et à mesure que les technologies évoluent, de nouveaux programmes sont développés, et les compétences institutionnelles de leur côté sont modifiées, et donc ces plans sont à revoir.



## 1. Aperçu et utilisation du Guide

### 1.1. Répondre aux défis de gestion de la sécheresse

#### *Quel est le propos du Guide ?*

Le propos du Guide MEDROPLAN est de fournir aux pays méditerranéens un cadre pour une approche efficace et systématique afin de prévenir et/ou minimiser les impacts de la sécheresse sur les populations.

Le Guide vise à compléter les efforts présents concernant la planification des bassins hydrographiques à l'échelle régionale et nationale, ainsi que les initiatives des politiques agricoles en cours.

Le Guide MEDROPLAN est le fruit de plus de trois années de recherche, et il est à considérer comme un cadre intégré pour la gestion de la sécheresse. En particulier, il vise à développer et à promouvoir des critères et des méthodologies basés sur les concepts de gestion des risques de la sécheresse et d'atténuation des impacts subséquents.

Le propos du Guide est d'aider les pays à affronter les impacts les plus sévères d'un tel désastre naturel, moyennant une planification plus avancée des ressources en eau, que ce soit à l'échelle nationale, régionale ou de bassin hydrographique, ainsi que par le biais des initiatives des politiques agricoles. De même est discuté de façon détaillée le rôle des mesures à long et court terme qui doivent être utilisées pour prévenir et atténuer les effets de la sécheresse.

#### *Quelle en est la structure et à quel usager s'adresse le Guide ?*

Les résultats du projet MEDROPLAN sont structurés en trois grands axes :

- Le Guide pour la Gestion de la Sécheresse, qui est un récapitulatif de toutes les composantes développées dans le cadre du projet. Le Guide a vocation à atteindre une vaste audience, en particulier les décideurs. Chaque composante du Guide présente des informations compréhensibles par un usager profane, et comporte des aspects académiques, techniques et opérationnels, faisant ainsi le lien entre les communautés scientifiques et politiques. Ce document a été publié en 6 langues (arabe, anglais, français, grec, italien et espagnol) et il est suivi d'exemples en anglais et français concernant des expériences de gestion de la sécheresse dans les 6 pays participant au consortium MEDROPLAN : Chypre, Espagne, Grèce, Italie, Maroc et Tunisie.
- L'Annexe Technique du Guide pour la gestion de la sécheresse, qui est publiée dans un numéro spécial de la revue du CIHEAM "Options Méditerranéennes". L'Annexe Technique présente un développement plus approfondi des questions traitées dans le Guide pour la gestion de la sécheresse et s'adresse aux spécialistes et experts en matière de sécheresse.

- Le site web de MEDROPLAN présente toute l'information contenue dans les deux documents cités précédemment, et propose également des travaux dirigés guidant l'utilisateur et lui permettant de trouver et de sélectionner l'information pertinente ayant trait aux différents aspects du développement d'un plan pour la gestion de la sécheresse, et fournit des exemples d'application des méthodes et modèles proposés. Une version en CD de la page web de MEDROPLAN avec toute l'information précédente est incluse dans une pochette en couverture arrière du Guide pour la gestion de la sécheresse.

Les plans de gestion de la sécheresse doivent mettre l'information à disposition d'une audience le plus vaste possible ; par conséquent le but du Guide MEDROPLAN est d'atteindre tous les acteurs intervenant à quelque titre que ce soit dans la problématique de la sécheresse en Méditerranée, et en particulier de les orienter et de les aider en matière de développement de politiques.

Afin d'accomplir cette mission, le Guide est écrit en tenant compte de l'utilisateur, et tente d'éviter un langage scientifique ou technique trop spécifique, qui pourrait s'avérer difficile à comprendre par un non spécialiste.

#### *Comment utiliser le Guide ?*

Le Guide apporte un cadre complet pour affronter la sécheresse à travers la mise au point et l'application de plans de gestion proactifs. Toutefois, chaque pays et chaque bassin versant présente ses propres caractéristiques, les plans contre la sécheresse devant s'y adapter. Ainsi le Guide n'est pas prescriptif et doit être considéré comme une référence, de même qu'il faudra choisir parmi les outils proposés et les adapter à la réalité de la planification.



Le Guide a vocation à toucher un vaste auditoire. Chaque composante du Guide comprend une information compréhensible par un usager profane. Les Annexes Techniques sont un complément du Guide, et présentent une information scientifique plus approfondie, de même que des développements concernant la gestion de la sécheresse, et s'adressent à un public davantage spécialisé (scientifiques, gestionnaires de l'eau, experts, etc.) pouvant souhaiter approfondir certains aspects, ou toute une composante du Guide. Le site web et les travaux dirigés contiennent toute la documentation précédente, leur propos étant d'élargir le public du Guide et d'aider les lecteurs à trouver, parmi toute l'information, les éléments qui s'avèrent les intéresser.

### *Le Guide est-il un produit final ?*

Le Guide reflète la situation actuelle des pays méditerranéens concernés par le projet du point de vue de la vulnérabilité à la sécheresse, des législations et de la gestion des ressources en eau et des technologies disponibles. Toutefois la conception du Guide vise à être suffisamment vaste pour incorporer de nouveaux critères d'établissement de priorités au fur et à mesure qu'évoluent les sociétés et que progressent les aspects scientifiques et technologiques contre la sécheresse.

### *Le Guide peut-il être utilisé dans des situations autres que celles des cas d'étude ?*

Les expériences en matière de développement et de mise en œuvre des plans de gestion de la sécheresse mettent en lumière les réussites et les défis face à la sécheresse pour des sociétés présentant des vulnérabilités différentes, et mettent en relief la gestion de la sécheresse basée sur les risques comme étant une approche cruciale pour atténuer les impacts liés aux pénuries d'eau entraînées par la sécheresse. En se fondant sur ces expériences et sur les méthodes actuelles d'évaluation de risques, le Guide synthétise les actions opérationnelles de gestion de la sécheresse qui peuvent être mises en œuvre dans d'autres régions.

Le Guide répond au besoin grandissant de planification pour la prévention, la surveillance, et l'atténuation de la sécheresse, qui trouve une application à l'échelle mondiale.

Les méthodologies et les enseignements tirés se focalisent sur une région spécifique ayant tendance à la sécheresse, afin que leur application soit plus significative. La région méditerranéenne exemplifie de nombreuses autres régions sujettes à la sécheresse et ayant des populations à démographie galopante, ce qui place sous une pression accrue une alimentation en eau déjà limitée.

## **1.2. Les composantes du Guide**

L'objectif du Guide est de fournir un cadre méthodologique illustré par des exemples pouvant être suivis afin de mettre en œuvre des plans de gestion de la sécheresse dans un vaste éventail de situations. Le Guide est formé par les composantes suivantes (Figure 1) :

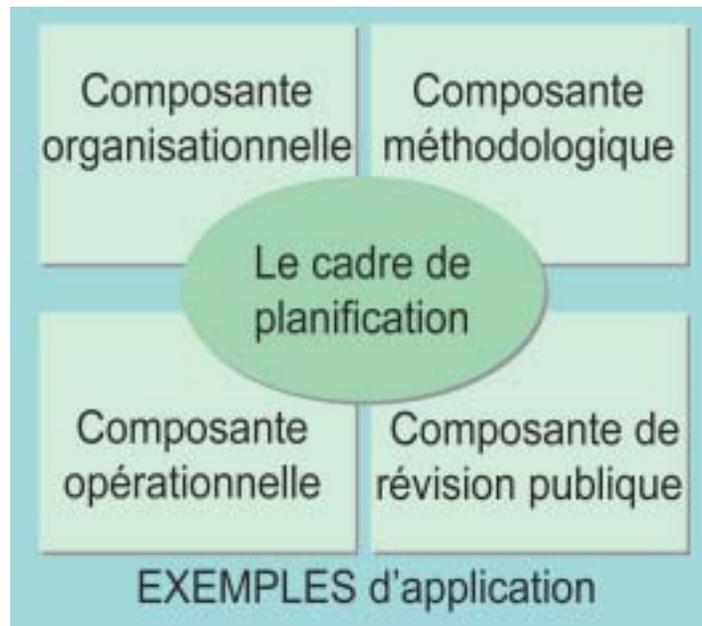


Figure 1. Composantes du Guide

- Le cadre de planification
- La composante organisationnelle
- La composante méthodologique
- La composante opérationnelle
- La composante de révision publique

En outre, le Guide comporte des exemples d'application du cadre de gestion de la sécheresse à des situations spécifiques afin de montrer comment les différentes composantes et méthodologies peuvent être développées et appliquées aux plans de gestion de la sécheresse.

Le **cadre de planification** définit les finalités à l'échelle locale, régionale et nationale en ce qui concerne le développement de la planification contre la sécheresse. Le cadre de planification oriente l'utilisateur du Guide pour définir la finalité et le processus de planification, établir un langage commun entre les différents acteurs, et met en relief l'importance d'utiliser une même série de termes et de concepts pour mettre au point un plan de gestion de la sécheresse qui puisse être discuté par tout un éventail d'acteurs.

La **composante organisationnelle** permet à l'utilisateur du Guide de comprendre le cadre institutionnel et juridique dans lequel doit être conçu et mis en œuvre le plan contre la sécheresse ; il peut ainsi définir une structure organisationnelle efficace pour mettre en place le plan de façon efficiente. Il souligne également l'importance de l'unité géographique de planification, en fonction de laquelle il faudra choisir les outils de planification pour prévenir et atténuer la pénurie d'eau entraînée par la sécheresse. La composante organisationnelle aide l'utilisateur du Guide à collecter et à mettre à disposition l'information la plus complète sur la façon selon laquelle la société réagit face à la sécheresse, à coordonner les différentes institutions, à mettre l'information à disposition du public et à définir les acteurs responsables de la déclaration de sécheresse.

La **composante méthodologique** présente une approche scientifique de l'évaluation de risques à travers les étapes suivantes :

- Compiler et mettre à disposition les approches techniques et scientifiques les plus complètes pour la caractérisation de la sécheresse, et pour le développement d'indicateurs de risque concernant les ressources en eau et les systèmes agricoles.
- Définir les méthodes utilisées pour la gestion de risques dans le contexte de la région méditerranéenne.
- Définir les méthodes académiques pour évaluer la vulnérabilité sociale basée sur des indicateurs incluant la capacité d'anticiper, d'affronter, et de répondre à la sécheresse.
- Encourager les études techniques permettant de renforcer l'emploi d'indices et la déclaration de sécheresse.

La **composante opérationnelle** identifie les actions à long et court terme pouvant être mises en œuvre pour prévenir et atténuer les impacts de la sécheresse. Les activités et actions sont essentielles pour la création d'une planification spécifique contre la sécheresse et pour les efforts de réponse. La composante opérationnelle comprend cinq aspects :

- Prévention et alerte précoce (mesures permanentes).
- Etablissement de priorités à respecter durant la pénurie d'eau due à la sécheresse.
- Seuils définis par les indices et indicateurs de sécheresse (physiques et sociaux).
- Définition des actions.
- Evaluation du processus pour mettre en œuvre les actions.

La **composante de révision publique** présente une méthodologie pour réviser l'application des composantes précédentes lorsque l'on met au point un plan contre la sécheresse. Notre approche suggère un dialogue public faisant intervenir les différents interlocuteurs, et comporte un protocole pour implanter des ateliers de dialogue, des entretiens guidés, et des questionnaires visant à recueillir le feedback. La diffusion de l'information est également un élément essentiel de cette composante. En plus de la révision publique initiale, il est important d'effectuer des révisions périodiques du plan contre la sécheresse, en particulier après des épisodes de sécheresse, afin de réaliser les ajustements nécessaires à la lumière des résultats de l'application du plan et de l'évolution de la société, de la technologie et de l'environnement.

### *Pourquoi des exemples d'application dans le Guide ?*

Les exemples d'application aident à une meilleure compréhension du cadre de gestion de la sécheresse du Guide. Ils expliquent comment le Guide peut être appliqué aux diverses réalités environnementales et socio-économiques en tenant compte que :

- Chaque sécheresse présente des problèmes et impacts uniques et donc il est difficile de présenter un plan qui les décrive en détail et traite tout l'ensemble.
- La structure sociale et économique de chaque bassin versant ou unité hydrographique est différente ; des exemples sont donc utilisés pour illustrer la gamme d'applications possibles du Guide.
- Il existe d'ores et déjà une information de grande valeur et une bonne connaissance de la gestion de la sécheresse dans les systèmes agricoles et d'alimentation en eau, et ainsi les exemples renforcent l'échange d'expériences.
- Le Guide n'est pas prescriptif, il s'agit plutôt de fournir un éventail d'options basées sur des études de cas réels.

### *Quel est le contenu des exemples d'application ?*

Les exemples d'application développés dans les pays partenaires (Chypre, Espagne, Grèce, Italie, Maroc et Tunisie) comportent la description de mesures efficaces prises dans le passé et de propositions pour le futur. Ces exemples fournissent le contexte pour développer un Guide axé sur la demande et pouvant être appliqué à d'autres régions. La Figure 2 montre les pays partenaires de MEDROPLAN.



Figure 2. Les six pays méditerranéens participant au projet MEDROPLAN, d'où proviennent les exemples d'application de la planification contre la sécheresse

## 2. Le cadre de planification

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan :  
 Chapitre 2 : Définition de la finalité, du cadre, et des concepts de la planification  
 Chapitre 3 : Diagnostic de la situation

### 2.1. Définition de la finalité et du processus de planification

#### *Pourquoi est-il nécessaire de définir une finalité ?*

La sécheresse entraîne une vaste gamme d'effets dans différents secteurs, groupes sociaux, ou sur l'environnement. Que le plan contre la sécheresse envisage toute la gamme de risques possibles ou qu'il se focalise sur certains d'entre eux, il est toutefois nécessaire d'établir la finalité ultime depuis le début. La finalité détermine le choix des méthodologies employées pour développer le plan.

#### *Les plans contre la sécheresse sont-ils un produit statique ?*

Les plans de gestion de la sécheresse sont toujours en cours de développement. Au fur et à mesure que les technologies évoluent, de nouveaux programmes sont développés, et par ailleurs les responsabilités institutionnelles changent, donc ces plans doivent être révisés et actualisés ; par conséquent toutes les composantes sont nécessairement considérées comme étant dynamiques (Figure 3).

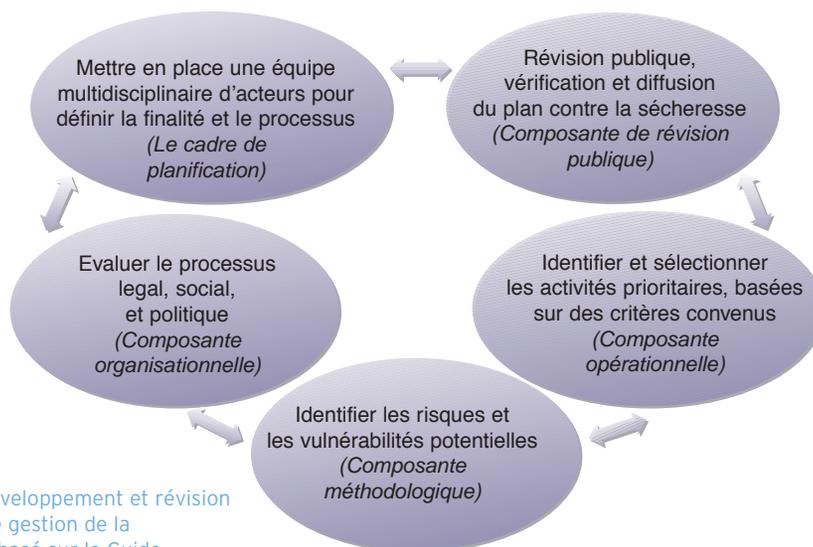


Figure 3. Développement et révision d'un plan de gestion de la sécheresse basé sur le Guide MEDROPLAN

Le Guide proposé pour la planification contre la sécheresse est le fruit de plus de trois années de recherche, et devrait être considéré comme un cadre intégrateur, qui prend en compte pratiquement tous les aspects de l'atténuation de la sécheresse à l'heure actuelle. Il est cependant vrai que ce Guide devrait être périodiquement révisé, corrigé et actualisé si nécessaire.

## 2.2. Définition d'un langage commun entre acteurs

*Pourquoi un dialogue entre les différents acteurs est-il nécessaire depuis le tout début ?*

- Afin d'augmenter la qualité et l'acceptation des plans de gestion de la sécheresse
- Afin d'augmenter l'acceptation ou la confiance dans la science sur laquelle est fondée la planification
- Afin de mettre à disposition l'information essentielle et une vision utile concernant la prévention de la sécheresse étant donné que le savoir pertinent ne se limite pas aux spécialistes scientifiques et aux responsables publics.

*Quels sont les défis qui rendent nécessaire l'implication des acteurs ?*

- Identifier des mesures d'incitation et des moyens pour la mobilisation des acteurs
- Représenter la prise de décisions des acteurs en termes réalistes
- S'assurer que les modèles complexes sont transparents et permettent la compréhension des usagers particuliers.

*Pourquoi faut-il d'abord définir les concepts ?*

La sécheresse, l'aridité, la pénurie d'eau, la rareté de l'eau et la désertification sont des processus courants qui se superposent dans les pays méditerranéens (Figure 4) et sont souvent mal interprétés et utilisés de façon erronée. Ainsi, en commençant par établir clairement et de façon commune les définitions et concepts, on contribue à mettre au point des méthodes claires et à interpréter correctement les résultats pour développer des plans de gestion de la sécheresse. Certains des concepts et définitions les plus importants figurent en Annexe 1 de ce document.

- **Sécheresse** : Etat temporaire, naturel et occasionnel (aléatoire) de réduction notable des précipitations et de la disponibilité en eau par rapport aux valeurs normales, s'étendant sur une période de temps significative et couvrant une vaste région.
- **Aridité** : Etat climatique naturel et permanent où existe une moyenne annuelle ou saisonnière très faible de précipitations.
- **Pénurie d'eau** : Déséquilibre temporaire en eau induit par l'homme. La pénurie en eau dans un système d'alimentation en eau représente un déficit hydrique par rapport à la demande, ce qui peut survenir en raison d'une sécheresse ou en raison d'autres causes dues à l'homme (p.e. qualité médiocre de l'eau, mauvais services).
- **Rareté de l'eau** : Ceci indique un état permanent de déséquilibre entre les ressources en eau et la demande en eau dans une région (ou dans un système d'alimentation en eau) caractérisée par un climat aride et/ou une demande en eau qui s'accroît rapidement, associée à une croissance démographique, augmentation des terres sous agriculture irriguée, etc.

- **Désertification** : la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et autres, avec une saison sèche ; causée en premier lieu par la surexploitation et des utilisations inappropriées des terres qui interagissent avec la variance climatique.

|            | Causée par la nature | Induite par l'homme                    |
|------------|----------------------|--|
| Temporaire | • Sécheresse         | • Pénurie d'eau                        |
| Permanente | • Aridité            | • Rareté de l'eau<br>• Désertification |

Figure 4. Concepts fondamentaux liés à la disponibilité en eau

#### Encadré 1. Types de sécheresses

Selon les différentes composantes du cycle hydrologique naturel affectées par un épisode de sécheresse, il est possible de distinguer entre : sécheresse météorologique, agricole ou hydrologique (voir Figure 5).

En particulier, une **sécheresse météorologique** indique un état de réduction des précipitations par rapport à la normale, conséquence de la variabilité des précipitations probablement causée par des processus terrestres (tels que les interactions géophysiques et océanographiques), des interactions avec la biosphère et peut-être par des fluctuations de l'énergie du rayonnement solaire.

Comme conséquence directe de la sécheresse météorologique, survient un déficit d'humidité du sol (**sécheresse agricole**), selon l'importance de la sécheresse météorologique transformée par effet du stockage d'eau. En particulier, ce stockage de l'eau cause un retard de la survenue du déficit et modifie son ampleur par rapport à l'état initial et au processus d'évapotranspiration. La sécheresse agricole touche spécialement l'agriculture et les systèmes d'élevage en conditions pluviales.

