

OUTILS & MÉTHODES

Les services d'eau et d'assainissement face au changement climatique

Quels impacts ?
Comment agir ?



pS-Eau

programme
Solidarité-Eau



Les services d'eau et d'assainissement face au changement climatique

Quels impacts ?
Comment agir ?



Ce document a été réalisé avec le soutien de l'Agence française de développement, de l'Agence française pour la biodiversité et du Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères.

Coordination et rédaction : Colette Gênevaux (pS-Eau)

Suivi conception : Adeline Mateus (pS-Eau)

Contributions et relecture par Rémi Boyer (Office International de l'Eau), Zoélie Dupérier (Office International de l'Eau), Solène Fabrèges (Partenariat Français pour l'Eau), Edith Guiochon (Coalition Eau), Cléo Lossouarn (SIAAP), ainsi que les membres de l'équipe du pS-Eau : Pierre-Marie Grondin, Christophe Le Jallé, Adeline Mateus, Irvina Parrel, Ana Sanchez, Béatrice Turlonnias.

L'élaboration du guide s'est appuyé sur les contributions d'un groupe de travail réunissant les personnes suivantes : Anne Belbeoc'h (Agence de l'Eau Seine Normandie), Denis Dangaix (ARENE Ile-de-France), Solène Fabrèges (PFE), Edith Guiochon (Coalition Eau), Ousmane Hane (SOGED), Thomas Le Jeune (GRET), Christophe Léger (Vergnet Hydro), Cléo Lossouarn (SIAAP), François Vince (AFD).

Crédits photos : Ben Harris, pS-Eau

Illustration de couverture et illustrations : Louise Cronenberger / Cercle Studio

Maquette : Cercle Studio

Impression : Panoply

Achevé d'impression : novembre 2018

La publication est également disponible en version numérique depuis la page pS-Eau dédiée : **www.pseau.org/fr/eau-et-changement-climatique**

PROGRAMME SOLIDARITÉ EAU

À Paris : 32 rue Le Peletier 75009 Paris • Tel : +33 1 53 24 91 20

À Lyon : 80 cours Charlemagne 69002 Lyon • Tel : +33 4 26 28 27 91

www.pseau.org

pseau@pseau.org

Table des matières

	page
Préambule	7
1. Contexte et enjeux du changement climatique	8
• Le changement climatique, un défi mondial	9
• Cadre et accords internationaux	10
• Les enjeux pour l'eau potable et l'assainissement	14
2. Comprendre les impacts sur les services d'eau et d'assainissement	16
• Comprendre les notions de risque et de vulnérabilité	17
• Connaître les différents aléas climatiques	20
• Les impacts sur les ressources en eau	21
• Les impacts sur les services d'eau	23
• Les impacts sur les services d'assainissement	26
• Les impacts sur la gestion des eaux pluviales	28
3. Agir : quels enjeux et quelles modalités d'action ?	30
• Comprendre les notions d'adaptation et d'atténuation	31
• Acteurs et échelles d'intervention	34
• Enjeux opérationnels	36
4. Mesures d'adaptation	40
• Grandes étapes pour l'action	41
• L'adaptation pour les services d'eau potable	44
• L'adaptation pour les services d'assainissement	49
5. Mesures d'atténuation	54
• Grandes étapes pour l'action	55
• L'atténuation pour les services d'eau potable	57
• L'atténuation pour les services d'assainissement	59
Conclusion	64
Annexe 1 : Scénario «Eau potable»	67
Annexe 2 : Scénario «Assainissement»	69
Annexe 3 : Glossaire	71
Annexe 4 : Références bibliographiques	73



Liste des acronymes

CDN	Contributions déterminées au niveau national : les contributions des États dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat
CO₂	Dioxyde de carbone
COP	Conférence des Parties (voir p.10. De l'anglais : <i>Conference of Parties</i>)
CH₄	Méthane
CCNUCC	Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
H₂S	Hydrogène sulfuré
ODD	Objectif de développement durable
OMM	Organisation météorologique mondiale
ONG	Organisation non-gouvernementale
ONU	Organisation des Nations unies
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement
N₂O	Dioxyde d'azote

À l'attention du lecteur : Le présent document s'appuie sur la littérature et les ressources disponibles en lien avec le changement climatique, la gestion des ressources en eau et les services d'eau et d'assainissement, afin d'en proposer une synthèse. Afin de faciliter l'accès à la connaissance, certaines formulations et termes issus de la recherche bibliographique ont volontairement été simplifiés. Toutes les références utilisées sont disponibles en Annexes si le lecteur souhaite aller plus loin dans la compréhension du sujet.

Tous les termes surlignés en orange sont définis dans le Glossaire disponible en Annexe 3.

Préambule

Aujourd'hui, alors qu'un nombre croissant de pays sont touchés par la montée du niveau des mers, par la fréquence accrue de cyclones ou par l'augmentation des périodes de sécheresse, le changement climatique est reconnu comme le défi majeur de ce siècle pour les sociétés humaines. Les conséquences de la hausse des températures du globe sur le grand cycle de l'eau sont largement connues et documentées. Elles sont étayées scientifiquement par les rapports du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) depuis les années 1990 : réchauffement des températures des océans, fonte des glaciers, montée du niveau des mers, événements climatiques extrêmes avec alternance de sécheresses et d'inondations, etc.

Les impacts sur les ressources en eau ont aussi des répercussions sur l'accessibilité et la continuité des services d'eau et d'assainissement. Les effets du changement climatique, combinés à la croissance démographique et l'urbanisation, ont des impacts sanitaires, sociaux et économiques majeurs. Ces conséquences sont visibles sur l'ensemble de la planète mais touchent en particulier les populations les plus vulnérables, augmentant les inégalités. En Afrique subsaharienne, l'accès à l'eau potable et l'assainissement est déjà particulièrement affecté par les sécheresses et la raréfaction des ressources en eau.

L'adaptation au changement climatique est un enjeu crucial pour les services essentiels, qui sont particulièrement vulnérables aux aléas climatiques. Des efforts d'atténuation du réchauffement climatique peuvent et doivent également être mis en œuvre. Cependant, les décideurs et praticiens de terrain peinent à s'approprier ces notions, qui reposent sur un exercice d'anticipation difficile compte tenu des incertitudes sur les scénarios futurs du changement climatique et sur la survenue des aléas climatiques. Il est donc nécessaire que l'ensemble des acteurs comprennent mieux ces risques et se mobilisent pour faire évoluer et adapter leurs pratiques sur le terrain.

- Ce guide a pour objectifs d'apporter des clés de lecture pour **comprendre les impacts du changement climatique sur les services d'eau et d'assainissement et proposer des pistes de réflexion opérationnelles pour l'adaptation des services dans les pays en développement et l'atténuation**. Il s'adresse à l'ensemble des acteurs de l'eau, de l'assainissement et de la solidarité internationale, tous concernés par ce sujet.

Bien que ce guide concerne essentiellement les services d'eau potable et d'assainissement, il intègre également des réflexions plus larges, en lien avec d'autres services essentiels comme la gestion des ressources en eau et la gestion des eaux pluviales.

1. Contexte et enjeux du changement climatique





Le changement climatique, un défi mondial

Le changement climatique se définit par la modification durable du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux. Ces changements peuvent être dus à des processus intrinsèques à la Terre (activité solaire, volcanisme...), à la biosphère ou aux activités humaines. Les changements observés aujourd'hui sont attribués principalement à la production anthropique de gaz à effet de serre, dont le dioxyde de carbone (CO_2) ou le méthane (CH_4), qui induisent un réchauffement de l'atmosphère.

