

Développement résilient au climat du secteur EAH

Note technique

Relier les risques aux interventions :
options pour un secteur EAH
résilient au changement climatique



À propos de l'UNICEF

L'UNICEF œuvre dans plus de 100 pays du monde entier à l'amélioration de l'approvisionnement en eau et des installations d'assainissement dans les écoles et les communautés ainsi qu'à la promotion de pratiques salubres en matière d'hygiène. Nous parrainons des actions très variées et collaborons avec de nombreux partenaires, notamment des familles, des communautés, des gouvernements et des organisations partageant nos convictions. Dans les situations d'urgence, nous apportons des secours immédiats aux communautés et aux nations menacées par des perturbations de leur approvisionnement en eau et par des maladies. Tous les programmes de l'UNICEF pour l'eau, l'assainissement et l'hygiène (EAH) ont été conçus en vue de participer à la réalisation de l'objectif du Millénaire pour le développement relatif à l'eau et à l'assainissement.

À propos du GWP

Le Partenariat mondial de l'eau (Global Water Partnership, GWP) est une organisation intergouvernementale composée de 13 partenariats régionaux de l'eau, 85 partenariats nationaux de l'eau et plus de 3 000 organisations partenaires dans 183 pays. Sa vision est celle d'un monde dans lequel la sécurité en eau est assurée. Sa mission est d'améliorer la gouvernance et la gestion des ressources en eau en vue de contribuer au développement durable et équitable, par la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) La GIRE vise à promouvoir le développement et la gestion coordonnés de l'eau, de la terre et des ressources qui leur sont liées, afin de maximiser les retombées économiques et sociales de manière équitable, sans compromettre la durabilité des écosystèmes vitaux et de l'environnement.

© 2017 GWP et UNICEF

ISBN : 978-91-87823-46-6

Photographie de couverture : © UNICEF/2017/Angola

Conception et mise en page : Strategic Agenda

Certains passages de la présente publication peuvent être reproduits à des fins éducatives ou non commerciales sans autorisation préalable de l'UNICEF et du GWP à condition d'en mentionner la source, en précisant le titre complet du rapport, et de ne pas les utiliser à des fins trompeuses. Cette publication ne peut être vendue ni utilisée à quelque fin commerciale que ce soit. Les observations, les interprétations et les conclusions formulées dans cette publication sont celles du ou des auteur(s) et n'impliquent aucune approbation de la part de l'UNICEF ni du Partenariat mondial de l'eau.

Cette publication a été élaborée en coopération avec HR Wallingford et l'Overseas Development Institute (ODI).



Table des matières

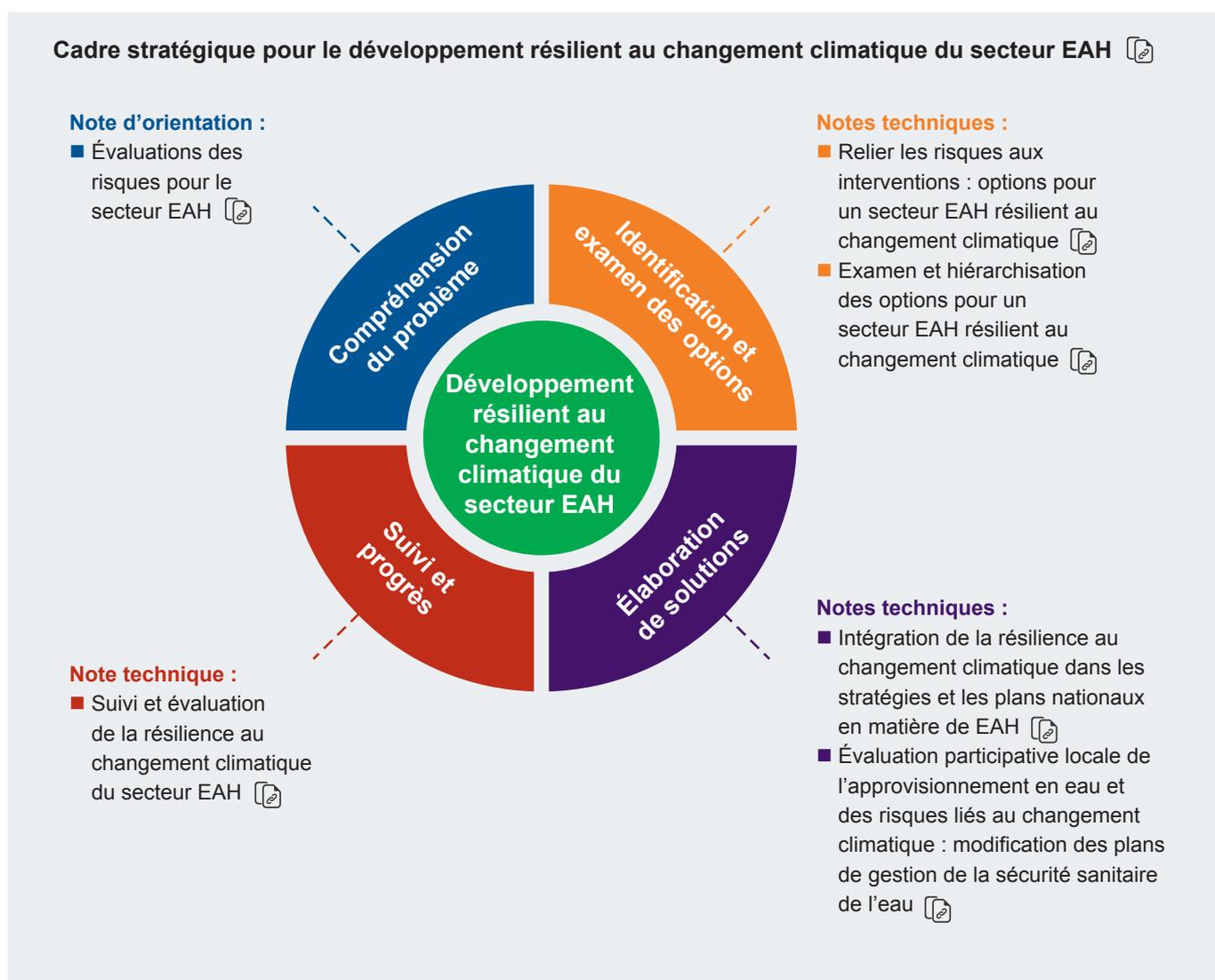
Appui à la résilience au changement climatique du secteur EAH

1. Introduction	1
2. Renforcement de l'environnement favorable	4
2.1. Sélection des technologies de réduction des risques climatiques	4
2.2. Renforcement des normes et des lignes directrices – approvisionnement en eau	7
2.3. Renforcement des normes et des lignes directrices – assainissement	10
3. Amélioration des capacités de suivi et de gestion des ressources en eau	15
3.1. Évaluation et suivi des ressources en eau	16
3.2. Gestion des ressources en eau	18
4. Appui aux infrastructures, aux technologies et à la gouvernance intelligentes face au climat	20
4.1. Application de normes et de pratiques résilientes au changement climatique	20
4.2. Diversification et décentralisation des services	26
4.3. Développement et exploitation des réserves d'eau	29
4.4. Systèmes d'approvisionnement en eau fonctionnant à l'énergie solaire : une solution intelligente face aux changements climatiques	31
5. Conclusions	33
6. Références	35
Annexes	38
A. Options d'adaptation : l'EAH en milieu rural et urbain	
B. Options d'adaptation – zoom sur l'approvisionnement en eau et l'assainissement	
Remerciements	
Tableaux	
Tableau 3.1 : Points de départ à l'engagement du secteur EAH en faveur d'une gestion adaptative des ressources en eau	19
Tableau 4.1 : Aperçu des risques et des réponses climatiques – l'approvisionnement en eau	23
Tableau 4.2 : Aperçu des risques et des réponses climatiques – l'assainissement	25
Tableau 4.3 : Éventail des options de stockage de l'eau	30
Tableau 4.4 : Comparaison des technologies de pompage de l'eau	32
Figures	
Figure 1.1 : Cadre de résultats pour la résilience au changement climatique du secteur EAH	2
Figure 1.2 : Échelles du JMP pour le suivi de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement dans le cadre du Programme 2030	3
Figure 2.1 : Résilience en cas d'augmentation des précipitations et d'inondations	5
Figure 2.2 : Résilience en cas de diminution des précipitations et de sécheresse	5
Figure 2.3 : Identifier les causes de défaillance des points d'eau	8
Figure 2.4 : Options d'assainissement spécifiques au contexte	11
Figure 2.5 : Voies de pollution présentant un risque pour l'alimentation des eaux souterraines	13
Figure 4.1 : Plan de lutte contre la sécheresse de Windhoek	22

Appui à la résilience au changement climatique du secteur EAH

La présente note technique s'inscrit dans le Cadre stratégique pour le développement résilient au changement climatique du secteur EAH mis au point par le GWP et l'UNICEF¹. Le Cadre permet au secteur d'avancer dans sa réflexion sur l'EAH et le changement climatique en abordant à la fois les programmes de développement et de préparation aux situations d'urgence. Ainsi, la résilience climatique est traitée comme une question transversale qui englobe les éléments liés à la réduction des risques de catastrophe et à l'adaptation au changement climatique². Le Cadre stratégique établit les fondements et les concepts du développement résilient au climat du secteur EAH et améliore la connaissance des moyens qui permettent de s'assurer que les stratégies, les plans et les approches adoptés en matière d'EAH tiennent compte de la résilience climatique.

Le Cadre stratégique vise à soutenir la prestation de services EAH résilients aux changements climatiques, aujourd'hui comme demain. Il s'articule autour de quatre quadrants d'activités. La présente note technique fait partie du quadrant « Identification et examen des options », comme le montre la figure ci-dessous.



Source : Adapté d'un document du GWP et de l'UNICEF (2014)

Cette note s'appuie sur la Note d'orientation « Évaluations des risques pour le secteur EAH », mais examine plus en détail les menaces spécifiques que le changement climatique fait peser sur le secteur ainsi que les interventions susceptibles de limiter ces menaces aux niveaux national, infranational (bassins versants) et local (projets).

1. Introduction

Dans la présente note technique, nous étudions les moyens pouvant permettre au secteur eau, assainissement et hygiène (EAH) de s'adapter au changement climatique. Face aux changements climatiques, il est essentiel de prendre dès maintenant les mesures qui s'imposent pour atteindre les cibles de l'objectif de développement durable (ODD) relatif à l'EAH. Bien qu'il existe des incertitudes quant aux effets futurs du changement climatique sur les services, on constate d'ores et déjà un « déficit d'adaptation » à la variabilité climatique actuelle, et les difficultés vont s'aggraver et évoluer dans de nombreuses régions du monde à mesure que le changement climatique s'accroîtra. Si la résilience aux changements climatiques est déterminante pour les services EAH, ces derniers sont tout aussi importants pour la résilience aux changements climatiques. S'ils sont fournis adéquatement, les services EAH peuvent améliorer directement la résilience des populations au changement climatique, en permettant par exemple un accès à l'eau en période de pénurie ou en réduisant les risques de maladies dues à la contamination fécale de l'eau pendant les inondations. Les services EAH peuvent également favoriser indirectement la résilience, par exemple lorsqu'ils permettent d'accroître l'activité économique et les investissements dans des activités de renforcement de la résilience telles que l'amélioration du logement ou de l'éducation.

Cette note préconise une approche pragmatique afin d'accroître la résilience des services EAH face au changement climatique. Les décisions doivent se fonder sur les meilleures informations disponibles pour la période concernée. Ainsi, il n'y a peut-être pas grand intérêt à examiner des projections climatiques portant sur la fin du siècle lorsque les programmes EAH en milieu rural visent en priorité des installations domestiques ou communautaires ayant une durée de vie de quelques années (p. ex. des latrines à fosse) ou dizaines d'années (puits, forages). En cas d'investissements majeurs dans des collecteurs d'eau, des réseaux d'égout et d'autres projets d'infrastructure importants, en particulier ceux à longue durée de vie et ne pouvant être modifiés – la situation est très différente.

La plupart de la documentation traitant de l'adaptation du secteur EAH – et des autres secteurs – porte sur les investissements fondés sur des projets qui privilégient la mise en place de normes et de systèmes nouveaux. La préférence est donnée aux solutions structurelles bien visibles qui

représentent une « valeur ajoutée » par rapport au statu quo. Cette approche peut être nécessaire mais insuffisante si elle néglige les mesures ou les pistes d'adaptation plus « douces » axées sur la modification des politiques, de la planification et de la gestion. Il en va de même lorsque, dans le contexte de difficultés plus importantes liées aux ressources en eau, les goulets d'étranglement structurels qui entravent la fourniture de biens publics sont ignorés au profit de projets nouveaux et/ou d'évolutions techniques limitées.

C'est pourquoi cette note examine les principaux éléments de l'ensemble de la chaîne de résultats, depuis le cadre favorable à la conception et à la mise en œuvre des services EAH jusqu'aux technologies, réformes institutionnelles et changements de comportement nécessaires à l'échelle locale. Cette démarche reflète le Cadre de résultats pour la résilience au changement climatique du secteur EAH représenté à la figure 1.1, qui situe également l'EAH dans le contexte plus large de la gestion des ressources en eau et des déchets. Ainsi, en étudiant les options d'adaptation sous l'angle technique, nous examinerons également l'architecture institutionnelle générale qui soutient les programmes de résilience climatique. Par conséquent, nous utiliserons le terme « option » au sens large dans la présente note (comme dans l'expression « options pour un secteur EAH résilient au changement climatique »).

Les utilisateurs qui souhaitent obtenir rapidement des informations sur certaines options d'adaptation peuvent se reporter aux tableaux de l'annexe A, organisés selon les différentes approches de prestation de services : des puits et forages aux réseaux d'adduction (approvisionnement en eau), et des latrines à fosse aux réseaux d'égout (assainissement).

Par ailleurs, nous soulignons que le renforcement de la résilience au changement climatique peut également inciter le secteur EAH à améliorer sa réponse aux différentes pressions auxquelles il est soumis, notamment celles exercées par la croissance démographique et l'accroissement de la demande et de la concurrence autour de l'eau. Enfin, l'occasion qui nous est offerte de recentrer l'attention sur la fiabilité et la protection des sources d'eau potable et la sécurité de l'élimination des déchets dans une perspective élargie de gestion durable est conforme aux principales ambitions de l'ODD 6¹.

¹ Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable.

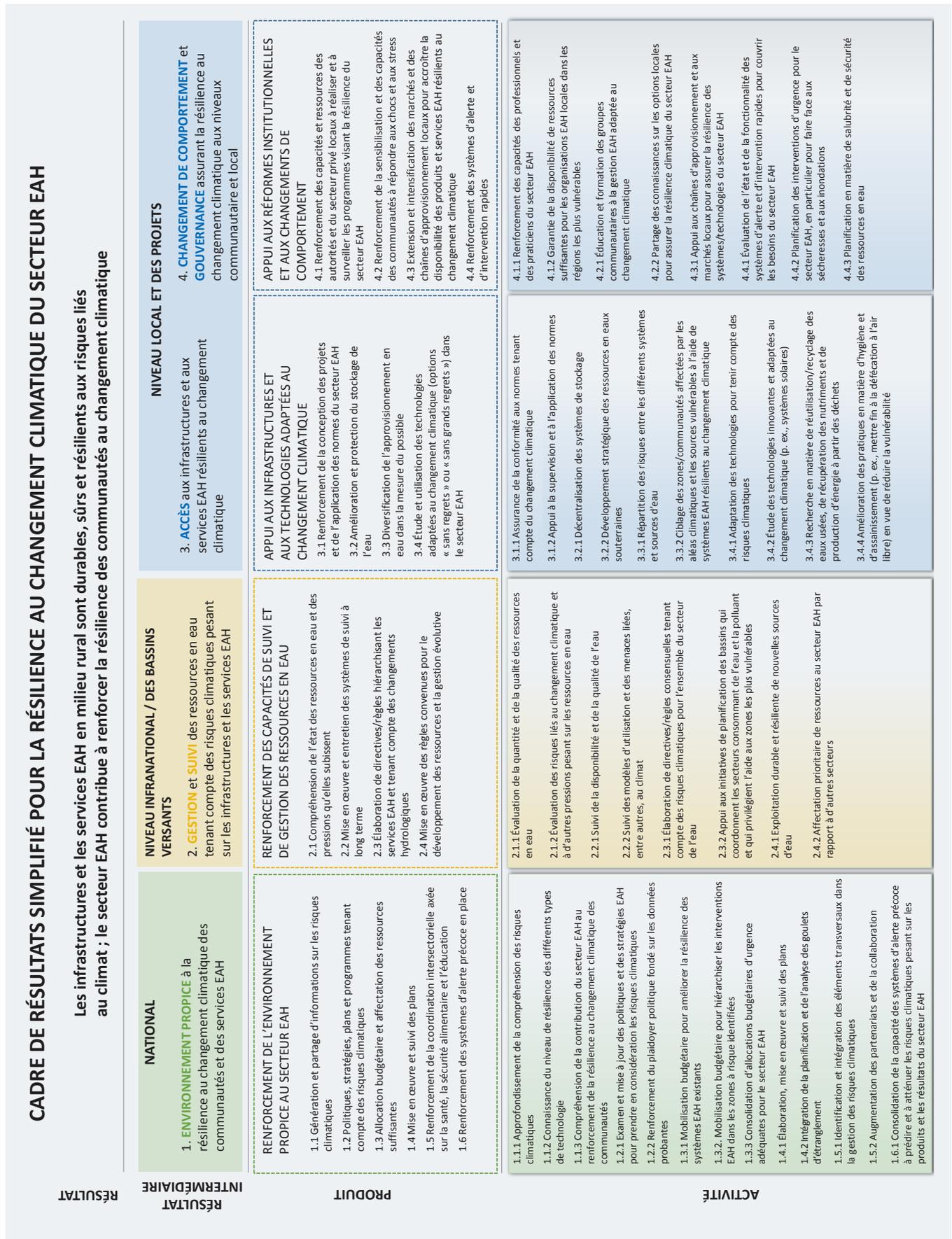


Figure 1.1 : Cadre de résultats pour la résilience au changement climatique du secteur EAH
 Remarque : le niveau attribué aux différents produits et activités d'appui (national, infranational et local) ne doit pas être interprété de façon trop rigide. En pratique, par exemple, il est probable que nombre des changements souhaités au niveau local résultent d'une modification des politiques et des pratiques aux niveaux national et infranational.

ÉCHELLE DE L'EAU POTABLE	ÉCHELLE DE L'ASSAINISSEMENT
<p>Gérée en toute sécurité Eau potable provenant d'une source améliorée, située sur les lieux de consommation, disponible au besoin, et exempte de toute contamination fécale ou par des substances chimiques prioritaires</p>	<p>Géré en toute sécurité Utilisation d'une installation d'assainissement améliorée non partagée avec d'autres ménages, avec élimination des excréments in situ et en toute sécurité, ou transport et traitement de ceux-ci hors site</p>
<p>Basique Eau potable provenant d'une source améliorée, pour un temps de collecte inférieur à 30 minutes aller-retour, file d'attente comprise</p>	<p>Basique Utilisation d'installations améliorées non partagées avec d'autres ménages</p>
<p>Limitée Eau potable provenant d'une source améliorée, pour un temps de collecte supérieur à 30 minutes aller-retour, file d'attente comprise</p>	<p>Limité Utilisation d'installations améliorées partagées par deux ménages ou plus</p>
<p>Non améliorée Eau potable provenant d'un puits creusé non protégé ou d'une source non protégée</p>	<p>Non amélioré Utilisation de latrines à fosse sans dalle ou plateforme, de latrines suspendues et de latrines à seuil</p>
<p>Eaux de surface Eau potable provenant directement d'une rivière, d'un barrage, d'un lac, d'une mare, d'un ruisseau, d'un canal ou d'un canal d'irrigation</p>	<p>Défécation à l'air libre Élimination des excréments humains dans les champs, en forêt, dans les buissons, dans des plans d'eau, sur une plage ou dans d'autres espaces ouverts, ou avec les déchets solides</p>
<p>Remarque : les sources améliorées comprennent l'eau sous conduite, les puits forés ou tubés, les puits creusés protégés, les sources protégées et l'eau conditionnée ou distribuée.</p>	<p>Remarque : les installations améliorées comprennent les toilettes équipées de chasses/chasses manuelles raccordées au réseau d'égouts canalisés, les fosses septiques des latrines à fosse, les latrines à fosse améliorées avec ventilation, les toilettes à compost ou les latrines à fosse avec dalle.</p>

Figure 1.2 : Échelles du JMP pour le suivi de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement dans le cadre du Programme 2030

Source : UNICEF/OMS (2017).

Remarque : l'échelle relative au lavage des mains (indicateur d'une amélioration de l'hygiène) n'apparaît pas dans le schéma ci-dessus, mais l'amélioration de l'accès est associée à l'installation à domicile d'un dispositif de lavage des mains au savon et à l'eau.

La note porte essentiellement sur la mise en place de services d'approvisionnement en eau et d'assainissement plus résilients en milieu rural, car i) à l'échelle mondiale, la majorité des personnes pauvres et n'ayant pas accès à l'eau potable et à l'assainissement vivent toujours en zone rurale ; et ii) les services EAH contribuent à renforcer la résilience des communautés au changement climatique².

Bien que le principal indicateur retenu par le Programme commun de suivi (JMP) pour évaluer les progrès accomplis dans la réalisation de la cible de l'ODD 6 relative à l'eau potable (6.1) repose sur l'accès domestique à l'eau, certains pays doivent encore adopter des cibles sur mesure qui intègrent davantage de niveaux de service de base dans le cadre d'une échelle de service révisée (figure 1.2). Par conséquent, l'un des principaux défis auxquels sont confrontés les gouvernements et leurs partenaires de développement consiste à équilibrer le soutien en vue d'élargir l'accès et d'améliorer les niveaux de service (Hutton et Varughese 2016 ; UNICEF 2016 ; OMS 2017). Dans la mesure où de nombreux ménages non desservis devront d'abord *poser un pied* sur l'échelle avant de pouvoir en *gravir* les échelons, cette note examine différents types de sources et niveaux de service, depuis les sources protégées offrant des niveaux de service basiques ou limités jusqu'aux raccordements domestiques aux réseaux d'adduction d'eau.

Des arguments similaires sont valables pour l'assainissement (figure 1.2). Le nouvel indicateur « gestion en toute sécurité » va plus loin que l'absence de contact humain avec les excréments à des fins d'hygiène, et inclut la gestion sécurisée des déchets humains tout au long de la chaîne d'assainissement, du confinement à l'élimination, en passant par la vidange, le transport, le traitement et la réutilisation ou l'élimination. Toutefois, en réalité, de nombreux ménages cesseront d'abord de pratiquer la défécation à l'air libre en utilisant des latrines non améliorées ou un service limité ou basique (*ibid.*)³.

Toutes les grandes technologies du secteur EAH peuvent, à des degrés divers, être adaptées afin de tenir compte des risques climatiques. La plupart du temps, les adaptations disponibles et les modalités de gouvernance qui les encadrent sont des options « sans regret », c'est-à-dire souhaitables quels que soient les changements climatiques ou le scénario climatique utilisé. Cela s'explique par le fait qu'elles permettent de réduire la vulnérabilité globale des services et de maintenir un accès à l'eau salubre et à l'assainissement dans différentes situations de dangers et de pressions climatiques et non climatiques. Si vous souhaitez en savoir plus sur le contexte d'évaluation des dangers et des risques pour le secteur EAH, nous vous invitons à consulter la Note d'orientation « Évaluations des risques pour le secteur EAH », parue dans la présente série de publications du GWP et de l'UNICEF.

² Dans le monde, huit personnes sur dix dépourvues de points d'eau potable améliorés vivent en zone rurale. Sept personnes sur dix privées d'installations d'assainissement améliorées, et neuf personnes sur dix pratiquant la défécation à l'air libre, vivent en zone rurale (UNICEF/OMS 2017).

³ Voir la note technique : Suivi et évaluation de la résilience au changement climatique du secteur EAH : http://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp_unicef_monitoring-and-evaluation-brief.pdf

2. Renforcement de l'environnement favorable

Pour être efficace, la réponse sectorielle aux risques climatiques devrait viser à réaliser chacun des produits nationaux décrits dans la figure 1.1. En associant certaines activités indicatives (d'appui), nous nous concentrons ici sur :

- la sélection des options technologiques résilientes au climat. Cette partie est en lien avec les activités « Approfondissement de la compréhension des risques climatiques » (activité 1.1.1) et « Connaissance du niveau de résilience des différents types de technologie » (activité 1.1.2).
- le renforcement des normes et des lignes directrices applicables aux programmes EAH. Cette partie rassemble les éléments des activités « Examen et mise à jour des politiques et des stratégies EAH pour prendre en considération les risques climatiques » (activité 1.2.1) et « Renforcement du plaidoyer politique fondé sur les données probantes » (activité 1.2.2).

2.1. Sélection des technologies de réduction des risques climatiques

La plupart des programmes EAH nationaux ou régionaux incluent des recommandations sur les technologies, les approches et les normes de service privilégiées. Des guides pratiques détaillés – p. ex. pour l'installation de forages ou de puits peu profonds, ou la construction de latrines à fosse et le « déclenchement » des communautés afin d'obtenir le statut « fin de la défécation à l'air libre » – sont également disponibles. Toutefois, très peu adoptent une perspective climatique pour s'interroger a) sur les technologies et les approches potentiellement résilientes, que ce soit face aux variations à court terme (saisonniers, interannuelles) ou aux changements à long terme (plusieurs décennies), ou b) sur ce qui pourrait être amélioré ou fait différemment pour réduire ou atténuer les risques.

Ici, nous tentons de répondre à cette dernière interrogation en nous demandons notamment s'il est possible de rationaliser l'éventail des options EAH offertes par les programmes afin de tenir compte des risques climatiques.

La manière la plus simple de faire face au risque climatique consiste peut-être à catégoriser les différentes technologies en fonction de leur résilience supposée ou attendue, puis à exclure celles considérées comme présentant un risque élevé. Ce type de préconisation compte d'ardents défenseurs, notamment parce qu'elle propose un modèle descendant simple et permet de « rationaliser le choix des technologies utilisées pour fournir des services durables et efficaces » (OMS, 2009).

La démarche qui consiste à classer les technologies selon leur *vulnérabilité* technique face aux dangers climatiques et leur *potentiel d'adaptation* est présentée dans l'encadré 1 ci-dessous. Elle se fonde sur l'approche d'évaluation des risques décrite dans la Note d'orientation « *Évaluations des risques pour le secteur EAH* »⁴. Cette note prend en compte un éventail de dangers aussi bien climatiques que non climatiques. Ici, nous nous concentrons sur les risques que deux dangers climatiques majeurs présentent pour les différents systèmes ou technologies EAH : 1) l'augmentation des précipitations et les inondations ; 2) la baisse des précipitations et la sécheresse. L'annexe A fournit de plus amples détails. Lorsque les choix technologiques sont orientés par la demande, il convient de présélectionner la gamme des solutions offertes par les programmes, et proposées aux ménages ou aux communautés, en fonction de leur résilience climatique, ainsi que de leur coût, de leur accessibilité financière et de leur acceptabilité.