Par voie de conséquence, lorsque le déficit précédent affecte les masses d'eau de surface (cours d'eau) et les masses d'eau souterraines (nappes aquifères), survient une **sécheresse hydrologique**, car le débit de surface et/ou souterrain diminue par rapport aux valeurs normales.

Finalement, la sécheresse peut causer des effets sur les systèmes d'alimentation en eau, entraînant des pénuries d'eau. Ces dernières sont parfois définies en tant que **sécheresse opérationnelle**, et en ce qui concerne les caractéristiques des systèmes environnementaux, économiques et sociaux, elles peuvent avoir des impacts économiques et intangibles. La réduction de la disponibilité de l'eau ainsi que ses impacts dépendent, outre de l'importance de l'épisode de sécheresse, de l'efficacité des mesures d'atténuation adoptées pour les systèmes d'alimentation en eau et les systèmes socio-économiques.

Parfois, la définition de **sécheresse socio-économique** est également utilisée pour indiquer des impacts de pénurie en eau sur la population et l'économie. Ci-après, ces dernières seront examinées en termes d'impacts économiques, environnementaux et sociaux produits par la sécheresse.

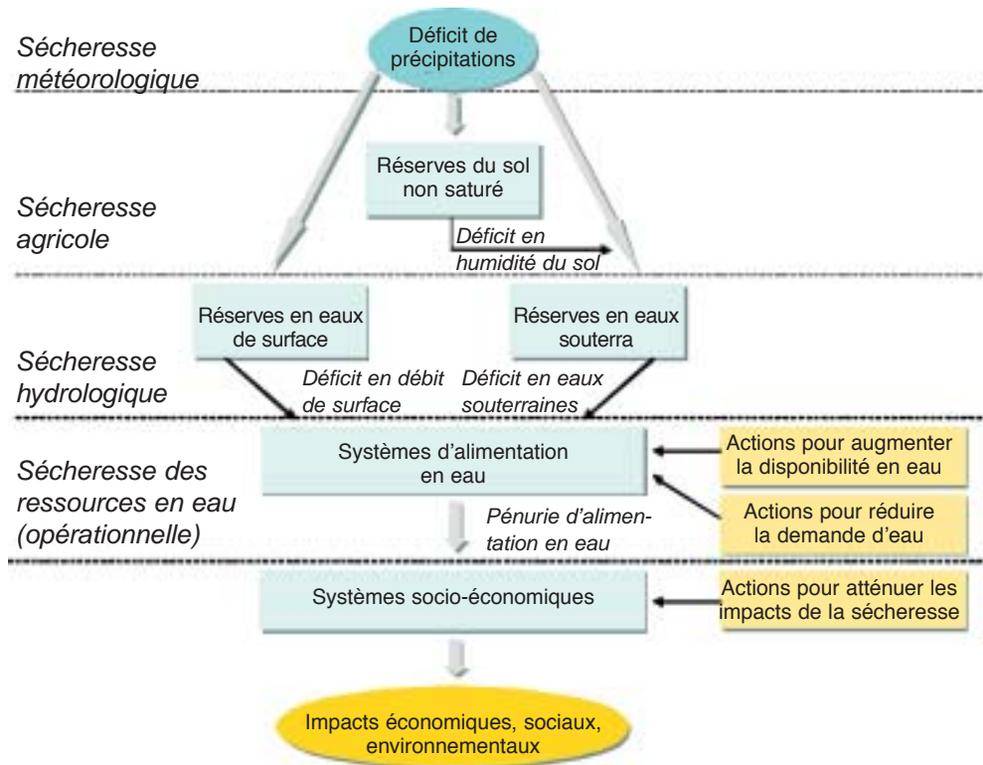


Figure 5. Le phénomène de la sécheresse et le rôle des mesures d'atténuation de la sécheresse

### 2.3. Définition des approches de gestion de la sécheresse

#### *Gestion avant ou après la période de sécheresse ?*

Une **approche réactive** est basée sur la mise en place de mesures et d'actions après qu'un épisode de sécheresse ait commencé et soit perçu. Cette approche est mise en place dans des situations d'urgence et entraîne souvent des solutions techniques et économiques inefficaces car les actions sont prises en ayant peu de temps pour évaluer les actions optimales et la participation des acteurs est très limitée.

Une **approche proactive ou préventive** comprend toutes les mesures mises au point à l'avance, avec des outils de planification appropriés et la participation des acteurs. L'approche proactive prévoit des mesures à court et long terme et comporte des systèmes de surveillance pour avertir en temps opportun d'un état de sécheresse. Elle peut être considérée comme une approche pour "gérer le risque". Une approche proactive consiste en la planification des mesures nécessaires pour prévenir

ou minimiser les impacts de la sécheresse à l'avance. Une telle approche comporte la préparation des outils de planification qui permettront d'éviter ou de réduire les conséquences d'une éventuelle situation d'urgence en matière d'eau, et comporte également la mise en place de ces plans lorsque survient la sécheresse. L'approche proactive prévoit une surveillance continue des variables hydrométéorologiques et de l'état des réserves en eau afin d'identifier d'éventuelles situations de crise d'eau et d'appliquer les mesures nécessaires avant que ne survienne une véritable urgence. Toutefois, s'il n'est pas possible d'éviter une crise de l'eau qui apparaît comme une catastrophe naturelle pour le public (après une déclaration du gouvernement), le Plan contre les contingences de la sécheresse est mis en œuvre jusqu'au rétablissement de conditions normales. Il est évident qu'une approche proactive, bien qu'elle soit plus complexe, est plus efficace que l'approche traditionnelle, car elle permet de définir à l'avance des mesures d'atténuation de la sécheresse (à long et à court terme), en améliorant ainsi la qualité des interventions.

Le Tableau 1 résume les caractéristiques des approches réactives et proactives.

Tableau 1. Caractéristiques des approches de gestion de la sécheresse

| Approches de gestion de la sécheresse | Caractéristiques  | Limitations   |
|---------------------------------------|---|---|
| Approche réactive                     | Basée sur la mise en place d'actions après qu'une sécheresse soit survenue et soit perçue.<br>Instaurée en situations d'urgence mais non basée sur un plan contre contingences.   | Résulte souvent en solutions techniques et économiques inefficaces car les actions sont prises en ayant peu de temps pour évaluer les actions optimales.<br>Participation limitée des acteurs |
| Approche proactive ou préventive      | Actions conçues à l'avance, avec des outils de planification appropriés.<br>Comprend la participation des acteurs.<br>Prévoit des mesures à court et long terme et comprend des systèmes d'alerte précoce.<br>Comprend un plan contre contingences pour les situations d'urgence. | Une coordination et une coopération inefficaces entre institutions, et le manque de politiques pour soutenir et réviser le plan proactif, peuvent mener à une planification inadéquate.       |

*Quels sont les aspects institutionnels nécessaires à une gestion efficace de la sécheresse ?*

La mise en place d'une approche proactive implique de prévoir des plans dans lesquels les mesures d'atténuation soient clairement définies de même que les instructions pour leur mise en œuvre. A cette fin, une assignation claire des compétences parmi les différentes institutions concernées s'avère constituer une question-clé ; par conséquent il est nécessaire que soit édicté un texte législatif définissant les responsabilités dans chaque pays. Ce texte de loi pourrait constituer une partie des politiques nationales en matière de ressources en eau et/ou de la stratégie pour combattre la désertification (dans le cadre de la convention des Nations-Unies).

Il n'existe pas de gestion, législation ou politique unique qui puisse répondre à elle seule à tous les aspects et accomplir toutes les finalités nécessaires à une gestion efficace de la sécheresse. Il est indispensable de consentir de multiples efforts en collaboration pour intégrer les effets multidimensionnels de la sécheresse sur la société.

D'autres aspects importants à prendre en compte sont les suivants :

- La participation des acteurs ;
- La gestion et les modifications de la législation des droits sur l'eau permettant les échanges d'eau lors des sécheresses ;
- La définition de normes d'efficacité pour promouvoir l'économie d'eau, et de sanctions pour ceux qui ne les respectent pas.



## 3. Composante organisationnelle

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan :

Chapitre 4 : Cadre institutionnel et juridique pour la gestion de la sécheresse

Chapitre 5 : Nouveaux outils pour l'intervention sociale lors de litiges concernant l'eau

Chapitre 6 : Dialogue entre acteurs pour une meilleure gouvernance locale dans le domaine de l'eau

### 3.1. Aperçu

La gestion de la sécheresse dans une zone donnée nécessite des approches intégratrices et intégrées, basées non seulement sur les caractéristiques naturelles, mais également sur les conditions socio-économiques de la zone. Les relations entre organisations et institutions sont la base pour comprendre les plans actuels de gestion de la sécheresse, et pour améliorer les futures actions visant à atténuer l'effet de la sécheresse sur l'agriculture, les systèmes d'alimentation en eau et l'économie. La compréhension du régime institutionnel national est un facteur-clé pour établir des plans de gestion de la sécheresse efficaces et intégrés, incorporant la surveillance, la participation publique, et la planification contre les contingences.

#### *Pourquoi une composante organisationnelle est-elle nécessaire ?*

Une composante organisationnelle est nécessaire pour ce qui suit :

- Collecter et mettre à disposition l'information la plus complète montrant comment la société répond à la sécheresse, et établir les liens entre acteurs
- Assurer la coordination entre les différentes institutions pour éviter des conflits, des duplications, et pour faciliter les processus administratifs et juridiques
- Apporter une information publique responsable et en temps opportun
- Définir les acteurs responsables de la déclaration de sécheresse

#### *Qui seront les personnes affectées et qui seront les responsables ?*

La localisation géographique et la structure sociale déterminent la planification contre la sécheresse ; les éléments essentiels qui définissent la composante organisationnelle sont au nombre de trois :

- Où ? (L'unité géographique)
- Qui sont les personnes affectées ? (Les acteurs)
- Qui sont les responsables de la planification ? (Le cadre légal et institutionnel)

La composante organisationnelle apporte une méthodologie commune pour analyser les organisations et institutions concernées par la rareté de l'eau et la gestion de la sécheresse. La méthodologie commune vise à fournir des informations qui contribueront à la comparaison entre pays, et à l'intérieur des pays, et à la promotion de la coopération entre les institutions, organisations, réseaux existants, et autres acteurs dans les pays méditerranéens.

### 3.2. L'unité géographique

L'unité géographique, ou étendue spatiale du plan contre la sécheresse, définit les risques biophysiques à considérer, les acteurs affectés et leurs réponses, et les organisations et institutions responsables de la planification.

Lorsque les ressources en eau sont gérées au niveau du bassin versant, la possibilité existe de répondre directement aux besoins et problèmes du système hydrologique naturel par le biais de décisions prises dans le cadre des politiques. Par exemple, les Comités de Bassin en Espagne peuvent établir des priorités vis-à-vis des usagers ou des détenteurs de droits en fonction de chaque situation, peuvent approuver des ouvrages et projets nécessaires pour résoudre des problèmes naissants de rareté de l'eau, et peuvent créer des Centres d'Echange de l'Eau, au travers desquels les détenteurs de droits peuvent proposer ou demander des droits d'usage lors de périodes de sécheresse ou de situations de grande rareté de l'eau.

La dimension humaine de la gestion de la sécheresse en Méditerranée ne s'arrête pas toujours aux frontières des régions. Les conflits autour de l'eau pourraient potentiellement s'aggraver



entre régions voisines (p.e. problématiques transfrontalières concernant les eaux de surface et nappes aquifères partagées) entraînant des modifications démographiques en raison de l'effondrement de l'activité agricole dans certaines zones.

Il est possible de considérer des unités géographiques différentes selon les mesures à mettre en place et le cadre légal de chaque pays, en particulier pour ce qui est du système adopté pour l'attribution des subventions en dédommagement des catastrophes naturelles, et selon les outils de planification pour les ressources en eau. A titre d'exemple, concernant le système italien d'aide financière aux populations touchées par les sécheresses, considérées comme catastrophes naturelles, les unités géographiques utilisées sont les provinces (pour le signalement de dommages) et les régions (pour la requête de déclaration de catastrophe auprès du gouvernement national et pour l'attribution de subventions).

Dans une approche proactive, qui implique l'identification de mesures à long et court terme, les unités géographiques pourront être les suivantes :

- Le district hydrographique, conformément à la Directive Européenne 2000/60 ("Confederación Hidrográfica" en Espagne, Bassin hydrographique en Italie et en Grèce), pour lequel est requis un outil de planification pour l'utilisation des ressources en eau, comportant également des critères spécifiques pour gérer le risque de sécheresse ;
- Les territoires ayant des systèmes interconnectés d'alimentation en eau, pour lesquels il faut définir, dans les actions de gestion de l'alimentation en eau, des mesures préventives visant à éviter les situations d'urgence en matière d'eau (dans le cadre d'un plan pour éviter les situations d'urgence dans le domaine de l'eau) ;
- Les régions, provinces ou municipalités (en fonction des différentes législations) pour lesquelles il est nécessaire de préparer un Plan contre les Contingences de la Sécheresse.



### 3.3. Les acteurs

Chaque unité géographique devrait posséder son propre système d'acteurs, dont il est nécessaire de dresser un diagnostic méticuleux. Le Tableau 2 montre un exemple de diagnostic des acteurs dans les régions méditerranéennes, en insistant sur la relation des acteurs avec la sécheresse.

Tableau 2. Identification et participation des acteurs à la gestion de la sécheresse

| Acteurs   | Participation  | Attentes  | Capacité d'adaptation   |
|---|--|---|---|
| 1. Agriculteurs en pluvial  | Particuliers ou organisations collectives.<br>Recherche et développement de produits d'assurance       | Amélioration des pratiques d'adaptation (avant ou pendant la sécheresse) du bétail et des cultures pour minimiser ou éviter les effets de la sécheresse | Faible capacité d'investissement pour de nouvelles technologies.<br>Options d'assurances.<br>Sources alternatives d'aliments pour bétail.   |
| 2. Agriculteurs des zones irriguées                                     | Particuliers ou associations d'irrigants.<br>Conception du plan pour le bassin versant.                | Mêmes que précédemment.<br>Maintenir la garantie d'alimentation en eau.   | Mêmes que précédemment.<br>Accroître l'expérience en technologies efficaces d'utilisation de l'eau.   |
| 3. Consommateurs urbains d'eau et installations de l'eau                | Particuliers ou associations de consommateurs.<br>Conception du plan pour le bassin versant.           | Eviter les pénuries d'eau, augmenter les niveaux de garantie de l'alimentation en eau et améliorer la qualité de l'eau.                                 | Fort potentiel d'économie d'eau   |
| 4. Compagnies de tourisme   | Particuliers ou associations de compagnies touristiques.<br>Conception du plan pour le bassin versant. | Eviter les pénuries d'eau et la mauvaise qualité de l'eau qui limitent le développement du secteur  | Fort potentiel d'économie d'eau   |
| 5. Compagnies industrielles   | Particuliers ou organisations d'employeurs.<br>Conception du plan pour le bassin versant.              | Eviter les pénuries d'eau et la mauvaise qualité de l'eau qui limitent le développement du secteur  | Fort potentiel d'amélioration de la durabilité de l'eau   |
| 6. Comités de Bassin  | Agences gouvernementales de l'Etat.<br>Y compris les offices et mécanismes de participation publique   | Développement de politiques de l'eau basées sur l'analyse de risques.   | Coordinateurs du dialogue des acteurs ; leaders potentiels pour la mise en place de ressources en eau non conventionnelles.<br>Actions proactives et réactives incorporées dans les plans du bassin hydrographique. |
| 7. Gestionnaires locaux des eaux et Fournisseurs d'eau                  | Agences gouvernementales locales ou compagnies privées.<br>Y compris l'assemblée des usagers.          | Développement de politiques de l'eau basées sur l'analyse de risques.   | Potentiel d'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et capacité d'adopter des actions rapides  |
| 8. Institutions météorologiques et hydrographiques                      | Agences gouvernementales   | Utilisation de données pour l'analyse de risques  | Capacité de développer des systèmes d'alerte précoce  |
| 9. Ministères de l'Agriculture, Environnement, Eau, Tourisme, Industrie | Agences gouvernementales.<br>Participent aux comités sur la sécheresse                                 | Mise en place de politiques d'atténuation   | Coordination et capacité de réviser la législation  |

| Acteurs  | Participation  | Attentes   | Capacité d'adaptation  |
|--|--|--|--|
| 10. Compagnies d'assurances agricoles            | Agences privées-publiques  | Développement de produits d'assurance appropriés   | Révision des produits d'assurances, nouveaux produits d'assurances |
| 11. Institutions ou banques de crédit rural      | Agences gouvernementales ou compagnies privées                             | Prévision de ressources financières extraordinaires  | Révision des produits financiers, nouveaux produits financiers     |
| 12. Institutions de recherche et d'éducation     | Institutions privées-publiques   | Développer un savoir académique d'utilité sur l'analyse de risques, l'adaptation et la technologie | Amélioration du savoir académique international                    |
| 13. Organisations de coopération internationales | Mise en réseau intergouvernemental. Facilitent les accords internationaux. | Transfert de technologie et de connaissances   | Amélioration des connaissances et des réseaux internationaux       |
| 14. ONG  | Non gouvernementales. Potentiel de mobilisation de la société civile       | Améliorations environnementales et sociales  | Forte influence sur l'opinion publique                             |

### 3.4. Le cadre légal et institutionnel

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan : Chapitre 4 : Cadre institutionnel et juridique pour la gestion de la sécheresse

La conception de stratégies efficaces basées sur le risque qui atténuent les effets de la sécheresse dans l'agriculture et les systèmes d'alimentation en eau, dépendent en dernière instance du rôle des organisations, institutions, et acteurs du côté civil mobilisés autour de la sécheresse dans chaque cas.



### *Objectifs de l'analyse*

L'objectif est d'identifier, analyser, et promouvoir la coopération inter et intra organisations et institutions internationales, nationales, et locales s'occupant de :

- La collecte, traitement, stockage de données météorologiques, hydrologiques, biologiques, et socio-économiques ;
- La planification des ressources en eau et le fonctionnement des systèmes d'alimentation en eau ;
- La prévention et l'atténuation de la sécheresse.

Cette analyse vise à apporter un éclairage sur les questions déterminantes suivantes :

- L'ensemble des organisations et institutions qui interagissent se trouvent-elles englobées dans un réseau formel ou informel ?
- Est-ce qu'il existe des réseaux permettant la communication et la transmission hiérarchique du commandement ?
- Les acteurs sont-ils englobés dans le réseau ?
- Quel est le degré d'influence et de dépendance des décisions des acteurs sur les domaines dans lesquels interviennent les institutions ?

En outre, les principaux objectifs de l'analyse sont : (i) que le plan contre la sécheresse s'ajuste ou coïncide autant que possible avec le cadre légal et institutionnel de la région où il sera mis en place, pour éviter des contradictions et duplications de tâches et pour être aussi opérationnel que possible ; (ii) d'identifier les forces et faiblesses du cadre et (si possible) proposer des améliorations.

### *Méthodologie*

Bien que les objectifs du Guide ne soient pas directement focalisés sur l'analyse institutionnelle per se, il est important de comprendre les concepts, et d'identifier et cartographier les institutions concernées pour s'assurer de la pertinence de l'analyse subséquente de la gestion de la sécheresse. La méthodologie qui a été suivie dans MEDROPLAN pour cartographier les institutions concernées dans chaque pays partenaire, consiste en cinq grandes tâches :

- Elaborer un modèle mental des organisations et institutions dans chaque pays et décrire les cadres institutionnels et juridiques aux différents niveaux d'intérêt (unités géographiques, pays, région, bassin versant local ...).
- Collecter des informations additionnelles par le biais d'entretiens et/ou autres méthodes de dialogue avec des personnes choisies d'institutions officielles et d'organisations d'acteurs. L'entretien devrait comporter "une analyse des problèmes" (p.e. quelles actions a entreprises votre institution pendant une sécheresse historique lors d'une année en particulier ?) et une identification des décideurs et des acteurs affectés par les décisions de chaque institution.

- Valider la structure du modèle. Communiquer en retour aux organisations et institutions les résultats des deux tâches précédentes et terminer l'analyse
- Analyser les forces et faiblesses des processus organisationnels du système de prise de décisions au sein de chaque institution et au sein de la structure hiérarchique des institutions
- Soumettre à discussion les défis et opportunités pour améliorer la gestion de la sécheresse

Une description plus approfondie du processus d'analyse suivi par le projet MEDROPLAN ainsi que ses résultats, figure pour consultation dans Options Méditerranéennes, Série B, 51 (2005).