Les conséquences du réchauffement climatique s'expriment à différentes échelles pour tous les territoires. Elles touchent aussi bien l'environnement que les sociétés humaines, à tous les niveaux (local, national, régional, mondial). Ainsi, la montée du niveau des mers à l'échelle mondiale menace les populations et les écosystèmes naturels des zones côtières. Au niveau local, les sécheresses et canicules font peser un risque accru de pénurie d'eau pour les populations. Les

précipitations violentes qui provoquent des inondations peuvent causer des dommages importants en ville et menacer directement la sécurité des personnes.

Le changement climatique accentue les vulnérabilités déjà existantes dues à d'autres phénomènes d'origine anthropique, comme la croissance démographique, l'urbanisation, l'évolution des pratiques agricoles ou industrielles, etc.

Aucun territoire n'est épargné, et les risques multiples que peuvent engendrer un même aléa invitent à y **répondre par des approches systémiques**. L'action doit être réfléchie tout autant à l'échelle locale des territoires qu'à celle des pays et des régions et doit impliquer l'ensemble des acteurs concernés. Malgré l'urgence de plus en plus forte à agir, ceci représente également une opportunité de questionner nos pratiques et modes de vie et adopter des approches plus durables, appropriées et solidaires.



Une **approche systémique** s'appuie sur une approche globale des problèmes ou des systèmes que l'on étudie et se concentre sur le jeu des interactions entre leurs éléments.

Source : IAU - ARENE (2018)

Cadre et accords internationaux

Au niveau mondial, la connaissance du changement climatique et de ses impacts est suivie par le **Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)**, créé en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE). Des milliers de scientifiques contribuent volontairement aux travaux du GIEC en vue de fournir un état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur le changement climatique. Cinq rapports d'évaluation ont été publiés à ce jour, le cinquième datant de 2014 et le prochain étant prévu pour 2022. Des rapports spéciaux intermédiaires sont également publiés.

Plusieurs rendez-vous et accords internationaux s'appuient sur les travaux du GIEC et donnent un cadre à l'action en faveur du climat :

Les COP et l'Accord de Paris sur le Climat

La Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) a été créée en 1992 à l'occasion du Sommet de la Terre de Rio. Depuis, les pays signataires de cette Convention se retrouvent annuellement dans le cadre des conférences des Parties à la Convention (les « COP ») pour négocier les règles et conditions internationales nécessaires à la lutte contre le changement climatique et ses effets.

Lors de la COP 21 à Paris en 2015, les Parties ont conclu un accord historique pour lut-

ter contre le changement climatique et s'y adapter : l'Accord de Paris sur le climat. Ce dernier est entré en vigueur le 4 novembre 2016. En 2018, il était ratifié par 181 pays sur 197 Parties à la Convention.

L'objectif central de l'Accord de Paris est de « maintenir le réchauffement climatique bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels » et si possible de « poursuivre les efforts pour limiter la hausse des températures à 1,5°C » d'ici la fin du 21^e siècle. L'Accord de Paris a également fixé un objectif global en matière d'adaptation au changement



climatique afin de renforcer la **résilience** des populations et des écosystèmes. Il invite notamment les pays à renforcer de manière significative leurs efforts d'adaptation nationaux et souligne la nécessité d'un appui accru aux pays en développement. Pour la première fois, l'adaptation est reconnue comme un défi mondial majeur au même titre que l'atténuation.

Pour atteindre ces deux objectifs, l'Accord de Paris a imposé à toutes les Parties de soumettre des « contributions déterminées au niveau national » (CDN), qui correspondent aux engagements nationaux en matière d'atténuation et d'adaptation. Les pays sont invités à soumettre de nouvelles contributions plus ambitieuses tous les cinq ans. Un bilan mondial sera également réalisé tous les cinq ans

pour évaluer les progrès collectifs accomplis dans la réalisation des objectifs de l'Accord à partir de 2023.

En 2016, 93% des CDN reçues comprenaient un volet adaptation mentionnant l'eau¹. Parmi celles-ci, l'eau potable fait partie des quatre priorités mentionnées, aux côtés de l'eau agricole, la gestion des risques d'inondation et de sécheresse et la gestion intégrée des ressources en eau.

L'Accord de Paris a également réitéré l'engagement des pays développés pris à Copenhague en 2009 de mobiliser 100 milliards de dollars par an d'ici 2020 pour aider les pays en développement dans leur lutte contre le changement climatique.



La **résilience** est la capacité des systèmes sociaux, économiques ou environnementaux à faire face à une perturbation, une tendance ou un événement dangereux, leur permettant d'y réagir ou de se réorganiser de façon à conserver leur fonction essentielle, leur identité et leur structure, tout en gardant leurs facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.

Source : GIEC, 2014

1. Source : Partenariat Français pour l'Eau et Coalition Eau (2016) *Note d'analyse sur la prise en compte de l'eau dans les contributions nationales déterminées par pays de la COP 21*

L'Agenda 2030 et ses Objectifs de développement durable

Le Programme de développement durable adopté par les Nations unies pour la période 2015-2030 définit un cadre global pour l'action et des objectifs mondiaux pour mettre fin à l'extrême pauvreté et lutter contre les inégalités et l'injustice, basé sur les principes du développement durable. **Ce nouveau cadre**

d'action mondial, aussi appelé Agenda 2030, fixe 17 Objectifs de développement durable (ODD), eux-mêmes déclinés en 169 cibles spécifiques et 232 indicateurs de suivi.

Parmi ces objectifs, l'ODD 6 est spécifiquement dédié à l'ensemble de la problématique de l'eau, l'assainissement et l'hygiène. L'ODD 13 est consacré aux mesures de lutte contre le changement climatique.

ODD 6 : Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau

ODD 13 : Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions

Le rapport spécial du GIEC sur un réchauffement climatique de 1,5°C² rappelle que les impacts du changement climatique et sa prise en compte sont étroitement liés à l'atteinte des ODD dans un cadre permettant un équilibre entre bien-être social, prospérité économique et protection environnementale.

En 2015³ :



Près de **30%** de la population mondiale ne disposait toujours pas d'un service d'alimentation en eau de boisson dit « géré en toute sécurité », c'est-à-dire accessible au domicile ou à la parcelle, disponible au besoin et protégé de toute contamination.



Plus de **60%** de la population mondiale n'utilisait pas un service d'assainissement géré en toute sécurité, c'est-à-dire où les excréta sont éliminés en toute sécurité in situ ou traités hors site.

2. Source: GIEC (2018) *Rapport spécial du GIEC sur un réchauffement climatique à 1,5°C*

3. Source : JMP (2017) *Progrès en Matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène*. Mise à jour 2017 et évaluation des ODD

Le cadre de Sendai

Le **Cadre d'Action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030** propose une approche globale pour les politiques de gestion des risques de catastrophes. Adopté en 2015 par les États membres de l'ONU

à l'occasion de la conférence mondiale des Nations unies sur la réduction des risques de catastrophe à Sendai au Japon, ce cadre succède au Cadre d'action de Hyogo 2005-2015. Sept objectifs ont été fixés, couplés à des indicateurs. L'objectif D concerne tout particulièrement les services d'eau et d'assainissement :

Objectif D : Réduire nettement, d'ici à 2030, la perturbation des services de base et les dommages causés par les catastrophes aux infrastructures essentielles notamment en renforçant leur **résilience**.