Selon cette logique, certaines technologies d'approvisionnement en eau, telles que les puits creusés, pourraient être considérées comme fondamentalement moins résilientes du fait de leur vulnérabilité à la contamination, de leur sensibilité à la sécheresse ou à la diminution à long terme des ressources en eau, ou de la difficulté à prévenir leur endommagement en cas d'inondation. Par conséquent, l'adoption d'une approche fondée sur l'utilisation d'une technologie spécifique impliquerait d'exclure les puits creusés de la gamme des technologies proposées, en particulier dans les zones plus densément peuplées affichant des taux élevés de défécation à l'air libre, ou dans les zones menacées par une diminution des ressources en eau.

En milieu urbain, l'influence combinée du changement climatique et de l'accroissement de la demande en eau affaiblira probablement les systèmes d'assainissement qui dépendent de l'eau ; dans les environnements arides et/ou plus exposés à la sécheresse, cela conduirait (à long terme) à se tourner vers des systèmes modifiés consommant des volumes d'eau moindres associés à d'autres mesures de protection des eaux⁵.

L'encadré 1 illustre la façon dont ce genre d'approche de la sélection peut être appliqué aux principales technologies d'approvisionnement en eau et d'assainissement afin d'orienter la prise de décisions. Les figures 2.1 et 2.2 présentent deux scénarios différents qui, la plupart du temps, se produisent en simultané.

⁴ Consultable à l'adresse suivante : http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/technical-briefs/gwp_unicef_guidance-note-risk-assessments-for-wash.pdf

⁵ Ces mesures sont les suivantes : réseaux d'égout simplifiés (parfois appelés égouts condominaux), couramment utilisés en Amérique du Sud, qui se sont avérés efficaces pour mettre en suspension les matières solides à des vitesses d'écoulement relativement faibles, et les égouts à faible diamètre qui intègrent des réservoirs de collecte afin d'éliminer les matières solides au niveau des ménages, en associant les caractéristiques de l'assainissement sur site et hors site.

Encadré 1. Identification des risques technologiques relatifs au secteur EAH

Dans le secteur de la santé, des cibles technologiques précises sont visées sous la forme de recommandations relatives aux technologies applicables dans certains cas (notamment la filtration et la désinfection des eaux de surface). Une méthode analogue peut être appliquée à la sélection des technologies relatives à l'eau et à l'assainissement. Dans les figures ci-dessous, les principales technologies utilisées pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement sont triées en fonction de a) leur vulnérabilité (en fonction de l'ingénierie et de l'environnement) et b) leur adaptabilité (capacité à être ajustées ou gérées pour faire face au changement climatique), dans le cadre de deux scénarios différents. Remarquons cependant que dans certaines régions, le changement climatique peut accentuer le risque d'avoir à la fois trop et pas assez d'eau, à des périodes différentes. Ainsi, lorsqu'une baisse globale des précipitations réduit la capacité d'infiltration du sol, le risque d'inondation peut s'aggraver lorsqu'il pleut. Dans certains endroits, il peut donc être nécessaire d'envisager les deux scénarios.

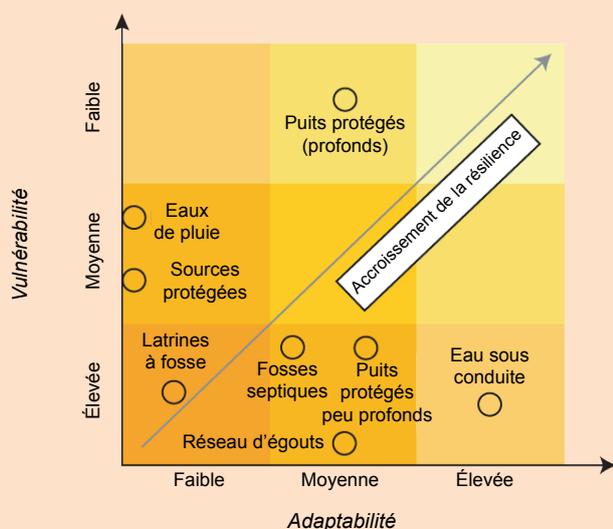


Figure 2.1. Résilience en cas de précipitations croissantes/inondations

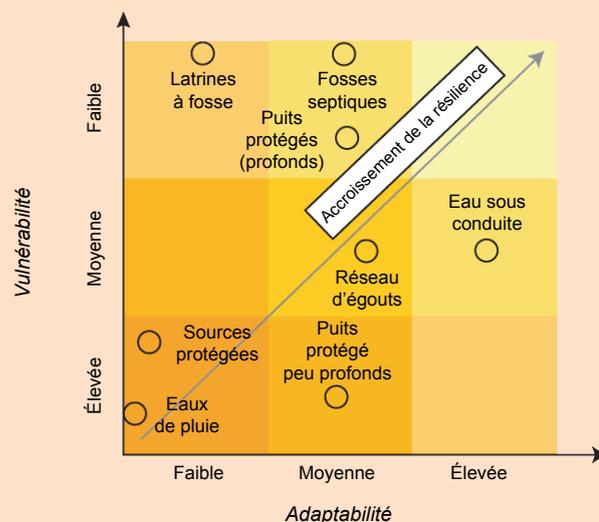


Figure 2.2. Résilience en cas de précipitations décroissantes/sécheresse

En ce qui concerne l'**approvisionnement en eau**, les ressources plus modestes correspondant aux besoins des ménages ou de la communauté (sources, puits, collecte des eaux de pluie à partir des toitures) sont classées comme étant les moins résilientes. Ceci s'explique par leur vulnérabilité à la contamination (notamment lors des inondations ou lorsque le niveau des nappes phréatiques monte), leur sensibilité à la sécheresse (stockage limité) et/ou la difficulté d'éviter leur dégradation lors des crues. Les sources et la collecte des eaux pluviales offrent par ailleurs peu de souplesse en matière d'emplacement. Du point de vue de l'adaptation, le changement climatique peut également dépasser la capacité des ménages et des communautés à gérer les problèmes (par exemple les dommages causés par les inondations), dans les cas où la qualité et la fiabilité des services sont déjà médiocres. En revanche, bien que l'approvisionnement par les systèmes d'adduction puisse être exposé à de multiples menaces entre la source et le robinet, les services publics de plus grande envergure ont la capacité de puiser dans un important capital humain et financier pour gérer les difficultés et investir dans des infrastructures plus résilientes, notamment au moyen d'une gestion et d'un contrôle décentralisés ou d'accords contractuels avec des prestataires locaux.

En ce qui concerne l'**assainissement**, la résilience est directement liée au fait que l'eau fait partie du processus technologique (par exemple dans le cas des égouts), ou indirectement liée au fait que la capacité de l'environnement à absorber ou à réduire l'action des déchets est altérée. La résilience des équipements d'assainissement sur site est, quant à elle, étroitement liée aux scénarios climatiques. Dans les environnements en voie d'assèchement, le risque de pollution peut diminuer si la distance entre la base des fosses et la nappe phréatique (par conséquent le temps de parcours des agents pathogènes) augmente. Néanmoins, les équipements d'assainissement sur site peuvent rester vulnérables aux dommages causés par les inondations de courte durée. Lorsque les précipitations et/ou les inondations s'accroissent, les risques peuvent être considérables, en particulier en cas de montée des niveaux phréatiques, et avoir de lourdes conséquences sur la santé publique. En revanche, la baisse de l'hydraulicité et l'augmentation des inondations représenteront des risques majeurs pour les réseaux d'égouts et les systèmes septiques dont le fonctionnement repose sur l'eau, bien que leur capacité d'adaptabilité soit supérieure, à condition qu'elle soit appuyée par les services publics.

Source : OMS (2010) ; Howard et al. (2016)

La classification ci-dessus et les discussions de programmation qu'elle peut susciter constituent un bon point de départ pour s'interroger sur les choix technologiques.

Il peut également être utile d'appliquer l'approche sous-jacente afin de cartographier les zones et les populations à risque, comme l'explique plus en détail la présente série de publications⁶. Par exemple, elle peut servir à déterminer les zones rurales confrontées à de multiples problèmes :

- risques climatiques élevés – p. ex. en raison des sécheresses ou des inondations

- difficultés hydrologiques et/ou hydrogéologiques – p. ex. faible débit, réserves aquifères insuffisantes
- technologies moins résilientes – p. ex. collecte des eaux de pluie, sources et puits peu profonds

Idéalement, pour tenir compte des problématiques ci-dessus, les discussions de programmation doivent s'appuyer sur une consultation sectorielle de tous les acteurs disposant de connaissances sur les performances des services EAH d'une saison à l'autre, dans les bonnes comme dans les

Encadré 2. De la gestion à la prévention des crises : tirer les enseignements de la sécheresse causée par El Niño en Éthiopie

En 2015-2016, la sécheresse engendrée par El Niño a déclenché l'une des plus graves crises humanitaires que l'Afrique de l'Est ait connue depuis plusieurs dizaines d'années. En avril 2016, le Gouvernement éthiopien indiquait que 10,2 millions de personnes réparties sur six régions avaient besoin d'une aide humanitaire, près de 9 millions d'entre elles souffrant de graves pénuries d'eau et de maladies liées à l'eau (Bulletin du groupe EAH, avril 2016).

L'intervention du Gouvernement et de ses partenaires de développement visant à prévenir une probable catastrophe a été largement saluée. L'attention particulière accordée aux écoles rurales, aux cliniques ainsi qu'aux communautés a notamment permis de ne pas interrompre la scolarité des enfants et le fonctionnement des systèmes de soins de santé. Un large éventail de mesures d'interventions ont également été mises en place, de la remise en état des équipements d'approvisionnement en eau à la distribution de kits pour le traitement de l'eau à domicile, ainsi qu'une aide au stockage et au transport de l'eau.

Néanmoins, la raison pour laquelle la sécheresse a privé des millions de personnes de la sécurité de l'approvisionnement en eau – malgré les progrès considérables réalisés dans le développement de l'accès à une eau sans risque sanitaire, et par conséquent, dans la réduction de la dépendance aux sources non protégées et plus vulnérables – soulève aujourd'hui des questions complexes. Plus précisément, nous sommes en droit de nous demander si le fait que l'Éthiopie soit parvenue à hisser sa population jusqu'aux premiers niveaux de l'échelle de l'eau ne dissimule pas un problème sous-jacent, relatif à la résilience des technologies plus basiques et des ressources hydriques sur lesquelles elles reposent.

Pour répondre à ces questions, l'UNICEF-Éthiopie soutient actuellement une étude visant à mieux comprendre le profil, l'évolution et les causes des difficultés liées à l'eau survenues en 2015-16. Elle consiste notamment à regrouper différentes données et sources d'information relatives à :

1. La couverture et la fonctionnalité de référence de l'approvisionnement en eau en fonction du type de technologie, de la dépendance de la population à son égard et de la zone concernée.
2. Le suivi en temps réel de la fonctionnalité des points d'eau, des niveaux de consommation domestique et du temps/de la distance nécessaire à la collecte de l'eau dans les zones touchées par le phénomène.
3. La réactivité des systèmes phréatiques aux variations des précipitations et des recharges en eau, en s'appuyant sur les données et les cartes de surveillance traditionnelles, mais aussi sur des méthodes innovantes permettant de caractériser les variations de l'âge des eaux souterraines et leur processus de recharge.
4. La réponse institutionnelle en termes de rapidité, de pertinence et de ciblage des différentes interventions – qu'est-ce qui a ou n'a pas fonctionné, et pourquoi ?

Le principal point de discordance réside dans le fait que davantage d'actions pourraient être entreprises afin d'anticiper les types de difficultés rencontrées et de protéger les populations vulnérables, et de renforcer la résilience des services d'approvisionnement en eau dans le cadre « normal » des programmes EAH. En d'autres termes, il conviendrait de passer du secours d'urgence *ex post* à la gestion des risques *ex ante*. Il est essentiel de déterminer si le choix des options relatives aux services fournis par les sources d'approvisionnement en eau doit évoluer, ou du moins être mieux adapté aux différents environnements hydrologiques et hydrogéologiques.

⁶ Voir notamment le *Cadre stratégique pour le développement résilient au changement climatique du secteur EAH* et la Note d'orientation « Évaluations des risques pour le secteur EAH ».

mauvaises années (sécheresse/inondations). En outre, il convient d'examiner les meilleures informations relevées ou communiquées concernant la couverture et le fonctionnement des services EAH, la qualité de l'eau, l'hydrologie et le climat. L'identification des zones dites sensibles peut ensuite éclairer les réponses apportées par les programmes. Exemples : étude des eaux souterraines afin de mieux caractériser leur potentiel d'approvisionnement en eau, construction de sources et de réservoirs supplémentaires afin de répartir le risque et de créer une réserve tampon, et suivi rigoureux et appui des zones potentiellement à risque par les organismes gouvernementaux et les partenaires de développement.

L'encadré 2 décrit quelles ont été les répercussions de la sécheresse provoquée par El Niño en Éthiopie sur l'approvisionnement en eau, et quelles sont les activités actuellement menées afin de collecter des données probantes destinées à alimenter les prévisions et les programmes EAH à venir dans les zones sensibles.

Cet exercice pourrait aboutir à une décision visant à accroître directement les niveaux de service pour les populations non desservies à l'heure actuelle, sans passer par les services collectifs « basiques » ou « limités » présentés dans la figure 1.2. Autrement dit, il s'agirait de passer directement des options « à haut risque » (en bas à gauche), décrites dans les figures 2.1 et 2.2, aux technologies identifiées comme présentant un risque moins élevé (en haut à droite) et qui, dans le cas de l'approvisionnement en eau, répondent à l'ambition de « gestion en toute sécurité » fixée par l'ODD 6.

Toutefois, de telles décisions doivent être envisagées avec prudence, en veillant dans tous les cas à recueillir au préalable les données probantes décrites ci-dessus. Il y a à cela deux raisons principales :

- Le fait de mettre l'accent sur des technologies ou des systèmes *spécifiques* peut être trop restrictif. Il convient de faire preuve de souplesse, en s'appuyant sur la connaissance de la situation et des tendances locales, et sur la possibilité de développer des systèmes ou des sources multiples afin de répartir le risque (voir la section 4 ci-dessous).
- Le passage à des niveaux de service ou des technologies supérieurs et *potentiellement* plus résilients requiert des capacités institutionnelles qui peuvent faire défaut. Par exemple, les réseaux d'adduction d'eau multi-villages seront en mesure de fournir des services fiables et sécurisés uniquement s'il existe les capacités institutionnelles et techniques nécessaires pour effectuer des réparations complexes, et ce, même si les sources d'eau elles-mêmes sont résilientes.

Messages clés

Le type de processus de sélection évoqué ci-dessus fournit une indication quant aux risques menaçant des technologies spécifiques considérées comme « améliorées » par le Programme conjoint de surveillance, et quant à la forme potentielle que peuvent revêtir la conception ou la gestion adaptative dans le cadre de différents scénarios climatiques. Conjugés à l'expérience sur le terrain des modifications *réelles* saisonnières et induites par la sécheresse/les crues dans les performances du secteur EAH, et aux meilleures informations complémentaires disponibles, les résultats peuvent être utiles pour rationaliser les choix technologiques et les adapter à divers environnements infranationaux.

2.2. Renforcement des normes et des lignes directrices – approvisionnement en eau

Après avoir examiné la résilience des différents types de technologie face au changement climatique, nous allons maintenant nous intéresser au potentiel d'adaptation qu'offre la modification des normes. Dans un premier temps, nous n'écartons aucune technologie. Il s'agit là d'un aspect important, car toutes les technologies d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement sont potentiellement vulnérables au changement climatique, et elles présentent toutes certaines possibilités d'adaptation.

La section 4 et l'annexe A décrivent en détail les types de modification qui doivent être envisagés dans le cadre d'un programme EAH résilient au changement climatique. Nous analysons ici le processus de conception initiale et de mise en œuvre qui permet de concrétiser ces changements, en mettant l'accent sur l'implantation et la construction de points d'eau dans les zones rurales. Nous cherchons à déterminer ce que les responsables de la mise en œuvre des programmes EAH peuvent faire pour garantir la pérennité des services et des bonnes pratiques ainsi que leur résilience face au changement climatique.

S'agissant de l'approvisionnement en eau, nous étudions les services qui exploitent les eaux souterraines à partir de puits forés, dans la mesure où les programmes de forage sont généralement mis en œuvre au niveau national ou régional⁷ et se heurtent souvent à des difficultés pour assurer la sécurité et la continuité de l'approvisionnement (encadré 3).

⁷ Cela s'explique par les économies d'échelle qui peuvent être obtenues aux niveaux supérieurs. Les marchés sont généralement attribués à des entités gouvernementales ou semi-publiques ou à des sociétés privées. Certaines ONG et certains donateurs peuvent également conserver leur propre capacité de forage.

Encadré 3. Identifier les causes de défaillance des points d'eau : que nous révèle l'expérience ?

La durabilité dans le secteur EAH repose sur la continuité au fil du temps du fonctionnement des services, de l'observation des bonnes pratiques d'hygiène et des bienfaits apportés par ce secteur. C'est ce que l'on nomme également le changement bénéfique permanent. Cependant, les données existantes recueillies par les organismes publics ou rapportées par le Programme conjoint de surveillance livrent très peu d'informations sur la qualité, la fiabilité et le niveau des services dont bénéficient réellement les populations à long terme, et sur la manière dont ces services réagissent aux stress climatiques.

En ce qui concerne l'approvisionnement en eau, la défaillance ou la « non-fonctionnalité » des services est une préoccupation essentielle. Bien que les données demeurent insuffisantes, des études réalisées en Afrique subsaharienne indiquent qu'entre 10 et 65 % des forages sont à un moment donné « non opérationnels ». Ces dysfonctionnements sont lourds de conséquences en termes de pertes d'investissement, de santé et de pauvreté. Même de brèves interruptions dans l'approvisionnement peuvent compromettre de nombreux bienfaits sur la santé associés à l'accès continu à une eau sans risque sanitaire (Hunter *et al.*, 2009).

Des textes simples expliquant les problèmes et indiquant des solutions ont vu le jour. Ils mettent souvent l'accent sur les difficultés d'entretien, sur le financement et, plus récemment, sur le changement climatique. En pratique, les problèmes peuvent s'avérer difficiles à diagnostiquer et les indices climatiques, imprécis. Toutefois, un nombre croissant de données probantes recueillies à l'occasion d'audits postérieurs à la construction signalent des difficultés « en amont », se produisant lors du lancement, de la conception et de la supervision des programmes, et augmentant la probabilité d'échec, notamment lorsque les points d'eau subissent la pression d'une demande croissante/maximale et des stress liés au climat. Plus précisément :

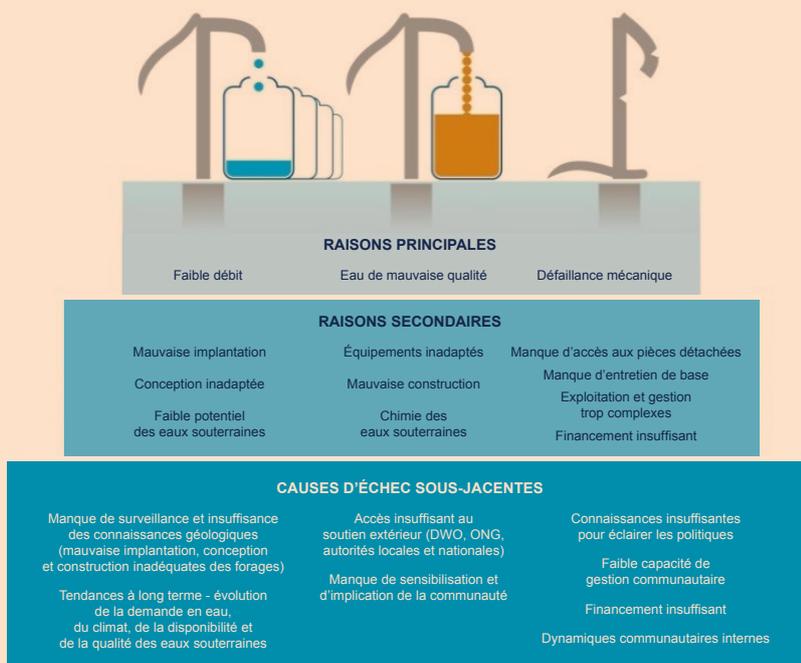


Figure 2.3. Identifier les causes de défaillance des points d'eau

- Les points d'eau étant souvent mal situés, ils ne permettent pas d'exploiter les parties les plus productives (et donc résistantes à la sécheresse) d'un aquifère. La raison en est que leur implantation est fréquemment choisie par des foreurs sans formation spécifique ou par des hydrogéologues inexpérimentés et, par conséquent, relève plus souvent du hasard que d'une décision scientifique.
- La qualité et la conformité du matériel (tubage, grilles, joints, tabliers sanitaires) sont souvent médiocres, compromettant à la fois la continuité de l'approvisionnement et la qualité de l'eau – soit directement (par exemple à cause de la corrosion des grilles), soit indirectement (par exemple en raison d'une mauvaise étanchéification des parties supérieures et polluées d'un aquifère).

- Les clients estiment que puisqu'ils ne peuvent pas surveiller suffisamment les entrepreneurs de forage, ils doivent établir des contrats du type « pas d'eau, pas de règlement ». Cependant, sans une surveillance adéquate, cette forme de contrats peut avoir des effets pervers et encourager un travail bâclé et de fausses déclarations. Il en résulte des commandes de forages à faible rendement ou donnant accès à une eau de mauvaise qualité, accentuant la vulnérabilité à la sécheresse, le risque de contamination pendant/après les inondations, et influant sur la capacité des communautés à gérer et à réparer les points d'eau.

Le point à retenir est qu'il ne faut pas perdre de vue la « perspective d'ensemble » lorsqu'il s'agit de comprendre la raison pour laquelle les systèmes et les services enregistrent une sous-performance, même si l'explication de celle-ci peut sembler évidente. Ainsi, la défaillance des services rapportée lors d'un épisode de sécheresse peut découler

Encadré 3 (suite)

de la combinaison de différents facteurs, notamment la vulnérabilité des technologies les plus basiques telles que les sources et les puits. Mais un dysfonctionnement peut également être la conséquence d'une implantation, d'une conception et d'une construction médiocres, ainsi que de problèmes anciens relatifs à l'entretien et à la remise en état des installations, qui se trouvent aggravés par la sécheresse. La résolution de ces problèmes peut contribuer de manière significative à l'amélioration de la résilience globale des programmes.

Sources : Calow et al. (2010) ; Carter et Ross (2016) ; Howard et al. (2016)

Quelles mesures les programmes doivent-ils prendre pour garantir la sécurité et la pérennité des approches et des technologies qu'ils adoptent face aux menaces et aux autres pressions qui pèsent sur le climat ?

Tout d'abord, les programmes doivent reconnaître l'importance que revêt l'étude de l'implantation ou des eaux souterraines propres à un site donné. Les points d'eau doivent être implantés là où les ressources souterraines peuvent permettre un approvisionnement fiable et sécurisé afin de faire face à l'intensification des conditions climatiques extrêmes (et de la demande en eau). Dans certaines régions, les eaux souterraines sont accessibles à des profondeurs relativement faibles et nécessitent peu ou pas d'études hydrogéologiques pour sécuriser l'approvisionnement en eau. En revanche, dans les environnements présentant des caractéristiques géologiques plus hétérogènes, il peut être nécessaire de réaliser des études allant de la simple observation sur le terrain à des forages de sondage et d'exploration plus coûteux. Investir dans l'évaluation des ressources et l'implantation, même modestement, peut permettre d'augmenter les taux de réussite des forages et d'implanter des points d'eau plus résilients offrant un meilleur débit (MacDonald *et al.*, 2005).

Il est également possible de réaliser des tests simples après le forage (mais avant l'achèvement des travaux) afin d'évaluer la performance de la source et d'obtenir ainsi des indications précieuses sur le comportement futur du point d'eau en cas de sécheresse ou de pic de la demande. Si une seule source n'est pas en mesure de répondre au pic de consommation pendant la saison sèche ou en période de sécheresse, il peut être nécessaire d'en développer de nouvelles – une stratégie plus rentable que d'essayer de trouver des approvisionnements supplémentaires en période de crise (Calow *et al.*, 2010 ; MacDonald *et al.*, 2010). En pratique, les essais de pompage et les tests de qualité de l'eau sont souvent négligés par souci d'économie.

Ensuite, les programmes doivent reconnaître l'importance d'une construction de qualité. Un puits ou un forage mal conçu et mal construit est beaucoup plus susceptible de

subir une défaillance en période de sécheresse ou d'être contaminé pendant une inondation qu'un puits de bonne construction⁸.

Les principaux éléments d'une construction fiable – c'est-à-dire tenant compte de la résilience climatique de la source – sont les suivants :

- Adéquation du diamètre et de la profondeur du forage, en tenant compte des variations saisonnières et intersaisonnières, et verticalité du forage. Ces trois critères ont une incidence sur le débit et l'efficacité de pompage, ainsi que sur la longévité des composants de la pompe.
- Installation d'équipements adaptés – en particulier crépines, tubages et remblais. Par exemple, il est indispensable de bien choisir la crépine pour maintenir le débit. Il est nécessaire de tuber les couches supérieures du forage et de mettre en place un remblai efficace (par injection de ciment) afin de prévenir la contamination par les eaux souterraines peu profondes et l'infiltration des polluants de surface, notamment en cas d'inondation.

Les adaptations spécifiques à apporter à la conception afin d'améliorer la résilience des points d'eau sont relativement simples. La plupart sont résumées dans la section 4.1 et peuvent être considérées comme des bonnes pratiques pour répondre aux risques climatiques et à l'augmentation de la demande. Toutefois, une attention bien moindre est prêtée aux mesures destinées à inciter les entreprises à assurer des approvisionnements en eau résilients au changement climatique, ainsi qu'à la capacité (et à l'intérêt) des clients à leur demander des comptes.

L'adéquation de l'implantation et de la construction ne cessera de gagner en importance à mesure que les programmes interviendront dans des zones plus complexes et auprès de populations plus difficiles à atteindre – par exemple, dans les environnements à roches dures où les débits sont très variables et où la détection de sources productives nécessite une expertise. Certains pays (comme le Kenya ou le Nigéria) soutiennent la « professionnalisation » du secteur du forage⁹ en adoptant des systèmes d'octroi de permis qui soumettent les équipements et les compétences à

⁸ À l'inverse, un « excès de technicité » entraînera une augmentation des coûts pour peu d'avantages supplémentaires, voire aucun.