Des exemples d'application et des résultats sont apportés par chaque cas d'étude particulier.

### Résultats espérés

L'analyse institutionnelle présentera :

- Une description explicite de la législation, et des institutions et organisations ayant compétence dans le domaine des politiques et de l'administration de l'eau, dans la planification, la prise de décisions, le fonctionnement des systèmes d'alimentation en eau, et dans la prévention de la sécheresse et l'action d'urgence, en insistant sur l'alimentation en eau municipale et l'eau pour l'irrigation.
- Une description explicite des liens et relations hiérarchiques entre organisations et institutions.
- Une information sur les plans existants de prévention et de gestion de la sécheresse.
- Une information sur l'expérience institutionnelle concernant l'application des plans existants de prévention et de gestion de la sécheresse.
- Une description du système de collecte de données dans le pays, en précisant les institutions qui en sont chargées, le type de présentation et d'accessibilité, et les utilisations premières des données.
- Evaluation des forces et faiblesses du cadre légal et institutionnel et améliorations potentielles.

En fonction des résultats de l'analyse, il pourrait être nécessaire de proposer la formation d'un comité de gestion de la sécheresse, en indiquant sa composition, ses compétences et le mode de fonctionnement, à la fois pour les périodes de sécheresse et de non sécheresse. Ce comité aurait un rôle d'importance pour les plans de gestion de la sécheresse et également pour leur révision et actualisation si les circonstances climatiques et socio-économiques en font sentir la nécessité.

Le Tableau 3 résume les résultats espérés concernant les aspects opérationnels de l'exécution institutionnelle.

Tableau 3. Résultats espérés à partir de l'analyse institutionnelle en liaison avec l'exécution opérationnelle

| Aspects   | Éléments d'intérêt particulier   | Considérations déterminantes pour l'analyse   |
|---|--|---|
| Données et systèmes d'information   | Biophysiques (hydro-météorologiques, agricoles, etc)<br>Socio-économiques  | Disponibilité<br>Fiabilité de la collecte et du traitement des données  |
| Plans d'actions spécifiques en liaison avec la sécheresse                                       | Dispositions juridiques spécifiques pour la prévention de la sécheresse<br>Mécanismes de partage des risques (p.e. assurances)<br>Existence d'un comité de gestion de la sécheresse<br>Plan contre contingences<br>Dispositions budgétaires<br>Participation sociale | Capacité réactive :<br>Réponse dans le temps après la déclaration de sécheresse<br>Coordination<br>Mobilisation des ressources financières<br>Assistance<br>Mise en place des politiques<br>Capacité d'anticiper les coûts et les effets<br>Domaine d'application :<br>Niveaux sectoriels<br>Niveau géographique<br>Groupes sociaux<br>Secteurs liés indirectement<br>Groupes cibles spéciaux |
| Initiatives liées à la sécheresse non comprises dans les plans spécifiques contre la sécheresse | Dispositions juridiques générales liées à la sécheresse<br>Initiatives politiques : niveau et aide financière  | Processus d'apprentissage social :<br>Enseignements tirés de l'expérience de sécheresses passées<br>Recherche et Développement<br>Evaluations ex-post<br>Préparation des plans de remédiation et réduction<br>Participation aux initiatives/projets internationaux  |



**Encadré 2. Cadre institutionnel et juridique pour affronter la sécheresse en Europe**

La Directive-Cadre de l'UE 2000/60 définit de façon explicite la planification comme étant l'outil principal pour garantir la protection des masses d'eau et signale l'atténuation des inondations et des épisodes de sécheresse comme étant les principaux objectifs. Néanmoins il n'est pas tenu compte des critères et actions pour affronter le risque de sécheresse, les références à la sécheresse sont rares et ambiguës et prêtent souvent à confusion, et les mesures d'atténuation ne sont considérées qu'à titre d'options.

La plupart des pays européens n'ont pas édicté de cadre légal pour affronter le risque de sécheresse et les actions d'urgence sont gérées par les instances de Protection Civile, ou bien il existe des textes législatifs faisant référence à la récupération suite à des désastres naturels. Les enseignements tirés durant ces dernières sécheresses ont montré l'inaptitude des systèmes juridiques, encourageant à la planification par le biais de mesures d'atténuation de la sécheresse et substituant les subventions par des assurances pour le dédommagement en matière agricole. L'Espagne est un exemple d'appui institutionnel dans l'instauration de ces initiatives. Le succès dans la plupart des cas est dû à la gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant, ce qui permet la coordination des aspects politiques, physiques et techniques.

Par exemple, il existe en Espagne un net partage des compétences entre les instances concernées, ainsi qu'une claire définition du contenu des plans d'atténuation de la sécheresse. La loi 10/2001 applique une approche proactive pour affronter le risque de sécheresse : elle définit la base sur laquelle doit être développé un système d'indicateurs hydrologiques pour surveiller et prévoir les épisodes de sécheresse ; elle charge les Autorités de Bassin (Confederaciones Hidrográficas) de préparer leurs plans contre la sécheresse, les agences municipales de l'eau devant préparer les plans d'urgence contre la sécheresse ; et elle assigne les responsabilités de la déclaration de sécheresse.

### 3.5. Formation des comités contre la sécheresse

Dans certains cas il sera nécessaire de former des comités contre la sécheresse pouvant détenir des compétences à différents niveaux de mise en œuvre des politiques et des analyses d'experts.

#### *Comité politique (Comité contre la sécheresse)*

Parmi les membres d'un éventuel comité des politiques pourront figurer des représentants des organisations et institutions concernées par la gestion de la sécheresse préalablement définis et correspondant à l'unité géographique d'étude. Il faudra déterminer clairement les compétences et le mode de fonctionnement, aussi bien pour les périodes de sécheresse que de non sécheresse.

#### *Comité technique*

Dans certains cas, l'analyse diagnostique de risques étant complexe, il pourra être recouru à l'aide d'un comité expert pour les évaluations décrites dans la Composante Méthodologique du Guide.

Un élément important consiste à mettre à disposition une information précise en temps opportun sur l'état de sécheresse, destinée aux organisations gouvernementales et à la société civile, de façon à leur permettre de prendre des décisions avant qu'une situation de crise ne survienne.



## 4. Composante méthodologique

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan :

- Chapitre 7 : Caractérisation de la sécheresse
- Chapitre 8 : Méthodes pour l'analyse du risque de sécheresse en agriculture
- Chapitre 9 : Méthodes pour l'évaluation du risque de pénurie dans les systèmes d'alimentation en eau
- Chapitre 10 : Méthodes pour l'évaluation de la vulnérabilité sociale
- Chapitre 11 : Outils et modèles

### 4.1. Aperçu

#### *La complexité de la sécheresse nécessite des méthodes d'analyse complexes*

Une composante méthodologique est nécessaire pour comprendre le système : le danger de sécheresse, les risques pour les différents systèmes, les causes du risque, et les aspects opérationnels pour diminuer le risque. Ces aspects peuvent être évalués isolément ou dans le cadre d'une approche intégrée. La complexité de ces thématiques suggère un vaste éventail de méthodes d'évaluation possibles. Chaque méthode possède ses propres avantages et généralement elles sont complémentaires entre elles. Une combinaison de méthodes est normalement la formule la plus performante.

Les résultats de la composante méthodologique fournissent des éléments servant d'appui à la déclaration officielle de sécheresse, qui est une déclaration sujette à controverse, et de ses différents niveaux d'alerte.

#### *Définition des concepts : aléa, risque, et vulnérabilité*

Les concepts de vulnérabilité et risque font partie du langage commun, ces concepts étant utilisés par la plupart des personnes dans leur vie quotidienne. Ces concepts sont utilisés de façon peu précise dans de nombreux contextes différents, de la médecine à la pauvreté et au développement. Dans le contexte des dangers naturels, les concepts proviennent souvent des sciences sociales car il existe une demande explicite d'une plus grande protection sociale face aux dangers naturels. Par contre, le concept de risque en ingénierie est fondé physiquement sur le calcul des probabilités de défaillance d'un système hydrologique.

En laissant de côté les nuances entrant dans les définitions de la notion de risque, les concepts-clés sont les suivants :

- Le risque est lié aux conséquences d'une perturbation, plutôt que d'en être l'agent ;
- Le risque est une mesure relative, les niveaux critiques de risque devant être définis par l'analyste.

Il n'existe pas de définition unique et transversale qui corresponde aux concepts de plusieurs secteurs (social et physique). Puisque l'utilisateur auquel s'adresse le Guide est le décideur, nous faisons figurer ci-dessous la définition qui apparaît dans pratiquement tous les documents concernant ces politiques (United Nations, 2006; United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2006; Encadré 3).

**Encadré 3. Définition d'aléa, risque, et vulnérabilité (UNISDR)**

**ALÉA** : Évènement matériel, phénomène physique et/ou activité humaine potentiellement destructif susceptible de faire des morts et des blessés, d'endommager des biens et des propriétés, de provoquer une rupture de la vie sociale et économique, et d'entraîner une dégradation de l'environnement. Chaque aléa se caractérise par sa localisation, son intensité, sa fréquence et sa probabilité.

**VULNÉRABILITÉ** : Ensemble de conditions et de processus résultant de facteurs matériels, sociaux, économiques et environnementaux, qui accentuent la sensibilité d'une communauté à l'impact des aléas. Les facteurs positifs, qui augmentent l'aptitude des populations et de la société dans laquelle elles vivent à affronter efficacement les aléas et peuvent réduire leur sensibilité, sont souvent désignés sous le terme de capacités.

**RISQUE** : Probabilité de l'apparition d'évènements nuisibles ou de pertes prévisibles (morts, blessés, biens, moyens d'existence, rupture de l'activité économique, dommages sur l'environnement) suite à des interactions entre aléas naturels ou anthropiques et conditions vulnérables.

Les risques sont toujours créés ou existent au sein de systèmes sociaux, et donc il est important de considérer les contextes sociaux dans lesquels les risques surviennent ; néanmoins toutes les personnes ne partagent pas nécessairement les mêmes perceptions concernant le risque et les causes sous-jacentes.

**RISQUE = ALÉAS x VULNÉRABILITÉ**

Source : The UN International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR, 2006)

<http://www.unisdr.org/>

### *La méthodologie présentée dans le Guide*

La composante méthodologique du Guide collecte et met à disposition des approches techniques et scientifiques complètes pour favoriser des études techniques objectives. Un résumé de la composante méthodologique ainsi que les liens avec la composante opérationnelle sont présentés en Figure 6. En premier lieu sont présentées des méthodes pour la caractérisation de la sécheresse et l'évaluation de l'utilisation d'indices adéquats pour l'agriculture, et pour les systèmes hydrologiques et d'alimentation en eau. En deuxième lieu, figurent des lignes directrices pour évaluer les risques de sécheresse dans un système et une région. Elles comprennent des méthodes

qualitatives ou semi-quantitatives basées sur la consultation des acteurs et des méthodes quantitatives basées sur des évaluations formelles de risques, qui représentent une analyse de probabilités. L'évaluation quantitative de risques est un moyen de quantifier la probabilité de dommage dans chaque situation de sécheresse. En connaissant d'avance les dommages estimés, les acteurs peuvent anticiper des mesures pour minimiser les impacts de la sécheresse.

Finalement sont présentées des méthodes pour évaluer la vulnérabilité. La vulnérabilité fait référence aux caractéristiques d'un groupe ou secteur social en termes de sa capacité pour anticiper, pour affronter, et pour se récupérer d'une sécheresse. La vulnérabilité représente la composante interne du risque et peut être décrite par une combinaison de facteurs économiques, environnementaux, et sociaux. En comprenant les causes de la vulnérabilité des systèmes, les acteurs peuvent mettre au point des mesures proactives pour diminuer les impacts potentiels de la sécheresse, car la solution (gestion) dépend du problème (vulnérabilité).

Les actions de gestion, qui sont souvent une composante de l'évaluation traditionnelle des risques, sont considérées dans la Composante Opérationnelle du Guide du Projet MEDROPLAN.

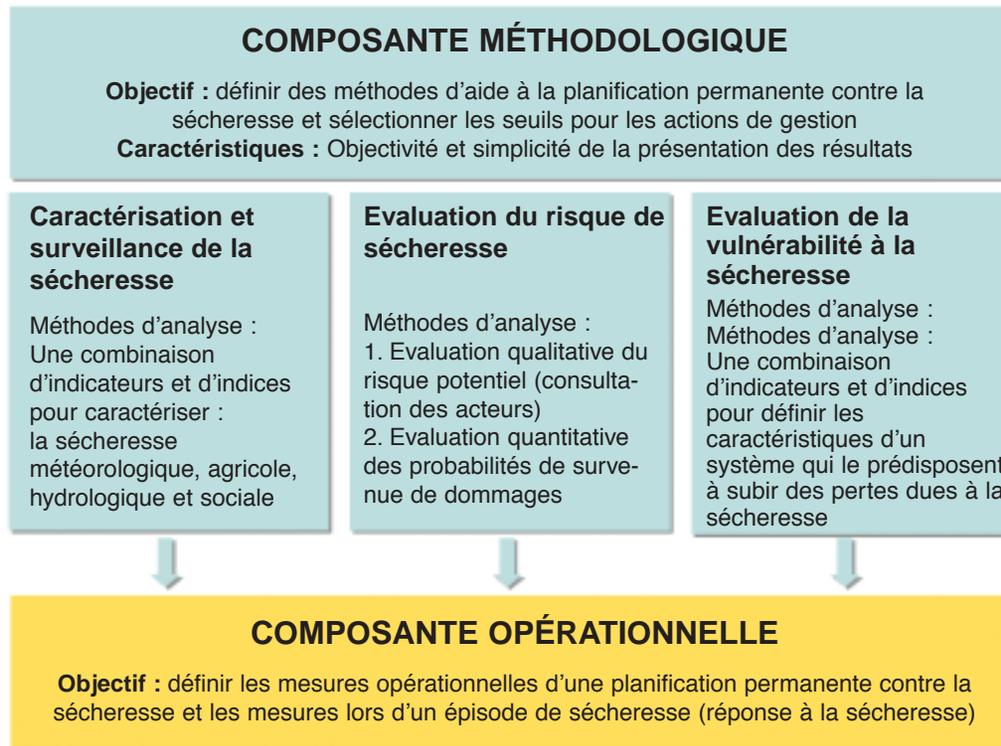


Figure 6. Résumé de la composante méthodologique et liens avec la composante opérationnelle

### *Produire une information technique qui soit compréhensible pour les acteurs*

La composante méthodologique proposée se base sur deux exigences essentielles : l'objectivité et la simplicité de la présentation des résultats. L'objectivité est indispensable, car les actions de gestion de la sécheresse affectant les droits des usagers seront basées sur les résultats de l'analyse. L'exigence de simplicité est justifiée par la nécessité de soumettre les résultats de l'analyse à la discussion et à l'approbation des acteurs. Des modèles complexes basés sur des analyses sophistiquées sont souvent nécessaires pour obtenir les résultats et prédictions les plus précis. Néanmoins ils sont difficiles à comprendre et il pourrait ne pas être indiqué de présenter les résultats de ces modèles tels quels aux usagers affectés. Donc il est nécessaire de simplifier et de synthétiser l'information pour communiquer avec les acteurs. Il faut espérer qu'une fois que le plan contre la sécheresse aura été approuvé et mis en place, l'exigence de simplicité pourra être progressivement assouplie, au fur et à mesure que les usagers se familiarisent avec la méthodologie.



## 4.2. Caractérisation et surveillance de la sécheresse

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan : Chapitre 7 : Caractérisation de la sécheresse

### *Objectif*

L'objectif est de mettre à disposition la méthodologie à appliquer pour la caractérisation des sécheresses météorologiques et hydrologiques. Une caractérisation correcte de la sécheresse apporte aux décideurs une mesure de variabilité météorologique anormale, afin que puisse être mise en œuvre une protection contre des impacts éventuels.

### *Méthodes*

La sécheresse est un phénomène tri-dimensionnel pouvant être caractérisé par sa sévérité ou son intensité, sa durée, et son étendue géographique. La caractérisation de la sécheresse est complexe et peut faire appel à un grand éventail d'indices ou indicateurs météorologiques ou hydrologiques. Elle nécessite une sélection précise des méthodes d'identification de la sécheresse et/ou indices de sécheresse, capables de décrire de façon claire et synthétique l'évolution des conditions de sécheresse dans l'espace et le temps. Chaque méthode présente ses propres avantages, ces méthodes étant souvent complémentaires entre elles. Généralement la solution préférée est une combinaison d'indices et d'indicateurs.

Les indices de sécheresse peuvent être utilisés pour décrire tous les types de sécheresses (c.a.d. sécheresse météorologique : écart par rapport aux conditions météorologiques normales ; sécheresse hydrologique : écart par rapport aux conditions hydrologiques normales ; sécheresse agricole : écart par rapport aux conditions normales d'humidité du sol pour la croissance des cultures ; et sécheresse socio-économique : écart par rapport au niveau normal de disponibilité de l'eau pour les besoins de la société).

Les indices pour la caractérisation de la sécheresse doivent respecter les exigences suivantes : (a) pouvoir être calculés à partir des données disponibles dans les systèmes de collecte de données réelles ; (b) avoir une relation a priori et directe avec les systèmes sociaux, économiques et environnementaux vulnérables ; et (c) pouvoir être utilisés pour les prédictions et les systèmes de surveillance précoce.

La caractérisation de la sécheresse devrait également comporter un diagnostic préalable des sources, échelles et fiabilité des données utilisées dans l'analyse.

### *Résultats espérés*

Les résultats espérés sont la caractérisation des périodes de sécheresse météorologique et hydrologique dans les registres historiques de chaque unité géographique.

Une caractérisation correcte de la sécheresse éclaire les décideurs quant à l'ordre de grandeur des anomalies concernant la variabilité météorologique historique et ses effets sur une région. La surveillance de la sécheresse a pour but d'avertir quant à une éventuelle sécheresse proche, et fournit une information pertinente pour une déclaration objective de sécheresse et pour éviter de sévères pénuries en eau, et par conséquent cette composante méthodologique est essentielle pour les acteurs.

### *L'utilisation d'indices pour la caractérisation et la surveillance*

La gestion de la sécheresse dépend d'indices permettant de détecter des conditions de sécheresse, et de seuils pour activer les réponses à la sécheresse. Les indices et seuils sont importants afin de détecter l'apparition de conditions de sécheresse, de surveiller et de mesurer les épisodes de sécheresse, et de quantifier l'aléa.

En fonction du type de sécheresse, l'indice approprié de sécheresse est sélectionné. Les indices peuvent être considérés comme étant généraux ou spécifiques selon l'utilité pour laquelle ils ont été conçus. Il est bien évident que cette distinction est difficile. Certains des indices, toutefois, sont plus appropriés pour la surveillance et d'autres le sont davantage pour l'analyse des épisodes historiques de sécheresse.

### *Un recueil d'indices contre la sécheresse utiles*

Les indices contre la sécheresse sont des éléments essentiels pour la surveillance de la sécheresse car ils récapitulent l'interaction complexe entre les variables climatiques et les processus associés (p.e. humidité du sol). L'utilisation d'indices permet d'évaluer quantitativement les anomalies climatiques en termes d'intensité, d'étendue spatiale et de fréquence, et favorise l'échange d'information concernant l'état de sécheresse parmi les décideurs ainsi que le public.

La disponibilité d'un grand nombre d'indices est due principalement à la difficulté de définir de façon inéquivoque un phénomène de sécheresse. Une tendance actuelle courante consiste

en l'application d'un groupe d'indices différents à l'intérieur d'un système de surveillance des variables hydro-météorologiques et de la disponibilité des ressources en eau fournies par des "centres de surveillance" publics. Le propos principal des centres de "surveillance" est d'aider les décideurs à reconnaître en temps opportun l'apparition de la sécheresse.