La solidarité, un levier nécessaire de l'action en faveur du climat

Le rôle essentiel de la coopération internationale comme facteur clé pour l'adaptation des pays en développement et des régions les plus vulnérables au changement climatique a été rappelé par le GIEC dans son rapport spécial sur un réchauffement à 1,5°C.

En effet, le niveau de développement est un marqueur de la vulnérabilité : les impacts les plus forts ont lieu dans les pays les moins développés et touchent les populations les plus vulnérables. À ce titre, améliorer l'accès de tous à des services d'eau potable et d'assainissement et protéger les ressources en eau contribue à réduire la vulnérabilité des populations et les impacts des aléas climatiques subis.

La coopération internationale a donc un rôle important à jouer dans la lutte contre le changement climatique :

- **Renforcer les capacités des acteurs locaux** (gouvernance, gestion des services publics locaux) via les coopérations institutionnelles et techniques, notamment dans le cadre de la gestion des ressources (planification par bassin). Ces partenariats permettent de questionner les pratiques en œuvre, au Nord comme au Sud en les confrontant à celles de partenaires ;
- **Mobiliser les acteurs des territoires** : mobilisation des compétences locales du Nord et du Sud (ONG et associations, diaspora, opérateurs de services, entreprises) ;
- **Sensibiliser et éduquer les acteurs de la société civile** aux questions de solidarité et de lutte contre les effets du changement climatique grâce aux actions de coopération ;
- **Apporter un soutien financier**, pour soutenir les actions dans les pays, avec un important effet de levier sur la mobilisation d'autres financements.



Les enjeux pour l'eau potable et l'assainissement

Dans un contexte de changement climatique, s'adapter aux besoins croissants des usagers et contribuer à la nécessaire protection de la ressource et des milieux naturels devient de plus en plus difficile.

Les services d'eau et d'assainissement sont en effet particulièrement vulnérables :

- Ils sont dépendants de la disponibilité et de la qualité des ressources en eau, elles-mêmes fortement impactées par le changement climatique.
- Le réchauffement et les aléas climatiques entraînent des conséquences qui peuvent directement altérer le fonctionnement des services et leur viabilité dans le temps.

Parallèlement, les services d'eau et plus particulièrement les services d'assainissement peuvent être émetteurs de gaz à effet de serre et contribuent ainsi au réchauffement climatique. S'ils ne font pas partie des secteurs les plus émetteurs, en comparaison avec d'autres activités industrielles par exemple, il reste néanmoins important de rappeler de quelle manière les services d'eau et d'assainissement peuvent être sources de production de gaz à effet de serre.

Aujourd'hui, les acteurs du secteur de l'eau et de l'assainissement sont confrontés à différents enjeux :

- D'une part, **mieux comprendre les impacts des aléas climatiques sur les services** afin de mieux connaître leur degré de vulnérabilité. → [Chapitre 2](#)
- D'autre part, **se donner les moyens d'agir face à ces risques** malgré les incertitudes sur les scénarios futurs du réchauffement climatique et sur l'ampleur des impacts. L'adaptation et l'atténuation au changement climatique doivent être intégrés dans les stratégies et interventions et permettre les synergies entre secteurs. → [Chapitre 3](#)

Des réponses urgentes face à une accélération du changement climatique

En 2017, le réchauffement global atteignait déjà 1°C au-dessus du niveau préindustriel (avec une incertitude de 0,2°C), illustrant l'urgence de la question climatique³. Quelles que soient les émissions à venir, les émissions passées vont persister sur des centaines, voire des milliers d'années, et continueront à générer des modifications du climat ainsi que ses impacts associés, sur le long-terme. De nombreux experts estiment que les sociétés humaines ont déjà dépassé les « limites planétaires » relatives au réchauffement du climat, à la biodiversité et aux ressources naturelles. Face à cette situation, une réduction radicale des émissions de GES ainsi que la mise en œuvre de plans d'adaptation est nécessaire dès à présent.



Parcelle inondée en période de mousson au Cambodge

3. Source: GIEC (2018) *Rapport spécial du GIEC sur un réchauffement climatique à 1,5°C*

2. Comprendre les impacts sur les services d'eau et d'assainissement



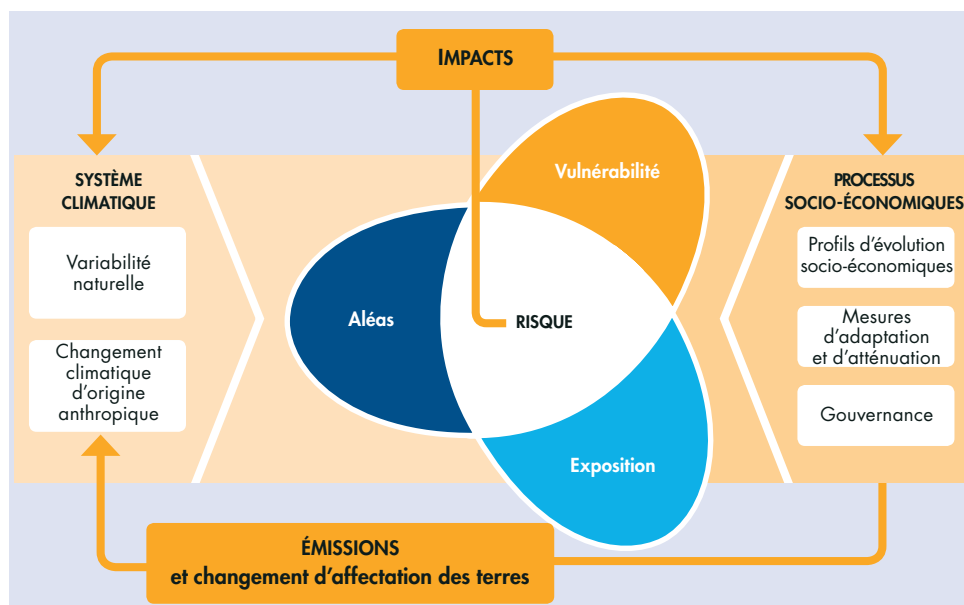
Comprendre les notions de risque et de vulnérabilité

Le risque d'incidences liées au climat résulte de l'interaction entre les aléas climatiques, la vulnérabilité et l'exposition des systèmes anthropiques et naturels. Les aléas climatiques peuvent s'exprimer par une tendance sur le long-terme (par exemple l'augmentation des températures moyennes du globe) ou par la survenue d'événements extrêmes (tempêtes, pics de chaleur, etc.). Pour un

même type d'aléa climatique, les **impacts** peuvent être multiples.

Afin de s'adapter à ces impacts, il est important de savoir **quel niveau de risque** est considéré, par rapport à quel type d'**aléa climatique** et quels sont le **degré de vulnérabilité** et le niveau d'**exposition** du système considéré.

Figure 1 : relations entre les notions de risque, aléas, vulnérabilité et exposition. Les changements qui touchent à la fois le système climatique (à gauche) et les processus socio-économiques, y compris l'adaptation et l'atténuation (à droite), sont les principales causes des aléas, de l'exposition et de la vulnérabilité.⁴



4. Source : GIEC, *Changements climatiques 2014. Incidences, adaptation et vulnérabilité*. Résumé à l'intention des décideurs (2014)

Il est possible de diminuer les risques associés aux impacts du changement climatique en agissant sur plusieurs dimensions :

- **Réduire l'exposition et la vulnérabilité des systèmes** en anticipant les impacts potentiels et en préparant des réponses appropriées. Ces actions dépendent du contexte socio-économique et environnemental ainsi que des décisions politiques prises (actions d'**adaptation**) → [Chapitre 4](#).
- **Lutter contre les émissions de gaz à effet de serre** pour limiter l'apparition des aléas climatiques (actions d'**atténuation**) → [Chapitre 5](#)

Avant tout passage à l'action, une bonne compréhension des types d'aléas climatiques et de leurs impacts potentiels est donc nécessaire.