⁹ Voir <http://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/775>

un contrôle (Adekile, 2014). Il s'agit là d'un pas dans la bonne direction, mais qui ne répond pas à la nécessité de réaliser en toute indépendance les activités d'implantation et de surveillance. La formation et le maintien en poste d'un corps professionnel d'hydrogéologues chargés de mener à bien ces activités constituent donc une priorité essentielle.

Enfin, les bailleurs de fonds et les responsables de la mise en œuvre des programmes d'approvisionnement en eau devraient systématiquement vérifier, après la construction, les infrastructures et les services créés. Certains de ces audits devraient inclure le démontage complet et l'inspection des points d'eau afin de contrôler les équipements et la construction. L'objectif serait de tirer des enseignements pour les futurs programmes concernant la performance de l'approvisionnement (y compris dans des conditions climatiques difficiles) et de vérifier la conformité des contrats et des factures aux normes fixées en la matière afin d'évaluer le risque de corruption (voir Calow *et al.*, 2012).

Messages clés

De nombreux facteurs distincts influent sur la durabilité des services, allant du changement/ de la variabilité climatique au lancement, à la conception et à la surveillance des programmes. Il est difficile d'interpréter les signaux climatiques, mais un nombre croissant de données probantes révèlent que des changements dans l'exécution des programmes pourraient permettre de renforcer la résilience globale des services – face aux risques climatiques et à d'autres pressions. Plus particulièrement, veiller à ce que les décisions relatives à l'implantation des infrastructures soient justifiées par une compréhension suffisante des ressources, et que les bonnes pratiques et les normes de construction continuent à être respectées, contribuerait considérablement à améliorer la durabilité des services.

2.3 Renforcement des normes et des lignes directrices – assainissement

Les effets du changement climatique sur l'assainissement portent sur deux aspects : la capacité à maintenir et à étendre les services d'assainissement ; le risque engendré par une infrastructure sanitaire inadéquate pour la qualité des sources d'eau potable et l'ensemble de l'environnement.

Concernant le maintien et l'extension des services, les risques sont liés à la disponibilité de l'eau – lorsque

celle-ci sert à transporter et à diluer les déchets (p. ex. dans les réseaux d'égout conventionnels) – et notamment aux dommages que peuvent causer les inondations. Dans les zones rurales où la gestion domestique de l'assainissement restera la norme, les inondations peuvent détruire les latrines et disperser les matières fécales, affaiblissant ainsi la demande de reconstruction et, par conséquent, l'engagement à long terme en vue de l'obtention du statut « fin de la défécation à l'air libre ». Les menaces qui pèsent sur la qualité des eaux souterraines et de l'eau potable deviennent donc un sujet de préoccupation majeur. Dans les zones où l'assainissement est inadéquat, la menace d'une contamination généralisée et persistante des environnements de surface, des sols, des ressources en eau et des sources d'eau aggrave fortement les risques sanitaires.

La section 4 apporte davantage de précisions sur les principaux risques et les mesures d'adaptation envisageables pour les différentes technologies d'assainissement, en milieu rural et urbain. Nous examinons ici les orientations programmatiques générales disponibles pour évaluer et traiter les risques dans les zones rurales, en mettant l'accent sur deux points essentiels :

- La réduction au minimum du risque de contamination de l'environnement et des sources d'eau grâce à des orientations fondées sur les risques, en particulier dans les zones exposées aux inondations et/ou à l'élévation des niveaux d'eau/nappes phréatiques.
- Les options de financements pour le maintien et l'extension de l'utilisation de latrines hygiéniques dans les zones à haut risque où les ménages les plus pauvres, en particulier, peuvent avoir besoin d'aide.

2.3.1. Réduction au minimum du risque de contamination grâce à des orientations fondées sur les risques

Lorsque les choix technologiques sont orientés par la demande, il convient de s'assurer que les informations concernant la résilience climatique, le coût et les autres facteurs guident la conception du programme. Cela implique d'adapter la gamme des solutions ou des modèles d'assainissement selon le profil de danger des différentes zones et de relier cette dernière au soutien apporté à chaque zone pour la fourniture, à l'échelle locale et à un coût accessible, du matériel et de l'expertise de construction nécessaires. Cette démarche suppose également d'évaluer les risques que les latrines présentent pour la qualité de l'eau, ainsi que la mobilisation des ménages et la création de demande à l'échelle communautaire – grâce à l'assainissement total piloté par la communauté (ATPC) ou aux mesures collectives d'assainissement total (CATS)¹⁰.

Nous disposons aujourd'hui de données solides établissant que les approches d'implantation des sources d'eau potable

¹⁰ Un certain nombre d'approches de l'assainissement mettant l'accent sur la promotion plutôt que sur la prestation sont apparues, ce qui se traduit par des subventions très faibles voire nulles pour l'achat de matériel. L'ATPC et les CATS en sont des exemples notables. Si chaque modèle « estampillé » a ses propres défenseurs, en pratique, les différences concernent souvent les aspects principaux. Tous deux visent à faire naître une demande de changement et à créer la chaîne d'approvisionnement nécessaire pour y répondre (Cairncross *et al.*, 2013).

Encadré 4. Étude de cas réalisée par l'UNICEF - Programmation conçue en réponse au contexte spécifique de l'assainissement

L'UNICEF vise à adapter son appui à l'assainissement en fonction de différents contextes (UNICEF, 2016) :

- Dans les zones où la défécation à l'air libre est une pratique courante, créer une demande en matière d'équipements d'assainissement est une priorité.
- Là où le taux de défécation à l'air libre est faible mais où la proportion de latrines non améliorées est élevée, la priorité est reportée sur l'approvisionnement.
- Là où les taux de couverture globale des installations d'assainissement de base sont élevés mais encore inégaux, des solutions de financement sont proposées pour ceux qui ne sont pas équipés.
- Là où les communautés sont confrontées à des dangers ou à des obstacles spécifiques, des solutions plus adaptées sont recommandées.

Comment les dangers liés au climat et, en particulier, ceux qui menacent les infrastructures d'assainissement sur site et la qualité de l'eau pourraient-ils être intégrés dans cette approche spécifique au contexte ? Dans les environnements caractérisés par l'assèchement, les conséquences sur les infrastructures simples d'assainissement sur site peuvent être positives et les risques de pollution peuvent diminuer. Cependant, dans les environnements plus humides et/ou là où les risques d'inondations augmenteront, les programmes devront prévoir la mise en œuvre de solides plans de sécurité sanitaire de l'eau et l'adaptation ou le renouvellement de certaines technologies. Ils devront également appuyer les communautés en leur apportant le savoir-faire et l'expertise nécessaires pour construire des latrines résistantes aux inondations. Lorsqu'elles devront être reconstruites ou remplacées, les ménages les plus modestes pourront avoir besoin d'aides ciblées (par exemple sous forme de bons d'achat pour du matériel sanitaire) afin que les communautés puissent recouvrer le statut « exemptes de défécation à l'air libre ».

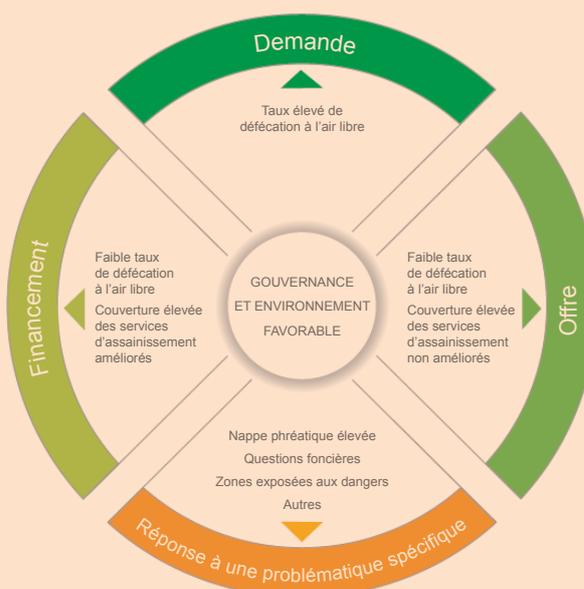


Figure 2.4. Options d'assainissement spécifiques au contexte

Source : UNICEF (2016)

et des latrines, lorsqu'elles sont fondées sur les risques, permettent de prévenir la contamination microbienne des approvisionnements en eau (Howard *et al.*, 2010 et 2016 ; OMS, sous presse). Ces approches peuvent être utilisées afin d'estimer localement les distances de séparation à respecter entre les latrines et les forages. Lorsque ces distances sont difficiles à respecter, ou lorsque les risques de pollution diffuse sont importants, la séparation verticale a démontré son efficacité. Il faut alors réaliser une prise d'eau plus profonde et filtrer les zones contaminées plus proches de la surface (voir encadré 5). Lorsque les puits peu profonds sont fréquents, il est également possible d'utiliser des approches similaires, bien que la mise en œuvre des adaptations puisse s'avérer plus complexe.

Dans chaque cas, il est essentiel de veiller à la qualité de la construction, qu'il s'agisse de points d'eau ou de toilettes. Une implantation, une construction et des équipements de mauvaise qualité sont des facteurs qui contribuent fortement à l'abandon des toilettes et au retour à la défécation à

l'air libre (Cavill *et al.*, 2015), tout comme la mauvaise performance des points d'eau (section 2.2 ci-dessus).

Concernant la nécessité d'apporter des réponses adaptées au contexte (encadré 5, figure 2.4), il convient de suivre les étapes suivantes :

- Identifier les zones présentant un risque important d'inondation et un taux élevé de défécation à l'air libre, où il pourrait être nécessaire d'associer la création de points d'eau à des approches de séparation horizontale et verticale, et de surveiller étroitement la qualité de la construction. Lorsque les risques sont particulièrement importants, par exemple lorsque les sources d'eau potable sont alimentées par des aquifères libres et/ou fissurés offrant une faible capacité d'épuration, il peut être nécessaire de cesser de recourir à des puits creusés et à des sources.
- Identifier les zones présentant un risque important d'inondation où les latrines sont plus courantes (et où les taux de défécation à l'air libre sont plus faibles), mais où

la contamination du point d'eau par les latrines présente toujours un risque pour la qualité de l'eau. Dans ce cas, il est encore possible de créer en parallèle des latrines, des forages, des puits et des sources protégées, mais uniquement dans le cadre d'une planification appropriée de la sécurité sanitaire de l'eau.

- Examiner et, si nécessaire, modifier la gamme des options proposées aux communautés et aux ménages ou à leur disposition en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans les zones les plus à risque, en apportant par exemple des ajustements complémentaires aux chaînes d'approvisionnement ou à la formation des ouvriers locaux et, si besoin, en octroyant des subventions ciblées aux plus pauvres.

- Déterminer si l'appui à la construction d'installations d'assainissement à bas coût, temporaires et faciles à déplacer et à remonter offre de meilleurs résultats à long terme que l'appui (et les éventuelles subventions) à des structures plus coûteuses et plus résistantes aux changements climatiques. La réponse à cette question dépendra vraisemblablement du contexte et des éléments suivants : fréquence et ampleur des aléas climatiques, situation des communautés et des ménages en matière d'assainissement, volonté et capacité des ménages à réinvestir dans l'assainissement, et accords de subvention/financement (voir ci-après).

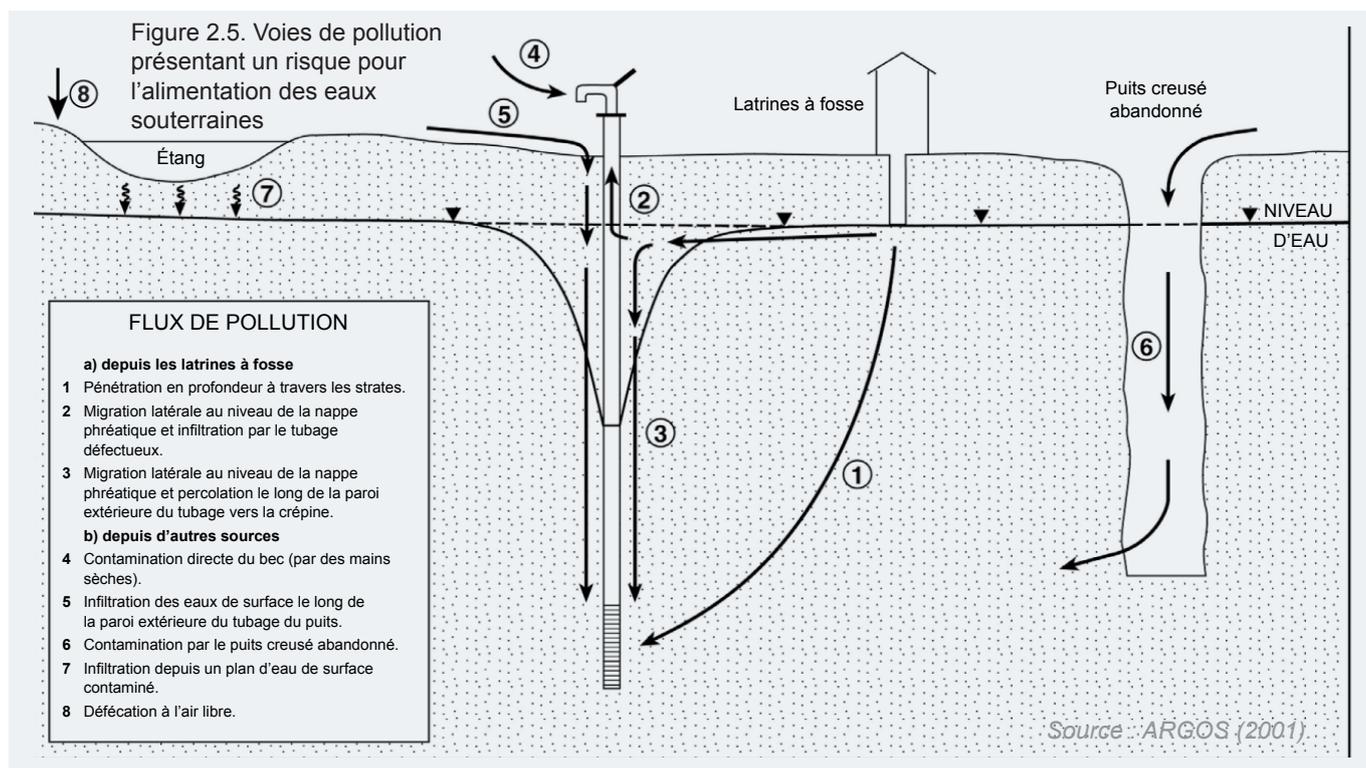
Encadré 5. Évaluation des risques pour une planification de l'assainissement résilient au changement climatique : orientations programmatiques

L'évaluation des risques de contamination des points d'eau à partir des latrines repose sur la compréhension du temps nécessaire à l'eau et aux agents pathogènes qu'elle contient pour parcourir la distance entre la fosse et le point d'eau. Plus ce temps est long, moins les agents pathogènes sont nombreux du fait de l'élimination naturelle. L'implantation de latrines ou de points d'eau a pour objectif primordial de veiller à ce que l'élimination des agents pathogènes soit suffisante pour réduire le risque de contamination jusqu'à ce qu'il cesse de constituer une menace sérieuse pour la santé. Là où les prévisions annoncent une augmentation des précipitations ou lorsque l'intensité de celles-ci s'accroît, le risque de contamination par les voies mises en évidence sur la figure 2.5 s'accroît également.

En **Sierra Leone**, les ressources en eau sont extrêmement vulnérables à la contamination en raison d'une combinaison de facteurs de risques, parmi lesquels : des pluies annuelles intenses six mois durant ; des niveaux phréatiques bas, fluctuants et des sols perméables ; des sources de pollution multiples en raison d'un faible taux de couverture de l'assainissement ; et une grande dépendance à l'égard des puits peu profonds comme sources d'eau potable. Une étude menée par le Service géologique britannique a conclu que la pollution diffuse des nappes phréatiques à partir des déchets déposés en surface était au moins aussi importante que celle issue des latrines à fosse et d'autres sources de pollution ponctuelles (Lapworth *et al.*, 2015). Par conséquent, les approches « classiques » fondées sur les risques, reposant sur des enquêtes réalisées sur le terrain et sur l'espacement latéral entre les sources de dangers et les points d'eau ne garantiraient pas une protection efficace pour l'approvisionnement domestique, même avec un appui à la mise en œuvre et à l'exécution. Une approche alternative, centrée sur une séparation tant verticale (en profondeur) qu'horizontale ou sur la création de points d'eau plus profonds, et sur la conception, l'implantation et la construction appropriées de puits et de forages peu profonds, a été recommandée.

Au **Pakistan**, l'UNICEF a développé sa propre approche en matière de résilience face au climat de l'assainissement total piloté par la communauté (ATPC), dans laquelle les risques climatiques (particulièrement ceux liés aux inondations) sont évalués parallèlement au processus « normal » appliqué dans le cadre de l'ATPC ou des mesures collectives d'assainissement total (CATS). L'évaluation des risques liés aux inondations a recours à la cartographie numérique, ainsi qu'à l'expérience communautaire des crues recueillie lors de promenades d'étude et matérialisée sur des cartes élaborées par la communauté.

L'ONG Tearfund a publié son propre document d'orientation pour expliquer la manière dont l'ATPC peut être associé aux plans de gestion de la salubrité de l'eau afin d'atténuer les risques de contamination (Greaves, 2010). En s'appuyant sur des études de cas réalisées en **Afghanistan** et au **Soudan du Sud**, elle a mis l'accent sur l'intérêt de relier les zones de défécation à l'air libre aux itinéraires de contamination potentielle de l'eau et aux zones sujettes aux inondations. Toutefois, Tearfund suggère également qu'un seul processus conjuguant l'ATPC et les plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau (PGSSE) n'est pas nécessairement souhaitable : la mise en œuvre des PGSSE a tendance à être plus longue que les phases de pré-lancement et de lancement d'une campagne classique en faveur de l'ATPC, dont la fluidité et la spontanéité peuvent se trouver menacées.



2.3.2. Options de financement pour soutenir l'utilisation d'installations sanitaires hygiéniques par les ménages vulnérables

Si le succès des modèles ATPC/CATS a remis en question la conception traditionnelle du financement de l'assainissement (en particulier le recours aux subventions), une analyse approfondie des cas d'obtention du statut « fin de la défécation à l'air libre » met en lumière différentes formes de subvention destinées aux plus pauvres et aux plus vulnérables, qu'elles proviennent de la communauté, d'un gouvernement de village ou d'un partenaire de développement (Chambers, 2016 ; Robinson et Gnilo, 2016). Compte tenu du fait que les ménages les plus pauvres sont souvent les premiers à retourner à la défécation à l'air libre car, ayant des ressources limitées, leurs latrines sont généralement de moins bonne construction, implantées dans des zones plus vulnérables (p. ex. exposées aux inondations), le besoin de financements ciblés reste important, notamment dans les régions présentant un risque d'inondation élevé (Robinson et Gnilo, 2016). Quelles sont ces possibilités de financement ? Plus particulièrement, comment allouer au mieux les fonds destinés à soutenir les pratiques d'assainissement sans aller à l'encontre des principes du modèle CATS ?

L'expérience dont nous disposons concernant l'utilisation du microfinancement et de la microassurance dans le secteur EAH en général est relativement limitée (Howard *et al.*, 2016). Si le microfinancement peut aider à l'acquisition de latrines hygiéniques et favoriser la progression des personnes sur l'échelle de l'assainissement, ses avantages doivent être mis en balance avec les coûts qu'il implique pour les familles dont il accroît la dette, en particulier chez les ménages les plus pauvres. La difficulté peut s'accroître dans les environnements

les plus à risque, où les inondations endommagent les infrastructures et se répercutent sur le revenu des ménages. On peut donc conclure provisoirement que le microfinancement pourrait aider les ménages plus aisés à progresser sur l'échelle de l'assainissement, en leur permettant peut-être de passer à des modèles plus résilients et plus coûteux, tandis que les autres outils serviraient à aider les plus pauvres à poser un premier pied sur l'échelle. Il est particulièrement important que les programmes visant à promouvoir les changements de comportement (c'est-à-dire à mettre fin à la défécation à l'air libre) et à augmenter la demande de produits et de services d'assainissement passent avant le recours à des subventions ciblées, sans quoi l'utilisation de ces dernières pourrait nuire à l'adoption et à la pérennité du changement de comportement.

Les transferts d'espèces sont de plus en plus utilisés afin de soutenir les services EAH, notamment en situation d'urgence. Néanmoins, dans les contextes de développement, ils restent plus courants dans les autres secteurs tels que la santé et l'éducation (Hagen-Zanker *et al.*, 2016). Leur popularité croissante s'explique notamment par le fait qu'ils laissent aux ménages une certaine marge de liberté et deviennent de plus en plus faciles à gérer et à suivre (par exemple grâce aux technologies numériques de transfert et de paiement). Il est cependant à craindre que lorsque les marchés ne sont pas suffisamment solides ni régulés, la fourniture de produits d'EAH de haute qualité (comme des latrines résilientes au changement climatique) soit insuffisante. Cela signifie qu'un appui supplémentaire au développement du marché peut être nécessaire en complément des transferts d'espèces ou des subventions en espèces à usages multiples (Groupe sectoriel mondial EAH, 2016). Les spécialistes du secteur EAH sont également préoccupés par le fait que les ménages

choisissent souvent de ne pas consacrer la somme reçue à l'assainissement, en particulier lorsqu'ils ont des besoins plus urgents en matière de nourriture, d'eau et de soins de santé. Dans ce cas, il est possible de privilégier des systèmes de bons spéciaux qui peuvent être limités à certains types de dépenses. Par exemple, les bons destinés à l'équipement des toilettes peuvent être échangés contre des biens ou des services d'assainissement. Les bons offrent parfois plusieurs choix aux ménages (options, fournisseur et délai) et favorisent la production et l'offre locales. L'éligibilité peut être limitée aux ménages vulnérables afin d'éviter une distorsion du marché et d'optimiser les avantages sur le plan de l'équité, même si un ciblage précis augmentera les frais administratifs.

Dans leur étude des programmes de transferts d'espèces dans les secteurs de l'EAH et de l'hébergement en situation d'urgence, Julliard et Opu (2014) présentent des exemples dans lesquels les transferts ont été utilisés pour permettre aux ménages d'acheter des kits de santé et d'hygiène d'urgence, ou de régler la vidange de leurs latrines (p. ex. grâce aux bons distribués par Oxfam en Haïti, en Jordanie et au Liban). L'aide financière en espèces ou sous forme de bons n'est pas réservée à l'assainissement ou à l'hygiène : elle est également utilisée pour l'approvisionnement d'urgence en eau, par exemple grâce aux bons de distribution d'eau par camion (Groupe sectoriel mondial EAH, 2016). Au Bangladesh, l'ONG BRAC a distribué des bons destinés à l'équipement des toilettes par l'intermédiaire de son programme EAH, permettant ainsi à 6,6 millions de personnes de se doter de toilettes hygiéniques. Les ménages plus aisés bénéficient de prêts destinés à financer la modernisation des toilettes (Bongartz *et al.*, 2016).

En principe, les transferts d'espèces et les bons peuvent également être utilisés pour aider les ménages à reconstruire les latrines ou à acheter des articles d'hygiène essentiels (p. ex. savon, bidons, etc.) après une inondation. Toutefois, il faut pour cela que les marchés soient capables de fournir les biens et services nécessaires à un coût abordable. L'objectif serait de fournir les moyens financiers nécessaires (sous forme de bons destinés à l'équipement des toilettes ou de dispositifs équivalents) pour assurer le niveau de service minimal acceptable – dans la plupart des cas, des toilettes hygiéniques simples (Robinson et Grilo, 2016).

La microassurance peut constituer une autre source d'aide, notamment dans les zones régulièrement touchées par des inondations. Cependant, l'extension de l'assurance habitation de base (encore rare) afin de couvrir le remplacement ou la remise en état des installations d'eau et/ou d'assainissement pourrait s'avérer trop complexe ou trop coûteuse pour pouvoir être envisagée par les ménages les plus pauvres (Howard *et al.*, 2016).

L'une des principales conclusions de l'étude ci-dessus de l'évaluation des risques et du financement est que les interventions d'assainissement doivent reposer sur une analyse approfondie de la situation, afin de s'assurer que

les besoins des ménages les plus pauvres et les plus vulnérables sont satisfaits. Cette analyse doit porter sur les ménages (la demande), l'offre (petits prestataires et prestataires institutionnels) et les conditions et les risques environnementaux. En examinant l'éventail des outils/approches déjà utilisés dans les programmes d'assainissement, on constate que les priorités à prendre en compte pour analyser la situation de l'assainissement du point de vue de la résilience au changement climatique sont les suivantes :

- Évaluation de l'impact des projets et programmes d'assainissement précédents comprenant une analyse de l'incidence des dangers climatiques sur les résultats et les effets obtenus.
- Recherche formative fournissant des informations sur les moteurs de la demande d'assainissement, y compris concernant l'influence des dangers sur la volonté et la capacité à long terme des populations à (ré)investir dans l'assainissement.
- Études de marché donnant des indications sur les prestataires potentiels de biens et services d'assainissement (toilettes, vidange de fosses, etc.) dans les environnements les plus à risque, notamment sur les adaptations locales existantes que les prestataires agréés pourraient apporter à la conception des toilettes.
- Analyse institutionnelle examinant divers moyens et intermédiaires de financement visant à soutenir l'investissement, y compris (entre autres) les transferts d'espèces destinés à aider au réinvestissement et à la reconstruction, notamment pour les ménages les plus pauvres.

Messages clés

En ce qui concerne la vulnérabilité au changement climatique des installations d'assainissement, la principale préoccupation porte sur la manière dont elles réagissent face à de fortes précipitations, inondations et tempêtes, et sur les risques connexes qui menacent les infrastructures, l'eau et la qualité générale de l'environnement, lesquels peuvent, à leur tour, influencer sur la demande sous-jacente d'équipements d'assainissement sûrs dans des contextes plus à risque. Le choix d'approches fondées sur les risques pour l'implantation de sources d'eau potable et de latrines est désormais largement plébiscité, et doit faire partie intégrante du processus appliqué dans le cadre de l'ATPC ou des CATS, parallèlement à des analyses de situation reposant sur une connaissance du climat, à la recherche formative, à des études de marché et à une évaluation institutionnelle. Cette dernière doit tenir compte des options de financement proposées aux ménages vivant en zone vulnérable, afin qu'ils puissent acquérir des latrines ou les reconstruire lorsqu'elles ont été endommagées par une inondation.