Différents indices et méthodes ont été proposés depuis les années 1960 pour identifier et surveiller les épisodes de sécheresse. Certains des indices se réfèrent à la sécheresse météorologique et sont basés sur des séries de précipitations, tandis que d'autres sont orientés vers la description de sécheresses hydrologiques ou agricoles ou de pénuries d'eau dans les systèmes urbains d'alimentation en eau. Le Tableau 4 présente un récapitulatif de certains des principaux indices pouvant être utilisés pour la caractérisation et la surveillance de la sécheresse.

Tableau 4. Les indices de sécheresse et leurs caractéristiques

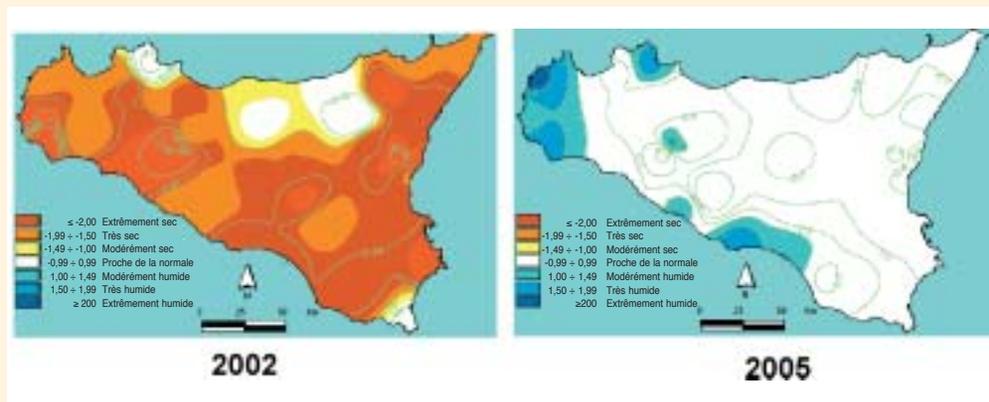
| Indices de Sécheresse   | Données nécessaires   | Catégorie d'utilisation   |
|---|---|---|
| Déciles   | Précipitations  | Météorologique  |
| Indice Standardisé de Précipitations (SPI)                        | Précipitations  | Météorologique, utilisé pour la surveillance et la prévision  |
| Indice d'Anomalie des Précipitations                              | Précipitations  | Météorologique, sensible aux événements extrêmes  |
| Indice de Reconnaissance de la Sécheresse (RDI)                   | Précipitations, évapotranspiration potentielle  | Météorologique  |
| Analyse Run   | Précipitations, débit des cours d'eau   | Météorologique et hydrologique, pour l'analyse spatio-temporelle des événements historiques         |
| Indice de Sévérité de la Sécheresse de Palmer (PDSI)              | Précipitations, température, humidité du sol (teneur en eau disponible)               | Météorologique, efficace en agriculture, utilisée pour l'analyse historique et l'analyse de risques |
| Indice de Sévérité de la Sécheresse Hydrologique de Palmer (PHDI) | Précipitations, température, conditions d'humidité du sol                             | Hydrologique, efficace en surveillance  |
| Indice d'Anomalie de l'Humidité de Palmer (Z-Index)               | Précipitations, température, conditions d'humidité du sol                             | Agricole  |
| Indice d'Apport d'Eaux de Surface (SWSI)                          | Chute de neige, précipitations, débit des cours d'eau, réservoirs                     | Hydrologique, efficace lorsque la neige est importante  |
| Indice d'Humidité des Cultures (CMI)                              | Précipitations, température, conditions d'humidité du sol                             | Agricole  |
| Indice d'Anomalie d'Humidité du Sol (SMAI)                        | Conditions d'humidité du sol, évapotranspiration potentielle, ruissellement potentiel | Hydro-Agricole  |
| Indice Normalisé de Différence de Végétation (NDVI)               | Images de satellite   | Ressources naturelles, agricoles  |

Les indices de sécheresse les plus couramment appliqués incluent l'Indice de Précipitations Standardisé (SPI), L'Indice de Sévérité de la Sécheresse de Palmer (PDSI) et les Déciles dû à leur simplicité. Il en a été conclu que l'indice le plus facile à utiliser à des fins de surveillance était le SPI, qui est basé sur un seul paramètre météorologique (précipitations), et le RDI qui comporte également l'évapotranspiration. Les progrès récents en télédétection fournissent des produits qui ont un grand potentiel en tant qu'indices de sécheresse. L'indice NDVI est largement utilisé pour la surveillance et la prévision de la production des cultures à l'échelle mondiale, et est employé par les compagnies d'assurances agricoles.

Etant donné que les paramètres hydrométéorologiques sont mesurés dans certaines stations et que les décisions doivent être prises dans la plupart des cas à l'échelle du bassin, l'intégration spatiale est nécessaire dans le cas d'applications de la méthodologie aux décisions concernant la gestion de l'eau et de l'agriculture. L'intégration spatiale au niveau d'un petit bassin versant ou d'un sous-bassin peut être mise en place en calculant la moyenne pondérée des paramètres qui entrent en jeu. La pondération dans cette approche est la zone représentée par chaque station. L'étendue spatiale de la sécheresse est estimée en se basant sur des comparaisons de la zone affectée et en tenant compte d'un seuil dénommé "zone critique". Une méthode prometteuse présentant la flexibilité d'utiliser plusieurs seuils de superficie liés à chaque niveau de sévérité de la sécheresse, est basée sur la représentation du pourcentage de superficie affectée par rapport à chaque niveau de sévérité de la sécheresse.

Pour ce qui concerne l'échelle temporelle, la caractérisation de la sécheresse peut être basée sur une échelle annuelle accompagnée d'autres périodes de temps plus courtes (p.e. six mois, trois mois) ou une autre durée de temps adapté à une application spécifique. La sélection de l'échelle temporelle appliquée est un élément crucial pour l'analyse ainsi que pour la sélection du seuil de chaque indice.

Encadré 4. Exemples d'application spatiale de l'indice de sécheresse SPI en Sicile, Italie, pendant une année de sécheresse (2002) et une année normale (2005). Les cartes correspondent à la situation en janvier de chaque année.

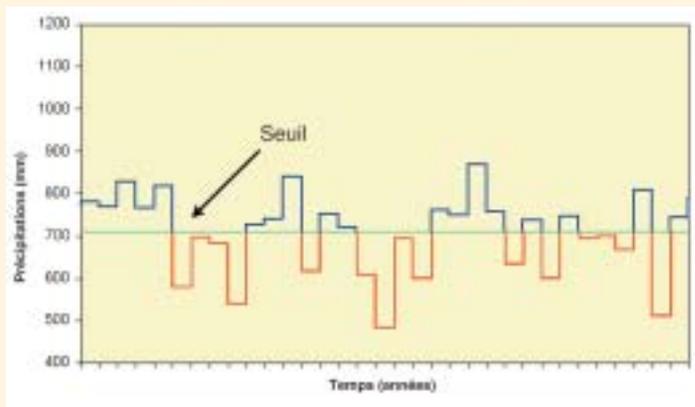


### L'importance du calcul des probabilités de sécheresse

L'évaluation des caractéristiques de la sécheresse a comme objectif d'évaluer en termes probabilistes la sévérité et la durée des sécheresses pouvant survenir dans une zone ou région donnée. Cette évaluation est utile à la fois pour l'analyse des sécheresses passées, ainsi que pour définir des "sécheresses conçues" à période de retour fixe, qui peuvent aider à l'analyse de risques.

#### Encadré 5. Propriétés statistiques de la sécheresse

Parmi les différentes méthodes proposées pour la caractérisation des sécheresses, la méthode d'analyse "run" a trouvé une utilisation très répandue, en raison de l'objectivité de la définition de la sécheresse. En outre, la méthode permet d'effectuer une dérivation analytique de la distribution de probabilités des caractéristiques de sécheresse, et par conséquent dépasse les limites d'une approche par inférence dû aux longueurs limitées des échantillons. La méthode "run" peut être appliquée aux séries hydrologiques, à une échelle de temps annuelle ou inférieure (p.e. précipitations, débit des cours d'eau, etc.) en supposant comme seuil une valeur représentative du niveau de demande. La méthode peut également être élargie au cas des sécheresses régionales, en introduisant un seuil représentatif de l'étendue de surface où existe un déficit.



L'identification de la sécheresse en utilisant la théorie "run" (périodes de sécheresse en rouge)

#### Questions-clés et conclusions

- Les indices de sécheresse ne sont pas une finalité en soi, mais un moyen pour identifier et analyser les sécheresses.
- Même si le calcul des indices peut s'avérer complexe, les résultats devraient être présentés sous une forme simple.
- Tous les indices sont spécifiques au secteur/système.
- Certains des indices comportent une information météorologique et hydrologique importante, mais ne considèrent pas les utilisations de l'eau dans le bassin versant.
- Il n'existe pas clairement de critère universel pour identifier les sécheresses. Tous les indices sont spécifiques au secteur/système, et donc il sera nécessaire d'utiliser de plusieurs indices pour caractériser la sécheresse.
- Les indices récents basés sur la télédétection peuvent présenter un grand potentiel en tant qu'indices de sécheresse, notamment là où les autres sources de données sont limitées.
- Les indices de sécheresse météorologique peuvent ne pas être bien corrélés avec les impacts historiques de la sécheresse, dû à l'effet du stockage des systèmes régulés (p.e. stockage sur l'année). Par ailleurs, les indices de sécheresse sont très utiles en conditions pluviales pour la prévision de la production agricole.
- L'approche optimale pour l'utilisation des indices consiste à les calibrer par rapport à des impacts observés, au niveau de risques, et à la vulnérabilité.

### 4.3. Evaluation de risques : Aperçu

#### *Objectif*

L'objectif est de mettre à disposition des méthodes pour évaluer le niveau de risques associé aux conséquences potentielles de la sécheresse dans les différents secteurs et systèmes.

#### *Méthodes*

Ici sont présentées des méthodologies qui comportent :

- Une évaluation qualitative des risques potentiels (consultation avec les acteurs)
- Une évaluation quantitative des probabilités de survenue ou de dommages

#### *Résultats espérés*

- Identification et perception des risques historiques et potentiels.
- Définition des systèmes affectés et sélection des variables qui les caractérisent en relation avec la sécheresse.
- Etablissement de liens entre les indices de sécheresse et les risques.
- Evaluation quantitative des probabilités associées au dommage potentiel.
- Etablissement de liens entre les indices de sécheresse et les actions de gestion.

#### *La caractérisation du risque est complexe et dépend du système*

Etant donné que les aléas et la vulnérabilité sont tous deux dynamiques et spécifiques à la région/secteur, il est désirable que les risques s'inscrivent dans le cadre d'un contexte géographique ou organisationnel spécifique. Les acteurs peuvent caractériser les risques de sécheresse au niveau le plus dissocié possible et ensuite l'intégrer dans un niveau approprié pour dégager des conclusions générales concernant les plans de gestion de la sécheresse. Un exemple de ceci serait un système d'alimentation en eau comportant plusieurs réservoirs interconnectés, et à partir desquels est tirée l'eau pour les usagers urbains et agricoles. Bien qu'il soit nécessaire d'évaluer le risque pour chaque usager, il faudrait calculer le risque global pour tout le système.

La sécheresse peut affecter l'agriculture pluviale, l'irrigation, l'alimentation en eau, l'approvisionnement industriel et la production d'hydroélectricité, ainsi que l'environnement. Pour chacun de ces secteurs, les risques de chaque période de sécheresse peuvent être quantifiés, en utilisant une ou plusieurs variables. A titre d'exemple, les risques pour l'agriculture pluviale ou irriguée pourraient être quantifiés en termes de perte de production. Dans l'alimentation en eau des villes, la variable la plus facilement accessible serait la probabilité de ne pas satisfaire les diverses demandes du système (p.e. eau potable, irrigation des parcs publics, etc.). Mais les conséquences secondaires peuvent être parfois de grande importance. Par exemple, la réduction du rendement des cultures peut entraîner l'abandon des terres à cause du fait que cette moindre production entraîne une perte de revenu des fermes.

### *Evaluation qualitative des impacts potentiels : consultation avec les acteurs*

Bien que la définition complète des impacts de la sécheresse soit plutôt compliquée, les principaux impacts peuvent être classifiés à grands traits en trois catégories : économiques, environnementaux et sociaux. Chaque catégorie comprend plusieurs impacts, selon le secteur affecté. Dans le Tableau 5 figure une liste des principaux impacts de la sécheresse.

Des approches semblables se sont avérées très efficaces pour évaluer les risques liés à la sécheresse dans une grande variété d'études de cas. Il est utile de mettre à disposition autant d'information que possible sur chaque impact, comme les groupes sociaux affectés, les dommages estimés, etc. Souvent les différents groupes ont différentes perceptions sur les dommages de la sécheresse ; tel est le cas des groupes qui présentent des priorités économiques ou environnementales divergentes. Un attribut utile pour l'évaluation des impacts de la sécheresse est la définition du groupe d'intérêt et du niveau de consensus parmi les membres du groupe.

Tableau 5. Résumé des principaux impacts à considérer pour chaque secteur (adapté de plusieurs sources)

| Secteur         | Impact  |
|-----------------|---|
| ECONOMIQUE      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Une moindre production en agriculture, foresterie, pêcheries, énergie hydroélectrique, tourisme, industrie, et activités financières qui dépendent de ces secteurs</li> <li>Chômage causé par la baisse de production</li> <li>Pénalisation économique due à la moindre navigabilité des cours d'eau, fleuves et canaux</li> <li>Pénalisation au secteur du tourisme due à la moindre disponibilité pour l'alimentation en eau et/ou les masses d'eau</li> <li>Pression sur les institutions financières (risques accrus lors des prêts, baisse de capitaux etc.)</li> <li>Réduction des recettes pour les compagnies des eaux en raison de livraisons réduites d'eau</li> <li>Coûts des mesures d'urgence pour améliorer les ressources et diminuer les demandes (coûts additionnels pour le transport et la conduite des eaux, coûts de publicité pour réduire l'utilisation d'eau, etc.)</li> </ul> |
| ENVIRONNEMENTAL | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduire l'alimentation en eau et la qualité des eaux de surface et souterraines</li> <li>Dommages aux écosystèmes et zones humides, biodiversité et maladies (érosion du sol, poussière, couvert végétal réduit, etc.)</li> <li>Augmentation des incendies</li> <li>Manque d'aliments bétail et d'eau pour boire</li> <li>Augmentation de la concentration saline (dans les cours d'eau, nappes souterraines, zones irriguées)</li> <li>Pertes dans les lacs naturels et artificiels (poissons, paysages, etc.)</li> <li>Dommages à la vie sauvage des cours d'eau et des zones humides (flore, faune)</li> <li>Dommages à la qualité de l'air (par exemple poussière polluante)</li> </ul>  |
| SOCIAL          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dommages à la santé et la sécurité publiques, affectant la qualité de l'air et de l'eau ou par augmentation des incendies</li> <li>Accroissement des inégalités sociales, affectant différents groupes socio-économiques</li> <li>Tensions parmi les administrations publiques et les groupes affectés</li> <li>Changements des perspectives politiques</li> <li>Désagréments dus au rationnement d'eau</li> <li>Impacts sur le mode de vie (chômage, moindre capacité d'épargne, difficultés des soins personnels, réutilisation de l'eau dans les ménages, interdiction de laver les trottoirs et les voitures, incertitude quant à l'avenir, réduction des occasions festives et des distractions, perte de propriété)</li> <li>Distribution non équitable des impacts de la sécheresse et des mesures d'atténuation</li> <li>Abandon d'activités et émigration (dans les cas extrêmes)</li> </ul>  |

### *Evaluation des risques pour quantifier les probabilités de dommages*

Il est essentiel d'inclure dans l'évaluation des risques de sécheresse, une analyse quantitative des probabilités de dommages dans différents domaines tels qu'alimentation municipale en eau, agriculture en zones arides, agriculture irriguée, industrie, et environnement. Pour chaque domaine, l'analyse peut porter sur plus d'une variable pour mettre en relief les résultats. Par exemple, pour l'alimentation municipale en eau, la variable d'intérêt peut être représentée par la pénurie d'eau, et l'analyse devrait avoir comme objectif de quantifier de façon probabiliste cette pénurie. Dans le cas de l'agriculture, notamment l'agriculture pluviale, la variable d'intérêt est généralement représentée par la baisse de rendement. Dans les sections suivantes figure un éventail d'approches d'analyse probabiliste du risque de sécheresse en agriculture et dans les systèmes d'alimentation en eau.

## 4.4. Evaluation de risques en agriculture

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan : Chapitre 8 : Méthodes pour l'analyse du risque de sécheresse en agriculture

### *Systèmes d'agriculture pluviale en Méditerranée*

Des conditions météorologiques défavorables sont la principale source de risque dans les systèmes d'agriculture de subsistance, notamment dans les terres et les secteurs sociaux marginaux. Dans ce cas, la sécheresse est directement liée au revenu des agriculteurs, et il est relativement simple d'analyser le risque en évaluant des variables simples, telles que le rendement des cultures. Par contre, les systèmes des exploitations agricoles dans les régions économiquement développées sont fortement affectées par les politiques, marchés, technologie et instruments financiers, et il est complexe de déterminer l'effet de la sécheresse sur les agriculteurs individuellement et dans le secteur agricole dans son ensemble.

### *Méthode proposée*

L'objectif de la méthode est de mesurer le risque de sécheresse pour l'agriculture pluviale de façon à permettre des comparaisons entre divers lieux à rendements potentiels différents. La méthode intègre le climat (aléas) et les caractéristiques du système agricole (qui expliquent la vulnérabilité et les tendances des systèmes) à travers des fonctions de rendement (le rendement est considéré comme variable d'impact).

La démarche séquentielle à utiliser pour la quantification du risque des systèmes agricoles face à la sécheresse, est la suivante :

- **Etape 1.** Identification du système agricole représentatif de l'unité géographique et définition des structures des coûts et revenus des exploitations. Par exemple, l'agriculture de subsistance en zones arides ou les exploitations commerciales irriguées, entre autres.

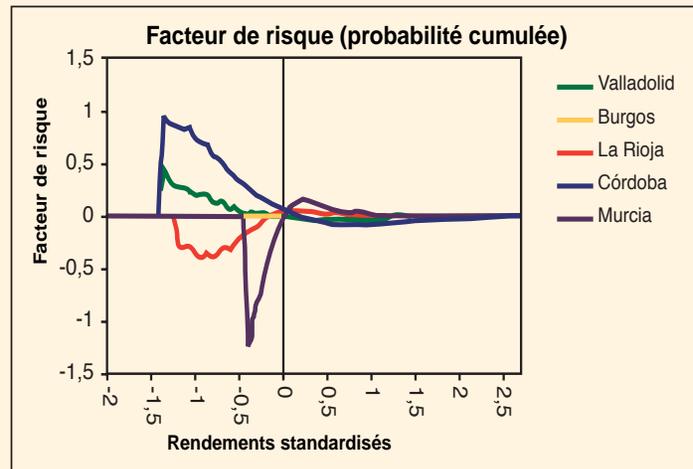


- **Etape 2.** Définition des variables qui caractérisent chaque système agricole. Par exemple, rendement des cultures, demande en eau d'irrigation, revenu de l'exploitation.
- **Etape 3.** Définition des relations causales théoriques entre les variables agricoles et la sécheresse. On pourrait utiliser un modèle empirique pour trouver les relations entre rendement, caractéristiques du climat et de l'agriculture, en utilisant les données disponibles. Un modèle est défini et calibré pour chaque région et chaque système agricole.
- **Etape 4.** Analyse statistique des corrélations des indices de sécheresse avec les variables sélectionnées qui définissent le système. Cette étape est essentielle pour la sélection et la validation des indices de sécheresse en tant que seuils du risque de sécheresse. Les indices qui montrent une forte corrélation significative avec les variables d'impact devraient être celles à considérer comme déclencheurs potentiels des plans de gestion. La simulation de Monte Carlo est un outil statistique qui permet d'obtenir de vastes échantillons de rendement en créant des données synthétiques à partir des fonctions de rendement qui ont été obtenues lors de l'étape 3. Avec cet échantillon de grande envergure, il est possible d'analyser les distributions statistiques de la fonction de rendement d'une manière bien plus fine et précise, et d'obtenir de meilleures corrélations.
- **Etape 5.** Définition et mesure de la fonction de risque. Cette fonction mesure la probabilité de dépasser ou bien de rester en dessous d'un rendement donné dans chaque région d'étude.
- **Etape 6.** Définition d'une mesure agrégée de sensibilité du système agricole à la sécheresse, basée sur la combinaison des impacts partiels. L'agrégation (Etape 6) est toujours une tâche complexe, mais on peut construire une simple mesure agrégée en normalisant et ramenant à l'échelle les variables représentatives (ou variables proxy) par rapport à une ligne de base commune.