Notions clés

L'aléa climatique est un événement susceptible de se produire et pouvant entraîner des dommages sur les populations, les activités et les milieux. Il s'agit soit d'extrêmes climatiques, soit d'évolutions à plus ou moins long terme. *Adapté de : Seine-et-Marne (2015)*

L'exposition correspond à la présence d'un élément naturel ou humain (personnes, espèces, milieux, écosystèmes, activités, etc.) dans un lieu ou un contexte susceptibles de subir des dommages. *Adapté de : GIEC (2014)*

L'impact désigne l'effet d'un aléa climatique sur les systèmes naturels et humains. Ces effets se manifestent de façon localisée sur la vie des personnes, les modes de subsistance, la santé, les écosystèmes, le patrimoine économique, social et culturel, les services et les infrastructures. Dans ce sens, on emploie aussi les termes « conséquences » ou « incidences ». *Adapté de : GIEC (2014) voir Incidences*

La vulnérabilité caractérise la propension ou prédisposition d'un système à subir des dommages. Elle englobe divers concepts, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter. Elle dépend donc de facteurs multiples : inégalités socio-économiques, aménagements urbains du territoire, mise en œuvre de stratégies d'adaptation, etc. Elle est donc liée aux choix et stratégies politiques développés sur le territoire. *Adapté de : GIEC (2014)*

Illustrations des notions clés pour mieux comprendre

Figure 2 : illustration de la différence entre exposition et vulnérabilité



Illustration des interactions entre les notions de risque, aléa, exposition et vulnérabilité

Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3
Aléa : montée du niveau de la mer Exposition : zones côtières et îles Impact potentiel sur les ressources en eau : intrusions salines dans les nappes phréatiques Vulnérabilité élevée des systèmes d'alimentation en eau qui dépendent uniquement de ressources en eau souterraines ↓	Aléa : sécheresse Exposition : pays d'Afrique subsaharienne, pays sahéliens Impact potentiel sur le service d'eau : interruption ou réduction temporaire du service en raison du manque de ressources disponibles Vulnérabilité élevée des populations les plus pauvres et des grandes villes ↓	Aléa : inondations Exposition : villes Impact potentiel sur les services d'eau et d'assainissement : submersion des infrastructures et équipements, notamment électriques Vulnérabilité élevée des services urbains, en particulier dans les pays en développement ↓
Risque élevé de pénurie d'eau douce et de dysfonctionnement des services d'alimentation en eau	Risque élevé de surexploitation de la ressource restant disponible, de pénurie d'eau et de multiplication des conflits sur la ressource	Risque élevé de dysfonctionnement des services d'eau et d'assainissement et d'augmentation des maladies diarrhéiques

Connaître les différents aléas climatiques

L'élévation des températures moyennes du globe entraîne des perturbations sur le climat : des **évolutions tendancielle**s du climat, observables sur le long-terme, qui peuvent générer l'occurrence de **phénomènes extrêmes**, dont la fréquence et l'intensité tendent à augmenter.

Évolutions tendancielle

s du climat :

Montée du niveau des mers,
menaçant les zones côtières et les îles ;



Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers,
entraînant des saisons sèches plus longues :
la moyenne des précipitations sur une année peut être
stable mais les périodes entre deux saisons de pluie
peuvent être beaucoup plus longues ;



Augmentation des températures moyennes
et des pics de température (maximales) à l'échelle du globe.

Événements extrêmes :



Vague de chaleur ;



Période de sécheresse, entraînant la rareté
des ressources en eau ;



**Augmentation en fréquence et en intensité
des événements extrêmes**, tels que les pluies torrentielles,
les tempêtes (y compris tempêtes de sable et de poussière), vents violents et cyclones.

L'ensemble de ces aléas climatiques ont des conséquences importantes sur le grand cycle de l'eau et les ressources en eau, entraînant divers risques sur les services d'eau et d'assainissement. **Les aléas climatiques peuvent faire poser des risques directs sur le bon fonctionnement des services.**

En Afrique subsaharienne, on observera généralement une augmentation de la durée des saisons sèches, plus de sécheresses, de vagues de chaleur et des épisodes pluvieux intenses induisant un risque accru d'inondations.



Les impacts sur les ressources en eau

Grand cycle et petit cycle de l'eau sont étroitement liés :

- Le niveau de traitement de l'eau pour la rendre potable et la continuité du service dépendent évidemment de la quantité et qualité initiales des ressources en eau.
- La qualité des ressources naturelles est dépendante d'un bon assainissement, qui vise à garantir la gestion des excreta et eaux usées en toute sécurité.

Le tableau suivant rappelle les impacts principaux des aléas climatiques sur les ressources en eau :

Aléa climatique	Impacts sur les ressources en eau	Zones vulnérables
 Montée du niveau des mers	Intrusions salines	Îles, littoraux, en particulier dans les villes côtières
 Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers	Faiblesse, voire absence des ressources en eaux de surface et souterraine en fin de saison sèche	Zones intertropicales, dépendantes de l'alternance de saison sèche et de saison des pluies Zones de faible pluviométrie
 Augmentation des températures moyennes  Vague de chaleur  Période de sécheresse	Baisse de la quantité et de la qualité des eaux de surfaces et souterraines : à l'échelle saisonnière (fluctuations de grande ampleur) et à l'échelle interannuelle (baisse continue des niveaux piézométriques des nappes phréatiques) : Réduction du débit des rivières notamment en période d'étiage Augmentation de la concentration des divers polluants dans l'eau (chimiques, organiques) en raison de leur plus faible dilution Réduction de l'alimentation des nappes souterraines Prolifération d'algues perturbant les processus naturels des plans d'eau (cycle de l'azote/eutrophisation) Hausse de la salinité de l'eau : - remontée saline dans les fleuves du fait de la réduction des débits, - intrusion saline dans les nappes souterraines littorales du fait de la réduction de leur recharge, - altération du substrat géologique, qui libère des éléments générant la formation de sels solubles.	Zones de faible pluviométrie, zones arides, zones de climat chaud Zones urbaines, densément peuplées

 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal, induisant un risque accru d'inondation Tempête, vents violents, cyclones	Pollution des eaux de surface puis souterraines (après infiltration) due au lessivage des polluants sur le sol, la submersion des fosses de latrines et l'augmentation des volumes rejetés sans traitement (saturation des stations d'épuration lorsqu'elles existent) Faible infiltration des pluies dans les sols lors d'épisodes pluvieux violents : l'eau ne s'infiltre plus et ruisselle, créant des zones inondées	Zones agricoles ou industrielles avec des activités polluantes Zones urbaines, densément peuplées, où les sols sont imperméabilisés Sols imperméables, arides : sols argileux, non végétalisés, etc.
--	---	---



Barrage de Chabrouh, Liban



Les impacts sur les services d'eau

Un service d'eau durable comprend plusieurs composantes : la mobilisation de la ressource en eau (par captage ou pompage), le traitement, le stockage puis la distribution d'eau potable aux usagers du territoire considéré. L'eau distribuée doit être en quantité et en qualité suffisantes et à un coût abordable. Elle doit être accessible à tout moment où l'on en a besoin. Le niveau de service est dépendant du contexte, des besoins et des moyens techniques et financiers. Le service est vulnérable aux modifications de la disponibilité et de la qualité des ressources en eau, décrits dans la partie précédente, ainsi qu'à d'autres aléas climatiques.