3. Amélioration des capacités de suivi et de gestion des ressources en eau

Pour être efficace, la réponse nationale et infranationale au risque climatique doit en outre inscrire l'EAH dans le cadre plus large des ressources en eau (et de la gestion des déchets) défini par l'ODD 6 (voir l'encadré 6). Dans cette optique, il convient de renforcer les capacités de suivi des ressources en eau au moyen des produits présentés dans la figure 1.2 et des activités d'appui correspondantes. Dans cette sous-section, nous nous penchons plus spécifiquement sur :

- L'évaluation et le suivi des ressources en eau. Cette partie rassemble les éléments des activités suivantes : « Évaluation de la quantité et de la qualité des ressources en eau » (activité 2.1.1), « Évaluation des risques liés au changement climatique et à d'autres pressions pesant

sur les ressources en eau » (activité 2.1.2), « Suivi de la disponibilité et de la qualité de l'eau » (activité 2.2.1) et « Suivi des modèles d'utilisation et des menaces liées, entre autres, au climat » (activité 2.2.2).

La gestion des ressources en eau. Cette partie est en lien avec les activités suivantes : « Élaboration de directives/règles consensuelles tenant compte des risques climatiques pour l'ensemble du secteur de l'eau » (activité 2.3.1), « Appui aux initiatives de planification des bassins qui coordonnent les secteurs consommant de l'eau et la polluant et qui privilégient l'aide aux zones les plus vulnérables » (activité 2.3.2), et « Affectation prioritaire de ressources au secteur EAH par rapport à d'autres secteurs » (activité 2.4.2).

Encadré 6. Raison d'être de la corrélation établie, après 2015, entre le secteur EAH et le suivi et la gestion des ressources en eau

Les objectifs de développement durable ont placé la barre très haut en visant une « gestion en toute sécurité » des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement. En particulier, l'indicateur mesurant les progrès accomplis pour atteindre la cible relative à l'eau potable prévoit l'accès sur les lieux de consommation à une installation d'approvisionnement en eau gérée en toute sécurité, disponible au besoin, et conforme aux normes de qualité de l'eau relatives à la contamination fécale ou par des substances chimiques prioritaires (figure 1.2). S'il ne précise pas la quantité d'eau saine devant être fournie, il sous-entend que les ménages bénéficiant d'un accès à domicile consommeront bien plus d'eau que ceux n'ayant qu'un accès « limité » ou « basique » aux installations d'approvisionnement.

Bien que les besoins en eau pour l'approvisionnement domestique ne représentent généralement qu'une part infime de la totalité des prélèvements, il est possible qu'il soit difficile de répondre à la hausse de la demande d'eau fournie par des systèmes d'approvisionnement (sur les lieux de consommation) gérés en toute sécurité plutôt que par des services limités ou basiques dans les zones où l'eau est rare, où le changement climatique se traduira par une baisse de sa disponibilité et où la concurrence autour des ressources en eau s'accroît. Jusqu'à présent, la disponibilité d'une eau (sans risque sanitaire) suffisante pour les besoins domestiques a été davantage supposée que planifiée. En résumé, le secteur EAH est resté isolé, bien loin des débats relatifs à la gestion des ressources en eau plus largement consacrés à la durabilité et au changement climatique, aux priorités en matière de répartition des ressources et aux réglementations/mesures d'incitation nécessaires pour y parvenir.

Deux conclusions s'imposent. D'une part, des informations beaucoup plus précises sur l'état des ressources en eau, les tendances et les modèles de consommation seront indispensables pour soutenir les ambitions de l'objectif de développement durable 6, notamment en ce qui concerne les systèmes phréatiques insuffisamment caractérisés et altérés par le changement climatique. D'autre part, en raison de l'accentuation de la pression exercée sur les systèmes hydriques, et de l'influence du changement climatique tant sur l'approvisionnement en eau que sur la demande d'eau, le secteur EAH devra jouer un rôle bien plus actif dans les débats généraux autour des politiques et des plans de gestion, de répartition et de protection des ressources en eau (Howard *et al.*, 2016; UNICEF, 2016). Dans le cas contraire, l'eau qui devrait être réservée aux besoins domestiques hautement prioritaires pourrait être captée par d'autres utilisateurs et pour d'autres fins, notamment lorsque les investissements en faveur de l'irrigation se multiplient.

3.1. Évaluation et suivi des ressources en eau

La compréhension des ressources et des schémas d'utilisation est un préalable indispensable à une planification tenant compte des risques. Si beaucoup peut être accompli grâce à chaque programme et projet (voir ci-dessus), il est urgent d'appliquer des approches plus systématiques de l'évaluation et du suivi des ressources en eau dans de nombreux pays¹¹.

À l'échelle mondiale, les documents de suivi sont de moins en moins nombreux depuis plusieurs décennies, et le manque d'investissement entraîne la dégradation des réseaux en place ainsi qu'une diminution de la quantité et de la qualité des données disponibles pour la prise de décisions (Robins *et al.*, 2006 ; Foster et MacDonald, 2016). L'inversion de cette tendance ne sera ni facile ni rapide, notamment parce que la valeur des relevés hydrologiques, météorologiques et hydrogéologiques dépend fortement de leur durée.

Des données de qualité peuvent alimenter les études sur le lieu d'implantation (p. ex. où forer) ainsi que l'ensemble de données probantes disponibles relatives à l'incidence future du changement climatique et des facteurs socioéconomiques sur les ressources en eau. Des données sont également nécessaires pour soutenir les systèmes d'alerte et d'intervention rapides (voir ci-dessous), lesquels permettent de détecter et de prévenir la pollution et de s'assurer que l'eau est prélevée en quantité raisonnable.

S'agissant plus particulièrement des ressources en eaux souterraines (encadré 7), sur lesquelles les données manquent le plus, les efforts de suivi doivent porter sur les éléments suivants (d'après les travaux de MacDonald et Foster, 2016) :

Évaluation de la disponibilité et de la fiabilité des ressources en eau :

- Définir le profil de l'aquifère en utilisant les informations disponibles sur les roches, les sédiments et les sols, et en procédant à l'analyse scientifique de la transmissivité et du stockage – les deux caractéristiques principales qui permettent de déterminer le degré de résilience des eaux souterraines aux variations des précipitations et de la recharge.
- Mettre au point un système de suivi permettant d'enregistrer les fluctuations du niveau des eaux souterraines à long terme afin de les comparer aux relevés pluviométriques.
- Élaborer des cartes hydrogéologiques nationales ou régionales indiquant l'emplacement des principaux aquifères, ainsi que des bases de données nationales permettant l'enregistrement systématique des données relatives aux aquifères et aux eaux souterraines. Une fois les données de base recueillies, des cartes d'application

peuvent être réalisées afin de matérialiser, par exemple, la vulnérabilité à la sécheresse ou à la baisse à long terme des précipitations.

- Dresser un inventaire des principaux captages d'eau souterraine et des captages de moindre envergure susceptibles d'être utilisés pour établir des bilans hydrologiques permettant de comparer la recharge naturelle par rapport à la décharge et au captage. L'idéal serait de développer des modèles numériques dynamiques afin d'évaluer les répercussions de scénarios alternatifs – y compris concernant les changements climatiques à venir et leurs effets sur la disponibilité et la qualité de l'eau.

Évaluation de la qualité de l'eau et de sa vulnérabilité à la pollution :

- Caractériser la qualité des eaux souterraines en mettant en œuvre un programme systématique d'échantillonnage des sources d'eau, et en recueillant les données de référence nécessaires au suivi des évolutions par rapport aux normes de qualité de l'eau convenues.
- Évaluer la vulnérabilité des aquifères à la pollution et établir une cartographie des vulnérabilités qui sera utilisée pour planifier l'utilisation des terres.

Dans chaque cas, il est essentiel d'enrichir et de partager les connaissances acquises sur la façon dont les caractéristiques, la géologie et la chimie des aquifères déterminent le potentiel d'exploitation des eaux souterraines et conditionnent leur vulnérabilité aux changements climatiques et aux autres pressions.

Bien que l'évaluation et le suivi puissent se révéler coûteux, les avantages qui en résultent seront probablement supérieurs aux coûts liés à une mauvaise caractérisation des ressources, à l'accroissement des incertitudes dues au changement climatique ou à l'augmentation de la demande. Ainsi, les études réalisées en Afrique subsaharienne ont démontré que les avantages de l'évaluation des eaux souterraines compensaient les coûts engagés en augmentant les taux de réussite des forages et en évitant les surcoûts liés aux forages secs ou de faible débit (MacDonald *et al.*, 2006).

Au-delà des applications traditionnelles dans le cadre du développement ou des programmes, une importance croissante sera accordée aux systèmes de suivi associés à la réduction des risques de catastrophe (RRC), comme la préparation à la sécheresse ou aux inondations, et aux dispositifs d'alerte et d'intervention rapides. Par exemple, les données relatives à l'effet des variations des précipitations, du ruissellement et de la recharge sur les ressources en eau, conjuguées aux données sur la couverture, le type et le fonctionnement du réseau d'approvisionnement en eau, peuvent servir à prévoir dans quelles zones des problèmes d'accès à l'eau potable liés à la sécheresse sont susceptibles

¹¹ Pour plus d'informations, veuillez consulter la note technique : Suivi et évaluation de la résilience climatique du secteur EAH : http://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp_unicef_monitoring-and-evaluation-brief.pdf

de survenir (voir encadré 2). Les données ainsi obtenues peuvent être utilisées pour cibler et adapter les interventions EAH menées avant la sécheresse afin de renforcer la résilience.

Les coûts et les avantages liés à la mise en place de systèmes d'alerte rapide dépendent de l'ampleur et de la fréquence des aléas et de la vulnérabilité des communautés qui y sont exposées. Bien que les rapports coûts-avantages déclarés soient très variables, les évaluations portant sur les systèmes d'alerte rapide en cas de tempête, d'inondation et de sécheresse réalisées en Asie font état de retours potentiels sur investissement pouvant atteindre 599 dollars US par dollar investi (Subbiah *et al.*, 2008).

Les applications des données présentées ci-dessus mettent en lumière la possibilité d'exploiter les vastes quantités de

données recueillies par télédétection (p. ex. pour l'évaluation des ressources en eau) potentiellement transférables par téléphone mobile (p. ex. les données relatives à la défaillance du point d'eau sont transférées aux mécaniciens en charge de la pompe).

Les données doivent cependant être interprétées de manière rigoureuse, en particulier lorsqu'elles ne sont pas vérifiées sur le terrain au moyen de mesures élémentaires. Ainsi, les études par télédétection réalisées dans le nord de l'Inde en utilisant les données issues de la mission satellite GRACE¹² ont permis d'alerter sur l'épuisement généralisé des réserves d'eau souterraine dans le bassin du Gange. Toutefois, une analyse rigoureuse des mesures effectuées au niveau des puits d'eau de la région révèle un tableau bien plus nuancé, dans lequel la diminution rapide des nappes phréatiques se limite à des zones plus restreintes de l'aquifère, tandis que

Encadré 7. Potentiel et limites d'adaptation des réserves d'eau souterraines

Du fait de la capacité de stockage des aquifères, les eaux souterraines présentent de grands avantages par rapport aux eaux de surface, en termes de résilience face au climat. En effet, elles sont moins sensibles à la variabilité annuelle et interannuelle des précipitations et, par conséquent, offrent une certaine sécurité face à ces fluctuations et aux changements climatiques à plus long terme. Une plus grande disponibilité et une meilleure qualité de l'eau, ainsi que des coûts d'exploitation plus bas, constituent d'autres avantages des eaux souterraines (Calow *et al.*, 2010; MacDonald *et al.*, 2010; MacDonald *et al.*, 2012).

Aussi, les stratégies et les programmes nationaux relatifs au secteur EAH verront leur dépendance à l'égard des eaux souterraines augmenter fortement, notamment en raison de la demande croissante de ressources en eau visant à atteindre des niveaux de service supérieurs. Cependant, l'exploitation des eaux souterraines en tant que stratégie d'adaptation est freinée par une connaissance limitée de l'état et de l'évolution des ressources, et par une incertitude quant à la capacité des nappes phréatiques à soutenir des niveaux de service élevés, notamment lorsque les autres demandes augmentent.

Aussi bien en Asie qu'en Afrique subsaharienne, de nouvelles données semblent indiquer que la capacité de stockage des nappes phréatiques est considérable – équivalente en Afrique subsaharienne à 20 fois la quantité d'eau stockée par les lacs continentaux (MacDonald *et al.*, 2012). Toutefois, le stockage et les rendements sont inégaux. Des nappes phréatiques à rendement modeste sont largement disponibles à des profondeurs accessibles, suffisantes pour supporter les extractions d'eau effectuées au moyen de pompes manuelles. Leur capacité de stockage permet de garantir leur utilisation lors des variations interannuelles des précipitations. Néanmoins, au-delà des principaux bassins sédimentaires, il est plus difficile de trouver les rendements plus importants requis par les systèmes multi-villages et l'expansion urbaine. En milieu urbain, les ressources d'eau souterraines demandent parfois une plus grande vigilance à l'égard des risques de pollution et une gestion de ceux-ci, notamment à travers l'aménagement du territoire.

Quelles sont les implications de ces paramètres pour la résilience au changement climatique du secteur EAH ? Si, dans la majeure partie de l'Afrique, la disponibilité et l'accessibilité des eaux souterraines sont propices à l'approvisionnement domestique rural et à une faible utilisation productive, les niveaux de service qui peuvent être fournis sont toutefois limités. Ainsi, les systèmes multi-villages offrant un accès à l'eau sur les lieux de consommation demanderaient la réalisation d'au moins un forage à haut rendement. Au-delà des terrains sédimentaires, leur implantation nécessiterait des études hydrogéologiques approfondies qui font actuellement défaut, et ce, sans aucune garantie de succès.

¹² Les données de la mission Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) sont recueillies par deux satellites de la NASA placés en orbite terrestre basse en 2002.

les niveaux restent stables ou augmentent dans de vastes zones. La même analyse indique que la préoccupation majeure du bassin en matière d'EAH et d'agriculture irriguée est la détérioration de la qualité de l'eau, et non l'épuisement généralisé des réserves d'eau ou la variation de leur niveau due au climat (MacDonald *et al.*, 2016).

Messages clés

Réaliser l'ambition de l'accès universel à une eau sans risque sanitaire de manière durable exigera des informations beaucoup plus précises sur l'état des ressources en eau, les tendances de consommation et les pressions que celles qui sont actuellement disponibles dans de nombreux pays. En raison des autres incertitudes induites par l'évolution des précipitations, du ruissellement et des recharges en eau, le changement climatique apportera une valeur ajoutée aux informations de qualité – en particulier celles liées à la réduction des risques de catastrophe et au système d'alerte et de réaction rapide en cas de sécheresse/ inondation.

3.2. Gestion des ressources en eau

L'investissement dans l'évaluation et le suivi des ressources en eau est également nécessaire pour soutenir la gestion des ressources en eau. Bien que la mise en place d'institutions et de cadres solides de gestion de l'eau demeure un objectif à long terme dans de nombreux pays, les préoccupations liées à la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle locale nuisent parfois à sa réalisation (Calow et Mason, 2014). Du point de vue de l'EAH, la priorité consiste à protéger l'approvisionnement domestique contre la pollution et les utilisations concurrentes et, lorsque l'eau fait partie du processus d'assainissement, à s'assurer que les réseaux continuent à éliminer et à traiter efficacement les déchets. Autant d'objectifs à atteindre alors que le changement climatique s'accélère.

Dans le tableau 3.1 ci-dessous, nous recensons un certain nombre de problématiques et de mesures communes à partir des éléments constitutifs de la gestion adaptative des ressources en eau. Elles apparaissent à chaque fois que la gestion de l'eau est efficace, mais sont absentes (en tout ou partie) lorsque ce n'est pas le cas (Perry, 2013).

Les préoccupations communes au sujet du changement climatique offrent aux acteurs du secteur EAH l'occasion de plaider en faveur de l'investissement dans l'évaluation, le suivi et la gestion des ressources en eau. Néanmoins, il existe peu d'options rapides ; il faut du temps pour mettre en place une comptabilité de l'eau solide, des systèmes d'enregistrement

des usagers, des mécanismes d'octroi d'allocations, des études d'impact sur l'environnement, des plateformes destinées aux parties prenantes et des mesures anti-pollution, et les résultats obtenus peuvent être difficiles à mesurer.

Le financement demeure un problème, même si de nouvelles sources de financement de l'adaptation au changement climatique (p. ex. par le Fonds vert pour le climat et le Fonds d'adaptation) offrent des possibilités intéressantes. À ce jour, les sommes versées sont très largement inférieures aux engagements qui ont été pris, et la plupart des (rares) enveloppes destinées à financer l'adaptation dans le secteur EAH ont été affectées à des pays à revenu intermédiaire, sans tenir compte des problématiques plus générales liées à la gestion durable (WaterAid, 2016). Les acteurs du secteur EAH ont un rôle à jouer, à la fois en aidant les gouvernements à obtenir l'accréditation requise pour accéder directement aux fonds, et en plaidant pour faire de l'EAH une composante clé de la gestion adaptative des ressources en eau dans les pays, les communautés et les ménages les plus vulnérables.

Pour défendre cette cause, il est parfois nécessaire de pousser la réflexion au-delà des arguments habituels d'une « meilleure » gestion. Ainsi, en Éthiopie, les nombreuses interventions menées avec le ministère de l'Eau, de l'Irrigation et de l'Énergie dans le domaine de la gestion adaptative ne se sont imposées qu'une fois les coûts de l'inaction chiffrés et reliés à la stratégie de développement national du gouvernement. Cette démarche a supposé de mettre en évidence les coûts liés au développement intensif de l'industrie et de l'irrigation dans les bassins en amont lorsque les villes situées en aval étaient déjà contraintes de rationner l'approvisionnement et de consacrer la majeure partie du budget alloué aux services publics au traitement de l'eau (Parker *et al.*, 2016).

Messages clés

Garantir l'accès universel, notamment à des niveaux de service élevés associés à l'approvisionnement sur les lieux de consommation, ne pourra se faire par le biais d'une approche classique de la prestation de services, qui suppose que les besoins de quantité et de qualité peuvent être satisfaits indépendamment des autres demandes. Les préoccupations communes relatives au changement climatique représentent pour les acteurs du secteur EAH l'occasion de plaider en faveur du co-investissement dans la gestion des ressources en eau – afin de sécuriser et de préserver leur utilisation domestique et de garantir leur répartition équitable en respectant les limites environnementales.

Tableau 3.1 : Points de départ à l'engagement du secteur EAH en faveur d'une gestion adaptative des ressources en eau

Éléments clés d'une stratégie de gestion des ressources en eau	Priorités d'engagement du secteur EAH
<p>A. Rendre des comptes – en ce qui concerne les ressources en eau et leur utilisation</p> <p>Garantir des informations claires et accessibles au public sur l'état des ressources dans le temps et dans l'espace, et sur les systèmes de suivi des modifications intervenant dans la disponibilité, la qualité, les prélèvements et la pollution de l'eau.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plaidoyer : prôner un meilleur suivi et une meilleure évaluation des activités spécifiques au secteur EAH. ■ Partenariat : collaborer avec les gouvernements pour renforcer les capacités techniques, notamment en évaluant les conséquences sociales et environnementales des nouveaux projets d'infrastructures. ■ Financement : co-investir dans le suivi et l'évaluation, en se concentrant en priorité sur les zones à haut risque ; travailler aux côtés des gouvernements pour garantir le financement de l'action climatique en faveur du renforcement des systèmes d'observation des cycles hydrogéologiques face au changement climatique.
<p>B. Négocier – l'établissement des priorités</p> <p>Définir, au moyen de processus politiques, les priorités des consommateurs en ce qui concerne les ressources en eau disponibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plaidoyer : souligner les risques que représente pour le secteur EAH le libre développement de l'agriculture et de l'industrie et ceux inhérents à l'accélération du changement climatique. ■ Partenariat : collaborer avec les gouvernements pour veiller à ce que l'attribution des ressources en eau au profit du secteur EAH en milieu rural et urbain soit clairement établie par des plans de répartition par bassin et tienne compte des effets escomptés/prévus du changement climatique. ■ Financement : co-investir dans les initiatives de planification de la répartition par bassin afin de préserver les priorités du secteur EAH.
<p>C. Codifier – par des réglementations et des mesures d'incitation</p> <p>Traduire les priorités et les répartitions convenues par des réglementations, des statuts et des lois, afin de clarifier les services liés à l'utilisation de l'eau pour chaque secteur ou utilisateur, en fonction de différentes conditions hydrologiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plaidoyer : défendre le droit de l'homme à l'eau et les dispositions légales qui l'appuient. ■ Partenariat : collaborer avec les gouvernements dans l'élaboration de la législation nationale en matière d'eau, des stratégies sectorielles et des plans de gestion des bassins, afin de garantir que les droits d'usage de l'eau ont une force juridique, qu'ils sont dissociés des droits fonciers, et que les réglementations relatives à l'élimination des déchets privilégient la préservation d'une eau sans risque sanitaire. ■ Financement : soutenir les efforts déployés par les gouvernements pour la révision des statuts et des lois.
<p>D. Déléguer – qui fait quoi</p> <p>Déléguer la mise en œuvre aux institutions et aux organismes, en définissant clairement les rôles et les responsabilités de chacun dans la fourniture de l'ensemble des services liés à l'eau – du suivi des ressources à l'instauration de certificats d'attribution et de contrôle de la pollution.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plaidoyer : soutenir des groupes de travail intersectoriels, reliant le secteur EAH à l'agriculture, à l'énergie, à l'industrie et aux organismes/services environnementaux à différents niveaux ; veiller à ce que le secteur EAH ait des objectifs ciblés dans le cadre des politiques nationales en matière de changement climatique. ■ Partenariat : collaborer avec les organismes de réglementation dans la mise en œuvre des plans de protection des sources et des ressources ou travailler aux côtés des gouvernements pour contribuer à la création de ces organismes ; explorer les possibilités d'approches locales, communautaires de la gestion du secteur EAH et des bassins. ■ Financement : soutenir le renforcement des capacités techniques des organismes de réglementation (nationaux, régionaux et locaux) chargés de protéger les droits et de contrôler la pollution.
<p>E. Appliquer – les réglementations convenues</p> <p>Appliquer les réglementations, les statuts et les lois convenus précédemment évoqués, en donnant la priorité à la préservation des ressources d'eau potable en termes de qualité et de quantité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plaidoyer : mettre l'accent sur les cas de bonne et mauvaise gestion des ressources en eau influant sur le secteur EAH. ■ Partenariat : collaborer avec les organismes de réglementation dans la mise en œuvre des plans de protection des sources et des ressources ou travailler aux côtés des gouvernements pour contribuer à la création de ces organismes, en conférant à ceux-ci un poids politique. ■ Financement : soutenir la capacité de surveillance et d'application des organismes de réglementation (nationaux, régionaux et locaux) chargés de protéger les droits et de contrôler la pollution.

Source : d'après Perry (2013) et Mosello et al. (2016)

4. Appui aux infrastructures, aux technologies et à la gouvernance intelligentes face au climat

Dans cette section, nous examinons plus en détail quelques options ou produits spécifiques susceptibles de voir le jour au plus haut niveau de planification nationale, et nous tentons de répondre à la question suivante : à quoi ressemblent-ils au niveau local/à l'échelle des projets ?

Le Cadre de résultats (figure 1.1) fournit une liste exhaustive des produits et des activités d'appui disponibles au niveau local et à l'échelle des projets. Ici, nous nous intéressons plus particulièrement aux éléments suivants :

- L'application de normes et de pratiques résilientes au changement climatique. Cette partie reprend certaines des activités du Cadre de résultats, notamment « Assurance de la conformité aux normes tenant compte du changement climatique » (activité 3.1.1) et « Adaptation des technologies pour tenir compte des risques climatiques » (activité 3.4.1).
- La diversification et la décentralisation des services, qui se rapportent aux activités « Répartition des risques entre les différents systèmes et sources d'eau » (activité 3.3.1) et « Recherche en matière de réutilisation/recyclage des eaux usées, de récupération des nutriments et de production d'énergie à partir des déchets » (activité 3.4.3).
- Le développement et l'exploitation des réserves d'eau, en lien avec l'activité « Décentralisation des systèmes de stockage » (activité 3.2.1).
- Les solutions intelligentes face au climat (p. ex. technologies fonctionnant à l'énergie solaire). Cette partie est en lien avec l'activité « Étude des technologies innovantes et adaptées au changement climatique » (activité 3.4.2).

Tout d'abord, nous allons examiner un éventail d'options couvrant l'EAH en milieu rural et urbain, décrites plus en détail à l'annexe A. Dans les sections suivantes, nous nous pencherons plus avant sur certaines options ou approches spécifiques.

4.1. Application de normes et de pratiques résilientes au changement climatique

Toutes les grandes technologies du secteur EAH peuvent, à des degrés divers, être adaptées afin de tenir compte des risques climatiques. La plupart du temps, les adaptations disponibles sont des options « sans regret », c'est-à-dire souhaitables quels que soient les changements climatiques ou le scénario climatique utilisé, car elles permettent de réduire la vulnérabilité globale des systèmes face aux différents dangers et de maintenir la disponibilité, l'accessibilité et la qualité de l'eau.

Les tableaux 4.1 et 4.2 fournissent un aperçu des mesures d'adaptation pouvant être prises en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement, à partir de la synthèse plus détaillée figurant à l'annexe A.

4.1.1. Approvisionnement en eau

S'agissant de l'approvisionnement en eau, les grandes populations rurales d'Afrique subsaharienne et de certaines régions d'Asie continueront d'utiliser des systèmes gérés par la communauté reposant sur des technologies simples telles que la collecte des eaux de pluie, les sources, les puits et les forages (voir section 1).

À l'échelle des ménages, la collecte des eaux de pluie et les sources offrent relativement peu de flexibilité compte tenu du fait que leur emplacement est en grande partie prédéterminé, que leur conception offre peu de possibilités d'adaptation et qu'elles sont sensibles à la variation des précipitations. Ainsi, la collecte des eaux de pluie par les ménages fournit rarement des ressources suffisantes pour une année entière. Même dans les zones où les précipitations devraient augmenter, les limites du stockage peuvent encore être un facteur restrictif, notamment là où les pluies se manifestent lors d'événements de plus en plus intenses (p. ex. intensification des pluies de mousson). Cela étant, la collecte et le stockage des eaux de pluie peuvent constituer une source auxiliaire ou supplémentaire indispensable dans le cadre du « panachage » des technologies. En outre, lorsque cette méthode est réservée à des fins non potables, elle peut permettre d'alléger la pression exercée sur les sources d'eau potable (voir section 4.2 ci-dessous).

Les sources protégées et les puits creusés sont sensibles à la contamination microbienne (p. ex. pendant/après une inondation) et potentiellement vulnérables à la baisse saisonnière ou à long terme des précipitations et de la recharge. Toutefois, les mesures de protection des bassins hydrographiques, lorsqu'elles s'inscrivent dans un programme EAH, peuvent réduire l'endommagement des infrastructures par les inondations, diminuer le risque de contamination et améliorer la recharge des eaux souterraines¹³. Comme nous le verrons dans la section 4.3 ci-dessous, les effets sur la recharge sont spécifiques au contexte et dépendent de l'équilibre hydrologique local. Quelle que soit la méthode choisie, la qualité de la construction et le suivi de l'entretien auront une incidence majeure sur la résilience globale.