#### Encadré 6. Exemple d'évaluation de risques dans les systèmes agricoles

Le risque de sécheresse est évalué pour les systèmes pluviaux caractéristiques de la Méditerranée, en suivant la méthodologie décrite précédemment. Les modèles sont calculés pour chaque localisation et type de culture, afin d'estimer le rendement des cultures, compte tenu du climat, et des variables technologiques et de gestion qui décrivent le système d'exploitation agricole. Par conséquent cette méthodologie peut être appliquée à d'autres régions. La composante de demande du système agricole est un élément essentiel du risque agricole dû aux variations de marché et aux politiques, et peut également être incorporée dans l'analyse.

Le niveau de risque selon les zones géographiques est déterminé en appliquant une fonction appelée facteur de risque (FR). Le FR pour chaque localisation est calculé en normalisant les fonctions de distribution de rendements cumulés qui auront été dérivées au préalable par des simulations Monte Carlo. Une station de référence est prise comme base de comparaison, et deux classes de rendements sont considérées : en dessous de la moyenne et dépassant la moyenne. Pour chaque localisation les valeurs de FR indiquent si les rendements de cette station sont davantage sous risque que dans la station de référence. Dans le contexte du rendement agricole, les zones à plus fort risque sont celles qui présentent une probabilité plus forte d'avoir de faibles rendements. Des valeurs de FR positives lorsque les rendements sont en dessous de la moyenne (inférieurs à 0) indiquent que la localisation présente davantage de risque car il existe une plus forte probabilité d'avoir de faibles rendements que dans la station de référence. Des valeurs de FR positives lorsque les rendements dépassent la moyenne (supérieurs à 0) indiquent que le risque est plus faible car il existe une plus haute probabilité que dans le scénario de référence, d'atteindre des rendements supérieurs à la moyenne.



Le graphique à gauche illustre la distribution du facteur de risque dans cinq localisations en Espagne pour des systèmes agricoles céréaliers en pluvial.

Distribution du facteur de risque dans une gamme de rendements standardisés : ceux sous zéro sont inférieurs aux rendements moyens et ceux dépassant zéro sont supérieurs aux rendements moyens.

Dans le graphique, la station de référence est Burgos (FR = 0). Cordoba et Valladolid montrent une plus forte probabilité d'avoir des rendements inférieurs à la moyenne, et donc le risque est plus élevé dans ces localisations (FR > 0 pour les rendements inférieurs à la moyenne). La Rioja montre des valeurs négatives de FR pour les rendements inférieurs à la moyenne et donc il existe une faible probabilité d'avoir de faibles rendements. De l'autre côté du graphique, pour des rendements supérieurs à la moyenne, Cordoba montre à nouveau un plus fort niveau de risque car la probabilité d'atteindre de forts rendements est moindre que dans la station de référence (FR < 0 pour les forts rendements). Murcia montre un FR proche de 0 excepté pour les rendements légèrement inférieurs à la moyenne, où il existe une probabilité bien plus faible d'avoir ces faibles rendements.

## 4.5. Le risque dans les systèmes d'alimentation en eau

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan :  
Chapitre 9 : Méthodes pour évaluer le risque de pénurie dans les systèmes d'alimentation en eau

### *Spécification du concept de risque pour les systèmes d'alimentation en eau*

Dans les systèmes d'alimentation en eau, la sécheresse se caractérise par un haut niveau de complexité. En général, on utilise un ensemble d'indices de performances, qui tentent de saisir différents aspects liés à des concepts tels que fiabilité, résilience et vulnérabilité. Certes la nature stochastique des flux d'entrée, la forte interconnexion entre les différentes composantes du système, la présence dans certains cas de plusieurs demandes en conflit, l'incertitude liée aux véritables impacts d'événements extrêmes tels que les sécheresses, font que l'évaluation du risque pour un système d'alimentation en eau soit un problème que l'on affronte mieux à travers un ensemble de plusieurs indices et/ou en analysant les probabilités de pénuries de différentes entités.

L'évaluation quantitative du risque pour les systèmes d'alimentation en eau peut suivre plusieurs approches comme conséquence des nombreuses approches qui existent pour quantifier les probabilités : (1) risque défini comme étant la probabilité d'un événement adverse ; (2) risque défini comme étant la conséquence attendue ou les dommages dus à un événement adverse.



### *Le risque comme probabilité d'un événement adverse*

La première catégorie comprend le concept de risque selon l'hydrologie statistique, défini comme étant la probabilité qu'une variable hydrologique (p.e. décharge annuelle maximale) dépasse un seuil donné au moins une fois sur un certain nombre d'années. En supposant que les événements sont stationnaires et indépendants, le risque peut être calculé.

De la même façon, selon la théorie de la fiabilité, le risque est défini comme étant la probabilité de défaillance du système sous examen. Plus précisément, le risque est défini comme étant la probabilité que la charge  $L$  (p.e. le facteur de force externe) dépasse la résistance  $R$  (une caractéristique intrinsèque du système), entraînant une défaillance.

### *Le risque comme dommage attendu*

La deuxième catégorie (le risque comme conséquence attendue) comprend les définitions en fonction de l'atténuation des désastres naturels. En particulier, le risque est défini comme "les pertes attendues dues à un phénomène naturel particulier comme fonction d'aléas naturels, vulnérabilité et élément sous risque" (voir Encadré 3). Dans la définition précédente, les aléas naturels représentent la probabilité de survenue, dans une période de temps spécifiée et dans une zone donnée, d'un phénomène naturel potentiellement néfaste, tandis que la vulnérabilité est le degré de perte d'un élément donné sous risque ou d'un ensemble de ces éléments, résultant de la survenue d'un phénomène naturel d'une ampleur donnée et exprimé sur une échelle de 0 (pas de dommage) à 1 (perte totale). Il s'ensuit que selon la définition précédente, le risque est mesuré selon certains termes physiques, tels que des termes économiques (dommages), ou sociaux (perte de vies humaines).

### *Sécheresse et pénurie en eau*

Le risque pour les systèmes d'alimentation en eau est directement lié à la pénurie d'eau, qui diffère de la sécheresse car il se réfère à une pénurie en eau disponible pour satisfaire les demandes. La pénurie résulte d'un déséquilibre entre l'approvisionnement et la demande en eau, entraînée par un phénomène météorologique, mais elle est également conditionnée par d'autres facteurs variables dans le temps, tels que le développement de la demande, les infrastructures d'approvisionnement et les stratégies de gestion. Le résultat du déséquilibre est la pénurie d'eau, qui est préoccupante pour les gestionnaires de l'eau.

L'évaluation du risque dans les systèmes d'alimentation en eau consiste en l'identification des demandes qui pourraient ne pas être totalement satisfaites avec les ressources en eau disponibles, et en la quantification des impacts estimés résultant de la pénurie d'eau.

En général il n'est pas économiquement rentable de satisfaire à 100% toutes les demandes d'un système, car le coût serait bien trop élevé pour une amélioration minimale (voir Encadré 7 pour un exemple concret).

#### *Encadré 7. Analyse de risque concernant la compagnie des eaux de Madrid (Canal de Isabel II)*

La compagnie des eaux de Madrid (Canal de Isabel II, un partenaire du projet MEDROPLAN) a dressé un plan opérationnel de gestion de la sécheresse. Le niveau de risque est défini par la probabilité d'imposer une restriction de la consommation ou une réduction de la demande en eau pouvant être satisfaite en toute garantie. Le plan considère les critères de gestion du système qui devraient s'ajuster à chaque scénario de niveau de risque. La conception du plan vise à garantir que ce ne soit que sur 4% seulement des années qu'il puisse y avoir une réduction de 9% de la disponibilité en eau.

### *Définition de niveau de risque acceptable*

Le niveau de risque acceptable est conditionné par les ressources en eau disponibles et les infrastructures, et dépend des caractéristiques de la demande et de leur élasticité. Dans ce contexte, l'analyse de risque devrait considérer les aspects suivants :

- Probabilité de survenue d'une défaillance (probabilité de ne pas satisfaire la demande)

- Sévérité des défaillances (ampleur du déficit)
- Durée de la défaillance (laps de temps sur lequel surviennent les déficits)
- Impact économique des défaillances

Ces facteurs déterminent également les règles opérationnelles pour la gestion du système pendant les sécheresses. Dans les systèmes régulés, la fiabilité et la capacité d'alimentation en eau sont liées par des règles opérationnelles et des stratégies de gestion de risques. A l'échelle du bassin hydrographique ou du bassin de captage, il existe des unités de gestion de risques interdépendantes qui mettent en place différents plans de gestion de risques. Les fiabilités sont définies selon la localisation de l'unité de gestion de risques (p.e. en amont ou aval). Les unités en amont ont besoin de considérer également le risque des unités en aval.

Les indicateurs pertinents qui définissent les aspects précédents de gestion des risques sont :

- La demande en eau / les flux d'entrée moyens. Ils apportent de l'information sur le degré de développement des ressources en eau dans le système. Lorsque les quotients sont proches de 1, ceci signifie qu'il y a des défaillances fréquentes du système, en fonction de la variabilité inter-annuelle ou saisonnière des séries hydrologiques.
- La demande en eau / la capacité des réservoirs. Ceci apporte de l'information sur la quantité que le système est capable d'approvisionner.
- La capacité des réservoirs / les flux d'entrée moyens. Ceci apporte de l'information sur la capacité du système pour surmonter les irrégularités des flux d'entrée (sécheresses).
- La demande annuelle en eau / le stockage actuel des réservoirs. Ceci représente le temps attendu pour l'apparition de la défaillance, en années, si les flux d'entrée futurs sont négligés. La variable apporte de l'information sur la marge de fonctionnement du système.

### *Modèles pour la gestion de l'eau*

La distribution des ressources lors d'une période de sécheresse entre des demandes multiples dans des systèmes d'alimentation en eau, est une tâche qui constitue un défi nécessitant une planification méticuleuse. Les règles opérationnelles du système sont liés aux critères de partage des ressources, priorités entre usagers, utilisation de ressources complémentaires et réserves stratégiques entre autres. Dans les grands systèmes, la simulation mathématique et les modèles d'optimisation devraient être utilisés pour obtenir des résultats quantitatifs rendant compte de toutes les complexités du système dans un contexte d'incertitude. Ces modèles apportent un appui pour identifier les demandes critiques, évaluer l'effet de la construction de compétences ou des mesures de conservation de l'eau, et dresser un calendrier des actions disponibles étant donné certaines contraintes. Tous les modèles apportent une mesure de la fiabilité des demandes, quantifiées comme étant la probabilité qu'une certaine demande puisse subir des pénuries d'eau pendant une sécheresse donnée.

Toutefois, la disponibilité de modèles opérationnels bien calibrés est douteuse dans certaines zones car ils nécessitent un grand investissement en information, pour évaluer les ressources, caractériser les demandes, identifier les critères optimaux de gestion, etc., information qui ne serait pas immédiatement disponible dans toutes les régions. Si ces modèles sont disponibles, ils devraient être utilisés pour l'analyse de risques, en employant des indicateurs dérivés de résultats de modèles pour évaluer les risques relatifs. S'ils ne le sont pas, on peut supposer que le système n'est pas très complexe, et l'analyse de risques peut être menée avec des indicateurs plus simples.

### Méthodes pour évaluer le risque de pénurie d'eau : en conditions normales et lors d'un épisode de sécheresse

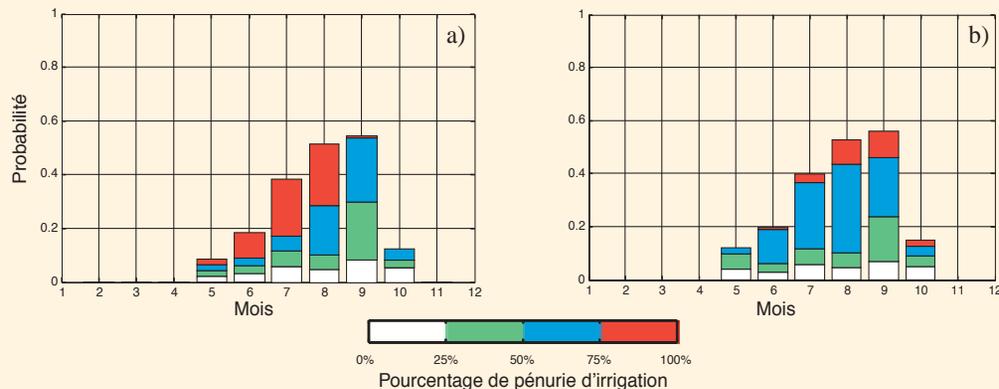
L'évaluation de risques peut trouver des applications que ce soit au stade de planification ou pendant l'exploitation d'un système donné. Par exemple, en ce qui concerne la planification du système d'alimentation en eau, l'évaluation de risques permet de quantifier et de comparer le risque lié à différentes alternatives de planification, en général sur le long terme. Par ailleurs, pendant l'exploitation du système, une évaluation de risques de sécheresse à court terme peut

Encadré 8. Exemple de résultat d'analyse de risques dans un système d'alimentation en eau (système d'alimentation en eau de Salso-Simeto, Italie), centré sur la pénurie en eau pour l'irrigation.

Ici le risque est défini comme étant la probabilité que la pénurie mensuelle réside dans l'une des quatre classes de pénuries exprimées en pourcentage (<25%, 25-50%, 50-75%, >75%) par rapport à la demande totale en eau des cultures (pénurie d'irrigation). La pénurie d'irrigation est une bonne variable proxy de pertes économiques potentielles et sa probabilité doit être prise en considération dans la gestion agricole afin d'affronter les épisodes de sécheresse.

L'analyse effectuée fait appel à la simulation Monte Carlo pour le système. En particulier, un modèle stochastique des débits des cours d'eau du système est utilisé en même temps qu'un modèle de simulation qui prend en compte les demandes en eau et les règles de fonctionnement actuelles du système pour obtenir les probabilités quant à différents niveaux de pénurie sur toute l'année.

A titre d'exemple, les deux graphiques montrent les probabilités quant à différents niveaux de pénurie d'irrigation (a) si aucune mesure d'atténuation n'est prise (b) si des mesures sont prises. A partir de ces représentations, on peut déduire que les pénuries sévères seront significativement réduites si des mesures d'atténuation sont prises, ce qui indique une réduction du risque de sécheresse pour l'irrigation.



Pour plus de détails, consulter l'exemple italien d'application du Guide ainsi que les chapitres 11 et 20 de l'Annexe Technique du Projet Medroplan.

être menée afin de comparer et définir des mesures alternatives d'atténuation, sur la base du risque conséquent sur un horizon de temps court (depuis quelques mois jusqu'à 2-3 ans dans le futur). Les deux approches diffèrent, non seulement pour ce qui est de l'objectif de l'analyse et des différentes amplitudes des horizons temporels, mais principalement pour ce qui est de la façon selon laquelle est menée l'évaluation probabilistique.

Dans le premier cas l'évaluation est généralement inconditionnelle, c.a.d. ne fait pas référence à un état particulier ou condition particulière du système mais à ses règles opérationnelles générales. Cette évaluation apporte de l'information sur ce qui pourrait survenir à n'importe quel moment de l'horizon de planification. Différents scénarios d'approvisionnement et de demande sont mis au point afin d'évaluer la réponse du système et de sélectionner les règles opérationnelles assurant un certain niveau de satisfaction de la demande en conditions normales.

L'évaluation de risques à court terme, d'autre part, est généralement conditionnelle, dans le sens où pour l'évaluation, il est tenu compte de l'état/conditions initiales du système. En outre, l'évaluation est généralement orientée vers l'estimation de ce qui pourrait advenir à un moment spécifique du futur immédiat. Par exemple, concernant un certain type d'utilisation de l'eau, on peut être intéressé par la probabilité de survenue d'un déficit donné dans trois mois, en raison de l'état actuel du système (p.e. volumes stockés dans les réservoirs). Comme telle, l'évaluation conditionnelle est généralement adoptée à des fins d'alerte précoce. Puisque les résultats de l'évaluation conditionnelle de risques dépendent fortement des conditions initiales, il s'ensuit que la procédure doit être répétée lorsque des informations nouvelles deviennent disponibles. Dans ce cas il existe un état initial fixe du système et le but est d'évaluer l'influence que les méthodes d'atténuation de la sécheresse peuvent avoir sur le fonctionnement du système afin d'éviter les déficits d'alimentation en eau. Le chapitre 11 des Annexes Techniques du Guide développe en détail les cas d'évaluation inconditionnelle et conditionnelle.

#### 4.6. Evaluation de vulnérabilité

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan :  
Chapitre 10 : Méthodes pour évaluer la vulnérabilité sociale

##### *Objectif*

L'objectif de l'évaluation de vulnérabilité est d'identifier les caractéristiques des systèmes qui modifient le niveau de risque dérivé de structures, gestion, et technologie inadéquates, ou de facteurs économiques, environnementaux, et sociaux.

##### *Méthodes*

L'évaluation comporte deux composantes qui définissent les causes de risque dérivées de : (1) l'exposition directe à la sécheresse (c.a.d. localisation et autres facteurs naturels) ; et (2) les aspects sociaux et économiques.

Par exemple, pour une ferme agricole en particulier, la vulnérabilité est directement liée à l'intensité de l'épisode de sécheresse. Par contre, pour un épisode de sécheresse défini, le système agricole le plus vulnérable est celui qui possède le moins de résilience sociale et économique ; en général les systèmes agricoles pauvres et marginaux subissent les plus fortes conséquences de la sécheresse.

### Résultats espérés

Le résultat espéré est l'identification des aspects de chaque système qui le rendent plus sensible aux dommages potentiels de la sécheresse. L'évaluation de vulnérabilité permet un rapprochement entre l'évaluation des impacts et la formulation de politiques en dirigeant l'attention des politiques vers les causes sous-jacentes de la vulnérabilité plutôt que vers son résultat, les impacts négatifs, suite à des événements tels que la sécheresse. L'évaluation de vulnérabilité aide à définir la sensibilité des systèmes aux chocs externes et à identifier les aspects les plus importants qui diminuent le niveau de risque.

### Un indice pour évaluer la vulnérabilité socio-économique

Dans le Tableau 6 figure un exemple des composantes de vulnérabilité socio-économique et des variables représentatives qui peuvent être utilisées pour la caractériser. On peut calculer un indicateur final pour chaque catégorie d'exposition comme étant la moyenne pondérée de toutes les variables représentatives à l'intérieur de la catégorie.

Tableau 6. Composantes de vulnérabilité socio-économique et variables représentatives pouvant être utilisées pour caractériser les groupes vulnérables.

| Composantes                     | Variables proxy   |
|---------------------------------|---|
| Composante naturelle            | Utilisation d'eau en agriculture (%)<br>Utilisation totale d'eau (% d'eau renouvelable)<br>Précipitations moyennes (mm/an)<br>Zone salinisée par l'irrigation (ha)<br>Zone irriguée (% des terres cultivées)<br>Densité de population |
| Capacité économique             | PIB en millions en US\$<br>PIB par habitant en US\$<br>Valeur ajoutée agricole/PIB %<br>Utilisation énergétique (kg équivalent pétrole par habitant)<br>Population sous seuil de pauvreté (% population ayant moins de 1 US\$/jour)   |
| Ressources humaines et civiques | Emploi agricole (% du total)<br>Taux alphabétisation adultes (% du total)<br>Espérance de vie à la naissance (années)<br>Population sans accès à eau améliorée (% du total)   |
| Innovation agricole             | Consommation de fertilisants (kg/ha de terre cultivable)<br>Machinerie agricole (tracteurs pour 100 km <sup>2</sup> de terre cultivable)  |

Les étapes séquentielles suivies pour la quantification de l'indice de vulnérabilité sont : (1) Sélectionner les variables proxy pour les facteurs qui contribuent à la vulnérabilité. (2) Normaliser les variables proxy par rapport à une ligne de base commune. (3) Combiner les variables proxy des sous-composantes à l'intérieur de chaque catégorie de vulnérabilité par moyennes pondérées. (4) Quantifier la vulnérabilité en tant que somme pondérée des composantes. Ces quatre étapes sont appliquées aux conditions normales et aux conditions sévissant lors d'un épisode de sécheresse.