La nature des risques ainsi que le degré de vulnérabilité du service vis-à-vis de ces risques doit être considéré dès la conception d'un système d'approvisionnement en eau afin d'adapter le choix des équipements et leur dimensionnement au contexte et assurer la durabilité de son fonctionnement.

Liste des impacts pour les services d'eau

Dans le tableau suivant, nous proposons de classer les principaux impacts des différents aléas climatiques à travers trois types d'impacts :

- 1. Impacts sur la consommation spécifique**, qui correspond aux volumes d'eau moyens consommés chaque jour par usager et qui influe sur le prélèvement d'eau et la durée de fonctionnement du service d'alimentation en eau potable ;
- 2. Impacts sur les infrastructures et équipements**, dont l'état de marche garantit le fonctionnement du service et sa durabilité, ainsi que le rendement des réseaux. La baisse de la durée de vie utile des ouvrages peut remettre en cause des projections de rentabilité économique attachées au dimensionnement de ces derniers ;
- 3. Impacts sur la qualité du service**, qui s'évalue par rapport à la qualité de l'eau distribuée et la disponibilité du service (continuité de l'approvisionnement en eau, pression disponible au niveau des points de distribution).

Ces trois types d'impacts sont évidemment interconnectés mais permettent d'être aisément reliés à des indicateurs de suivi.

Aléas climatiques	Impacts sur la consommation spécifique	Impacts sur les infrastructures et les équipements	Impacts sur la qualité du service
 Montée du niveau des mers, intrusion salines	Arrêt de la consommation à partir d'un certain taux de sel dans l'eau distribuée, qui n'est plus potable	Corrosion des infrastructures (acier, fer, etc.)	Arrêt du service en raison d'un taux de salinité élevé, qui ne peut être traité
 Augmentation des températures moyennes  Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers  Vague de chaleur  Période de sécheresse	Augmentation des besoins en eau et des volumes prélevés pour tous les usages (domestiques, agricoles, industriels, etc.)	Fragilisation des installations : — surutilisation des équipements pour répondre aux fortes demandes — risque de pompage à sec dégradant les pompes — fissuration du béton lors de vagues de chaleur	Interruption ou réduction temporaires du service en raison du manque de ressource disponible Dégradation de la qualité de l'eau distribuée induite par la difficulté à traiter de l'eau brute fortement concentrée en agents pathogènes, polluants physico-chimique, sel, etc.
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal induisant un risque accru d'inondation Tempête, vents		Fragilisation, baisse du rendement et destruction des installations : inondation des puits, ensablement, submersion des équipements électriques, érosion des ouvrages, fragilisation et rupture de canalisations induisant des fuites au niveau des réseaux , etc. Fragilisation des ouvrages de retenues d'eau ayant à subir des pressions trop fortes	Interruption du service dû à l'endommagement des installations Inaccessibilité des points d'eau (glissement de terrains — inondations) Dégradation de la qualité de l'eau distribuée due à une plus grande pollution et turbidité des ressources en eau par le lessivage des sols et la submersion des ouvrages d'assainissement

Impacts sanitaires, sociaux et économiques

La dégradation de la qualité du service d'eau ou son interruption provoquée par des aléas climatiques et la baisse des ressources en eau (en qualité et quantité) génèrent des impacts sanitaires et sociaux importants. Le risque est bien souvent plus important pour les populations les plus vulnérables (femmes, enfants, personnes âgées et handicapées, populations pauvres ou vivant dans des contextes de crises, populations réfugiées), qui sont plus exposées.

- **Augmentation des maladies diarrhéiques**, en cas de dégradation de la qualité du service et l'utilisation par les populations de ressources alternatives de moindre qualité lorsque le service est interrompu ;
- **Multiplification des conflits d'usage** dans les contextes de pénurie d'eau ;

- **Amplification des phénomènes migratoires** ou départ de populations n'ayant plus accès à l'eau, générant des enjeux politiques, sociaux et environnementaux ;
- **Pénibilité des corvées de puisage accrue**, corrélée à l'augmentation des distances à parcourir en cas de manque d'eau et des efforts de pompage plus grands pour une nappe d'eau plus profonde et moins productive.

Les impacts directs sur le service d'eau et ses conséquences sur la santé et le bien-être des populations ont aussi des répercussions économiques. La viabilité même du service d'eau potable peut être en jeu en cas de surcoûts liés aux impacts du changement climatique (renouvellement d'équipements endommagés, maintenance, etc.). Par ailleurs, l'absence ou la réduction du service d'eau impacte également les moyens d'existence des populations.

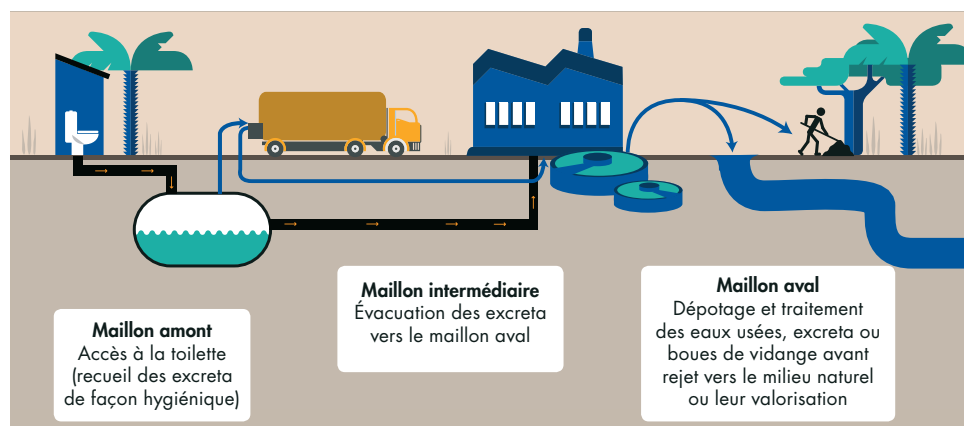


Le manque d'eau oblige femmes et filles à parcourir de plus grandes distances pour chercher l'eau. Ici, corvée d'eau en Ouganda.

Les impacts sur les services d'assainissement

L'enjeu majeur de l'assainissement consiste à réduire les risques sanitaires et environnementaux générés par l'absence d'élimination hygiénique des eaux usées et excréta contenant des germes pathogènes. La mise en œuvre d'un service d'assainissement durable est un droit humain, considérant notamment l'accès adapté à une toilette dans des conditions dignes et respectant l'intimité.

Un service d'assainissement complet comporte trois maillons.



L'ensemble de la filière peut être exposé à divers aléas climatiques. Les enjeux de protection de la ressource sont également accrus dans un contexte de changement climatique, où les écosystèmes naturels sont fragilisés.

On distinguera ainsi :

- **Les impacts sur le fonctionnement du service**, dont par exemple la dégradation des infrastructures ou la perturbation des processus de traitement ;
- **Les impacts sur l'environnement**, notamment sur les écosystèmes naturels et ressources en eau ;
- **Les impacts sanitaires et sociaux.**

La croissance démographique, l'élévation du niveau de vie et le développement économique ont tendance à accroître les consommations spécifiques en eau potable et donc la production d'eaux usées. Ainsi, ces variables peuvent accentuer la vulnérabilité des services d'assainissement.

Comme pour les services d'eau potable, la durabilité des services d'assainissement est à considérer tant en termes d'exploitation, de suivi, de gestion et de financement du service. Ces aspects seront indirectement impactés par les conséquences du changement climatique.