Les puits forés ou les forages offrent généralement une résilience accrue aux risques climatiques, notamment

¹³ Description disponible dans une autre note technique publiée dans cette série – *Développement résilient au changement climatique du secteur EAH. Évaluation participative locale de l'approvisionnement en eau et des risques liés au changement climatique : modification des plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau.*

lorsqu'ils sont alimentés par d'importantes réserves d'eau souterraine, et des adaptations permettent de réduire leur vulnérabilité aux dommages matériels, à la contamination et à la variation des précipitations et de la recharge. Par exemple, la surélévation de la tête du puits et l'extension du périmètre sanitaire peuvent atténuer efficacement les effets des inondations. De la même façon, l'isolation des couches supérieures par coffrage ou par remblai peut aider à limiter la contamination par les aquifères superficiels et la surface terrestre. Toutefois, comme indiqué ci-dessus, la qualité de l'implantation et de la construction influence fortement le fonctionnement et la résilience. Dans certains environnements, les puits creusés peuvent s'avérer plus résilients au changement climatique que les forages, notamment grâce à leur capacité à assurer un approvisionnement continu. Par exemple, lorsque les eaux souterraines se trouvent dans une zone sujette à l'érosion superficielle, la capacité du puits creusé à stocker une petite partie des infiltrations constitue un avantage non négligeable.

Les réseaux d'adduction plus complexes présentent plusieurs points faibles, de la source aux systèmes de traitement (le cas échéant), jusqu'à la distribution ultérieure. Par exemple, compte tenu de la multitude des conduites et des raccords, l'endommagement du réseau en un point donné risque d'affecter la disponibilité et la qualité de l'eau pour de nombreuses personnes, notamment en cas d'intersection des réseaux d'approvisionnement en eau et d'assainissement, ou lorsque la variation de la pression dans le réseau d'eau entraîne « l'aspiration » des polluants par les rigoles d'évacuation et les conduites d'égout qui fuient.

La sécurisation et la protection des sources d'eau est une première étape capitale. La protection et le traitement des sources sont clairement liés, car la modification de la qualité de l'eau a une incidence considérable sur le traitement nécessaire et son efficacité, ainsi que sur la conception de la station et la sélection du processus.

Compte tenu de la complexité croissante des réseaux de canalisations, les possibilités d'adaptation sont vastes et, du moins dans les grandes villes, les ressources (humaines, financières et techniques) nécessaires à leur mise en œuvre sont nombreuses. Les options d'adaptation sont les suivantes : utilisation de sources multiples afin de répartir les risques, innovations dans le domaine du traitement, solidité accrue des matériaux utilisés pour les canalisations, et mesures de gestion de la demande telles que la réduction des fuites (Danilenko *et al.*, 2010 ; Tyler et Moench, 2012 ; Howard *et al.*, 2016).

Là aussi, de nombreuses mesures peuvent être considérées comme « sans regret » ou « sans grands regrets ». La réduction des fuites, par exemple, peut aider à répondre à l'augmentation de la demande, à atténuer la pression exercée sur les sources et à améliorer le recouvrement des coûts. La réutilisation des eaux usées et la récupération de l'énergie et des nutriments qui en sont issus peuvent alléger la facture énergétique, réduire la demande en eau et diminuer les émissions de gaz à effet de serre – voir ci-dessous (Larsen *et al.*, 2016 ; Foster, 2017). L'encadré 8 ci-dessous synthétise l'expérience menée par la ville de Windhoek afin de mettre en œuvre des mesures globales de gestion de la demande et de lutte contre la sécheresse, dans un environnement de plus en plus exposé aux épisodes de sécheresse. Les principaux points à retenir de cette expérience sont les suivants :

- 1) l'application progressive de différentes stratégies, des campagnes d'information au rationnement, selon la gravité de la sécheresse ; et 2) le déploiement de stratégies de fond incluant la réutilisation des eaux usées et l'instauration d'une réglementation sur les appareils économes en eau.

En revanche, les grands investissements dans les infrastructures destinées au stockage, au traitement, au drainage ou à la réutilisation des eaux usées seront davantage sensibles au changement climatique, et nécessiteront que les planificateurs mesurent les risques à long terme et fassent des choix fondés sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles en matière de climat. Cela étant, les grands projets d'infrastructures reposant sur des réseaux, élaborés à l'intention de populations cibles déterminées et selon des scénarios climatiques établis, risquent de plus en plus d'aboutir à une conception inappropriée non adaptable. Ceci explique l'intérêt croissant pour les systèmes décentralisés, qui peuvent être développés progressivement afin de répondre à la demande et permettent une plus grande adaptation conceptuelle à mesure de l'évolution des risques climatiques et de leur compréhension (Larsen *et al.*, 2016 ; Foster, 2017).

Le tableau 4.1 synthétise les options d'adaptation qui peuvent s'avérer pertinentes dans le cadre d'interventions liées à l'approvisionnement en eau, en réponse à un éventail de risques climatiques. L'annexe A fournit de plus amples détails, notamment en ce qui concerne différents types d'interventions ou de dispositifs relatifs à l'approvisionnement en eau – de la protection des puits, des forages et des sources aux systèmes de canalisation.

Encadré 8. Équilibre entre l’approvisionnement en eau et la demande d’eau dans la ville de Windhoek (Namibie)

En Afrique australe, la ville de Windhoek, en Namibie, offre des perspectives intéressantes sur ce qui peut être réalisé afin d’ajuster l’approvisionnement en eau à la demande d’eau dans une zone où les ressources sont rares et les périodes de sécheresse, de plus en plus fréquentes.

Windhoek possède une longue expérience en matière de gestion adaptative de l’eau. Depuis les années 1930, la demande a dépassé les ressources des nappes phréatiques et la ville conjugue désormais l’exploitation des eaux souterraines à un transfert massif d’eau à partir de ce que l’on appelle le « système des trois barrages ». Parallèlement, la ville a mis en œuvre des mesures de gestion complète de la demande, prévoyant la récupération et le recyclage des eaux usées depuis 1960. Achevée en 2002, la dernière station d’épuration traite les eaux usées domestiques de la ville et fournit près de 26 % de l’approvisionnement en eau total de la municipalité, ainsi qu’une eau non potable destinée à l’irrigation.

Condi-tions nor-males	Pénurie d’eau	Séche-resse	Séche-resse sévère	Crise de l’eau	Disponibilité de l’eau	
Ne pas gaspiller l’eau	Vigilance séche-resse	Écono-mies d’eau néces-saires	Écono-mies d’eau obliga-toires	Ration-nement	Nombre de mois avec ap-provisionne-ment en eau disponible	
Consom-mation de référé-rence					30	
	Consom-mation d’eau réduite				24	
		Pour-centage d’éco-nomies d’eau				18
			Pour-centage d’éco-nomies d’eau exigées			
				Restric-tions		

Figure 4.1. Plan de lutte contre la sécheresse de Windhoek

Plusieurs autres mesures ont également été prises afin d’équilibrer la demande et l’approvisionnement, notamment à travers des campagnes de sensibilisation, la réduction des fuites, l’augmentation des tranches tarifaires dans le but de décourager la surconsommation, des réglementations relatives à l’utilisation d’appareils économes en eau, et la gestion de la recharge des aquifères pour stocker les excédents d’eau saisonniers.

La ville a également élaboré un plan modulable de lutte contre la sécheresse, synthétisé dans la figure 4.1, grâce auquel différentes actions sont déclenchées en fonction de la gravité de la sécheresse. Les indicateurs de sévérité de la sécheresse s’appuient sur la disponibilité de l’eau dans les réservoirs d’alimentation de la ville. Les actions correspondantes vont de la sensibilisation du public, notamment à travers l’enseignement scolaire et la mise à disposition d’une ligne directe pour signaler

les gaspillages, à l’application de tarifs spécifiques en cas de pénurie d’eau, aux restrictions et au rationnement de la consommation applicables si la sécheresse est plus sévère et qu’une crise de l’eau est déclarée.

Source : Plan de lutte contre la sécheresse de la ville de Windhoek (2015)

Tableau 4.1 : Aperçu des risques et des réponses climatiques – l’approvisionnement en eau

Principaux risques liés au changement climatique	Adaptations
<p>Domages matériels causés aux infrastructures d’approvisionnement en eau par l’augmentation des précipitations et les inondations.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Implanter les points d’eau à l’écart des zones réputées inondables. ■ Construire des digues/drains pour dévier les flux et les éloigner des points d’eau ; mettre en œuvre des mesures pour une gestion plus large des bassins afin de réduire le risque d’inondations. ■ Adopter des normes et des matériaux de construction solides pour les infrastructures d’approvisionnement en eau et de distribution de l’eau. ■ Adapter la conception et la construction des points d’eau en vue de réduire leur vulnérabilité. ■ Mettre en œuvre une planification en faveur d’une sécurité sanitaire de l’eau résiliente au changement climatique¹⁴.
<p>Risques menaçant la qualité de l’eau liés à l’augmentation des précipitations et aux inondations.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Implanter les points d’eau à l’écart des zones sujettes aux inondations et des sources de pollution (par exemple les latrines, les égouts). ■ Mettre en œuvre des mesures de gestion des bassins afin de réduire le risque d’inondations. ■ Sensibiliser le public aux risques liés à la détérioration de la qualité de l’eau pendant et après les inondations, et à la nécessité pour les ménages de traiter l’eau ou de trouver des alternatives de consommation sûres. ■ Améliorer la conception et la construction des points d’eau afin de prévenir la pénétration de contaminants. ■ Rehausser le tablier sanitaire autour de la tête des puits et élargir son diamètre. ■ Mettre en œuvre une planification en faveur d’une sécurité sanitaire de l’eau résiliente au changement climatique.
<p>Risques menaçant la disponibilité de l’eau et l’approvisionnement en eau en cas d’assèchement/de sécheresse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Recourir à des techniques d’investigation appropriées pour cibler les parties les plus productives des aquifères (et accroître le taux de réussite des forages). ■ Disposer et utiliser une grille adéquate pour maintenir le débit dans les installations composées de matériaux non consolidés (forages). ■ Creuser des puits en saison sèche pour garantir une profondeur suffisante. ■ Exploiter des sources et des réservoirs supplémentaires/de secours. ■ Mettre en œuvre un programme de gestion de la demande afin de préserver les ressources en eau et de réduire les pertes (en milieu urbain). ■ Adapter les ouvrages de prise d’eau sur les cours d’eau/ réservoirs pour compenser les flux faibles/intermittents. ■ Mettre en œuvre une planification en faveur d’une sécurité sanitaire de l’eau résiliente au changement climatique.

¹⁴ Voir : https://www.unicef.org/wash/files/GWP_UNICEF_Tech_A_WEB.PDF

4.1.2. Assainissement

Les options d'adaptation relatives aux systèmes d'assainissement¹⁵ varient selon que l'eau fait directement partie du processus technologique (par exemple dans le cas des égouts) ou qu'elles sont indirectement influencées par la capacité de l'environnement à absorber les eaux usées (notamment celles issues des latrines à fosse) ou à limiter leurs effets.

À l'échelle mondiale, les équipements sur site demeurent les principales installations d'assainissement. En tant qu'ensemble de technologies, les latrines à fosse sont généralement considérées comme résilientes, car même si cet aspect dépend en grande partie de la qualité de la construction, leurs modèles peuvent être adaptés de manière relativement simple et peu onéreuse. En réalité, l'assèchement de l'environnement peut avoir des conséquences positives si le niveau des eaux souterraines baisse, permettant ainsi de limiter davantage les agents pathogènes. La stabilité de la fosse peut s'en trouver altérée, mais il existe des options d'adaptation simples pour atténuer les risques – notamment en tapissant les fosses avec des matériaux locaux. Si la rareté de l'eau devient un problème majeur, on peut alors recourir aux toilettes « sèches », qui fonctionnent sans eau.

Toutefois, dans les contextes où les inondations sont susceptibles d'être plus fréquentes, les risques menaçant les infrastructures, la qualité de l'eau et la santé se multiplieront probablement, particulièrement là où les inondations se traduisent par un déversement massif des matières fécales dans l'environnement. La modification de la conception des fosses (les modèles en voûte, par exemple), la mise en œuvre de méthodes fondées sur les risques pour déterminer les distances qui doivent les séparer des sources d'eau (voir section 2.3) et la construction de points d'eau appropriés (notamment en fermant ou en recouvrant les parties polluées peu profondes de l'aquifère) peuvent contribuer à atténuer les risques. Là où les futurs niveaux de variabilité du climat ou la voie empruntée par les effets du changement climatique sont incertains au niveau local, on peut légitimement se demander dans quelle mesure il convient d'investir dans des options d'adaptation plus onéreuses – plutôt que de choisir des modèles moins coûteux, sans risques selon les schémas climatiques actuels, et substituables dès lors que les nouvelles tendances se feront jour. Les décisions dépendront également du contexte local, notamment des niveaux de risque, de la densité de la population, de la volonté et de la capacité des ménages à financer les remplacements/les alternatives, et (le cas échéant) de la hauteur des subventions disponibles (section 2.3).

En zone urbaine et péri-urbaine, la gestion des boues de vidange bénéficie d'un appui croissant, car le besoin de toilettes à faible coût stimule la demande d'équipements

d'assainissement sur site, et les services publics rencontrent des difficultés pour fournir des systèmes d'égouts conventionnels aux populations urbaines en plein essor. Les latrines à fosse ne pouvant être facilement remplacées dans les zones où l'espace est restreint et la population dense, la chaîne de gestion des boues de vidange repose sur la collecte et le transport motorisé des eaux usées, et sur leur élimination dans des installations de traitement. Les inondations représentent un risque évident pour les latrines elles-mêmes, pour les nappes phréatiques peu profondes utilisées à des fins « d'auto-alimentation » domestique, pour la capacité des véhicules à accéder aux sites inondés, et pour l'environnement où se mêlent eaux usées et eau pure. Au sein de nombreux établissements humains informels à forte densité, elles ont pour conséquence une vaste contamination de l'environnement et des ressources en eau, et de fréquentes épidémies de choléra, de typhoïde et d'autres maladies susceptibles de se répandre à l'échelle d'une ville entière (Charles *et al.*, 2012).

La gestion des boues de vidange étant encore largement non réglementée, l'une des priorités essentielles est l'introduction d'un certain degré de gestion ou de contrôle systématiques, centrés sur l'amélioration de la qualité et de la résilience du confinement domestique, et sur le transport et l'élimination en toute sécurité de ces boues dans des installations de traitement ne constituant pas une menace pour l'environnement (PGSSE, 2014 ; Hawkins *et al.*, 2013 ; Howard *et al.*, 2016). Cependant, le principal enjeu se situe peut-être au niveau politique : comment galvaniser l'engagement politique en faveur de la gestion des boues de vidange dans un contexte où les réseaux canalisés d'assainissement restent la référence absolue à laquelle aspirent les gouvernements et les services publics (Hawkins *et al.*, 2013 ; Raymond *et al.*, 2016 ; Larsen *et al.*, 2016) ?

Dans ce contexte politique, les réseaux d'égouts restent la principale forme d'assainissement géré par les services publics dans le monde. Ils sont pourtant vulnérables, dans des climats aussi bien très humides que très secs. Lorsque les précipitations diminuent, leur exploitation et leur entretien peuvent devenir plus difficiles – c'est le cas notamment des réseaux conventionnels, qui nécessitent de plus grandes quantités d'eau. Le traitement peut également s'avérer plus complexe et plus coûteux si, par exemple, les normes doivent être rehaussées pour compenser la plus faible capacité d'absorption et de dilution des masses d'eau réceptrices. Les systèmes modifiés, tels que les égouts à faible diamètre et les égouts condominaux, consomment généralement moins d'eau et sont moins susceptibles de s'obstruer si les flux diminuent ou sont aléatoires, mais ils sont encore très peu adoptés en dehors de l'Amérique du Sud (Hawkins *et al.*, 2013).

Là où les précipitations ou l'intensité des pluies augmentent, il deviendra primordial de séparer les eaux pluviales des eaux

¹⁵ Pour un aperçu complet des systèmes et des technologies d'assainissement (disponible en plusieurs langues), voir Tilley *et al.* (2014) et les nombreuses autres ressources mises à disposition sur Internet par l'Institut fédéral suisse des Sciences et Technologies de l'Eau (EAWAG).

usées, afin de réduire le risque de saturation des systèmes de collecte et de traitement. La multiplication des matières solides en suspension dans les rivières peut également signifier que les systèmes de traitement requièrent une profonde modernisation ou révision.

Le tableau 4.2 synthétise les options d'adaptation qui peuvent s'avérer pertinentes dans le cadre d'interventions liées à l'assainissement, en réponse à un éventail de risques climatiques. Une fois encore, l'annexe A fournit de plus amples détails sur différents types de technologies d'assainissement, notamment les latrines à fosse/les fosses septiques et les égouts.

Tableau 4.2 : Aperçu des risques et des réponses climatiques – l'assainissement

Principaux risques liés au changement climatique	Adaptations
Dommages matériels causés aux infrastructures d'assainissement par l'augmentation des précipitations et les inondations.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Construire des digues/drains pour dévier les flux et les éloigner des latrines ; mettre en œuvre des mesures pour une gestion plus large des bassins afin de réduire le risque d'inondations, de protéger les infrastructures et les installations de traitement. ■ Implanter les latrines, les installations de stockage et de traitement à l'écart des zones réputées inondables. ■ Adopter des normes solides de conception et de construction pour les infrastructures d'assainissement dans les zones à haut risque. ■ Mettre en œuvre une planification en faveur d'une sécurité sanitaire de l'eau résiliente au changement climatique¹⁶.
Inondation des infrastructures d'assainissement et risques pour la santé publique liés à la contamination de l'eau et de l'environnement en général.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Renforcer les systèmes de protection contre les inondations et la gestion en amont des bassins. ■ Pomper ou vidanger régulièrement les latrines afin de prévenir les débordements, et nettoyer les canalisations et les égouts pour éviter les obstructions. ■ Adapter les systèmes ou en concevoir de nouveaux – comme les latrines surélevées ; les clapets anti-retour sur les fosses septiques ; l'évacuation séparée des eaux usées et des eaux de pluie (en milieu urbain). ■ Sensibilisation et éducation du public autour des risques menaçant la santé publique et des mesures de protection existantes. ■ Mettre en œuvre une planification en faveur d'une sécurité sanitaire de l'eau résiliente au changement climatique.
Moins d'eau disponible pour vidanger et nettoyer les systèmes dans des conditions d'assèchement/de sécheresse.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Adapter les systèmes ou en concevoir de nouveaux, par exemple des latrines à consommation d'eau faible/nulle, des réseaux d'égouts modifiés et/ou décentralisés, des processus de traitement capables de fonctionner efficacement en cas de dilution réduite. ■ Intensifier les programmes d'entretien pour détecter et résoudre les problèmes d'obstruction dans les égouts. ■ Mettre en œuvre une planification en faveur d'une sécurité sanitaire de l'eau résiliente au changement climatique.

Messages clés

L'ensemble des technologies et des méthodes de gestion traditionnelles visant à fournir une eau sans risque sanitaire et des installations d'assainissement sûres peuvent, à des degrés divers, être adaptées en fonction du risque climatique. D'ailleurs, de nombreuses options d'adaptation parmi celles évoquées sont étonnamment semblables à certaines pratiques connues de gestion efficace destinées à garantir la fiabilité, la protection et le développement des services. Par conséquent, la sécurisation et la protection des ressources en eau, et le renforcement de la chaîne de gestion des boues de vidange, constituent des investissements programmatiques judicieux dont peuvent bénéficier les populations vulnérables exposées à divers risques climatiques et non climatiques.

¹⁶ Voir : https://www.unicef.org/wash/files/GWP_UNICEF_Tech_A_WEB.PDF

4.2. Diversification et décentralisation des services

Diversifier les sources d'eau potable et décentraliser les services d'approvisionnement en eau et d'assainissement en zone urbaine, au profit de cellules plus petites ou de mini-réseaux, peut contribuer à réduire le risque lié à une source unique d'approvisionnement ou à des dysfonctionnements critiques pour le réseau. Ainsi, l'exploitation de plusieurs sources d'approvisionnement différentes, chacune ayant son propre profil de risque et (potentiellement) sa propre utilisation finale, peut permettre de disperser les risques. Il en va de même des mini-réseaux d'approvisionnement en eau et d'assainissement pouvant être développés progressivement dans les villes à croissance rapide, qui, outre la dispersion des risques, autorisent une conception plus souple (et adaptative).

4.2.1. Approvisionnement en eau

La dispersion des risques entre différentes sources et la dissociation de l'utilisation domestique de l'eau des autres besoins en la matière permettent de garantir les services liés à l'utilisation de l'eau, alors que les risques climatiques augmentent. En fonction du contexte, l'exploitation de sources d'approvisionnement multiples et indépendantes peut consister à :

- Conjuguer la protection des sources à l'aménagement de puits creusés ou forés en zone rurale, ou associer l'une

de ces options ou les deux à la collecte et au stockage domestiques des eaux de pluie.

- Appuyer l'exploitation de sources individuelles ou groupées pour les ménages, comme alternative aux systèmes d'adduction multi-villages dépendant d'une ou de plusieurs sources indispensables au réseau.
- Exploiter d'autres sources d'approvisionnement en eau à un endroit donné lorsqu'un entrepreneur de forage est présent sur les lieux. Ainsi, d'autres sources peuvent être exploitées si, en raison d'un rendement limité, une source unique est susceptible de ne pas pouvoir répondre au pic de demande lors de la saison sèche ou d'un épisode de sécheresse. Comme nous l'avons souligné précédemment, cette stratégie devrait être plus rentable que de tenter d'exploiter de nouvelles sources d'approvisionnement en période de crise (MacDonald *et al.*, 2010).
- Réaliser des forages auxiliaires de « secours » dans les zones hydrogéologiques les plus favorables – à l'écart des établissements humains si nécessaire – pouvant être dégagés et utilisés en cas d'urgence. Des sources supplémentaires pourraient être utilisées par des ménages issus de différents villages ou, le cas échéant, fournir de l'eau pour les opérations de remplissage des citernes (Calow *et al.*, 2010; Elliot *et al.*, 2011).
- Encourager en zone urbaine les réseaux de services groupés, pouvant être ajoutés progressivement

Encadré 9. Services d'eau à usage multiple

Les services d'eau à usage multiple peuvent être développés en transformant les installations à usage unique – par exemple, en ajoutant des abreuvoirs ou de petits systèmes d'irrigation à une installation domestique (« domestique plus »)¹⁷, ou en intégrant une borne-fontaine ou un lavabo à un système d'irrigation (« irrigation plus »). À l'opposé, une approche de « services d'eau à usage multiple dès la conception » part de zéro, et consiste à faire correspondre le modèle et les prestations aux besoins des populations lors de la phase de planification du projet (van Koppen, 2014).

Une telle approche part de la réalité des usages multiples de l'eau pour planifier et modéliser les nouvelles infrastructures ou rénover d'anciens systèmes. L'objectif est de fournir de l'eau pour différents usages, sachant que les populations rurales souhaitent rarement avoir accès et utiliser l'eau uniquement à des fins domestiques. Les utilisations productives mineures comprennent l'arrosage des jardins potagers, la micro-irrigation, l'élevage, la transformation de produits agricoles, le brassage et la production de briques.

Bien que ces utilisations soient « mineures » pour ce qui est du volume d'eau prélevé (comparé, par exemple, à l'irrigation commerciale), leur impact sur la santé, la richesse et la résilience des moyens de subsistance des populations peut être considérable. Des études ont montré que la pratique d'activités productives utilisant de l'eau entraînait une forte augmentation du revenu total des ménages et que les activités économiques liées à l'eau réalisées à l'échelle des ménages profitaient particulièrement aux femmes (Srinivasan *et al.*, 2012 ; van Koppen *et al.*, 2014). Les effets positifs de ces activités sur les moyens de subsistance se renforcent mutuellement et peuvent améliorer également la résilience de l'approvisionnement en eau des ménages, étant donné que les systèmes répondant aux multiples priorités des populations sont plus susceptibles d'être privilégiés par ces dernières et de fournir le revenu en espèces nécessaire pour payer les réparations. En outre, les systèmes domestiques peuvent être soumis à une moindre pression de la demande si l'utilisation productive a été prévue au préalable dans la conception (Adank *et al.*, 2013 ; van Koppen *et al.*, 2014). Même si les hommes contrôlent les utilisations productives de l'eau et les privilégient en période de pénurie, les services d'eau à usage multiple peuvent présenter des avantages pour les femmes en sécurisant l'accès à l'eau pour des activités non productives, y compris pour un usage domestique.

¹⁷ Il s'agit essentiellement de promouvoir des niveaux de services supérieurs pour répondre à de petits besoins productifs, en doublant ou en triplant l'approvisionnement jusqu'à 50 à 100 litres par jour et par habitant.

afin de répondre à la demande. Ces systèmes sont particulièrement appropriés pour l'équipement des zones périurbaines, car en réduisant la distance entre le lieu d'utilisation domestique de l'eau et celui où elle est extraite/traitée, ils permettent de limiter les coûts d'infrastructures, la consommation d'énergie et les pertes en eau (Foster, 2016). Il convient de souligner que si les infrastructures peuvent être décentralisées, et dans une certaine mesure gérées au niveau local, un contrôle effectué par un organisme public compétent est généralement nécessaire.

Identifier les utilisations domestique et productive de l'eau comme des catégories distinctes, à travers les services multi-usages de l'eau, peut aussi se traduire par l'exploitation de différentes sources, bien qu'il existe d'autres alternatives (encadré 9). Toutefois, l'idée est de répondre dans chaque cas aux besoins des populations en eau à des fins domestique et productive, en reconnaissant que les ménages ruraux et périurbains nécessitent de l'eau pour de multiples raisons. Permettre l'utilisation productive de l'eau à petite échelle peut stimuler et « lisser » les revenus des ménages et renforcer la résilience des moyens de subsistance. Par ailleurs, il existe un dividende EAH spécifique si les utilisateurs sont davantage incités à pérenniser et à entretenir les services liés à une utilisation « domestique » de l'eau, s'ils ont une capacité financière suffisante pour le faire et, éventuellement, pour financer les équipements d'assainissement.

Néanmoins, l'intégration des services multi-usages de l'eau dans les programmes EAH conventionnels s'est révélée difficile, en grande partie du fait que le contrôle de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène assuré par le secteur de la santé ne tient généralement pas compte de l'importance de l'utilisation productive de l'eau à l'égard de la santé, de la nutrition et de la réduction de la pauvreté. En résumé, l'objectif visant à répondre aux besoins multiples des populations se heurte aux mandats à fin unique des ministères de tutelle.