Le Tableau 6 montre les composantes de l'indice de vulnérabilité et les variables proxy proposées pour évaluer la vulnérabilité des systèmes agricoles face à la sécheresse. Les variables retenues ont été sélectionnées car : (1) les données sont facilement disponibles et il est possible de calculer un exemple pour permettre aux acteurs de définir la sensibilité du système ; et (2) les variables sont dépendantes du scénario de sécheresse et géographiquement explicites. L'indice de vulnérabilité peut être utilisé pour comprendre la sensibilité du système et pour aider à la sélection des mesures à adopter. Par exemple, le fait d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau pour l'agriculture, diminuer la population en dessous du seuil de pauvreté, accroître le taux d'alphabétisation des adultes, et augmenter la technologie agricole, sont des mesures qui résultent en une diminution globale de la vulnérabilité.

## 5. Composante opérationnelle

Cette section est pleinement développée dans les Annexes Techniques du Guide pour la Gestion de la Sécheresse du Projet Medroplan :  
Chapitre 12 : Mise en œuvre d'actions de gestion de la sécheresse  
Chapitre 13 : Description d'actions de gestion de la sécheresse

### 5.1. Aperçu

La composante opérationnelle identifie à la fois les actions à long et à court terme qui peuvent être mises en œuvre pour prévenir et atténuer les impacts de la sécheresse. Ces actions sont essentielles pour le développement d'une planification spécifique, et pour les efforts de réponse contre la sécheresse.

La composante opérationnelle comporte six aspects qui nécessitent un feed-back continu entre eux (Figure 7) :

- Prévention, alerte précoce, systèmes de surveillance
- Etablissement de priorités quant aux utilisations de l'eau
- Définition des conditions et des seuils pour déclarer les niveaux de sécheresse
- Etablissement des objectifs de gestion pour chaque niveau de sécheresse
- Définition des actions
- Mise en œuvre des actions

La surveillance et la planification pour la prévention sont le premier pas essentiel pour passer d'une gestion de crise à une gestion de risques en réponse à la sécheresse, et peuvent être envisagées comme mesures permanentes pour affronter les épisodes de sécheresse. Les actions de gestion liées à l'agriculture et aux systèmes d'alimentation en eau sont présentés sous un cadre conceptuel commun, basé sur l'utilisation d'indices de sécheresse pour évaluer les niveaux de risque de sécheresse (pré-alerte, alerte, et urgence) permettant d'établir des liens entre la science (analyse de risques) et les politiques (composante opérationnelle).



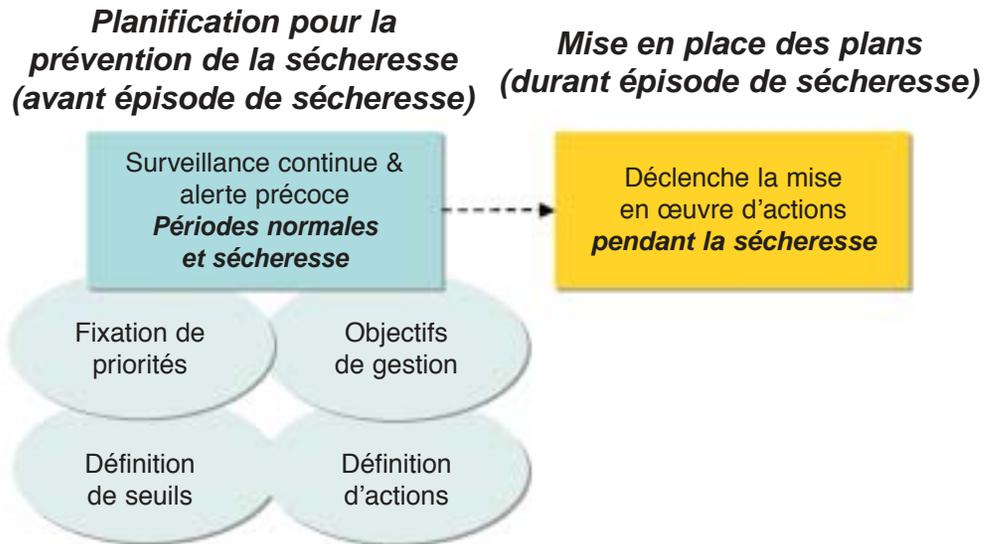


Figure 7. Résumé des aspects de la prévention et de la mise en œuvre de la composante opérationnelle

## 5.2. Prévention, alerte précoce, systèmes de surveillance

### *La planification à l'avance est essentielle*

La prévention et l'alerte précoce sont les facteurs clés pour une gestion opérationnelle ultérieure et déterminent la réussite de tout le plan de gestion de la sécheresse, car elles permettent de :

- Etablir le plan contre la sécheresse
- Réduire la vulnérabilité sociale
- Identifier les mécanismes d'alerte
- Etablir les liens entre la sécheresse et les politiques de l'eau et de développement

Les progrès scientifiques qui ont permis de passer d'une prévision climatique saisonnière à une prévision climatique interannuelle, ainsi que les systèmes de surveillance, offrent la possibilité de rendre les systèmes d'alerte précoce efficaces dans de nombreuses régions, notamment là où les données et les systèmes d'information sont déjà en place.

### *Pourquoi un système de surveillance ?*

Une réponse efficace aux épisodes de sécheresse repose sur un système de surveillance capable de fournir une information adéquate en temps opportun pour une déclaration objective de sécheresse, et pour éviter de sévères pénuries d'eau moyennant une gestion efficace des ressources en eau en conditions de sécheresse.

Le principal objectif d'un système de surveillance est d'aider les décideurs à identifier les conditions qui avertissent d'une sécheresse, et de fournir une information utile pour identifier les meilleures mesures d'atténuation de la sécheresse sur la base d'une surveillance continue de l'évolution de la sécheresse en termes de variables météorologiques et hydrologiques et de disponibilité des ressources en eau.

Un trait commun de ces systèmes est l'attention particulière qui est souvent portée à la représentation graphique des résultats afin de faciliter une évaluation immédiate et aisée de la sévérité de la sécheresse et de son évolution. L'accès à l'information est assuré au travers de sites web publics ayant pour objectif la diffusion à autant d'utilisateurs que possible en plus des institutions publiques.

Afin d'apporter une aide à la décision efficace concernant les mesures à mettre en place pour réduire la vulnérabilité face à la sécheresse et d'en atténuer les impacts, il est nécessaire que le système de surveillance comporte une information sur les conditions météorologiques et hydrologiques, ainsi que sur les conditions des systèmes d'alimentation en eau.

#### Encadré 9. Quelques exemples de systèmes de surveillance de la sécheresse

Les systèmes de surveillance de la sécheresse en fonctionnement sont de plus en plus nombreux, au fur et à mesure que leur importance devient essentielle et est reconnue au niveau institutionnel. Lors des dernières années se sont répandues les technologies de l'information qui simplifient la collecte, le traitement et la diffusion des données hydrométéorologiques et agricoles. Aux États-Unis, de nombreux décideurs ont fait appel au Centre National d'Atténuation de la Sécheresse (National Drought Mitigation Center) pour développer des plans de gestion de la sécheresse. En Australie, Le Bureau de Météorologie (Bureau of Meteorology) fournit également des prévisions. En Europe, la base de données de surveillance globale de la sécheresse du European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (Royaume-Uni) permet une surveillance globale. En Espagne, l'Autorité de Bassin du fleuve Ebre vient d'implanter un système de surveillance pour caractériser la sécheresse météorologique et hydrologique.

### 5.3. Etablissement de priorités quant à l'utilisation de l'eau

La planification contre la sécheresse tend à ne pas recevoir l'attention prioritaire des décideurs et planificateurs dû au fait que la sécheresse présente des impacts divers. La lente apparition d'une sécheresse, et sa terminaison peu délimitée, font qu'il soit difficile de choisir le moment opportun pour mettre en place des actions défensives ou correctrices. Les mesures sont généralement organisées pour protéger les utilisations de l'eau selon différents niveaux de priorité.

- Première priorité : Assurer qu'un approvisionnement adéquat d'eau domestique soit disponible pour la santé, la sécurité et le bien-être publics.
- Deuxième priorité : Minimiser les effets adverses de la sécheresse sur l'économie, l'environnement, et le bien-être social.

## 5.4. Définition des conditions pour la déclaration des niveaux de sécheresse

### *Question-clé : la déclaration de sécheresse*

La déclaration formelle de sécheresse est une question à la fois controversée et importante. La plupart des institutions publiques envisagent la déclaration formelle avec précaution, et ne l'effectuent que lorsque la situation de pénurie d'eau est d'une ampleur extrême, et par conséquent bien souvent il n'y a que les actions d'urgence qui soient possibles. Le Guide aborde cette question-clé en associant les indicateurs techniques de pré-alerte, d'alerte, et d'urgence, pour gérer les actions.

### *Pré-alerte*

Le scénario de pré-alerte est déclaré lorsque la surveillance met en évidence le stade initial de développement de la sécheresse, qui correspond à un risque modéré (p.e. supérieur à 10%) de consommer toute l'eau emmagasinée dans le système, et de ne pas être en mesure de satisfaire les demandes en eau. Dans les systèmes agricoles, ce niveau peut être déterminé lorsqu'un seuil pré-établi est atteint par un certain indicateur, tel qu'un indice de sécheresse par rapport aux pluies ou une variable de végétation possédant une forte corrélation avec les rendements des cultures.



### *Alerte*

Le scénario d'alerte est déclaré lorsque la surveillance montre que la sécheresse est en train de survenir, et causera probablement des impacts dans le futur si l'on ne prend pas de mesures dans l'immédiat. Il existe une probabilité importante (p.e. supérieure à 30%) de déficits en eau dans un horizon temporel déterminé.

### *Urgence*

Le scénario d'urgence est déclaré lorsque les indices de sécheresse montrent que des impacts ont eu lieu et que l'approvisionnement n'est pas garanti si la sécheresse persiste.

## **5.5. Etablissement des objectifs de gestion pour chaque niveau de sécheresse**

### *Pré-alerte*

L'objectif de gestion pour le scénario de pré-alerte est de se préparer à la possibilité d'une sécheresse. Ceci signifie de s'assurer de l'acceptation du public quant aux mesures à entreprendre si l'intensité de la sécheresse augmente en suscitant la prise de conscience concernant la possibilité d'impacts sociétaux dus à la sécheresse. Les mesures qui sont prises dans la situation de pré-alerte sont généralement de nature indirecte, sont mises en œuvre volontairement par les acteurs, et sont généralement peu onéreuses. La finalité en est de préparer les usagers pour les futures actions. Pour ce qui est de l'organisme de gestion de l'eau, les principales actions sont l'intensification de la surveillance, normalement à travers la création ou l'activation des comités de sécheresse, et l'évaluation des scénarios futurs, en accordant une attention spéciale aux scénarios des pires éventualités. Du côté des acteurs, l'attention devra être portée sur la communication et la sensibilisation. Généralement, des mesures non structurelles sont prises, visant à réduire la demande en eau afin d'éviter des situations d'alerte ou d'urgence.

### *Alerte*

L'objectif de la gestion pour la situation d'alerte est de surmonter la sécheresse, en évitant la situation d'urgence par l'application de politiques de conservation de l'eau et la mobilisation d'un approvisionnement additionnel en eau. Ces mesures devraient garantir l'alimentation en eau au moins pendant l'intervalle de temps nécessaire à l'activation et la mise en place des mesures d'urgence. Le type de mesures qui sont mises en œuvre dans la situation d'alerte sont généralement de nature directe, sont coercitives pour les acteurs, et sont généralement d'un coût de mise en place peu onéreux ou moyen, bien qu'elles puissent avoir des impacts significatifs sur les économies des parties prenantes. La plupart des mesures sont non structurelles, et s'adressent à des groupes spécifiques d'usagers de l'eau. Les mesures de gestion de la demande comprennent des restrictions partielles des utilisations de l'eau qui n'affectent

pas l'eau potable, ou les échanges d'eau entre utilisations. Ceci peut constituer une source potentielle de conflit car les droits des usagers de l'eau et les priorités en conditions normales sont annulés, étant donné que l'eau doit être allouée à des utilisations de priorité supérieure.

### Urgence

L'objectif de la gestion est d'atténuer les impacts et de minimiser les dommages. La priorité est de satisfaire les exigences minimales d'eau potable. Les autres utilisations de l'eau seront une priorité secondaire à ce niveau de sécheresse. Les mesures adoptées en urgence présentent un

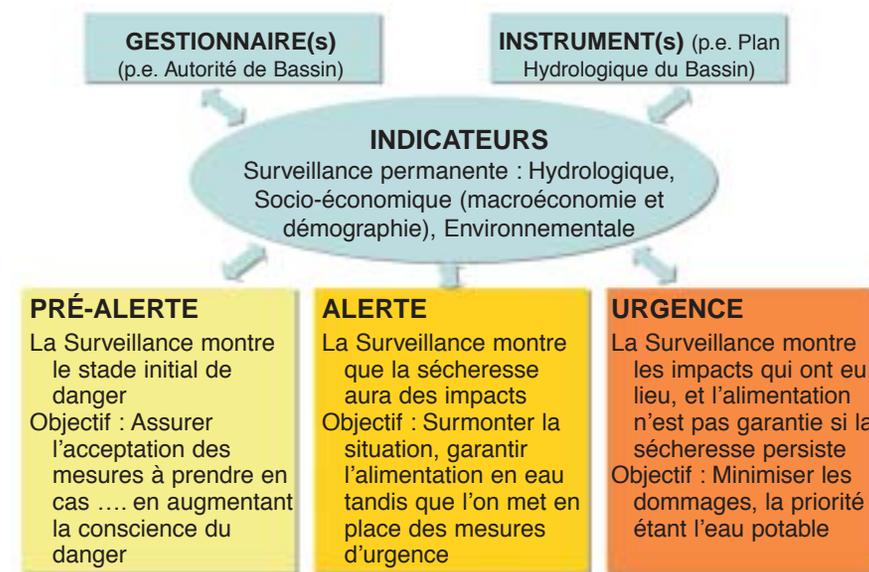


Figure 8. Niveaux des seuils et objectifs des actions à mettre en place

coût économique et social élevé, et elles devraient être directes et restrictives. Normalement il doit exister une couverture légale spéciale pour les mesures exceptionnelles, qui sont approuvées sous la forme d'actions d'intérêt général en conditions de sécheresse d'urgence. La nature des mesures exceptionnelles pourrait être non structurelle, telles que des restrictions de l'eau pour tous les usagers (y compris pour la demande urbaine), des subventions et prêts à faible intérêt, ou bien structurelle, telles que nouvelles infrastructures, autorisation de nouveaux points de prélèvement d'eaux souterraines et transferts d'eau.

Les Figures 8 et 9 sont une synthèse des niveaux des seuils, des objectifs des actions à mettre en place et des groupes d'actions pour chaque catégorie de seuil.

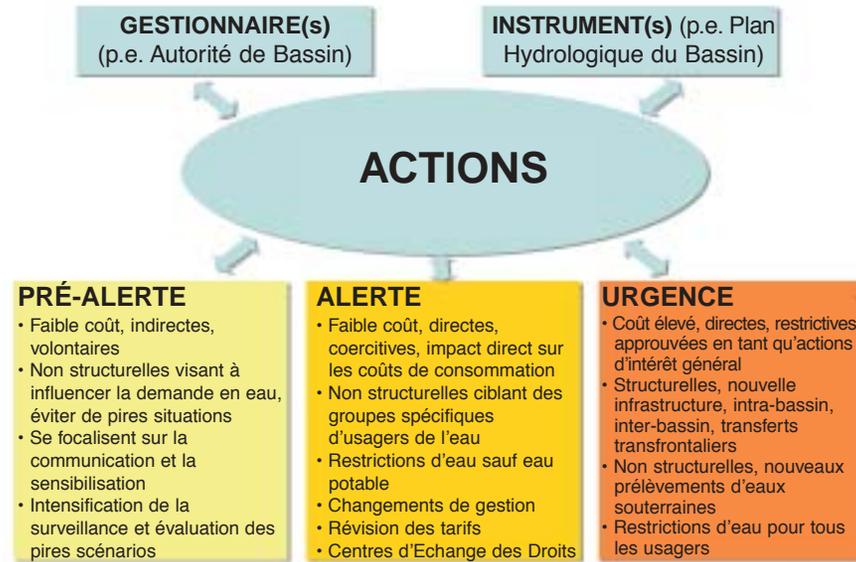


Figure 9. Niveaux des seuils et groupes d'actions à mettre en place

## 5.6. Définition des actions

Les actions sont définies en deux étapes : description et ordre d'importance.

### Description

- Une description précise et quantifiée de l'action
- L'unité organisationnelle responsable de l'action
- Le cadre temporel de mise en œuvre
- Des commentaires sur l'application à d'autres secteurs

### Ordre d'importance

L'objectif général de chaque action opérationnelle est de minimiser les impacts de la sécheresse et de la rareté de l'eau tout en maintenant les services sociaux et écologiques liés à l'eau. Toutefois, toutes les actions ne sont pas adéquates et applicables dans chaque situation et à chaque moment. Le classement des actions par ordre d'importance permet un certain niveau de priorisation en fonction de l'évaluation des aspects sélectionnés, tels que :

- Considération de l'efficacité à minimiser les risques d'impacts, du coût, de la faisabilité, et de l'aide requise pour la mise en place

- Considération de la pertinence pour une situation sans sécheresse (stratégie gagnant-gagnant)
- Chaque action est classée et définie selon différents points et critères d'évaluation, en faisant appel à l'ensemble des acteurs précisés dans la composante organisationnelle.

Le Tableau 7 présente un exemple de classement par ordre d'importance et d'évaluation des actions.

Tableau 7. Evaluation des attributs de chaque action

| Valeur | A<br>Efficacité | B<br>Coût   | C<br>Faisabilité | D<br>Aide nécessaire pour la mise en place | E<br>Pertinence en situation de non sécheresse |
|--------|-----------------|-------------|------------------|--|--|
| 0      | aucune          | aucun       | non faisable     | aucune                                     | fortement inadéquate                           |
| 1      | très faible     | très faible | très faible      | très faible                                | inadéquate                                     |
| 2      | faible          | faible      | faible           | faible                                     | quelque peu inadéquate                         |
| 3      | moyenne         | moyen       | moyenne          | moyenne                                    | indifférente                                   |
| 4      | élevée          | élevé       | élevée           | élevée                                     | adéquate                                       |
| 5      | très efficace   | très élevé  | très élevée      | très élevée                                | très adéquate                                  |

### Approches proactives et réactives / actions à court et à long terme



Une seconde classification se focalise sur le type de réponse aux épisodes de sécheresse, en distinguant entre une approche réactive et proactive. Les mesures qui sont prises avant l'apparition d'un épisode de sécheresse visent à réduire la vulnérabilité à la sécheresse ou à améliorer la prévention de la sécheresse. Il s'agit de mesures à long terme visant à accroître la fiabilité des systèmes d'alimentation en eau pour satisfaire les demandes futures en conditions de sécheresse à travers un ensemble de mesures structurelles et institutionnelles appropriées. Les mesures prises après le début d'une sécheresse sont des mesures à court terme qui tentent d'atténuer les impacts d'un épisode particulier de sécheresse dans le cadre des infrastructures existantes et des politiques de gestion, sur la base d'un plan développé à l'avance et adapté à la sécheresse en cours, si nécessaire.

Afin d'incorporer les actions dans les plans de gestion de la sécheresse, il peut être utile de déterminer les mesures proactives ou réactives, ainsi que le caractère public ou privé des mesures (voir Encadré 10 comme exemple). Le Tableau 8 présente une liste d'actions à long et à court terme, sous-divisées en trois catégories : augmentation de l'alimentation en eau, réduction de la demande en eau et minimisation de l'impact de la sécheresse. Pour chaque action les secteurs affectés sont également indiqués.