Aléas climatiques	Impacts sur le fonctionnement du service	Impacts sur l'environnement	Impacts sanitaires et sociaux
 Augmentation des températures moyennes  Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers  Vague de chaleur  Période de sécheresse	Dysfonctionnement des processus biologiques de traitement Dégradation des infrastructures et équipements : par exemple, dégradation des bétons due à la production accrue d'hydrogène sulfuré ⁶ (H ₂ S)	Rejets moins bien traités et moindre dilution des polluants provoquant : – dégradation de la qualité des ressources en eau – perturbation des écosystèmes et de la biodiversité , notamment les écosystèmes aquatiques	Nuisances olfactives dues à l'augmentation des émissions de dioxyde d'azote (N ₂ O) Production accrue d'hydrogène sulfuré (H ₂ S) avec la chaleur augmentant les risques d'empoisonnement par inhalation de H₂S pour le personnel, notamment les égoutiers
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal induisant un risque accru d'inondation Tempête, vents	Destruction des latrines non construites dans les règles de l'art (l'impact sur les taux d'accès peut être significatif) Perturbation des services de vidange (difficulté d'accès, augmentation de la fréquence de vidange, etc.) Pannes par submersion des pompes de relevages et des systèmes électriques pour les réseaux d'eaux usées Dysfonctionnement des processus de traitement en cas de surcharge hydraulique	Augmentation des rejets sans traitement dans le milieu naturel du fait de : – l'inondation des fosses de toilettes, provoquant un écoulement des eaux usées et eaux de pluie sur la voie publique – la pénétration des eaux pluviales dans le réseau d'eaux usées provoquant leur débordement, la saturation des pompes de relevage et le by-pass au niveau des stations d'épuration	Problème d'accès à des équipements sanitaires , l'existant étant détruit ou inutilisable Augmentation des maladies d'origine hydrique du fait des risques de contacts avec des eaux contaminées par des agents pathogènes

6. L'hydrogène sulfuré H₂S est un gaz toxique qui se forme par la décomposition de la matière organique. Étant plus lourd que l'air, il s'accumule dans les parties basses non-ventilées des endroits clos tels que les égouts et canalisations. La chaleur accroît sa production.

Les impacts sur la gestion des eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales peut être définie comme l'ensemble des mesures prises par l'homme visant à mieux maîtriser les volumes et flux d'eau générés par la pluie et le ruissellement dans les zones d'habitat⁷.

L'enjeu est surtout sanitaire puisque l'absence de gestion des eaux de pluie augmente les risques de contact avec des eaux contaminées (entraînement des contaminants sur le sol, des fosses de toilettes inondées ou par infiltration, saturation des réseaux d'eaux usées), en particulier dans les espaces urbains non planifiés, où la vulnérabilité est accrue. Cela pose également des risques environnementaux, économiques et pour la sécurité des populations. L'exposition aux risques aug-

mente en raison de l'urbanisation croissante qui induit une augmentation du taux d'imperméabilisation des sols.

Dans les pays en développement, la gestion des eaux pluviales en milieu urbain est généralement considérée comme déficiente, voire absente. Les réseaux d'évacuation des eaux pluviales, quand ils existent, ne desservent que les quartiers les plus centraux ou les plus riches et, du fait d'un manque chronique d'entretien et de maintenance, sont en mauvais état.

De plus, lorsque des infrastructures appropriées de gestion des eaux pluviales existent, celles-ci ne permettent pas de faire face à des événements pluvieux extrêmes.



Liens entre assainissement, eaux pluviales et changement climatique

Service d'assainissement et gestion des eaux pluviales sont étroitement liés : en saison sèche, l'intrusion d'eaux usées dans le système d'évacuation pluvial crée d'importants problèmes en termes d'odeurs et de salubrité (eaux contaminées, développement de vecteurs d'agents pathogènes, etc.). Durant la saison des pluies, les eaux pluviales se mélangent à ces mêmes eaux usées et aux déchets solides, contaminant les zones inondées et le milieu naturel.

7. pS-Eau (2013) *La gestion des eaux pluviales (GEP) en milieu urbain dans les pays en développement*, document de cadrage

L'augmentation et la multiplication d'événements météorologiques extrêmes dues au changement climatique rendent les villes plus vulnérables aux conséquences de l'absence d'assainissement ou de gestion des eaux pluviales.

Les pays situés en zones sahélienne, tropicale ou équatoriale subissent en effet des précipitations très intenses, ce qui rend l'évacuation des eaux pluviales en milieu urbain plus difficile et plus coûteuse dans des contextes à faibles ressources.

Liste des impacts sur la gestion des eaux pluviales

Aléas climatiques	Impacts sur la gestion des eaux pluviales, et indirectement sur les services d'eau et d'assainissement	Impacts sur les habitations, les équipements publics, industriels et commerciaux	Impacts sociaux, sanitaires
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal induisant un risque accru d'inondation	Saturation des ouvrages et infrastructures de gestion des eaux pluviales non dimensionnés pour des extrêmes climatiques Ceci induit pour les services d'eau et d'assainissement : submersion des équipements, débordement des réseaux d'eaux usées , etc.	Dégradation des habitations (voire destruction) Coupure des voies de communication et rupture de nombreux autres services en réseau (électricité, téléphonie, etc.) Perturbation / Arrêt des activités économiques	Déplacement de populations suite à la perte de leur habitation Accidents, blessures corporelles et noyades dus aux inondations, éboulements et accidents de circulation Augmentation des maladies d'origine hydrique par : — l'utilisation d'eau contaminée pour les usages domestiques — le développement des vecteurs de maladie tels que moustiques, rats, etc. Domages récurrents aux biens privés et publics

3. Agir : quels enjeux et quelles modalités d'action ?





Comprendre les notions d'adaptation et d'atténuation

Afin de réduire les risques liés au changement climatique, **deux approches complémentaires peuvent être mises en œuvre** : **l'adaptation** qui cherche à réduire le niveau d'exposition des systèmes et leur vulnérabilité, et **l'atténuation** qui vise à lutter contre le réchauffement climatique via la diminution de la production de GES.

L'adaptation au changement climatique

L'adaptation au changement climatique se définit comme la démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Dans les systèmes humains, il s'agit d'atténuer ou d'éviter les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Dans certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences. *Source : GIEC, 2014*



- **L'adaptation est inévitable**

L'adaptation face aux impacts du changement climatique est inévitable, qu'elle soit planifiée ou non, puisque les conséquences de l'augmentation de la température moyenne du globe sont déjà visibles et vont s'accroître même dans les scénarios de lutte contre le réchauffement climatique les plus optimistes.

La stratégie d'adaptation se doit donc d'anticiper les impacts du changement climatique et en tenir compte pour une localisation optimale des aménagements et des infrastructures et un développement pérenne des services. Ainsi, l'adaptation doit être mise en œuvre à un échelon local, au plus proche des besoins des territoires.