4.2.2. Assainissement

Il existe un intérêt croissant pour la chaîne de gestion des boues de vidange, notamment dans les zones urbaines à forte croissance, car la plupart des populations pauvres vivant en milieu urbain dépendent d'équipements sanitaires sur site – latrines à fosse, fosses septiques et fosses d'aisance – dans lesquels les eaux usées domestiques s'accumulent sous forme de « boues de vidange » ou « boues de fosses septiques ». Sans une gestion appropriée, les boues de vidange s'accumulent dans des fosses de conception médiocre, sont déversées directement dans les collecteurs d'eaux pluviales ou dans les plans d'eau, ou sont simplement jetées là où l'espace le permet (PGSSE, 2014). En raison de la densité de la population, les ménages vivant au sein d'établissements humains informels sont particulièrement menacés, car ils sont souvent implantés sur des terres marginales, de basse altitude et manquent de sécurité d'occupation¹⁸.

Une part importante et grandissante de la population mondiale n'ayant pas accès aux systèmes d'égouts, il est urgent de développer des installations plus économiques, capables de fournir les services indispensables à la santé publique face à une demande croissante et aux extrêmes climatiques (Reymond *et al.*, 2016). En particulier, les inondations peuvent provoquer une contamination à grande échelle au sein des établissements humains informels caractérisés par un drainage inadéquat et un manque d'espace pour couvrir et abandonner en toute sécurité des latrines à fosse pleines, ou pour en construire de nouvelles ailleurs. Ainsi, à Dhaka, une ville du Bangladesh sujette aux inondations, les crues inondent régulièrement les équipements d'assainissement sur site dont dépendent la plupart des habitants (particulièrement les populations pauvres vivant en milieu urbain), provoquant une contamination et la propagation de maladies à grande échelle. Pourtant, les services de gestion des boues de vidange demeurent minimales (encadré 10).

Ces circonstances créent un besoin en matière de chaîne de services d'assainissement dans les zones urbaines, afin que les matières fécales puissent être collectées, transportées, traitées, réutilisées ou éliminées en toute sécurité et dans de bonnes conditions d'hygiène. Jusqu'à présent, les expériences à l'échelle ont été limitées, en partie parce que les gouvernements favorisent les réseaux d'égouts, considérés comme la seule forme « appropriée » d'assainissement urbain, et en raison des incertitudes concernant les types de modèles organisationnels et réglementaires à adopter (Larsen *et al.*, 2016). Cependant, l'expérience menée à Lusaka en Zambie (encadré 10) offre des perspectives intéressantes en matière de méthodes de gestion des boues de vidange résilientes face au climat et (potentiellement) viables d'un point de vue commercial, tenant compte notamment de la nécessité d'une priorisation politique des services d'assainissement sur site.

D'autres municipalités, dont Dakar au Sénégal et Ouagadougou au Burkina Faso, ont également commencé à intégrer la gestion des boues de vidange dans leur aménagement urbain et à étudier des modèles d'affaires commercialement efficaces, et fournissent des services qui restent abordables pour les ménages urbains les plus pauvres.

Outre les avantages qu'ils apportent à la santé publique, les services décentralisés de gestion des boues de vidange ouvrent également la voie à des approches sur site ou plus localisées en matière de séparation, de traitement et de réutilisation des excréments, des eaux usées et d'autres flux de déchets (tels que les déchets alimentaires). Ces approches peuvent contribuer à la dispersion des risques dans la chaîne de services – par exemple, entre différentes « cellules » opérationnelles disposant de leurs propres installations de stockage/traitement – et permettre la récupération et la réutilisation de précieux produits

¹⁸ L'insécurité d'occupation a son importance dans le sens où elle sous-tend les mesures d'incitation aux investissements privés ou publics dans les infrastructures et la gestion des boues de vidange.

résiduels, car l'énergie et les nutriments (et les eaux usées domestiques) sont plus facilement récupérés à partir de flux séparés. La vente de ces ressources peut, à son tour, fournir un appui financier à la chaîne de services, en réduisant les redevances de collecte au niveau des ménages et en augmentant la demande de services d'assainissement là où elle est sensible aux prix (Strande *et al.*, 2014).

La récupération d'énergie peut également être intéressante lorsque des réacteurs à biogaz sont utilisés pour le traitement des eaux usées issues des systèmes septiques, comme c'est fréquemment le cas en Chine – avec l'avantage supplémentaire de réduire les émissions globales de gaz à effet de serre (Tilley *et al.*, 2014 ; Howard *et al.*, 2016 ; Larsen *et al.*, 2016)¹⁹.

Encadré 10. Gestion des boues de vidange et risques d'inondation : enseignements tirés de Lusaka et Dhaka

À Lusaka (Zambie), seuls 16 % de la population urbaine est raccordée au réseau d'égouts. Le reste des habitants, en particulier ceux vivant dans les zones périurbaines densément peuplées, bénéficient d'installations sanitaires sur site, principalement des latrines à fosses. La forte croissance démographique, l'absence de reliefs, les inondations fréquentes et le manque d'infrastructures de drainage provoquent régulièrement des épidémies de choléra et d'autres maladies liées à un mauvais assainissement.

Une initiative menée par l'entreprise Lusaka Water and Sewerage Company (LWSC) et soutenue par l'ONG Accès à l'eau et à l'assainissement des pauvres vivant en zone urbaine (Water and Sanitation for the Urban Poor, WSUP) souhaite mettre en œuvre un service complet de gestion des boues de vidange dans deux zones dans lesquelles la prestation de ce service est déléguée aux fonds communautaires pour l'eau (Water Trusts), sous la supervision de LWSC. Ce projet a débuté par une évaluation de la demande pour les produits finis et de la propension des ménages à payer pour des services de vidange de fosses ou de transport des boues. Les aspects techniques de la chaîne de gestion des boues de vidange ont ensuite été étudiés, tels que la mise en œuvre d'un service de vidange de fosses adapté aux latrines surélevées et de services de transport pour les zones difficiles d'accès, la création de stations locales de transfert et de traitement, et la construction d'installations de traitement semi-centralisées produisant des biosolides sûrs et commercialisables. L'accent a dû être mis sur la commercialisation de ce service pour stimuler les ventes et sur la mise en place d'une communication encourageant le changement durable des comportements afin de susciter son adoption.

Bien que le service de gestion des boues de vidange n'en soit qu'au stade initial, les premiers résultats sont encourageants. Au cours des 23 premiers mois suivant le lancement du projet, environ 900 fosses utilisées par près de 25 000 personnes ont pu être vidangées, avec un pic de demande juste avant la saison des pluies. Bien que le service ait été jusqu'à présent subventionné, il est prévu que le service complet de gestion des boues de vidange devienne économiquement viable afin de pouvoir être déployé à bien plus grande échelle, réduisant ainsi le risque pour la santé publique lié à la contamination de l'environnement due aux inondations.

L'exemple de Dhaka (Bangladesh) témoigne de l'urgence de mettre en œuvre un service de gestion des boues de vidange, malgré les obstacles existants. Avec une population dépassant les 15 millions d'habitants et augmentant de plus de 4 % chaque année, Dhaka est l'une des plus grandes villes d'Asie et son taux de croissance figure parmi les plus importants du continent. C'est également l'une des plus exposées aux inondations. Les inondations de grande ampleur sont fréquentes et le système de traitement des déchets est en grande partie inefficace : dans les bidonvilles, les eaux de pluie se mélangent aux eaux usées, les réserves en eau sont contaminées et les épidémies de typhoïde, de choléra et d'autres maladies liées aux inondations sont monnaie courante. Bien que presque la totalité (99,7 %) des boues de vidange soient rejetées dans le caniveau ou dans l'environnement, la demande de gestion des boues de vidange reste faible et la fourniture de services (vidange, transport, traitement) à un niveau minimum.

Proposer une chaîne de services totalement fonctionnelle pour traiter ce problème exige d'agir à plusieurs niveaux, y compris sur : 1) le transport, le traitement et l'utilisation officiels et opérationnels des biosolides, y compris l'élaboration de modèles commerciaux viables ; 2) l'amélioration des infrastructures de confinement existantes et la déconnexion des latrines au caniveau au fur et à mesure de la modernisation du système ; et 3) la promotion d'une gamme de services de vidange abordables, en particulier pour les populations pauvres des zones urbaines.

Source : Accès à l'eau et à l'assainissement des pauvres vivant en zone urbaine (WSUP), document thématique (2015) ; Ross *et al.* (2016).

¹⁹ Le biogaz est un mélange de méthane, de dioxyde de carbone et d'autres gaz présents à l'état de traces, qui peut être transformé en chaleur ou en électricité. Second produit résiduel, les boues digérées peuvent être utilisées comme engrais, bien qu'elles nécessitent parfois un traitement supplémentaire pour que leur utilisation soit sans risque.

Messages clés

Les approches de prestation de services EAH qui répartissent le risque entre les sources et les systèmes et limitent l'exposition des populations aux défaillances importantes d'alimentation/de réseau vont gagner en importance. Dans les zones rurales, le simple fait de mettre à disposition une source d'eau supplémentaire ou de satisfaire les besoins multiples des populations peut renforcer leur résilience. En zone urbaine, les formes décentralisées d'approvisionnement en eau et d'assainissement peuvent offrir des avantages substantiels et permettre au secteur privé et aux organisations de la société civile de s'impliquer tout au long de la chaîne, même si le contrôle du gouvernement exercé dans ce domaine restera fort. La mise en place de services de gestion des boues de vidange constitue une priorité particulière dans les villes connaissant un essor rapide afin de limiter les risques que font peser les inondations sur la santé publique dans les zones dépendantes d'installations sanitaires sur site.

4.3. Développement et exploitation des réserves d'eau

Dans de nombreuses régions du monde, les populations connaissent des périodes de graves pénuries d'eau, même lorsque les précipitations annuelles et le ruissellement sont abondants. Le captage et le stockage de l'eau dans un « tampon » – par exemple une nappe phréatique ou une cuve de stockage – permettent d'atténuer la variabilité des ressources hydriques. De même, le stockage de l'eau peut contribuer au contrôle des flux.

Il revêtira donc une importance particulière dans les zones où l'intensité et/ou la fréquence des sécheresses et des inondations sont susceptibles de croître, et dans celles qui connaîtront une baisse durable des précipitations.

De nombreux gouvernements ont remédié au problème du stockage en investissant dans de grands projets d'infrastructure – réservoirs et barrages. Pour la majorité des utilisateurs ruraux dispersés, les investissements plus décentralisés à l'échelle des ménages ou des communautés sont davantage appropriés, notamment ceux liés à des programmes d'exploitation du stockage naturel des nappes phréatiques. La capacité de stockage des nappes phréatiques ne concerne pas seulement les eaux souterraines déjà stockées, mais le potentiel représenté par leur espace vide (et leur souplesse de stockage) pour recevoir une charge d'eau supplémentaire.

Il existe de nombreuses options différentes, qui dépendent a) de la manière dont l'eau est interceptée et b) de la manière dont elle est transportée. Le tableau 4.3 synthétise les principales techniques existantes. Les plus pertinentes pour le secteur EAH sont surlignées en orange.

L'augmentation de la recharge des nappes phréatiques et l'exploitation du stockage souterrain peuvent permettre d'accélérer le rythme moyen d'extraction des eaux souterraines à long terme et de préserver les points d'eau individuels. Différentes structures peuvent être utilisées, schématiquement classées de la manière suivante :

a) interception de l'eau des cours d'eau par le biais de canaux ; b) infiltration depuis la surface terrestre (techniques

hors canaux) ; et c) infiltration directe par les puits. Les sources hydriques englobent les eaux pluviales, les eaux fluviales, le ruissellement des eaux de pluie ou les eaux usées traitées. Dans chaque cas, l'objectif est d'accroître la recharge des eaux souterraines, là où elles peuvent être stockées en toute sécurité pour une réutilisation ultérieure.

Cependant, avant d'entreprendre toute action, il est important de clarifier les objectifs de stockage (protéger les sources d'eau potable individuelles ou renforcer plus largement le stockage souterrain ?) et d'éclairer les choix par une compréhension des conditions hydrogéologiques du site (l'objectif est-il réaliste et réalisable ?). Par ailleurs, il importe de tenir compte des aspects suivants :

- Les effets potentiels en aval de la rétention et de la recharge d'eau. En présence de bassins fermés où l'eau n'atteint jamais la mer, l'augmentation de la recharge d'eau en amont réduira la disponibilité des ressources hydriques en aval pour les utilisateurs concernés. Une bonne comptabilité de l'eau, ou du moins un minimum de compréhension de l'utilisation/des utilisateurs d'eau en amont et en aval, est nécessaire pour garantir que les utilisateurs situés en aval ne seront pas lésés par les mesures de « conservation » en amont.
- La qualité de l'eau de recharge. La qualité des eaux souterraines peut être altérée si une eau de mauvaise qualité est directement introduite dans les aquifères – par exemple à travers les puits, sans filtration préalable. Encourager l'augmentation de la recharge en eau dans les zones densément peuplées et/ou polluées peut donc présenter un risque sérieux de contamination.
- Les problématiques institutionnelles en matière de collecte des fonds (qui paie ?), de priorités d'utilisation (qui en bénéficie ?) et de modalités de gestion (qui contrôle ?).

L'encadré 11 ci-dessous résume l'expérience réalisée avec certaines des méthodes les plus simples utilisées dans les zones rurales pour renforcer la résilience des sources d'eau potable face à la sécheresse et augmenter de manière plus importante la recharge des aquifères.

La collecte des eaux de pluie au moyen de techniques diverses est pratiquée depuis des siècles dans les zones arides et semi-arides du globe. Le stockage de l'eau de pluie

Tableau 4.3 : Éventail des options de stockage de l'eau

Stockage des eaux souterraines	Stockage en réservoir fermé	Stockage en cuve ouverte
Infiltration au niveau du lit de la rivière	Collecte des eaux de pluie	Stockage dans les cours d'eau
<ul style="list-style-type: none"> ■ Comblement des ravins ■ Barrages souterrains ■ Barrages de rétention ■ Barrages de correction torrentielle 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réservoirs sur toiture ■ Petits réservoirs ■ Citernes souterraines 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Petits réservoirs de stockage
Infiltration par la surface du sol	Captage du brouillard	Stockage hors des cours d'eau
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bassins d'infiltration ■ Tranchées, fossés, écoulements ■ Irrigation par épandage d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Écran de captage du brouillard et réservoir 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réservoirs de stockage hors des cours d'eau ■ Collecte des eaux de ruissellement routières ■ Dignes trapézoïdales ■ Retenues collinaires/sur affleurement rocheux
<ul style="list-style-type: none"> ■ Infiltration directe 		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Puits d'infiltration/recharge par tube ■ Puits d'injection ■ Infiltration en berge 		

Source : préparé à partir de IGRAC et Acacia Water (2003) et Foster et al. (2009). Les options les plus favorables pour améliorer la résilience de l'approvisionnement en eau des ménages sont surlignées.

Encadré 11. Accroître la recharge des aquifères : exemples de terrain

Les techniques d'infiltration au niveau du lit de la rivière sont largement utilisées en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud dans le but de capter et stocker le ruissellement des eaux souterraines. Par exemple, des barrages de sable ont été installés dans les lits de cours d'eau saisonniers en Éthiopie, au Burkina Faso, au Kenya et en Inde pour retenir les sédiments pendant la saison des pluies et créer ainsi des aquifères de sable « artificiels ». Un avantage majeur des barrages de sable par rapport aux barrages de retenues à ciel ouvert est que l'eau stockée est emprisonnée dans les sédiments perméables et n'est donc pas soumise à l'évaporation et à la contamination. Les résultats coûts-bénéfices ont été très largement positifs, améliorant ainsi l'accès à l'eau potable et la production agricole pendant la saison sèche.

En Inde, l'amélioration de la recharge des nappes phréatiques par le biais de barrages de correction torrentielle et d'autres structures implantées dans les cours d'eau a longtemps été une composante des programmes du gouvernement et des ONG relatifs aux bassins hydrographiques. Même si ces programmes ne visaient pas spécifiquement à préserver les réserves d'eau potable, les meilleurs d'entre eux sont parvenus à endiguer la dégradation des sols, à améliorer la productivité de la base de ressources naturelles et (pour certains) à accroître l'eau disponible à l'échelle locale à des fins d'utilisation domestique et productive. En revanche, les mesures prises en Inde pour améliorer l'approvisionnement ne permettront pas de résoudre le problème croissant du pays lié à la surexploitation des eaux souterraines et de contrer la menace qu'il représente pour l'approvisionnement en eau des ménages.

Au Bangladesh, plus de 20 millions de personnes vivant dans les zones côtières sont déjà confrontées à la salinisation des réserves d'eau potable ; les effets du changement climatique, tels que l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempêtes, contribueront à aggraver ce phénomène. L'UNICEF a collaboré avec le gouvernement et l'université du Bangladesh en vue de traiter des problèmes d'intrusion saline, de pénurie d'eau potable durant la saison sèche et de dégradation des réserves d'eau conventionnelles due aux inondations dans les zones côtières. Des techniques innovantes « d'injection directe », une forme de « recharge contrôlée des aquifères », ont été utilisées pour pomper de l'eau douce depuis un étang ou un toit et l'injecter dans les aquifères salins pour créer une poche d'eau douce au milieu des eaux salines. Lors du prélèvement d'eau dans les étangs, les sédiments sont tout d'abord éliminés à l'aide de filtres à sable pour éviter l'obstruction des pompes. En 2017, une centaine de ces systèmes étaient opérationnels.

Sources : Banque mondiale, 2010 ; Tuinof et al., 2012 ; Lasage et al., 2015 ; UNICEF, 2017.

peut être un moyen pratique et peu coûteux de compléter l'approvisionnement domestique en eau non potable, particulièrement là où les toitures rigides (métal, tuiles) remplacent peu à peu les matériaux traditionnels, et où le coût des pièces en métal et en plastique nécessaires à l'acheminement et au stockage diminue. La qualité de l'eau peut être problématique, mais préservée grâce à la filtration/au filtrage, à la désinfection chimique ou au processus de « premier flot », qui consiste à laisser de côté le premier flot d'une précipitation.

Toutefois, comme souligné précédemment, le captage et le stockage de l'eau à l'échelle des ménages fournit rarement des ressources suffisantes pour une année entière. Même dans les zones où les précipitations devraient augmenter, les limites du stockage peuvent être un facteur restrictif, notamment là où les pluies se manifestent lors d'événements de plus en plus intenses.

Il existe un large éventail d'options pour la collecte des eaux de pluie. Toutefois, elles doivent être considérées non pas comme des sources essentielles d'approvisionnement en eau pour les besoins domestiques, mais comme des sources « auxiliaires » ou supplémentaires, du moins dans les environnements caractérisés par l'assèchement. Les systèmes les plus basiques associent la collecte, la gestion et l'utilisation de l'eau par les ménages individuels. Pour les ménages les plus pauvres, les conteneurs de stockage peuvent donc constituer une lourde dépense, en particulier si des volumes de stockage plus importants sont nécessaires pour capter des précipitations plus intenses et surmonter les périodes de sécheresse (Elliot *et al.*, 2011). La collecte des eaux de pluie dans un ou plusieurs conteneurs communs (de plus grande dimension) peut être avantageuse pour des groupes de ménages, à condition que des chaînes d'approvisionnement puissent les fournir ou soient encouragées à le faire.

Messages clés

Dans les régions où les précipitations devraient diminuer ou devenir plus imprévisibles, il est indispensable de tirer le meilleur profit des réserves d'eau, qu'elles soient naturelles ou artificielles. L'exploitation des réserves naturelles que constituent les aquifères apporte de nombreux avantages et peut s'avérer d'autant plus efficace si les conditions hydrogéologiques sont connues. Néanmoins, les risques de contamination sont élevés et nécessitent une protection et une gestion méticuleuses. Le captage et le stockage des eaux de pluie par les ménages peuvent également offrir des avantages dans certaines régions, bien qu'ils ne constituent généralement qu'une source d'approvisionnement « de secours » ou complémentaire.

4.4. Systèmes d'approvisionnement en eau fonctionnant à l'énergie solaire : une solution intelligente face aux changements climatiques

Dans les sections précédentes, nous avons étudié des options d'adaptation aux effets du changement climatique. Dans celle-ci, nous nous intéressons brièvement à une technologie émergente : le pompage à eau solaire, qui peut également contribuer à l'atténuation des conséquences du dérèglement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Les systèmes d'approvisionnement en eau fonctionnant à l'énergie solaire suscitent un intérêt croissant en tant que moyens de développer des services abordables, durables et intelligents face aux changements climatiques. À ce jour, la plupart de ces systèmes ont été installés dans des communautés, écoles et établissements de santé ruraux, se substituant aux pompes manuelles et aux installations motorisées. Outre le fait que leur utilisation ne génère aucune émission, ils présentent pour principaux avantages (d'après Bamford et Zadi, 2016) :

- Une durabilité à long terme et de faibles coûts de fonctionnement journaliers (contrairement aux systèmes motorisés), bien que leur conception et leur installation puissent être techniquement complexes et coûteuses (les coûts étant cependant en baisse).
- Une adaptabilité aux réseaux d'adduction multi-villages. Les systèmes d'approvisionnement en eau fonctionnant à l'énergie solaire pourraient permettre aux communautés rurales dispersées de gagner des degrés sur l'échelle de l'eau pour atteindre des niveaux de services supérieurs (figure 1.2).
- Une pression moindre sur les forages, et par conséquent moins de probabilité d'échec car, généralement, les systèmes fonctionnant à l'énergie solaire pompent et transportent l'eau sur une longue période. En outre, le réservoir de stockage intégré dans la conception de ces systèmes peut fournir un approvisionnement tampon très utile. Considérées dans leur ensemble, ces caractéristiques peuvent accroître la résilience globale du service en cas d'assèchement de l'environnement ou de sécheresse.

Les études récentes réalisées sur les performances des systèmes d'approvisionnement en eau fonctionnant à l'énergie solaire ont été encourageantes. À l'échelle mondiale, 35 programmes de pays lancés par l'UNICEF utilisent aujourd'hui ces systèmes et leur expérience s'est avérée largement positive (Bamford et Zadi, 2016). Les difficultés qui demeurent sont principalement liées aux faiblesses de certaines chaînes de services (en ce qui concerne les pièces et les réparations) et, comme pour tout système, à la collecte et à la gestion efficaces des redevances d'utilisation par les comités EAH.

La Banque mondiale rend compte également d'expériences réalisées avec des systèmes fonctionnant à l'énergie solaire, par le biais de sa [base de connaissances sur l'utilisation de l'énergie solaire pour le pompage de l'eau](#), comportant des

études de cas (là encore largement positives) menées dans toutes les régions où elle œuvre. Le portail propose une boîte à outils complète pour la mise en œuvre de projets solaires dans les pays en développement (Banque mondiale, 2010).

Tableau 4.4 : Comparaison des technologies de pompage de l'eau

	Pompes manuelles	Motopompes*	Pompes solaires
Coût initial par utilisateur	10-20 dollars US	20-50 dollars US (varie en fonction du contexte et du type/de la taille du système)	10-90 dollars US (varie en fonction du contexte et du type/de la taille du système)
Profondeur de pompage	Généralement jusqu'à 80 m	Généralement jusqu'à 600 m	Généralement jusqu'à 250 m
Installation	Simple	Moyennement complexe	Moyennement complexe
Expérience de l'utilisateur	Faible coût d'entretien, mais pannes fréquentes ; l'utilisateur doit collecter l'eau	Coût d'entretien élevé et pannes fréquentes ; l'utilisateur doit collecter l'eau à moins qu'il n'y ait un système de distribution	Faible coût d'entretien et pannes rares ; généralement reliées au réseau d'adduction de l'eau – plus accessibles
Charges d'exploitation	Faibles – entretien et réparations simples	Élevées – coût du carburant et paiement de l'opérateur	Faibles – à moins que le système ne soit commandé manuellement
Viabilité	Souvent faible – pannes fréquentes	Souvent faible – pannes fréquentes et interruptions	Élevée – peu d'entretien nécessaire
Pollution	Pas d'émission de gaz à effet de serre lors de l'utilisation	D'importantes émissions de gaz à effet de serre durant la construction et l'utilisation	Pas d'émission de gaz à effet de serre lors de l'utilisation
Autres facteurs	Adaptées uniquement aux aquifères peu profonds	Adaptées aux aquifères plus profonds ; bruyantes et nécessitent une alimentation fiable en carburant	Nécessitent une exposition au soleil constante tout au long de l'année. Baisse de rendement par temps couvert.

Note : *gasoil ou autre carburant.

Source : préparé à partir de Bamford et Zadi (2016).

Messages clés

Ces dernières années, le coût de la technologie de pompage solaire a considérablement baissé, la rendant compétitive face aux systèmes motorisés. Affichant une bonne durée de vie et un coût de fonctionnement modéré et ne générant aucune émission, le pompage solaire offre de nombreux avantages. Dans les zones rurales en particulier, le pompage solaire pourrait favoriser le développement de systèmes d'adduction d'eau multi-villages, offrant ainsi des services d'une meilleure fiabilité.

5. Conclusions

Dans la présente note technique, nous avons étudié un large éventail de solutions techniques, institutionnelles et liées aux politiques mises en œuvre pour répondre aux risques que représentent la variabilité climatique et les changements à long terme pour le secteur EAH. Nous en avons tiré la conclusion majeure suivante : l'adaptation à ces changements doit passer tout d'abord par l'adoption de mesures de lutte contre les menaces existantes, du moins pour les investissements EAH visant à répondre aux besoins à court et moyen terme. Toutefois, l'argument principal évoqué est que nombre de ces mesures, telles que les approches d'implantation des latrines et des points d'eau fondées sur les risques ou la conception et la construction minutieuses d'infrastructures EAH, devraient déjà être des pratiques familières. Si tel est le cas, la question est de savoir si les bonnes pratiques relatives à l'atténuation des risques connus sont réellement appliquées sur le terrain et, si ce n'est pas le cas, de comprendre pourquoi.

Selon la logique du Cadre de résultats, la présente note technique s'attache à examiner les mesures visant à améliorer la résilience des services EAH mises en place à l'échelle nationale, infranationale et locale/du projet, alors que l'attention commence à se focaliser sur la réalisation des ODD. Les parties prenantes souhaitant renforcer et adapter les programmes nationaux sont tenues de réaliser un examen approfondi dans lequel les meilleures données disponibles sur la performance des services sont compilées et analysées afin d'éviter la tentation d'utiliser le changement climatique comme justification de problèmes complexes potentiels : mauvais fonctionnement du système, approvisionnement en eau aléatoire et faible recours à l'assainissement. Toutefois, les zones soumises à un risque climatique élevé sont identifiées avec pour objectif de maintenir un approvisionnement en eau fiable dans les environnements difficiles et de veiller à ce que la planification de l'assainissement s'appuie sur une bonne compréhension des risques climatiques. La préoccupation majeure exprimée quant à la vulnérabilité des services d'assainissement, aussi bien dans les zones urbaines que rurales, porte sur leur capacité à répondre à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation des précipitations et sur la construction de latrines résilientes.