### Critères pour la sélection des actions

La préparation de plans de gestion de la sécheresse requiert la sélection d'une combinaison aussi appropriée que possible d'actions à long et court terme faisant référence à la vulnérabilité d'un système spécifique d'alimentation en eau ou d'un système agricole, ainsi qu'à la sévérité de la sécheresse. Etant donné le grand nombre et les différents types de mesures d'atténuation, il est nécessaire d'adopter une procédure d'évaluation adéquate pour le choix de la meilleure combinaison. Une procédure de sélection basée sur des critères purement économiques pourrait faire en sorte que les coûts marginaux des mesures à long terme soient égaux aux coûts marginaux de mise en œuvre des mesures à court terme. Une procédure plus avancée pourrait se baser sur la simulation Monte Carlo afin d'évaluer le coût prévu pour chaque combinaison de mesures à long et court terme. Néanmoins, en raison de la variété des impacts de la sécheresse et en particulier de la difficulté d'évaluation des impacts environnementaux et sociaux en termes économiques, une analyse purement économique ne semble pas appropriée pour simuler le processus décisionnel réel. D'autre part, l'application de l'analyse multicritère peut contourner les difficultés précédentes en raison de sa capacité à prendre en compte les points de vue de différents acteurs concernant les différentes alternatives.

Encadré 10. Exemples de mesures à long et court terme, privées et publiques, pour réduire le risque de sécheresse

|                           | Publiques (1)   | Privées (2)  | Mixtes  |
|---------------------------|---|--|---|
| Mesures à long terme (3)  | Plan d'assurances pour l'agriculture                                  | Programmes d'éducation par les ONG                 | Programmes d'éducation émanant d'initiatives privées financées par les gouvernements  |
| Mesures à court terme (4) | Abaissement des taxes pour les agriculteurs touchés par la sécheresse | Réduction de l'utilisation en eau dans les ménages | Délivrance d'autorisations d'urgence pour l'utilisation de l'eau par une compagnie privée qui gère l'eau des villes et/ou l'Agence de Bassin Hydrographique |

(1) Publiques. Lorsqu'elles sont lancées et mises en place par les gouvernements ou instances administratives de tous niveaux. Les mesures sont le résultat d'une décision délibérée concernant les politiques, basée sur la prise de conscience sur le risque. Ce sont des mesures qui concernent les besoins collectifs.

(2) Privées. Lorsqu'elles sont lancées et mises en place par les particuliers, ménages, compagnies privées, ou organisations non gouvernementales. Elles vont dans le sens des propres intérêts rationnels des acteurs.

(3) Long terme. Mesures fixées avant que les impacts de la sécheresse ne soient observés (anticipatives) pour diminuer le risque de dommage. Relèvent de la prévention et de la réduction de risques.

(4) Court terme. Mesures qui interviennent après que les impacts de la sécheresse aient été observés. Relèvent de la gestion de crise.

Tableau 8. Mesures d'atténuation de la sécheresse à long et à court terme

| Catégorie                                | Type d'actions  | Secteurs affectés |   |   |     |
|--|---|-------------------|---|---|-----|
| <b>Actions à long terme</b>              |   |                   |   |   |     |
| Réduction de la demande                  | Incidations économiques à l'économie d'eau  | U                 | A | I | R/E |
|  | Techniques agronomiques pour réduire la consommation d'eau  |                   | A |   |     |
|  | Cultures pluviales au lieu de cultures irriguées  |                   | A |   |     |
|  | Double réseau de distribution pour alimentation urbaine   | U                 |   |   |     |
|  | Recyclage de l'eau dans les industries  |                   |   | I |     |
| Augmentation<br>l'alimentation en eau    | Réseaux de distribution pour échanges bi-directionnels  | U                 | A | I | de  |
|  | Réutilisation des eaux usées après traitement   |                   | A | I | R   |
|  | Transferts d'eau inter-bassin et intra-bassin   | U                 | A | I | R   |
|  | Construction de nouveaux réservoirs ou augmentation du volume stocké dans les réservoirs existants                                      | U                 | A | I |     |
|  | Construction de lagunes dans les fermes   |                   | A |   |     |
|  | Dessalement d'eaux saumâtres ou salines   | U                 | A |   | R   |
|  | Contrôle des fuites et pertes par évaporation   | U                 | A | I |     |
| Minimisation des impacts                 | Activités éducatives pour améliorer la prévention de la sécheresse et/ou pour l'économie d'eau permanente                               | U                 | A | I |     |
|  | Réallocation des ressources en eau basée sur les besoins en qualité de l'eau  | U                 | A | I | R   |
|  | Développement de systèmes d'alerte précoce  | U                 | A | I | R   |
|  | Mise en place d'un Plan de Gestion de la Sécheresse   | U                 | A | I | R   |
|  | Programmes d'assurances   |                   | A | I |     |
| <b>Actions à court terme</b>             |   |                   |   |   |     |
| Réduction de la demande                  | Campagne d'information publique pour économie d'eau   | U                 | A | I | R   |
|  | Restriction de certaines utilisations d'eau urbaines (p.e. lavage de voitures, jardinage, etc.)   | U                 |   |   |     |
|  | Restriction de l'irrigation pour les cultures annuelles   |                   | A |   |     |
|  | Tarifification  | U                 | A | I | R   |
|  | Rationnement obligatoire  | U                 | A | I | R   |
| Augmentation<br>de l'alimentation en eau | Amélioration de l'efficacité des systèmes d'eau existants (programmes de détection de fuites, nouvelles règles de fonctionnement, etc.) | U                 | A | I |     |
|  | Utilisation de sources additionnelles de faible qualité ou à coût élevé d'exploitation  | U                 | A | I | R   |
|  | Surexploitation des nappes aquifères ou utilisation de réserves d'eau souterraines  | U                 | A | I |     |
|  | Déviations accrues en assouplissant les contraintes d'utilisations écologiques ou récréatives   | U                 | A | I | R   |
| Minimisation des impacts                 | Réallocation temporaire des ressources en eau   | U                 | A | I | R   |
|  | Subventions publiques en compensation de pertes de revenu   | U                 | A | I |     |
|  | Réduction des taxes ou report de l'échéance de paiement   | U                 | A | I |     |
|  | Subventions publiques aux assurances sur les cultures   |                   | A |   |     |

U = urbaine ; A = agricole ; I = industrielle ; R = récréative

## 5.7. Evaluation du processus de mise en œuvre des actions

Un point clé pour une prévention et une atténuation efficaces de la sécheresse réside dans la façon de sélectionner et de mettre en œuvre les différentes interventions sur la base de la priorité d'allocation de l'eau entre les diverses utilisations, des indications fournies par les systèmes de surveillance de la sécheresse et de la méthode adoptée pour évaluer le risque de sécheresse. Le choix des interventions de gestion de la sécheresse doit considérer deux priorités différentes : la première concerne le fait d'assurer une alimentation adéquate en eau domestique mise à disposition pour la santé publique, la sécurité et le bien-être ; la seconde est orientée vers la minimisation des effets négatifs de la sécheresse sur l'économie, l'environnement et le bien-être social.

Dans la Figure 10 se trouve une présentation générale des phases séquentielles pour la mise en œuvre d'actions de gestion de la sécheresse (il est à souligner que la planification contre la sécheresse doit être réalisée pendant les périodes de situation normale).

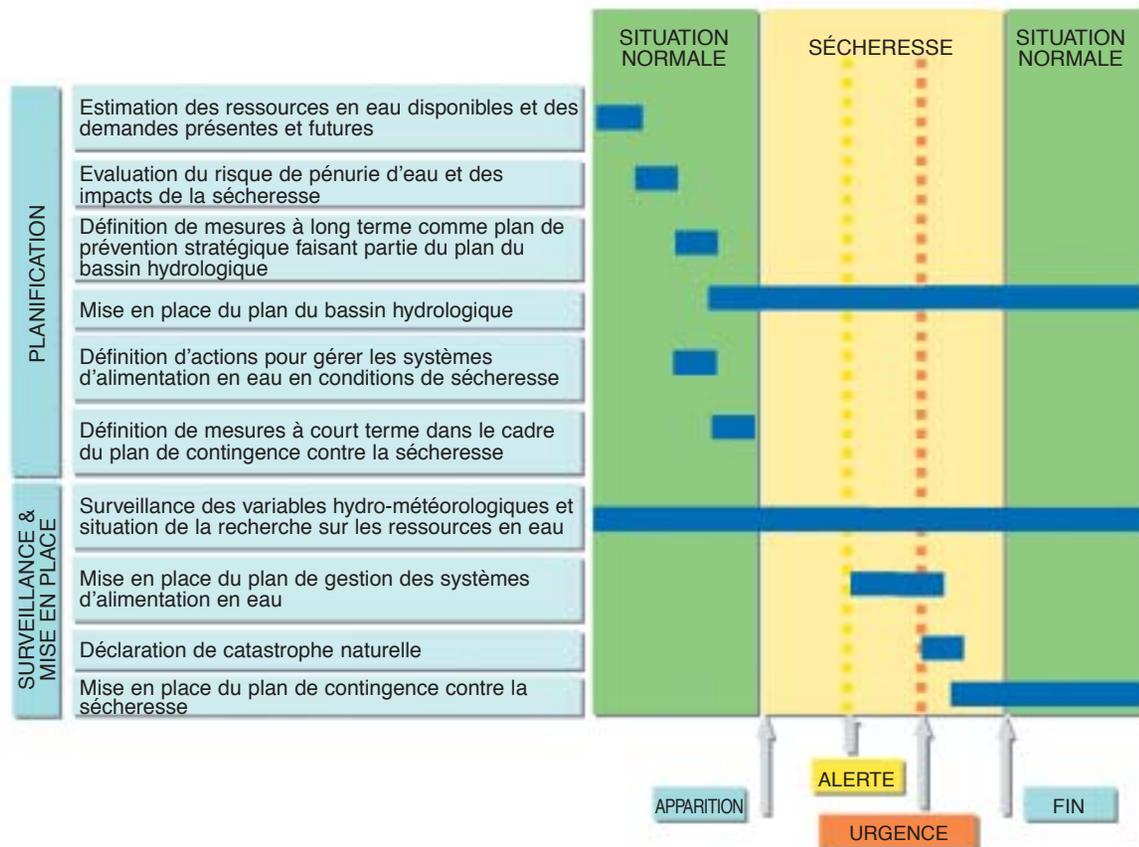


Figure 10. Etapes séquentielles pour la mise en œuvre d'actions de gestion de la sécheresse

La possibilité de mettre en œuvre des actions dans chaque cas est déterminée par le cadre législatif et institutionnel. Un exemple est montré en Figure 11.

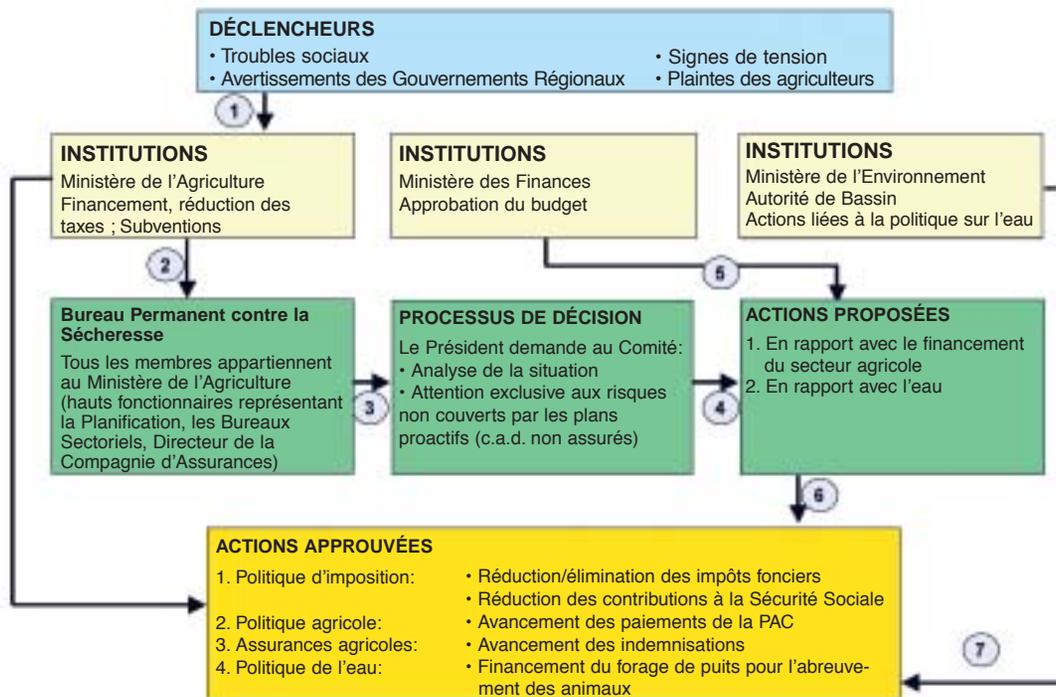


Figure 11. Exemple de processus de mise en place d'actions

## 6. Composante de révision publique

La révision publique a un rôle important à jouer tout au long du processus de développement du plan, car les conditions sociales et environnementales peuvent changer et les aspects d'analyse et de gestion de risques peuvent évoluer et être améliorés. Une fois que le plan est développé, il peut s'avérer nécessaire de réviser périodiquement certains aspects ou la totalité de ce plan.

Dans tous les cas la révision publique est une tâche complexe, mais la plupart du temps elle comprend deux aspects : diffusion de l'information à réviser et dialogue entre les divers acteurs pour réviser l'information. Le feedback émanant des acteurs peut être récupéré grâce aux réponses obtenues dans des questionnaires, aux entretiens en groupe ou autres méthodes de collecte de l'information. Les entretiens peuvent être publics afin de permettre la participation et la discussion parmi tous les groupes d'acteurs. Le Guide MEDROPLAN a été révisé et testé par le biais d'un processus de dialogue multi-acteurs qui est décrit au Chapitre 14 des Annexes Techniques.

Une révision périodique du plan par les institutions et les acteurs est hautement recommandable, étant donné que les situations évoluent et que les plans doivent être adaptés à ces changements. De plus, il est évident qu'une révision approfondie d'un plan de gestion de la sécheresse est à effectuer après chaque épisode de sécheresse, en analysant la réponse de tous les aspects du plan, depuis la capacité de prévision et l'avertissement que permet la composante méthodologique jusqu'à l'efficacité dérivée de la composante opérationnelle. Cette analyse apporterait des éléments pour adapter et améliorer le plan, dans un processus continu de feedback qui le maintiendrait actualisé.





## Annexe 1. Glossaire des termes et concepts

### Sécheresse et pénurie d'eau

#### *Sécheresse : Concept*

La sécheresse est une caractéristique récurrente du climat qui se traduit par des pénuries temporaires d'eau par rapport à l'approvisionnement normal, sur une longue période de temps – une saison, une année, ou plusieurs années. Ce terme est relatif, car les sécheresses diffèrent en étendue, durée, et intensité.

#### *Sécheresse : Typologies*

Les définitions opérationnelles déterminent l'apparition, la sévérité et la terminaison d'une sécheresse et font référence au secteur, système ou groupe social touchés par la sécheresse. En tout état de cause, les impacts de la sécheresse surviennent lorsque les systèmes d'alimentation en eau ne peuvent plus satisfaire les besoins et demandes qui sont couverts en conditions normales. Les principales définitions opérationnelles sont la sécheresse météorologique, hydrologique, et agricole.

**Sécheresse météorologique.** La sécheresse météorologique précise le degré de déficit de précipitations à partir du seuil correspondant aux conditions normales (par exemple la moyenne) sur une certaine période de temps, ainsi que la durée de la période pendant laquelle les précipitations sont moindres. Les définitions de la sécheresse météorologique sont spécifiques aux régions car les conditions atmosphériques qui entraînent un déficit de précipitations sont fortement variables d'une région à l'autre. En plus de précipitations inférieures à la normale, la sécheresse météorologique peut également se traduire par de plus fortes températures, une grande vitesse du vent, une faible humidité relative, une plus forte évapotranspiration, une moindre nébulosité et un plus fort ensoleillement entraînant une infiltration réduite, moins de ruissellement, une moindre percolation en profondeur et une recharge réduite des eaux souterraines. Bien souvent les précipitations sont l'indicateur primaire de disponibilité en eau.

**Sécheresse agricole.** La sécheresse agricole pour l'agriculture pluviale : déficit d'humidité du sol suite à une sécheresse météorologique qui produit des impacts néfastes sur la production des cultures et/ou la croissance de la végétation naturelle. La sécheresse agricole pour l'agriculture irriguée : pénurie d'eau dans les périmètres sous irrigation due à la sécheresse touchant les ressources en eau superficielles ou souterraines qui approvisionnent les utilisations agricoles.

**Sécheresse hydrologique.** La sécheresse hydrologique fait référence aux conséquences du déficit de précipitations dans le système hydrologique. Il s'agit de la baisse de l'approvisionnement en eaux superficielles et subsuperficielles. Les sécheresses hydrologiques sont normalement décalées ou retardées par rapport à la survenue des sécheresses météorologiques et agricoles (voir ci-dessus) car le déficit de précipitations met plus longtemps à apparaître dans les composantes du système hydrologique. Elle peut être mesurée en tant que seuil de débit des cours d'eau, et niveaux des lacs et des eaux souterraines.

### *Pénurie d'eau*

La pénurie d'eau fait référence à une relative pénurie d'eau dans un système d'alimentation en eau, pouvant entraîner des restrictions de la consommation. La pénurie est le degré selon lequel la demande dépasse les ressources disponibles et peut être causée soit par la sécheresse ou par des actions humaines telles que la croissance démographique, la mauvaise utilisation de l'eau et un accès à l'eau non équitable. A l'échelle nationale la pénurie d'eau s'exprime en m<sup>3</sup> par habitant et par an. Plus ce chiffre est élevé et plus la pénurie est forte. La plupart des pays méditerranéens subissent des pénuries d'eau.

### *Rareté*

La rareté fait référence à une situation de pénurie permanente par rapport aux demandes en eau dans un système d'approvisionnement en eau ou dans une vaste région, caractérisée par un climat aride et/ou une croissance rapide des demandes d'eau consomptives.

### *Sécheresse hydrologique et utilisation des terres*

Définies comme étant l'effet du changement d'utilisations des terres sur le cycle hydrologique. Les changements d'utilisations des terres peuvent causer des pénuries d'eau même si les précipitations ne sont pas modifiées.

### *Aridité*

Condition climatique permanente où les précipitations annuelles ou saisonnières sont très faibles.

## **Météorologie et climat**

### *Temps météorologique*

Le temps météorologique est l'état de l'atmosphère sur une brève période de temps dans un lieu géographique donné.

### *Climat*

Le climat représente l'état normal ou l'état moyen de l'atmosphère sur une certaine période de l'année et dans un lieu donné.

## **Alimentation et demande en eau**

### *Ressources en eau naturelles*

Les ressources en eau totales qui s'écoulent dans des rivières données et/ou des nappes aquifères pendant un certain intervalle de temps (en général une année) comme moyenne ou valeur d'une probabilité définie.

### *Alimentation en eau*

L'alimentation est l'agrégation de toutes ressources en eau qui sont susceptibles d'être utilisées. Ceci comprend les précipitations, les ressources naturelles y compris les eaux souterraines, et les sources non conventionnelles. Pour un système hydrologique, l'alimentation tient compte

du système de distribution, des dimensions et de la capacité des infrastructures, des droits d'usage, et autres facteurs conditionnels devant entrer en ligne de compte.

#### *Système d'alimentation en eau*

Les aménagements pour la dérivation et le stockage, le transport, la distribution de l'eau ainsi que les centres demandeurs et usagers de l'eau tels que municipalités, périmètres d'irrigation, etc.

#### *Ressources en eau disponibles*

Les ressources disponibles sont en général la fraction des ressources en eau naturelles pouvant servir d'approvisionnement où et quand de besoin. Elles font l'objet de contraintes hydrographiques, géologiques, géographiques et/ou technologiques (p.e. capacité de prélèvement, stockage et transport de l'eau), de considérations socio-économiques, et peuvent donner lieu à des implications institutionnelles complexes. Elles peuvent changer au cours du temps en raison de modifications de la disponibilité naturelle, de nouvelles contraintes écologiques et de nouveaux outils technologiques.