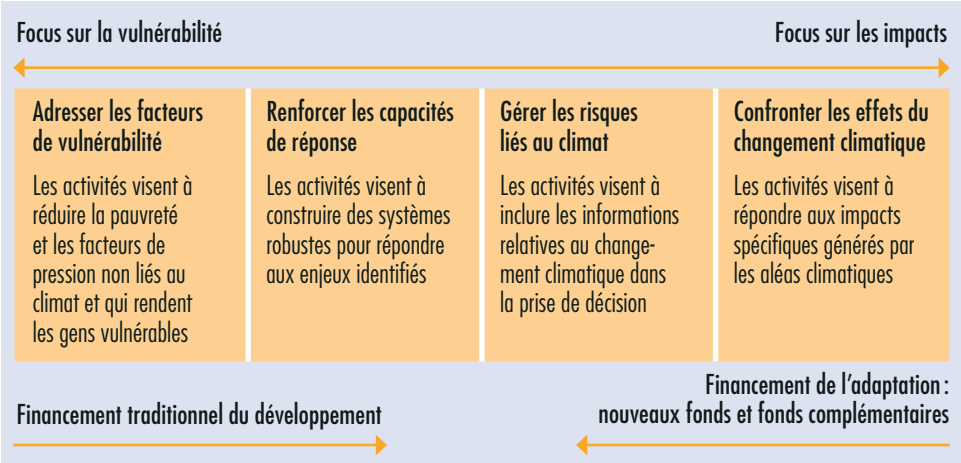
La démarche d'adaptation passe par la réduction de l'exposition et de la vulnérabilité des systèmes humains ou naturels aux aléas climatiques. Cette démarche doit promouvoir

une flexibilité des processus de décisions et une bonne gouvernance de façon à éviter les risques de **mal-adaptation**.

- **Réduire la vulnérabilité**

La distinction entre activités menées pour l'adaptation au changement climatique et celles conduites pour le développement fait l'objet de nombreux débats. Dans la plupart des cas, l'adaptation se nourrit des réflexions engagées sur la réduction de la vulnérabilité dans un contexte « normal » de développement. On pourra parler d'un continuum de l'adaptation : d'un côté, on trouvera les actions qui cherchent à réduire la vulnérabilité aux impacts spécifiques du changement climatique, de l'autre on aura les actions qui cherchent à combattre les facteurs de vulnérabilité liés au développement (pauvreté et autres facteurs non liés au changement climatique). Ce continuum est décrit dans la figure ci-après.

Figure 3 : Le continuum de l'adaptation⁸



• Réduire l'exposition

La réduction de l'exposition d'un système aux aléas climatiques est un volet de l'adaptation qu'il ne faut pas négliger. Ce type d'actions d'adaptation suppose, par exemple, de construire des infrastructures dans des emplacements judicieux mais peut aussi comprendre une réflexion sur le déplacement et la relocalisation de populations en dehors de zones inondables ou à risque.

Éviter la mal-adaptation

On utilise le concept de **mal-adaptation** pour désigner un changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit (de manière non intentionnelle) à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire. Une situation de mal-adaptation correspond à l'une des situations suivantes :

- **utilisation inefficace de ressources comparée à d'autres options d'utilisation** (par exemple, le recours à la technologie de désalinisation d'eau de mer dans le cas où une protection et un traitement efficace des ressources souterraines suffiraient) ;
- **transfert incontrôlé de vulnérabilité** (par exemple, le pompage dans les nappes profondes pour une commune sans concertation à l'échelle du bassin versant pouvant réduire l'accès à d'autres communes du bassin) ;
- **erreur de calibrage** : sous-adaptation ou adaptation sous-optimale (par exemple, une digue de protection n'a pas été suffisamment rehaussée).

Source : Ministère de la Transition écologique et solidaire



8. Source : Roger Calow et al.(2011), *Climate change, water resources and WASH*. ODI BGS.

L'atténuation du changement climatique

L'atténuation désigne les actions visant à limiter l'ampleur du changement climatique en réduisant les émissions directes et indirectes de GES. *Adapté de : ADEME, 2012*

Cela passe notamment par la **réduction des consommations d'énergie** et **l'utilisation significative de ressources renouvelables**. La poursuite de cet objectif permet également de réduire les dépenses locales et d'assurer la durabilité des services.

Les bénéfices de l'atténuation sont ressentis au niveau global, ce qui exige un effort collectif pour permettre de lutter efficacement contre l'augmentation des températures à l'échelle mondiale.



Château d'eau et pompage solaire à Madagascar



Acteurs et échelles d'intervention

Plusieurs cadres d'intervention existent à des niveaux complémentaires (voir tableau). Agir dans un contexte de changement climatique nécessite de prendre en compte ces différents référentiels et d'impliquer l'ensemble des acteurs pour la mise en œuvre.

Les différents cadres stratégiques et acteurs

Niveau	Référentiels – Cadres	Acteurs
International	– La résolution sur le droit de l'Homme à l'eau et à l'assainissement adoptée par l'Assemblée générale des Nations unies le 18 décembre 2013	– ONU
	– Les Objectifs de développement durable, adoptés par l'Assemblée générale des Nations unies le 27 septembre 2015	– ONU
	– L'Accord de Paris sur le Climat du 12 décembre 2015	– ONU
Sous-régional	– Plan de gestion des eaux des fleuves transfrontaliers	– Organismes de bassin
	– Les plans d'actions régionaux pour la gestion des ressources en eau	– Commissions économiques régionales
	– Déclaration régionale sur l'eau et l'assainissement (ex. Déclarations de Ngor et d'eThekwinini pour l'assainissement et l'hygiène en Afrique)	– États – États et Ministères en charge de l'eau et de l'assainissement
National	– Les stratégies de développement et de lutte contre la pauvreté	– Ministères en charge de l'hydraulique, de l'assainissement, de l'environnement et autres ministères associés (santé, urbanisme, finances, décentralisation, infrastructures, etc.)
	– Les politiques sectorielles eau et assainissement et les plans d'actions nationaux	
	– Les Codes de l'eau, de l'assainissement et de l'environnement	
	– Les plans nationaux d'adaptation aux changements climatiques	
Local	– Plan de développement local	– Collectivités territoriales – Services déconcentrés de l'État : hydraulique, assainissement, environnement, santé, etc. – Gestionnaires des services – Agences de bassin – Bureaux d'étude, entreprises – ONGs – Usagers
	– Schéma directeur / plans sectoriels eau et assainissement	
	– Plan de gestion des eaux	
	– Plan climat	
	– Plan de Prévention des Risques	

La large portée du changement climatique sur les sociétés humaines, les écosystèmes naturels et la biodiversité requiert des réponses globales et intersectorielles. Ainsi, **les réflexions engagées sur l'adaptation ou l'atténuation des services d'eau ou d'assai-**

nissement auront tout à gagner à considérer les liens avec le grand cycle de l'eau et d'autres secteurs (énergie, agriculture, etc.). Cette démarche se situe tout à fait en accord avec les Objectifs de développement durable, eux-mêmes interconnectés.

La place des communautés, un enjeu pour les interventions

Un enjeu fort de l'adaptation concerne **la place des communautés et la participation citoyenne** dans le développement des stratégies et plan d'adaptation, ainsi que dans leur mise en œuvre. Il s'agit en effet de trouver des réponses appropriées par rapport aux besoins exprimés des populations d'une part, et aux divers niveaux de risques climatiques d'autre part. Dans ce contexte, **une attention spéciale doit être donnée aux populations les plus vulnérables mais aussi aux populations autochtones.**

La concertation présente différents avantages, en particulier : une démarche collective de diagnostic et d'appropriation des enjeux identifiés, la mobilisation des acteurs sur le long terme et leur implication pour la mise en œuvre des activités. Les réponses devront ainsi combiner des approches structurelles (infrastructures, techniques) et non-structurelles (ou « soft ») telles que les activités de sensibilisation.

La **reconnaissance et la prise en compte des savoirs et pratiques locales** est un aspect qui ne doit pas être négligé. De nombreuses observations notent que les connaissances des populations locales en matière de changements climatiques sont essentiellement basées sur l'observation des composantes de la nature et de certains phénomènes climatiques. Les pratiques observées dans les différentes zones d'intervention ont évolué pour mieux s'adapter au changement climatique.