La présente note adopte une approche intégrée en étudiant les points communs entre les programmes nationaux et infranationaux. Elle aborde également les services EAH dans le contexte plus large des ressources en eau, en accordant une attention particulière à deux éléments souvent ignorés

d'une bonne planification EAH : l'évaluation et le suivi des ressources en eau et la gestion des ressources en eau. Le principal point à retenir ici est que l'accès universel à une eau sans risque pour la santé et à des niveaux de service plus élevés ne se fera pas sans une refonte de l'approche classique de la prestation de service qui suppose que les besoins en matière de quantité et de qualité peuvent être satisfaits indépendamment des autres demandes. Les parties prenantes du secteur EAH devront établir des alliances avec des partenaires inhabituels – dans les secteurs de l'agriculture, de l'énergie et de l'industrie – pour s'assurer que les usages domestiques de l'eau sont privilégiés et protégés.

Enfin, la présente note passe en revue un mélange de bonnes pratiques et d'innovations pouvant être mises en œuvre au niveau local/du projet dans le but de renforcer la résilience et couvrant différents aspects du secteur EAH en milieu urbain et rural. Les plus grandes difficultés sont indubitablement rencontrées dans les villes à croissance rapide, mal équipées pour faire face à l'augmentation de la demande en eau, et dans lesquelles la majorité de la population – en particulier les plus pauvres – dispose uniquement d'installations sanitaires sur site déversant les matières directement dans l'environnement. S'il est urgent de renforcer les chaînes de gestion des boues de vidange, le gouvernement concentre souvent son attention sur d'autres points.

Les systèmes décentralisés d'approvisionnement en eau et d'assainissement pouvant être ajoutés progressivement afin de répondre à la demande, et permettant une plus grande adaptation conceptuelle à mesure de l'évolution des risques climatiques et de leur compréhension, offrent un énorme potentiel, en particulier si les sous-produits de l'assainissement en milieu urbain peuvent être utilisés pour financer et alimenter l'expansion de celui-ci. Toutefois, la supervision gouvernementale des systèmes décentralisés reste indispensable pour garantir leur conformité aux normes et veiller à ce qu'ils favorisent les populations pauvres.

Dans les zones rurales des pays en développement, il semble raisonnable de continuer à avoir recours à des systèmes d'approvisionnement en eau gérés par la communauté et à des installations sanitaires sur site pouvant répondre aux besoins d'un nombre important de personnes. Les techniques et approches utilisées peuvent être adaptées. Par exemple, la résistance des forages aux sécheresses et aux inondations peut être renforcée, la conception et la réalisation des installations d'assainissement peuvent être

améliorées, des sources d'eau supplémentaires peuvent être créées afin de répartir les risques, et le stockage des eaux souterraines peut être mieux exploité. Les options envisagées ne sont nullement exhaustives, mais offrent un aperçu des possibilités d'adaptation de la conception et de la gestion des services EAH.

La présente note technique s'achève par une brève présentation des pompes à eau solaires, une innovation recevant une attention et des investissements croissants.

Ses avantages sont évidents : tirer parti de l'énergie gratuite du soleil pour pomper l'eau et la stocker en vue de l'acheminer vers des bornes-fontaines ou chez les particuliers. L'expérience de l'UNICEF est positive et celle des utilisateurs (par rapport aux autres options) paraît bonne. Le déploiement de cette technologie à plus grande échelle semble assuré, du moins dans les environnements disposant de chaînes d'approvisionnement opérationnelles et bénéficiant toute l'année d'un bon ensoleillement.

6. Références

- Adank, M., Butterworth, J., Sutton, S. et Abebe, Z., 2013. Innovative approaches for extending access to water services: the potential of multiple-use water services and self-supply. In : Calow, R., Ludi, E. et Tucker, J. (dir.) : *Achieving Water Security: Lessons from Research in Water Supply, Sanitation and Hygiene in Ethiopia*. Practical Action Publishing Limited, Rugby.
- Adekile, D., 2014. *Procurement and Contract Management of Drilled Well Construction: A Guide for Supervisors and Project Managers*. Rural Water Supply Network (RWSN), septembre 2014.
- ARGOSS, 2001, *Assessing the risks to groundwater from on-site sanitation*. Service géologique britannique, 2001.
- Bamford, E. et Zadi, D., 2016. *Scaling up solar powered water systems: a review of the experiences*. UNICEF, 2016.
- Banque mondiale, 2010. Deep Wells and Prudence: Towards Pragmatic Action for Addressing Groundwater Overexploitation in India. Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque mondiale, 2010. Washington DC.
- Bongartz, P., Vernon, N. et Fox, J. (dir., 2016), *Sanitation for All: Experiences, Challenges and Innovation*. Édité par Bongartz, P., Vernon, N. et Fox, J. Practical Action Publishing.
- Bulletin du Groupe sectoriel EAH, 2016. Ethiopia Humanitarian Response 2016, *WASH Cluster Ethiopia*, volume 1, numéro 1, avril 2016.
- Cairncross, S., Cumming, O., Jeandron, A., Rheingans, R., Ensink, J. et Brown, J., 2013. *Water, Sanitation and Hygiene Evidence Paper*. Londres : DFID.
- Calow, R., MacDonald, A., Nicol, A., et Robins, N., 2010. Ground Water Security and Drought in Africa: Linking Availability, Access and Demand. *Ground Water*, 48 (2), 246-256.
- Calow, R., MacDonald, A. et Cross, P., 2012. Rural Water Supply Corruption in Ethiopia, chapitre 4 in : *Diagnosing Corruption in Ethiopia: Perceptions, Realities and the Way Forward for Key Stakeholders* (rédigé par Janelle Plummer). Directions in Development, Banque mondiale, Washington D.C.
- Calow, R. et Mason, N., 2014. The real water crisis: inequality in a fast-changing world. Document d'information de l'ODI, mai 2014.
- Carter, R., et Ross, I., 2016. Beyond 'functionality' of handpump-supplied rural water services in developing countries. *Waterlines* vol. 35, n° 1.
- Cavill, S. avec Chambers, R. et Vernon, N., 2015. Sustainability and CLTS: Taking Stock. *Frontiers of CLTSL Innovations and Insights* 4, Institute of Development Studies, Brighton.
- Chambers, R., 2016. Présenté dans : *Sanitation for All: Experiences, Challenges and Innovation*. Rédigé par Bongartz, P., Vernon, N. et Fox, J. Practical Action Publishing.
- Cobbing, J. et Davies, J., 2008. The benefits of a scientific approach to sustainable development of groundwater in sub-Saharan Africa. Chapitre 6 in : *Applied Groundwater Studies in Africa*, IAH Selected Papers on Hydrogeology, volume 13, rédigé par Adelana, S. et MacDonald, A. Taylor & Francis, 2008. ISBN version imprimée : 978-0-415-45273-1 ; ISBN version électronique : 978-0-203-88949-7 ; DOI : 10.1201/9780203889497.ch6
- Danilenko, A., Dickson, E. et Jacobsen, M., 2010. Climate change and urban water utilities: challenges and opportunities. Document de travail sur l'eau, Banque mondiale, Washington.
- Document thématique du WSUP, 2015. Introducing safe FSM services in low-income urban areas: Lessons from Lusaka. Octobre 2015.
- Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. et Bartram, J., 2011. *Technologies for Climate Change Adaptation – The Water Sector*. De Lopez, T. (dir.). Roskilde; Centre Risoe du PNUE.
- Foster, V. et Briceno-Garmendia, C., 2010. *Africa's Infrastructure: A Time for Transformation*. Washington DC: Agence Française de Développement et la Banque mondiale.
- Foster, S., 2017. Urban groundwater dependency in tropical Africa: A scoping study of pro-poor implications. Document de travail du programme UPGro, mars 2017.
- Groupe sectoriel mondial EAH, 2016. Cash and Markets in The WASH Sector. Exposé de position du Groupe sectoriel mondial EAH, décembre 2016.
- Hagen-Zanker, J., Bastagli, F., Barca, V., Sturge, G. et Schmidt, T., 2016. Understanding the impact of cash transfers: the evidence. Document d'information de l'ODI, juillet 2016.

- Hawkins, P., Blackett, I. et Heymans, C., 2013. *Poor-inclusive urban sanitation: An overview*. Étude 80347 menée dans le cadre du Programme pour l'eau et l'assainissement, août 2013. Banque mondiale, Washington DC.
- Howard, G., Calow, R., MacDonald, A. et Bartram, J., 2016. Climate change and water and sanitation: likely impacts and emerging trends for action. *Annual Review of Environment and Resources*. 41:8.1-8.24.
- Howard, G., Williams, A.R., Overbo, A. et Bartram, J., 2016. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*, 2^e édition, Organisation mondiale de la Santé, 2016.
- Howard, G. et Bartram, J., 2010. *The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change*. Rapport technique. Genève : Organisation mondiale de la Santé.
- Hunter, P., Zmirou-Navier, D. et Hartemann, P., 2009. Estimating the impact on health of poor reliability of drinking water interventions in developing countries. *Science of the Total Environment*, 407, 2009.
- Hutton, G. et Varughese, 2016. *The Costs of Meeting the 2030 Sustainable Development Goal Targets on Drinking Water, Sanitation and Hygiene*. Synthèse du Programme pour l'eau et l'assainissement (WSP), janvier 2016. Banque internationale pour la reconstruction et le développement/ Banque mondiale.
- Julliard, H. et Opu, M.I., 2014. Scoping Study: Emergency Cash Transfer Programming in the WASH and Shelter Sectors. Étude de portée des recherches réalisée par le Cash Learning Partnership (CaLP), décembre 2014.
- Lapworth, D.J., Carter, R.C., Pedley, S. et MacDonald, A.M., 2015. Threats to groundwater supplies from contamination in Sierra Leone, with special reference to Ebola care facilities. *Rapport ouvert du Service géologique britannique*, OR/15/009.
- Larson, T.A., Hoffmann, S., Luthi, C., Truffer, B. et Maurer, M., 2016. Emerging solutions to the water challenges of an urbanising world. *Science Special Section Urban Planet*, vol 352, numéro 6288, 20 mai 2016.
- Lasage, R., Aerts, J., Verburg, P. et Sileshi, A., 2015. The role of small scale sand dams in securing water supply under climate change in Ethiopia. *Mitigation and Adaption Strategies for Global Change* (2015) 20: 317-339.
- MacDonald, A. Davies, J., Calow, R. et Chilton, J., 2005. *Developing groundwater: a guide for rural water supply*. Rugby, UK, ITDG Publishing, 358 pages.
- MacDonald, A. M. et Calow R.C., 2009. Developing groundwater for secure rural water supplies in Africa. *Desalination* 248: 546-556
- MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Ó Dochartaigh, B.E. et Taylor, R.G., 2012. Quantitative maps of groundwater resources in Africa. *Environmental Research Letters*, 7 (2), 024009. 10.1088/1748-9326/7/2/024009.
- MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Ahmed, K.M., Burgess, W.G., Basharat, M., Calow, R.C., Dixit, A., Foster, S.S.D., Gopal, K., Lapworth, D.J., Lark, M., Moench, M., Rao, M.S., Shamsudduha, M., Smith, L., Taylor, R.G., Tucker, J., van Steenbergen, F. et Yadav, S.K., 2016. Groundwater quality and depletion in the Indo-Gangetic basin mapped from in situ observations. *Nature Geoscience Letters*, volume 9, octobre 2016. DOI: 10.1038/NCEO2791
- Moriarty, P., Butterworth, J. et Franceys, R., 2013. Trends in Rural Water Supply: Towards a Service Delivery Approach. *Water Alternatives*, 6 (3), 329-349.
- Oates, N., Ross, I., Calow, R., Carter, R. et Doczi, J., 2014. *Adaptation to Climate Change in Water, Sanitation and Hygiene: Assessing Risks and Appraising Options for Africa*. Londres : ODI.
- OMS, 2009. Vision 2030 The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change. Summary and Policy Implications. Genève : OMS/DFID.
- OMS, 2017. Une eau potable gérée en toute sécurité – rapport thématique sur l'eau potable 2017. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé.
- ONU-eau, 2014. Investir dans l'eau et l'assainissement : améliorer l'accès, réduire les inégalités.
- ONU-eau, 2015. Consolidated metadata note from UN agencies for SDG 6 indicators on water and sanitation.
- Parker, H., Mosello, B., Calow, R., Quattri, M., Kebede, S., Alamirew, T., Gudina, A. et Kume, A., 2016. *A thirsty future? Water strategies for Ethiopia's new development era*. Rapport de recherche de l'ODI, août 2016.
- Partenariat mondial de l'eau et UNICEF, 2014. Développement résilient au changement climatique du secteur EAH. Cadre stratégique.
- Perry, C., 2013. ABCDE + F: A framework for thinking about water resources management. *Water International*, 2013. Vol. 38, n° 1, p 95-107.
- Plan de lutte contre la sécheresse de la ville de Windhoek, 2015. Département des infrastructures, de l'eau et des services techniques, version 1, novembre 2015.

- Robins, N. S., Davies, J. Farr, J. L. et Calow, R. C., 2006. The changing role of hydrogeology in semi-arid southern and eastern Africa. *Hydrogeology Journal* 14(8), 1483–1492.
- Robinson, A. et Gnilo, M., 2016. Promoting choice: smart finance for rural sanitation development. Chapitre 14 in : *Sanitation for All: Experiences, Challenges and Innovation*. Rédigé par Bongartz, P., Vernon, N. et Fox, J. Practical Action Publishing.
- Ross, I., Scott, R. et Joseph, R., 2016. *Fecal Sludge Management: Diagnostics for Service Delivery in Urban Areas. A case study in Dhaka, Bangladesh*. Programme pour l'eau et l'assainissement de la Banque mondiale, Banque mondiale, Washington DC.
- Smits, S. et Lockwood, H., 2015. *Re-imagining rural water services: the future agenda*. The Hague: IRC.
- Srinivasan, V., Palaniappan, M., Akudago, J., Cohen, M. et Christian-Smith, J., 2012. *Multiple-Use Water Services (MUS): Recommendations for a Robust and Sustainable Approach*. Pacific Institute, mars 2012.
- Strande, L., Ronteltap, M. et Brdjanovic, D. (dir.), 2014. *Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation*. IWA Publishing, 2014.
- Subbiah, A.R., Bildan, L. et Narasimhan, R., 2008. Background Paper on Assessment of the Economics of Early Warning Systems for Disaster Risk Reduction. Banque mondiale, Washington DC.
- Tilley, E., Ulrich, L., Luthi, C., Reymond, P., Schertenleib, R. et Zurbrugg, C., 2014. *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. 2^e édition révisée. EAWAG et IWA, 2014.
- Tucker, J., MacDonald, A., Coulter, L. et Calow, R., 2014. Household water use, poverty and seasonality in Ethiopia: quantitative findings from a highland to lowland transect. *Water Resources and Rural Development*, 3, 27-47.
- Tuinof, A., Van Steenberg, F., Vos, P. et Tolk, L., 2012. *Profit from Storage: The costs and benefits of water buffering*. Wageningen, The Netherlands: 3R Water Secretariat.
- Tyler, S. et Moench, M., 2012. A framework for urban climate resilience. *Climate and Development*, vol. 4, n° 3, octobre 2012, p 311-326.
- UNICEF, 2016. Stratégie pour l'eau, l'assainissement et l'hygiène (2016-2030). UNICEF New York, août 2016.
- UNICEF, 2017. Thirsting for a Future. Water and Children in a Changing Climate. New York: UNICEF.
- UNICEF/OMS, 2010. Atteindre les OMD en matière d'eau potable et d'assainissement : Évaluation des progrès à mi-parcours. Genève : OMS/UNICEF.
- UNICEF/OMS, 2017. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Genève : Programme commun OMS/UNICEF de suivi de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement.
- UNICEF/OMS, 2017. WASH Post-2015: Proposed indicators for drinking water, sanitation and hygiene. Programme commun OMS/UNICEF de suivi de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement.
- Van Koppen, B., Smits, S. et Thomas, J., 2014. *Scaling up Multiple Use Water Services: Accountability in the Water Sector*. Rugby, Royaume-Uni: Practical Action Publishing.
- WaterAid, 2016. Increasing climate finance for the provision of sustainable water and sanitation services in low-income countries. Document d'orientation de WaterAid Climate Finance Initiative.

Annexes

A. Options d'adaptation : l'EAH en milieu rural et urbain

Diminution de l'eau disponible pendant la saison sèche ou les sécheresses ; diminution à long terme des eaux de surface et/ou souterraines disponibles

Principaux risques – approvisionnement en eau :

1. risque pour l'approvisionnement en eau, en particulier le stockage des eaux de pluie, les cours d'eau éphémères et les puits peu profonds
2. baisse de la qualité de l'eau en raison d'une dilution moins importante à la source (combinée à des températures plus élevées) et modification de la pression dans les systèmes de distribution – et leurs répercussions sur la santé et les coûts de traitement
3. demande accrue en stockage d'eau de surface et en eaux souterraines pour pallier les déficits en eau
4. concurrence croissante entre les utilisations domestiques et les autres usages de l'eau

Principaux risques – assainissement :

1. moins d'eau disponible pour vidanger et nettoyer les latrines à fosse et les fosses septiques
2. contraction du sol et dégradation potentielle des infrastructures
3. blocage des canalisations dû à l'évacuation faible ou intermittente
4. matières de vidange plus concentrées à leur arrivée dans les usines de traitement ou contenues dans des eaux réceptrices
5. dilution moindre des eaux usées dans les eaux réceptrices – charges polluantes plus importantes en aval

Systèmes d'approvisionnement en eau communautaires/institutionnels – puits protégés, forages et sources

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Élaborer des plans d'alerte précoce et d'intervention pour le secteur EAH	Peut favoriser l'identification des zones, sources et populations vulnérables et assurer une réponse en temps opportun aux sécheresses.	Les données relatives à la vulnérabilité des ressources, aux sources et à l'exposition des populations peuvent être insuffisantes. Les organismes responsables de la collecte de données pour l'alerte précoce sont souvent différents de ceux chargés d'intervenir.	Alerte précoce : si disponible, l'inventaire des points d'eau peut apporter de précieuses informations sur le type, l'emplacement et le fonctionnement des points d'eau. Les cartes et suivis hydrogéologiques peuvent fournir des données sur la résilience probable des ressources. Intervention : par exemple, cibler et intensifier les programmes d'entretien/de réhabilitation ; créer des points d'eau supplémentaires ; aider au stockage, à l'acheminement et au traitement de l'eau ; en dernier recours, acheminer l'eau par camions-citernes.

Systèmes d'approvisionnement en eau communautaires/institutionnels – puits protégés, forages et sources			
Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Développer/protéger les points d'eau les plus fiables/offrant un meilleur rendement	Les points d'eau au rendement plus élevé sont moins susceptibles de subir un assèchement saisonnier et pendant les sécheresses.	Compromis possible entre emplacement hydrologique optimal et facilité d'accès	Des informations sur la fiabilité et la qualité des différents points d'eau peuvent être recueillies auprès de la population locale, en particulier des femmes. Compléter avec les informations communiquées/enregistrées relatives au débit et à la fluctuation de la qualité du puits.
Puits sur site ou forages dans les parties les plus productives de l'aquifère	Voir ci-dessus	Voir ci-dessus + compromis entre les coûts de prospection des eaux souterraines et les avantages (taux de réussite, rendement du puits)	En fonction du contexte : investir dans une évaluation des ressources et de l'emplacement peut être bénéfique dans des environnements hydrogéologiques plus difficiles, mais peut s'avérer inutile là où les eaux souterraines sont facilement accessibles (p. ex., principaux aquifères alluviaux)
Garantir le respect des normes de construction adéquates et la supervision de la construction des puits et forages	Peut avoir un impact considérable sur les performances à long terme du point d'eau, y compris sur sa résilience à la variabilité/ au changement climatique.	Supervision des entrepreneurs de forage souvent faible en cas de capacités locales-régionales limitées	Normes adaptées au climat : le diamètre du puits, le rendement souhaité, la profondeur, l'espacement des puits, le type/ la longueur de crépine doivent être détaillés dans les contrats et adaptés au contexte hydroclimatique. Supervision : approbation des puits construits et vérification des normes et matériaux + audits périodiques après la construction pour comparer les contrats, le travail effectué et le travail facturé
Mettre en œuvre des mesures de protection du bassin hydrographique pour améliorer l'infiltration et la recharge des nappes phréatiques sur le long terme	Peut améliorer le stockage de l'eau et atténuer les risques liés aux inondations (dommages aux infrastructures, contamination du point d'eau)	La protection des bassins hydrographiques ne relève souvent pas de la compétence des agences de l'eau, nécessitant ainsi une collaboration intersectorielle. Les impacts exercés sur les recharges dépendent du contexte.	Les mesures comprennent le terrassement, le drainage, la construction de bassins de rétention et la revégétalisation. Il est nécessaire de suivre et de maintenir les interventions relatives aux zones de protection et au bassin hydrographique au sens large pour garantir l'impact des mesures. Les impacts (positifs ou négatifs) sur l'infiltration et la recharge des nappes phréatiques varient en fonction du climat dominant et de l'agroécologie.

Systèmes d'approvisionnement en eau communautaires/institutionnels – puits protégés, forages et sources			
Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Envisager la création de points d'eau supplémentaires – p. ex., la collecte et le stockage des eaux de ruissellement de surface ou des eaux de pluie, la recharge maîtrisée des aquifères, la création de points d'eau/puits/forages supplémentaires, l'auto-alimentation	Peut améliorer la disponibilité de l'eau potable et/ou alléger la pression exercée sur les points d'eau existants pour un meilleur approvisionnement tout au long de l'année	Coûts et contraintes institutionnelles additionnels liés à la création de points d'eau et de réserves supplémentaires Inquiétudes quant à la qualité de l'eau si les plans de recharge laissent de l'eau contaminée s'infiltrer dans les aquifères	Les options envisagées dépendent du contexte.
Sensibiliser les communautés/institutions à la nécessité de privilégier les usages domestiques de l'eau par rapport aux autres usages en période de pénurie	Protection systématique des besoins essentiels par rapport aux utilisations productives	Peut s'avérer difficile dans les communautés où les hommes contrôlent l'utilisation productive et le revenu en espèces Risque de faibles économies d'eau par les ménages	Doit être intégré à la série de formations destinée aux groupes d'utilisateurs de l'eau Les problèmes peuvent être évités si les usages productifs sont traités séparément, p. ex., grâce aux services d'eau à usage multiple (MUS).
Renforcer le suivi et le soutien après la construction	Garantir le fonctionnement continu du point d'eau et une détection et une résolution précoces des problèmes	Les institutions locales chargées de fournir un appui technique peuvent manquer de ressources et de capacités.	De nombreux éléments liés au maintien et au développement de l'accès, y compris l'aide à l'entretien et les marchés de matériels, les systèmes d'élargissement des services et de suivi du recours à ces services, la gestion communautaire de la professionnalisation, les plans d'alerte précoce et d'intervention pour faire face aux sécheresses, aux inondations, aux épidémies, etc. Les faiblesses dépendent du contexte, mais on observe généralement un manque d'appui professionnel (gouvernement local) pour les réparations et les mises en état d'entretien.

Systèmes d'adduction ruraux de village/institutionnels (RPS) et canalisations urbaines gérées par le service public (UPS)			
Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Élaborer un plan d'alerte précoce et d'intervention pour les périodes d'extrême pénurie (principalement UPS)	Peut protéger les usages résidentiels/ domestiques, considérés comme la première priorité	Les données de suivi peuvent être inexistantes ou extrêmement limitées. Peut exiger une capacité de suivi et de respect des mesures de gestion de la demande – solide rôle de supervision	Alerte précoce : p. ex., utilisation des prévisions saisonnières et du suivi hydrologique pour faciliter l'alerte précoce et garantir la préparation et la sensibilisation du public grâce aux médias Intervention : p. ex., campagnes de sensibilisation conjuguées à des mesures de rationnement ; réductions temporaires du volume des contrats pour les plus gros utilisateurs ; mobilisation des camions-citernes ; distribution de comprimés de purification de l'eau à la suite d'une menace de contamination
Étudier et créer des points d'eau et réserves d'eau douce supplémentaires ou modifier celles qui existent déjà (pour les RPS et UPS)	Peut améliorer la disponibilité de l'eau potable et/ou alléger la pression exercée sur les points d'eau existants	Coût de développement et de raccordement des nouveaux points d'eau et réserves Les nouveaux points d'eau envisagés peuvent avoir été soumis à concurrence par le passé, entraînant compétition et conflits.	Selon le contexte : peut inclure la création de nouvelles sources d'eau souterraines ou superficielles (coût élevé) ou la modification des sources existantes – p. ex., l'adaptation des structures de collecte d'eau pour s'adapter aux débits faibles/ intermittents Le développement urbain exigera de plus en plus la création de nouveaux points d'eau aux environs des villes, à des distances et des coûts de plus en plus élevés. Si l'approvisionnement devient aléatoire, les ménages et les entreprises seront tentés de développer leurs propres sources (auto-approvisionnement), entraînant des risques pour la santé.
Étudier les changements techniques possibles en matière de conception et d'aménagement afin de faciliter l'approvisionnement croisé (RPS et UPS)	Si un point d'eau pose problème, d'autres peuvent prendre le relais.	Coût et faisabilité technique – peut nécessiter la reconfiguration des réseaux existants pour permettre l'approvisionnement croisé	L'expérience d'un nombre croissant de pays met en évidence les avantages d'une structure décentralisée (approvisionnement en eau et assainissement) pour limiter les impacts des inondations et des sécheresses sur tout le réseau.