#### *Ressources en eau renouvelables*

Les ressources en eau renouvelables sont la moyenne à long terme du volume d'eau douce fourni de façon naturelle par le cycle hydrologique, dérivée du ruissellement total (superficiel et souterrain). Les ressources en eau renouvelables utilisent généralement comme unité le bassin hydrographique. Lorsque l'unité géographique est différente de l'unité hydrographique, il est nécessaire de distinguer les ressources internes sur le territoire par rapport aux ressources externes ou transfrontalières hors du territoire.

#### *Garantie d'alimentation en eau*

La garantie d'alimentation en eau est le niveau acceptable d'alimentation en eau requis par un système particulier d'alimentation. Dans la plupart des pays et des systèmes, cette valeur est définie par voie de normes administratives ou fait l'objet de recommandations non contraignantes.

#### *Consommation d'eau*

La consommation d'eau est la part des prélèvements (eau fournie) qui n'est pas retournée à l'environnement après usage, étant soit consommée par les activités soit écoulee dans la mer soit évaporée.

#### *Demande en eau*

La demande d'eau est constituée par les besoins réels en eau étant donné les pratiques actuelles d'utilisation de l'eau (c.a.d. techniques d'irrigation, efficience du système, politiques de tarification de l'eau, habitudes culturelles actuelles, niveau de vie, etc.). Elle est fonction des besoins des usagers pour leurs activités.

#### *Demande consommatrice*

La demande d'eau qui n'est pas retournée à l'environnement après usage, car elle est soit consommée par les activités soit écoulee dans la mer soit évaporée. Elle comprend une partie de la demande urbaine, de l'irrigation, et de la demande en eau de l'industrie.

### *Demande non consommatrice*

La demande d'eau qui est retournée à l'environnement sans altération significative de sa qualité. Elle comprend la production d'hydroélectricité, les systèmes de refroidissement, l'aquaculture, les effluents domestiques, les retours d'irrigation et les débits environnementaux. La demande non consommatrice en eau conditionne fortement et limite l'alimentation des usages consommateurs, car elle doit être disponible – dans le temps et dans l'espace et selon une qualité adéquate.

### *Demande environnementale*

La demande environnementale est l'eau nécessaire – en quantité et qualité – pour servir de support au fonctionnement écologique des écosystèmes compte tenu de leurs processus et leur biodiversité. En fonction de certains cadres légaux, les exigences en débit pour les cours d'eau peuvent imposer des contraintes sur les autres demandes non fluviales.

### *Demande en eau future*

La demande en eau future est fondée sur des scénarios futurs de politiques de gestion de l'eau, et est influencée par les évolutions démographiques, socio-économiques et culturelles.

### *Efficiency de l'eau*

L'efficacité de l'eau est le pourcentage d'eau qui est effectivement utilisée par rapport au volume total prélevé.

## **Systèmes hydrologiques**

A la suite quelques termes généraux concernant le système hydrologique et les ressources en eau extraits de la Directive-Cadre 2000/60/CE.

### *District hydrographique*

Une zone terrestre et maritime, composée d'un ou plusieurs bassins hydrographiques ainsi que des eaux souterraines et eaux côtières associées, identifiée comme principale unité aux fins de la gestion des bassins hydrographiques.

### *Bassin hydrographique*

Toute zone dans laquelle toutes les eaux de ruissellement convergent à travers un réseau de rivières, fleuves et éventuellement de lacs vers la mer, dans laquelle elles se déversent par une seule embouchure, estuaire ou delta.

### *Sous-bassin*

Toute zone dans laquelle toutes les eaux de ruissellement convergent à travers un réseau de rivières, de fleuves et éventuellement de lacs vers un point particulier d'un cours d'eau (normalement un lac ou un confluent).

### *Masse d'eau de surface*

Une partie distincte et significative des eaux de surface telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières.

### *Aquifère*

Une ou plusieurs couches souterraines de roche ou d'autres couches géologiques d'une porosité et perméabilité suffisantes pour permettre soit un courant significatif d'eau souterraine, soit le captage de quantités importantes d'eau souterraine.

### *Masse d'eau souterraine*

Un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères.

### *Services liés à l'utilisation de l'eau*

Tous les services qui couvrent, pour les ménages, les institutions publiques ou une activité économique quelconque:

- (a) le captage, l'endiguement, le stockage, le traitement et la distribution d'eau de surface ou d'eau souterraine;
- (b) les installations de collecte et de traitement des eaux usées qui effectuent ensuite des rejets dans les eaux de surface.

### *Bassin versant ou de captage*

Le bassin versant ou de captage est la zone du territoire drainée par un cours d'eau et ses affluents.

### *Ruissellement*

Le ruissellement est la part des précipitations qui n'est pas immédiatement absorbée dans le sol et qui se transforme en écoulement de surface.

### *Débit ou décharge*

Le débit est la quantité d'eau qui s'écoule dans un point particulier d'un système hydraulique (p.e. rivière).

### *Débit de base*

Le débit de base est le débit des fleuves et rivières existant lors de la saison sèche, et provenant généralement du débit entrant à partir d'eaux souterraines.

### *Régime de débit*

Le régime de débit est l'évolution du débit d'eau dans un fleuve ou une rivière. Dans les fleuves et rivières non régulés, les régimes de débit dépendent des conditions climatiques. Dans les rivières régulées (p.e. aménagements tels que barrages), les régimes de débit ont souvent modifié leur tendance naturelle.

### *Eaux souterraines*

Les eaux souterraines sont les eaux qui se trouvent confinées en profondeur ou qui se déplacent à travers les couches saturées de sol, de sédiment ou de roche.

### *Recharge*

La recharge est la part des précipitations ou du débit des cours d'eau qui percole en profondeur à travers le sol et les formations rocheuses pour atteindre les eaux souterraines.

## Risque, impacts, vulnérabilité et prévention

### *Vulnérabilité*

Ensemble de conditions et de processus résultant de facteurs matériels, sociaux, économiques et environnementaux qui accentuent la sensibilité d'une communauté à l'impact des aléas.

### *Évaluation de vulnérabilité*

Il s'agit d'un cadre pour l'identification ou la prévision des causes sous-jacentes des impacts liés à la sécheresse. Très souvent la sécheresse n'est qu'un facteur parmi d'autres conditions adverses d'ordre social, économique, et environnemental qui contribuent à la vulnérabilité.

### *Aléa*

Événement matériel, phénomène physique et/ou activité humaine potentiellement destructif susceptible de faire des morts et des blessés, d'endommager des biens et des propriétés, de provoquer une rupture de la vie sociale et économique, et d'entraîner une dégradation de l'environnement.

### *Risque*

Probabilité de l'apparition d'événements nuisibles ou de pertes prévisibles (morts, blessés, biens, moyens d'existence, rupture de l'activité économique, dommages sur l'environnement) suite à des interactions entre aléas naturels ou anthropiques et conditions vulnérables.

### *Analyse de risque*

Processus visant à déterminer la nature et l'ampleur du risque, en analysant les aléas potentiels et en évaluant les conditions existantes de vulnérabilité pouvant constituer une menace potentielle ou causer des dommages aux populations, biens, moyens d'existence et à l'environnement dont ils dépendent.

### *Incertitude*

L'incertitude est la situation existante lorsque la probabilité de survenue d'un phénomène néfaste et ses impacts potentiels ne sont pas connus.

### *Catastrophe*

Grave interruption du fonctionnement d'une communauté ou d'une société causant des pertes matérielles, économiques, environnementales et en vies humaines que la communauté ou la société affectée ne peut surmonter avec ses seules ressources propres.

### *Capacité pour affronter le risque*

Cette capacité est une conjonction de toutes les forces et ressources disponibles au sein d'une communauté ou d'une organisation, pouvant réduire le niveau de risque ou les effets d'une catastrophe.

### *Préparation*

La préparation consiste à réduire le risque et l'incertitude. Ainsi par préparation on entend les activités et mesures entreprises à l'avance en vue d'une réponse effective à l'impact des aléas.

### *Prévention*

La prévention consiste à réduire le risque ainsi que les effets de l'incertitude. Ainsi par prévention on entend les activités entreprises pour éviter entièrement les effets hostiles des aléas.

### *Atténuation*

Mesures structurelles et non structurelles prises pour limiter les effets néfastes des aléas.

### *Réserves stratégiques*

Les réserves stratégiques sont les réserves dont l'accès est restreint, à n'utiliser que pour résoudre un scénario de pénurie ou de sécheresse, ou pour la prévention de situations semblables dans le proche futur.

### *Prévision*

La prévision est l'estimation statistique ou la déclaration formelle de survenue d'un événement futur.

### *Alerte précoce*

Apport d'informations efficaces au moment voulu et opportun à travers des institutions bien identifiées, pour permettre à des individus exposés à des aléas de prendre des actions pour éviter ou réduire les risques et se préparer à des réponses efficaces.

### *Gestion de crise*

La gestion de crise est une approche réactive non planifiée faisant appel à des mesures tactiques à mettre en place pour affronter les problèmes après l'apparition d'une catastrophe.

### *Gestion proactive*

La gestion proactive consiste en mesures stratégiques et actions planifiées à l'avance, entraînant une modification des infrastructures, et/ou des lois et accords institutionnels existants.

### *Impact de la sécheresse*

Un effet spécifique de la sécheresse sur l'économie, la vie sociale et l'environnement. Les impacts de la sécheresse sont des symptômes de la vulnérabilité.

### *Évaluation de l'impact de la sécheresse*

Le processus d'évaluation de l'ampleur et de la distribution des effets dus à la sécheresse.

## Organisations, institutions, réseaux, et acteurs

### *Organisations*

Les groupements de personnes associées de façon formelle autour d'intérêts communs.

### *Institutions*

Les organisations publiques ayant une finalité déterminée ou jouant un rôle particulier en rapport avec la législation, les politiques, et la gestion, et qui établissent les règles de fonctionnement correspondantes.

### *Réseaux*

Un réseau est un groupe qui interagit ou s'engage dans une communication informelle pour l'assistance ou pour l'aide réciproque.

### *Acteurs*

Les acteurs sont les parties prenantes directement ou indirectement affectées par une problématique, qui pourraient influencer l'issue du processus de prise de décisions autour de cette problématique ou bien être affectés par ces décisions.

Dans le cadre du projet MEDROPLAN, les acteurs peuvent être des particuliers, des organisations, des institutions, des décideurs, ou des planificateurs, qui déterminent les utilisations de l'eau et l'exposition à la sécheresse et à la pénurie d'eau, ou bien sont affectés par ces décisions.

D'une part, les acteurs font partie des institutions - ensemble de règles, normes, stratégies partagées - et d'autre part, ils sont astreints par les réponses institutionnelles en matière de prévention et de gestion de la sécheresse. Par conséquent, une description ad hoc de la cartographie des acteurs légitimes, ainsi qu'une analyse de leurs intérêts, valeurs et approches face au risque, est un pré-requis pour la compréhension de leurs liens avec la politique institutionnelle contre la sécheresse.

## Données, indicateurs et indices

### *Données*

Toutes mesures individuelles ; faits, chiffres, éléments d'information, statistiques, soit historiques soit obtenues par calcul, expérimentation, études, etc. ; toutes les évidences permettant de tirer des conclusions.

### *Données représentatives ou données proxy*

Les données employées pour étudier une situation, un phénomène ou un état des choses sur lesquels aucune information directe (telles que mesures instrumentales) n'est disponible.

### *Indicateur*

Une valeur observée, représentative d'un phénomène à étudier (d'ordre social, économique ou environnemental). En général, les indicateurs quantifient l'information par agrégation de données multiples et différentes. L'information résultante sur des phénomènes complexes est ainsi synthétique et simplifiée.

### *Indice*

Une combinaison pondérée des deux ou plusieurs indicateurs. Un indice est conçu pour être un récapitulatif d'un système. Par exemple, un "indice environnemental" peut comporter des données concernant la qualité de l'air, la qualité de l'eau, la qualité du sol, etc. Un autre exemple est constitué par les indicateurs économiques qui sont utilisés pour prévoir l'activité économique, tels que taux de croissance du PIB. On peut utiliser l'indice pour aboutir à un fait ou une conclusion précise.

### *Corrélation*

Indique jusqu'à quel point deux variables varient parallèlement (en sens positif ou négatif). Il existe une corrélation positive si une variable augmente lorsque l'autre augmente également. Il existe une corrélation négative lorsqu'une variable diminue tandis que l'autre augmente. Un principe fondamental en statistique affirme que la corrélation n'implique pas nécessairement causalité. Ceci est facile à oublier lorsque l'on tente de comprendre les relations entre différents indicateurs. Dans le cas de la sécheresse, il peut exister une corrélation positive entre une moindre qualité de l'eau et l'indice de sécheresse, mais la moindre qualité de l'eau n'entraîne pas la sécheresse.

### *Exactitude*

Indique jusqu'à quel point la mesure d'un objet ou phénomène reflète son état réel.

### *Précision*

Indique la finesse de mesure. Les valeurs d'un instrument qui mesure des parties par million sont plus précises que celles d'un instrument mesurant des pourcentages. Des mesures plus précises ne sont pas forcément plus exactes.



## Unités de mesure

| Concept                                     | Unité   |
|---|---|
| Précipitations                              | mm  |
| Ressources en eau naturelles et disponibles | Mm <sup>3</sup> /an (1 Mm <sup>3</sup> = 1 000 000 m <sup>3</sup> )                                       |
| Demandes en eau et volumes de prélèvement   | Mm <sup>3</sup> /an   |
| Capacité des réservoirs                     | Mm <sup>3</sup> /an   |
| Volume régulé moyen des réservoirs          | Mm <sup>3</sup> /an   |
| Débit total annuel                          | Mm <sup>3</sup> /an   |
| Débit instantané                            | m <sup>3</sup> /seconde   |
| Pertes d'eau                                | Mm <sup>3</sup> /an ou m <sup>3</sup> /km (réseau)/an   |
| Allocation en eau par habitant              | l/personne/jour ou m <sup>3</sup> /personne/an  |
| Allocation pour l'irrigation                | m <sup>3</sup> /hectare/an ou m <sup>3</sup> /unité de production<br>(1 hectare = 10 000 m <sup>2</sup> ) |

## Annexe 2. Auteurs et collaborateurs

### Auteurs

| Nom                                 | Institution   |
|-------------------------------------|---|
| T. Ameziane                         | Institut Agronomique et Vétérinaire AV Hassan II, Maroc                           |
| M. Belghiti                         | Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural/AGR, Maroc                   |
| S. Benbeniste                       | Fundación Ecología y Desarrollo, Espagne  |
| M. Bergaoui                         | IRESA – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie        |
| B. Bonaccorso                       | Università degli Studi di Catania, Italie   |
| A. Cancelliere                      | Università degli Studi di Catania, Italie   |
| T. Christofides                     | University of Cyprus, Chypre  |
| Confederación Hidrográfica del Tajo | Confederación Hidrográfica del Tajo, Espagne                                      |
| F. Cubillo                          | Canal de Isabel II, Espagne   |
| L. Euchi                            | DGEDA – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie        |
| D. Gabiña                           | Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse / CIHEAM, Espagne                 |
| A. Garrido                          | Universidad Politécnica de Madrid, Espagne  |
| L. Garrote                          | Universidad Politécnica de Madrid, Espagne  |
| S. Hajispyrou                       | University of Cyprus, Economics Research Unit, Chypre                             |
| J.C. Ibáñez                         | Canal de Isabel II, Espagne   |
| A. Iglesias                         | Universidad Politécnica de Madrid, Espagne  |
| E. Keravnou-Papailiou               | University of Cyprus, Chypre  |
| A. Lapeña                           | Fundación Ecología y Desarrollo, Espagne  |
| F. Lebdi                            | INAT – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie         |
| A. López-Francos                    | Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse / CIHEAM, Espagne                 |
| M.H. Louati                         | DGBGTH – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie       |
| M. Mathlouthi                       | CRDA Bizerte – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie |
| H.J. Mellouli                       | INRAT – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie        |
| M. Moneo                            | Universidad Politécnica de Madrid, Espagne  |
| A. Ouassou                          | Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc                              |
| D. Pangalou                         | National Technical University of Athens, Grèce                                    |
| P. Pashardes                        | University of Cyprus, Department of Economics and Economic Research Unit, Chypre  |
| S. Quiroga                          | Universidad de Alcalá, Espagne  |
| G. Rossi                            | Università degli Studi di Catania, Italie   |
| N. Rostandi                         | University of Cyprus, Economics Research Unit, Chypre                             |
| D. Saraçoğlu                        | Universidad Politécnica de Madrid, Espagne  |
| T. Sibou                            | Chercheur contractuel – National Drought Observatory – Maroc                      |
| D. Tigkas                           | National Technical University of Athens, Grèce                                    |
| G. Tsakiris                         | National Technical University of Athens, Grèce                                    |
| N. Tsiourtis                        | University of Cyprus, Chypre  |
| C. Vangelis                         | National Technical University of Athens, Grèce                                    |
| A. Ziyad                            | Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Maroc   |

## Collaborateurs

| Nom                | Institution  |
|--------------------|--|
| M. Abid            | DGBGTH – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie      |
| C. Affre           | Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse / CIHEAM, Espagne                |
| S.B. Alaoui        | Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc                             |
| I. Alba            | Università degli Studi di Catania, Italie  |
| G. Anastasis       | University of Cyprus, Chypre   |
| M. Barghout        | CARE Middle East, Jordanie   |
| A. Belhamd         | Confédération Marocaine du Développement Rural, Maroc                            |
| H. Ben Slama       | Membre de l'équipe MEDROPLAN – Contractuel DGBGTH – Tunisie                      |
| O. Berkat          | Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc                             |
| M.S. Bouchahoua    | Commissariat Régional de Développement Agricole de Ariana, Tunisie               |
| X. Carbonell       | ARC Mediación, Espagne   |
| G. Cavadias        | National Technical University of Athens, Grèce, Mc Gill University, Canada       |
| N. Celaya          | Fundación Ecología y Desarrollo, Espagne   |
| G. Cristaudo       | Università degli Studi di Catania, Italie  |
| H. Ezzine          | Centre Royal de Télédétection Spatiale, Maroc                                    |
| K. Fadhila         | Membre de l'équipe MEDROPLAN – Contractuel DGBGTH – Tunisie                      |
| H. Felloun         | Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural / DPV, Maroc                |
| M. Fernández       | Fundación Ecología y Desarrollo, Espagne   |
| A. Gómez           | Universidad Politécnica de Madrid, Espagne                                       |
| Y. Imani           | Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc                             |
| F. Jlassi          | CRDA Ariana – Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie |
| B. Jradi           | Commissariat Régional de Développement Agricole de Ariana, Tunisie               |
| P. Laban           | CARE Middle East, Jordanie   |
| E. Lazhar          | Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunisie               |
| A. Loukas          | University of Thessaly, Grèce  |
| K. Makroum         | Agence de Bassin Hydraulique Sous-Massa, Agadir, Maroc                           |
| I. Mediouni        | Membre de l'équipe MEDROPLAN – Contractuelle DGBGTH – Tunisie                    |
| A. Messaadi        | Direction Provinciale de l'Agriculture du Tadla, Maroc                           |
| P. Moriarty        | CARE Middle East, Jordanie   |
| K. Nanou-Giannarou | National Technical University of Athens, Grèce                                   |
| V. Nicolosi        | Università degli Studi di Catania, Italie  |
| S. Ouattar         | Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc                             |
| L. Oulkacha        | Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Maroc  |
| C. Photiou         | Ministry of Agriculture, Natural Resources and the Environment, Chypre           |
| S. Rabhi           | Membre de l'équipe MEDROPLAN – Contractuel DGBGTH – Tunisie                      |
| A. Rodríguez Perea | Universitat de les Illes Balears, Espagne  |
| M. Saaf            | Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla, Maroc                       |
| S. Sarsour         | CARE Middle East, Jordanie   |
| M. Slassi          | Agence de Bassin Hydraulique Oum Er Rbia, Beni-Mellal, Maroc                     |
| A. Tabit           | Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Maroc  |
| M.L. Tall          | Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse / CIHEAM, Espagne                |
| M. Tayaa           | Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc                             |
| D.A. Wilhite       | National Drought Mitigation Center, Etats Unis                                   |