Systèmes d'adduction ruraux de village/institutionnels (RPS) et canalisations urbaines gérées par le service public (UPS)			
Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Étudier les possibilités de récupération et de réutilisation de l'eau (principalement UPS)	Peut réduire la demande en sources d'eau douce destinée à être bue, dans le cadre d'un plan d'amélioration de l'efficacité plus large	La récupération et la réutilisation peuvent comporter des risques pour la santé. Coût élevé – non largement pratiqué, même dans les pays au revenu plus élevé connaissant des pénuries d'eau	Prendra probablement de l'ampleur avec l'accélération de l'urbanisation, mais les systèmes conçus de manière « formelle » restent rares – les exemples (urbains) les plus cités sont Singapour et Windhoek (Namibie) Nécessitera probablement une sensibilisation et une éducation de la population sur le long terme – dès la conception et la planification initiales, et tout au long de la mise en œuvre
Sensibiliser au besoin d'économiser l'eau pour répondre aux besoins essentiels (principalement UPS)	Protection systématique des besoins essentiels par rapport aux utilisations productives et/ou discrétionnaires	Faible marge de réduction de la demande dans des environnements où les ménages affichent déjà une faible consommation	Les campagnes de sensibilisation sont souvent plus efficaces conjuguées à des incitations réglementaires et/ou économiques visant à gérer la demande en eau (y compris la planification de la sécurité de l'eau). Les mesures d'efficacité/de conservation pourraient être élargies afin de créer des bassins hydrologiques en amont – p. ex., inciter les irrigateurs à stocker l'eau dans des bassins hydrologiques urbains.
Mettre en œuvre des programmes d'entretien des conduites pour réduire les pertes d'eau non comptabilisées (RPS et UPS)	Peut réduire la demande en sources d'eau douce dans le cadre d'un plan d'amélioration de l'efficacité plus large	Peut être onéreux – p. ex., lorsque les conduites endommagées se situent sous des zones densément peuplées	Pour les conduites en surface, cette mesure nécessite généralement le suivi de la pression de l'eau pour faciliter la détection de fuites. Les programmes peuvent viser spécifiquement à augmenter le débit d'eau dans les zones les plus pauvres.
Mettre en place des mesures réglementaires de stockage de l'eau (principalement UPS)	Les mesures réglementaires sont probablement plus efficaces et davantage réalisables sur le plan politique que le recours à la tarification pour gérer la demande.	Nécessite de pouvoir contrôler et imposer l'application des mesures – surveillance réglementaire	La responsabilité peut incomber au régulateur ou à l'autorité nationale, plutôt qu'au service public. Les possibilités comprennent l'adoption de réglementations (p. ex., préciser l'utilisation des appareils économes en eau), de contrats plus stricts (p. ex., un débit plafonné pour les industries très gourmandes en eau) et des mesures de rationnement (entre les zones/ utilisateurs) en période de stress hydrique.

Systèmes d'adduction ruraux de village/institutionnels (RPS) et canalisations urbaines gérées par le service public (UPS)			
Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Faire face à la menace de contamination engendrée par la détérioration de la qualité de l'eau brute et/ou l'infiltration de contaminants dans le réseau de distribution de l'eau (RPS et UPS)	Protège la santé publique des problèmes liés aux débits faibles (dilution moins importante) et aux variations de pression sur le réseau	Coût/faisabilité – p. ex., restructuration potentielle des usines/processus de traitement pour faire face à la détérioration de la qualité de l'eau brute	<p>Les mesures doivent être intégrées au Programme pour l'eau et l'assainissement.</p> <p>Dans les réseaux mal entretenus, l'infiltration de contaminants entraîne de graves risques pour la santé – nécessité de maintenir la pression et surveiller les fuites.</p> <p>Le public doit être sensibilisé aux risques potentiels de contamination et à la nécessité de traiter/bouillir l'eau destinée à être bue lorsque le système est soumis à une pression trop importante.</p>
Mettre en œuvre des mesures de protection des bassins hydrologiques (RPS et UPS)	Peut améliorer la disponibilité et la qualité de l'eau, et atténuer les risques liés aux inondations	La protection des bassins hydrographiques en amont ne relève pas de la compétence des agences de l'eau, ce qui suppose la nécessité d'une collaboration intersectorielle et d'une collaboration amont-aval.	<p>Les mesures comprennent le terrassement, le drainage, la construction de bassins de rétention, la revégétalisation, ainsi que des contrôles (potentiels) de l'utilisation de l'eau en amont (p. ex. irrigation).</p> <p>Il est nécessaire de suivre et de maintenir les interventions relatives aux zones de protection et au bassin hydrographique au sens large pour garantir l'impact des mesures.</p> <p>Les impacts sur l'infiltration et la recharge des nappes phréatiques varient en fonction du climat dominant et de l'agroécologie.</p>

Assainissement – amélioration des latrines à fosse et des fosses septiques

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Étudier les options de vidange et de nettoyage consommant moins d'eau	Moins d'eau utilisée pour la vidange et le nettoyage ; niveau d'hygiène maintenu	Disponibilité et coût des équipements adaptés	Peut nécessiter la modification des normes de construction – p. ex., type de dalle/construction ; remplacer le siphon hydraulique par du plastique dans les latrines à garde d'eau ; utiliser des toilettes à débit réduit ; multiplication des regards d'égouts ; meilleure sensibilisation aux options de latrines consommant moins d'eau En cas d'absence totale d'eau, les fosses septiques ne s'avèrent pas être une option viable.
Adapter les normes de construction pour tenir compte des variations d'humidité du sol	Équipements moins susceptibles de se fissurer, réduction des risques de contamination de la zone alentour/des eaux souterraines	Disponibilité et coût des équipements adaptés	Dans l'idéal, contrôler les performances des équipements pour détecter d'éventuels blocages ou fuites – p. ex., inspection régulière de la fosse septique

Assainissement – réseau d'égouts

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Élaborer un plan d'alerte précoce et d'intervention pour les périodes d'extrême pénurie (principalement UPS) – intégré au plan global de gestion de l'eau et des eaux usées	Peut protéger les infrastructures et les processus nécessaires au maintien des performances du système	Lacunes possibles en matière de données de suivi relatives au changement dans la qualité des eaux usées et dans la performance des systèmes	Alerte précoce : p. ex., utilisation des prévisions saisonnières et du suivi hydrologique pour faciliter l'alerte précoce ; suivi des performances du système – pression, blocages, qualité des eaux réceptrices, etc. Intervention : p. ex., sensibilisation de la population à ce qui peut être jeté ou non dans les toilettes ou déversé dans les éviers et lavabos
Adapter les programmes de contrôle et d'entretien afin de déceler les éventuels blocages et faciliter leur élimination	Empêcher la dégradation des conduites et les déversements potentiels d'eaux usées non traitées	Un budget plus important doit être prévu pour les dépenses de fonctionnement.	La performance des canalisations doit être contrôlée pour déceler d'éventuels blocages et permettre une réparation/réhabilitation rapide. Sensibiliser la population à ce qui peut être jeté ou non dans les toilettes en période de faible débit afin d'éviter tout blocage

Assainissement – réseau d'égouts

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Étudier les modifications techniques pouvant être apportées à la conception, l'aménagement et la construction du réseau d'égouts afin de faire face aux périodes de débit faible/intermittent	Empêcher les blocages, les dégradations et les fuites, même avec un faible débit	Coût et faisabilité technique – en particulier dans les zones d'habitation densément peuplées	Les mesures peuvent comprendre davantage de chambres de contrôle et de regards d'égouts, un dénivelé plus marqué et un meilleur pompage, la création de systèmes décentralisés pouvant être gérés de manière indépendante, l'installation de systèmes modifiés (simplifiés ou de faible diamètre) nécessitant moins d'eau et/ou l'utilisation de chambres d'interception pour évacuer les solides au niveau de l'habitation ou du quartier.
Adapter les processus de traitement pour faire face aux débits faibles/intermittents	Un meilleur traitement des canalisations peut préserver la qualité des eaux réceptrices.	Coût – en particulier si les seuils de qualité des traitements conventionnels ont été dépassés	Les processus de traitement adaptés peuvent varier – p. ex., les étangs ou les roselières peuvent devenir viables dans les environnements qui s'assèchent. Envisager de diluer les flux avant le traitement Peut être nécessaire d'adapter les systèmes en aval (approvisionnement en eau et traitement de l'eau) pour faire face à la hausse des charges polluantes des zones urbaines situées en amont

B. Options d'adaptation – zoom sur l'approvisionnement en eau et l'assainissement

**Augmentation du débit/niveau d'eau pendant la saison des pluies ou les inondations ;
augmentation à long terme du débit/niveau des eaux de surface et/ou souterraines**

Principaux risques – approvisionnement en eau :

1. dommages physiques causés aux infrastructures d'approvisionnement en eau, y compris les systèmes de point d'eau/stockage, de traitement et de distribution
2. contamination des points d'eau et/ou des systèmes de distribution par les eaux de crue et/ou la montée des eaux souterraines
3. inaccessibilité des points d'eau en raison d'inondations
4. pannes de courant affectant les processus de pompage et de traitement

Principaux risques – assainissement :

1. dommages physiques causés aux infrastructures d'assainissement, y compris le réseau d'assainissement et les systèmes de traitement
2. inondation et/ou surcharge des systèmes (y compris des systèmes de traitement) entraînant une contamination généralisée de l'environnement et de l'approvisionnement en eau
3. inaccessibilité des latrines en raison d'inondations
4. pannes de courant affectant les processus de pompage et de traitement
5. retour à de mauvaises pratiques d'assainissement et d'hygiène (p. ex., défécation à l'air libre)

Systèmes d'approvisionnement en eau communautaires/institutionnels – puits protégés, forages et sources

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Élaborer des plans d'alerte précoce et d'intervention	Peut favoriser l'identification des zones et populations vulnérables et assurer une réponse en temps opportun aux inondations	<p>Les données relatives aux risques d'inondation peuvent être insuffisantes.</p> <p>Les organismes responsables de la collecte de données pour l'alerte précoce sont souvent différents de ceux chargés d'intervenir.</p>	<p>Alerte précoce : p. ex., identifier les zones et populations à risque à l'aide des connaissances locales et des données de télédétection ; utiliser les données prévisionnelles, météorologiques et hydrologiques pour anticiper les problèmes ; réaliser des inspections sanitaires régulières et une cartographie/un audit des points d'eau pour identifier les besoins de maintenance et de modernisation des infrastructures.</p> <p>Intervention : p. ex., diriger les efforts de réhabilitation du secteur EAH vers les zones touchées ; proposer si possible d'autres options d'approvisionnement en eau ; soutenir le stockage et l'acheminement de l'eau ; sensibiliser aux risques liés à la mauvaise qualité de l'eau pendant et après les inondations et à la nécessité de traiter l'eau ; distribuer des kits pour le traitement de l'eau ; élaborer des procédures de communication pour informer la population des périodes où la consommation de l'eau ne comporte aucun danger et planifier la sécurité de l'eau</p>
Implanter si possible les puits sur site et les forages à l'écart des zones sujettes aux inondations	Peut réduire les risques de dommages provoqués par les inondations et de contamination des points d'eau	Possibilités d'implantation plus restreintes dans les zones densément peuplées ; compromis possible entre facilité d'accès et implantation résiliente	<p>L'implantation doit être choisie en s'appuyant sur les connaissances locales des risques d'inondation et l'expérience antérieure des problèmes liés aux inondations.</p> <p>Veiller à ce que les approches fondées sur les risques relatives à l'implantation des points d'eau et des latrines soient respectées</p>
Mettre en œuvre des mesures de protection des bassins hydrologiques afin de réduire le risque d'inondation	Peut réduire le risque de dommages provoqués par les inondations et de contamination des points d'eau	La protection des bassins hydrographiques ne relève souvent pas de la compétence des agences de l'eau, ce qui suppose la nécessité d'une collaboration intersectorielle.	<p>Prévoir l'utilisation de terrasses, de digues, de rigoles d'évacuation, etc.</p> <p>Une meilleure disponibilité de l'eau pendant la saison sèche/les périodes de sécheresse grâce à une recharge accrue des nappes phréatiques</p> <p>Peut nécessiter un travail intensif, la fermeture de certaines zones et des négociations avec les propriétaires fonciers privés dans les bassins hydrologiques source</p>

Systèmes d'approvisionnement en eau communautaires/institutionnels – puits protégés, forages et sources

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Adapter la conception et la construction des points d'eau en vue de réduire leur vulnérabilité	Réduit le risque de dommages provoqués par les inondations et de contamination des points d'eau	La capacité des programmes à adapter la conception des points d'eau à l'environnement local peut être faible. Coût – p. ex., remplacement des puits étroits par des forages plus profonds	Sources : p. ex., clôturer les cuves de collecte de l'eau de source et le regard de la cuve Puits : p. ex., améliorer le revêtement des puits pour empêcher l'infiltration des eaux polluées ; prolonger le revêtement au-dessus du sol ; élargir le diamètre du tablier sanitaire ; protéger les puits qui ne le sont pas encore ; envisager le remplacement des puits par des forages plus profonds Forages : p. ex., s'assurer que le tubage du puits s'étend au-delà des parties moins profondes et plus polluées des aquifères et que la partie supérieure du tubage est correctement scellée

Systèmes d'adduction ruraux de village/institutionnels (RPS) et canalisations urbaines gérées par le service public (UPS)

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Élaborer un plan d'alerte précoce et d'intervention (principalement UPS) – intégré au plan global de gestion de l'eau et des eaux usées en lien avec le Programme pour l'eau et l'assainissement	Peut permettre d'identifier les zones vulnérables et les populations exposées Protège les infrastructures et les processus nécessaires au maintien des performances du système et à l'atténuation des risques sanitaires	Les données de suivi sur les risques d'inondation et leur impact peuvent être insuffisantes.	Alerte précoce : p. ex., identifier les zones et populations à risque à l'aide des connaissances locales et des données de télédétection ; prévoir les inondations pour anticiper les problèmes ; réaliser des inspections régulières des infrastructures pour mieux cibler les besoins de maintenance et de modernisation des infrastructures. Intervention : p. ex., diriger les efforts de réhabilitation des infrastructures en direction des zones touchées ; proposer si possible d'autres options d'approvisionnement en eau ; sensibiliser aux risques liés à la mauvaise qualité de l'eau pendant et après les inondations et à la nécessité de traiter l'eau ; si besoin, distribuer des kits pour le traitement de l'eau ; élaborer des procédures de communication pour informer la population des périodes où la consommation de l'eau ne comporte aucun danger

Systèmes d'adduction ruraux de village/institutionnels (RPS) et canalisations urbaines gérées par le service public (UPS)			
Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Renforcer les systèmes de protection contre les inondations, la gestion et le drainage en amont des bassins et la planification de l'utilisation des terres	Prévenir les dommages causés au système d'approvisionnement en eau et au réseau d'égouts, dont les stations de traitement, ainsi que leur inondation	Peut ne pas être suffisant pour éliminer les risques liés aux importantes inondations, en particulier dans les zones de basse altitude densément peuplées	<p>Sources d'eau superficielles : p. ex., prévoir des systèmes de débordement sur les réservoirs d'eau afin de prévenir les défaillances ; renforcer/adapter les prises en rivière pour faire face aux débits fluctuants et plus turbulents (p. ex., barrages flottants, déversoirs et canaux de surverses)</p> <p>Sources d'eau souterraines : p. ex., améliorer la délimitation de la zone de protection et le contrôle des sources ; s'assurer que les zones aquifères contaminées sont exclues ; contrôle/réglementation des sources extérieures au réseau (p. ex., auto-approvisionnement)</p> <p>Toutes les sources : accroître le suivi de la qualité de l'eau pendant et après les inondations ; intégrer/intensifier la chloration et la filtration</p>
Mettre en œuvre un programme de contrôle et d'entretien des conduites pour réduire les fuites du réseau d'égouts	Peut empêcher la dégradation des conduites et la contamination potentielle de l'eau acheminée	Un budget plus important doit être prévu pour les dépenses de fonctionnement.	<p>La performance du réseau d'égouts et la qualité de l'eau du réseau doivent être contrôlées.</p> <p>Le chevauchement/la proximité immédiate des zones d'auto-approvisionnement dans des aquifères peu profonds (contaminés) et des canalisations d'eau/d'égouts entraînent des risques importants de mauvaise qualité de l'eau.</p>
Étudier les modifications techniques pouvant être apportées à la conception, l'aménagement et la construction du réseau afin de faire face aux périodes d'inondation/à l'élévation du niveau des nappes phréatiques	Peut empêcher, à grande échelle, la dégradation des conduites et la contamination potentielle de l'eau acheminée	Coût et faisabilité technique – en particulier dans les zones d'habitation densément peuplées	Les mesures comprennent l'adoption de normes de conception des infrastructures plus strictes permettant de faire face aux inondations plus fréquentes et plus graves (dont le drainage des eaux pluviales), la séparation des conduites d'eau et d'égouts et leur délocalisation dans des zones moins sujettes aux inondations, et le développement de systèmes décentralisés pouvant être gérés indépendamment en vue d'éviter des répercussions sur les deux réseaux.

Systèmes d'adduction ruraux de village/institutionnels (RPS) et canalisations urbaines gérées par le service public (UPS)			
Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Adapter le système de traitement pour faire face aux inondations	Protège des dommages causés par les inondations et peut tolérer une charge solide en suspension plus importante	Coût et faisabilité technique	<p>L'augmentation de la turbidité peut accroître la demande en coagulants, réduire la durée de vie des filtres à plusieurs niveaux et augmenter la demande en chlore.</p> <p>Interventions : p. ex., gérer les bassins hydrologiques en amont pour aider à capter et filtrer l'eau ; implanter les infrastructures de traitement en dehors des zones sujettes aux inondations ou ériger des systèmes de protection ; envisager des options de traitement plus localisées et à échelle réduite afin de répartir les risques</p>
Protéger les bornes-fontaines publiques de la contamination et des dommages causés par les inondations	Permet de préserver la qualité et l'accessibilité de l'eau	Nécessité de réaliser des contrôles sanitaires et un suivi de la qualité de l'eau réguliers – en particulier après le reflux des eaux	<p>Options : p. ex., utilisation de plateformes surélevées ; constructions solides ; chambres étanches ; contrôles sanitaires réguliers ; vidange/nettoyage après les inondations ; sensibilisation aux risques et aux traitements nécessaires</p> <p>Il est probable que les bornes-fontaines se concentrent dans les zones à faible revenu plus sujettes aux inondations, dans lesquelles le suivi de la qualité de l'eau et le contrôle sanitaire sont les plus faibles.</p>

Assainissement – amélioration des latrines à fosse et des fosses septiques

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Implantation des latrines tenant compte des risques liés aux inondations et aux sources d'eau	Réduit le risque d'inondation, la dissémination des matières fécales et la contamination des eaux souterraines	Les possibilités d'implantation sont plus limitées dans les zones densément peuplées – p. ex., zones périurbaines.	Comme évoqué dans le chapitre 2 de la présente note technique : adopter une approche fondée sur les risques pour définir l'emplacement des points d'eau potable et des latrines, qui serait centrée sur une séparation verticale et horizontale et associée à une sensibilisation de la population aux risques de contamination et au besoin de vidange régulière
Adapter la conception et la construction dans les zones les plus à risque – pour empêcher les dommages directement liés aux inondations, les inondations elles-mêmes et l'érosion	Réduit le risque d'inondation, la dissémination des matières fécales et la contamination des eaux souterraines – pour conserver le statut de zone exempte de défécation à l'air libre	La disponibilité des équipements sur le marché local, les compétences locales en matière de construction et (éventuellement) le coût	Les mesures comprennent la conception afin de permettre la vidange régulière des installations et leur réhabilitation après les inondations grâce à l'élimination des boues ; l'installation de couvercles appropriés sur les fosses pour empêcher le reflux des matières ; l'installation de fondations supérieures robustes, d'un collier et d'une dalle pour protéger l'installation de l'érosion et des inondations ; la construction de digues pour détourner l'eau des latrines ; la plantation d'arbustes autour des fosses pour limiter l'érosion ; le passage à des toilettes à compostage ou à des latrines sèches ; l'installation de valves antiretour sur les fosses septiques.
Pompage ou vidange régulière des latrines pour réduire l'accumulation de boues	Empêcher le débordement du système – comme ci-dessus	Nécessite également des systèmes d'acheminement, de traitement et de réutilisation/élimination sûrs – difficile dans les zones densément peuplées et/ou inaccessibles	<p>Dans les zones urbaines, cela implique de se concentrer sur l'élaboration d'une chaîne complète de gestion des boues de vidange dotée d'une étroite surveillance réglementaire, en se tournant avant tout vers le marché local pour trouver des options de réutilisation et/ou d'élimination sûre des produits générés.</p> <p>Dans les zones urbaines, envisager la construction de plus petites fosses pour réduire la quantité de matières fécales exposées aux inondations</p> <p>Dans les zones rurales, la population doit être sensibilisée à la nécessité d'entretenir régulièrement les équipements, dans le cadre des campagnes de promotion de l'hygiène/changement des comportements.</p>

Assainissement – amélioration des latrines à fosse et des fosses septiques

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Suivi et mise en application – vidange et élimination	Limite les vidanges intentionnelles des latrines pendant les inondations	Absence de loi/ réglementation à appliquer ; capacité institutionnelle de suivi et d'application	Nécessite que des lois/ réglementations aient tout d'abord été mises en place À combiner à des campagnes de sensibilisation sur les risques qu'entraîne l'élimination non sûre des matières fécales pour la santé publique

Assainissement – réseau d'égouts

Option d'adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Élaborer un plan d'alerte précoce et d'intervention – intégré au plan global de gestion de l'eau et des eaux usées en lien avec le Programme pour l'eau et l'assainissement	Voir l'approvisionnement en eau ci-dessus – une intervention coordonnée peut permettre de réduire les risques immédiats pour la santé et répondre aux besoins de réhabilitation.	Les données de suivi relatives à la prévision des inondations et à l'évaluation des risques peuvent être insuffisantes.	Alerte précoce : p. ex., identifier les zones et populations à risque à l'aide des connaissances locales et des données de télédétection ; prévoir les inondations pour anticiper les problèmes ; réaliser des inspections régulières des infrastructures pour mieux cibler les besoins de maintenance et de modernisation des infrastructures. Interventions : p. ex., diriger les efforts de réhabilitation des infrastructures vers les zones touchées ; sensibiliser la population aux risques sanitaires courus pendant et après les inondations ; investir dans des équipements d'intervention d'urgence (p. ex., unités de pompage mobiles)
Renforcer les systèmes de protection contre les inondations et la gestion en amont des bassins	Prévenir l'inondation des réseaux d'égouts et des stations de traitement	Peut ne pas être suffisant pour éliminer les risques liés aux importantes inondations, en particulier dans les zones de basse altitude densément peuplées	Idéalement, dans le cadre d'une stratégie intégrée de protection contre les inondations et d'intervention dépassant la zone urbaine/juridiction du service public et impliquant différentes parties prenantes du secteur

Assainissement – réseau d’égouts			
Option d’adaptation	Avantages	Contraintes	Remarques supplémentaires
Améliorer l’entretien préventif afin de nettoyer régulièrement les canalisations et les égouts	Prévient la surcharge des installations, y compris des stations de traitement, et réduit la pollution en aval	Peut ne pas être suffisant pour écarter les risques liés aux inondations de grande ampleur	<p>À réaliser en priorité avant la saison des pluies</p> <p>Fondé sur le suivi continu du niveau des boues et de l’écoulement/des blocages</p> <p>Il peut être nécessaire d’empêcher les raccordements illégaux aux égouts d’eaux sanitaires pour réduire le risque d’endommagement du système.</p>
Adapter ou élaborer de nouveaux systèmes – p. ex., systèmes décentralisés pour réduire l’impact des inondations locales ; détournement ou stockage des débordements d’eaux usées ; séparation des réseaux d’eaux usées et d’eaux pluviales	Protège les infrastructures et les processus de traitement et réduit les risques communs aux deux réseaux	Atténue uniquement les risques entraînés par les inondations locales	<p>Les systèmes décentralisés peuvent « répartir » le risque de dysfonctionnement important du réseau et permettre une gestion locale plus réactive.</p> <p>Les coûts peuvent être réduits en ayant recours à des équipements (simplifiés) de diamètre réduit, implantés à une faible profondeur.</p> <p>Dans l’idéal, prévoir une évacuation séparée des eaux usées et des eaux de pluie, ainsi qu’un écoulement par gravité des eaux usées pour réduire les coûts de pompage et le risque de défaillance</p> <p>Détourner ou stocker les débordements d’eaux usées pour protéger les systèmes et les équipements de traitement</p>

Remerciements

La préparation du *Cadre stratégique pour le développement résilient au changement climatique du secteur EAH* a été menée par une équipe mixte du Partenariat mondial de l'eau et du Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), composée notamment de Cecilia Scharp, Jose Gesti Canuto et Emily Bamford pour l'UNICEF, et de Jacques Rey, Alex Simalabwi, Susanne Skyllerstedt, Armand Houanye et Sara Oppenheimer, du Partenariat mondial de l'eau (Global Water Partnership, GWP). Les documents du cadre ont été élaborés par HR Wallingford, principal consultant, en collaboration avec l'ODI et Peter Bury, représentant de l'UNICEF et du Partenariat mondial de l'eau. La note technique *Relier les risques aux interventions : options pour un secteur EAH résilient au changement climatique*, qui soutient la mise en œuvre du Cadre, a été rédigée par l'auteur principal Roger Calow, avec la contribution de Nathaniel Mason, Beatrice Mosello et Eva Ludi (ODI).

Nous tenons à remercier les experts régionaux et nationaux, ainsi que les professionnels de l'UNICEF, du GWP, de WaterAid et d'autres organisations qui ont participé à nos exercices de consultation et à la révision des versions préliminaires des documents du cadre, notamment : Arinita Maskey Shrestha et Overtoun Mgemezulu, du bureau de l'UNICEF au Népal ; Kelly Ann Naylor et Anne-Cecile Vialle, du bureau de l'UNICEF en République démocratique du Congo (RDC) ; Pete Harvey, du Bureau régional de l'UNICEF pour l'Afrique orientale et australe, à Nairobi ; Chander Badloe, Erik Kjaergaard, Maya Igarashi-Wood et Guy Mbayo Kakumbi, du Bureau régional de l'UNICEF pour l'Asie de l'Est et le Pacifique ; Pierre Fourcassie, du Bureau régional de l'UNICEF pour le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord ; Hendrik van Norden, du Bureau régional de l'UNICEF pour l'Asie du Sud ; Michael Emerson Gnilo et Simone Klawitter, du bureau de l'UNICEF aux Philippines ; Alex Heikens, conseiller pour le changement climatique de la Division des politiques de l'UNICEF ; Antony Spalton, de la Division des programmes de l'UNICEF ; Kalanithy Vairavamoorthy, du Comité technique du GWP, Frederik Pischke, François Brikké, Danka Thalmeneirova, Kenge James Gunya, Ralph Philip et Maika Mueller de la GWPO ; Priyanka Dissanayake, du GWP d'Asie du Sud ; Andrew Takawira, de l'Unité de coordination du Programme Eau, climat et développement (WACDEP) du GWP ; et Vincent Casey, de la branche d'Afrique de l'Ouest de WaterAid. Nous sommes également très reconnaissants envers le groupe d'experts qui a révisé et commenté les versions préliminaires de nos rapports : Alan Hall, conseiller principal du GWP ; Merylyn Hedger, conseillère principale du Partenariat mondial de l'eau ; Michele Messina, indépendant ; Belynda Petrie, de OneWorld ; Melvin Woodhouse, indépendant. Merci également à Monika Ericson, de la GWPO, qui a coordonné la production des publications.

UNICEF
3 United Nations Plaza
New York, NY
États-Unis
www.unicef.org

Partenariat mondial de l'eau
Secrétariat mondial
PO Box 24177, SE-104 51 Stockholm
Suède
www.gwp.org, www.gwptoolbox.org