Concertation au Bangladesh

Enjeux opérationnels

Décider dans un contexte d'incertitude



La mise en œuvre de l'adaptation revêt un caractère complexe du fait de la connaissance partielle que nous possédons des impacts du réchauffement clima-

tique et des incertitudes qui les entourent. Ces incertitudes peuvent constituer un frein à l'engagement dans une démarche d'adaptation et de définition de stratégies.

Elles portent sur :

- **Le scénario global d'évolution du climat :** le rapport spécial du GIEC sur un réchauffement climatique de 1,5°C démontre que les conséquences d'un réchauffement de +2°C seraient plus graves que celles d'un réchauffement limité à +1,5°C mais que, de plus, les risques augmentent plus rapidement que l'augmentation des températures.
- **La traduction locale des scénarios globaux :** les conséquences du réchauffement climatique dépendent des régions, de leur niveau de développement, de leur vulnérabilité et des mesures d'adaptation et d'atténuation mises en place. L'ampleur des événements pluvieux extrêmes est notamment difficile à prévoir, rendant difficile le dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales.

- **La réponse des systèmes naturels et humains au changement climatique :** de nombreuses incertitudes pèsent sur l'évolution du grand cycle de l'eau, des écosystèmes marins et terrestres (océans et mers, forêts, rivières et lacs, etc.), de la biodiversité et des sociétés humaines.

S'engager dans une démarche d'adaptation face à de telles incertitudes peut paraître inefficace ; il faut toutefois rappeler que **le changement climatique impliquera une nécessaire adaptation, planifiée ou non**. Il faut aussi noter que de nombreuses mesures d'adaptation peuvent fournir des co-bénéfices quant au développement ou à la réduction des inégalités et la lutte contre la pauvreté, même en présence de fortes incertitudes.

Plusieurs approches et mesures doivent être privilégiées dans ce contexte d'incertitudes sur les scénarios futurs :

- **Développer les systèmes de suivi, de production et de partage de données**, en adaptant les indicateurs aux enjeux du changement climatique ;
- **Hiérarchiser et prioriser les solutions** en fonction du niveau de risque évalué et des ressources disponibles ;
- **Privilégier des mesures d'adaptation flexibles**, offrant la possibilité d'être ajustées au fur et à mesure des connaissances ;



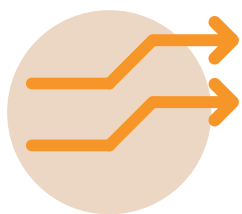
- **Privilégier les solutions « sans regret »**, c'est-à-dire qui ont des bénéfices immédiats et restent pertinentes quel que soit le scénario d'évolution du climat (même sans changement climatique). Les mesures d'économie d'eau en constituent un exemple ;
- **S'inscrire dans une vision de long-terme** recherchant la durabilité des services, les synergies entre secteurs et la protection de l'environnement.

Solutions sans regret

Action permettant de réduire la vulnérabilité au changement climatique et qui garde des avantages quelles que soient les évolutions climatiques. *Source : Seine-et-Marne, 2015*

Par exemple, les systèmes d'alerte précoce contre les inondations ou les plans de gestion des sécheresses constituent des mesures sans regret, bénéfiques pour le développement même si la fréquence ou l'intensité de ces aléas climatiques n'augmentent pas comme prévu.

Accompagner les transitions



Les démarches d'adaptation ou d'atténuation doivent être soutenues et accompagnées dans leur mise en œuvre. La garantie d'un environnement favorable à l'émergence de telles démarches passe par :

- **Adapter le cadre de l'action publique**
La mise en œuvre d'actions d'adaptation ou d'atténuation présupposent parfois que

l'appareil législatif et de régulation soit ajusté à ces nouveaux enjeux. Pour l'assainissement, cela concerne notamment les enjeux de régulation et d'accompagnement de la puissance publique sur l'utilisation des sous-produits du traitement des eaux usées ainsi que la réutilisation des eaux usées traitées (épandage agricole des boues d'épuration, valorisation du biogaz, etc.).

Les incitations financières pour investir dans des équipements performants peuvent constituer un levier important de mobilisation, lorsqu'elles sont soutenues par l'État vers ses collectivités ou ses services déconcentrés.

- **L'enjeu des financements climat**

La question des financements climat fait également l'objet de nombreux débats, en particulier dans les instances internationales.

Si la transition économique et sociétale est nécessaire, elle requiert des financements conséquents. L'atténuation passe en effet par un changement profond des systèmes énergétiques. L'adaptation a elle aussi un coût économique que la plupart des pays en développement sont dans l'incapacité de supporter, alors qu'ils affrontent déjà un certain nombre de difficultés socio-économiques. La Banque Mondiale estime ainsi le coût de l'adaptation pour le secteur de l'eau entre 13,3 milliards et 16,9 milliards de dollars par an entre 2010 et 2050, sans même compter les coûts d'adaptation pour l'eau destinée aux usages agricoles⁹. Les notions de solidarité entre les peuples et de responsabilité des pays développés vis-à-vis des pays en développement sont ainsi au cœur des négociations relatives aux financements.

Le développement de mécanismes de financement pour lutter contre le changement climatique et ses effets devient nécessaire. Des financements internationaux existent, comme le Fonds Vert pour le climat rattaché à la CCNUCC et le Fonds pour l'adaptation prévu par le protocole de Kyoto, mais ils restent difficiles d'accès et dédiés à des projets de grande échelle. D'autres mécanismes de financement existent, de nombreux fonds multilatéraux ou nationaux ayant intégré la prise en compte du changement climatique au sein de leurs activités.

Certains pays éprouvent cependant des difficultés à accéder à ces flux de financement. C'est d'autant plus vrai dès lors qu'il s'agit de financer des projets d'adaptation. La plupart des fonds ont un accès limité du fait de procédures complexes et certains ne sont pas directement mobilisables par les pays qui doivent s'adresser aux institutions financières internationales ou aux banques régionales. Les cadres nationaux de certains pays sont insuffisants, ce qui accroît leur difficulté pour obtenir des financements : cadre légal mal adapté, absence de stratégie nationale sur le changement climatique, déficit de compétences, de gestion technique et financière.

- **Garantir des démarches concertées**

La concertation permet de définir collectivement les solutions techniques et les mesures organisationnelles et législatives les plus appropriées pour le développement du secteur. Ces « principes et valeurs », partagés et défendus par tous, sont les garants de plans directeurs forts et efficaces. Le processus de concertation est aussi important que le document de stratégie car il joue un rôle pédagogique et collectif d'apprentissage, d'information et de réflexion, facilitant l'appropriation par tous et, tout particulièrement, par les populations.

Les dynamiques de participation et de concertation sont essentielles dans un contexte de changement climatique : elles permettent l'appropriation par tous des enjeux des changements climatiques et la construction d'une vision partagée pour la mise en œuvre des

9. Coalition Eau (2014) *Eau et changement climatique. Note de recherche*

actions d'adaptation et d'atténuation qui en découlent. La démarche donne aussi l'opportunité de promouvoir le partage d'expé-

rience et faire remonter des problèmes rencontrés, afin d'améliorer les processus au fur et à mesure de la mise en œuvre des activités.

Promouvoir les synergies

L'adaptation requiert une approche intersectorielle pour être efficace : ceci permet notamment d'éviter les conflits entre secteurs et d'inclure l'ensemble des compromis et synergies possibles dans les réflexions.

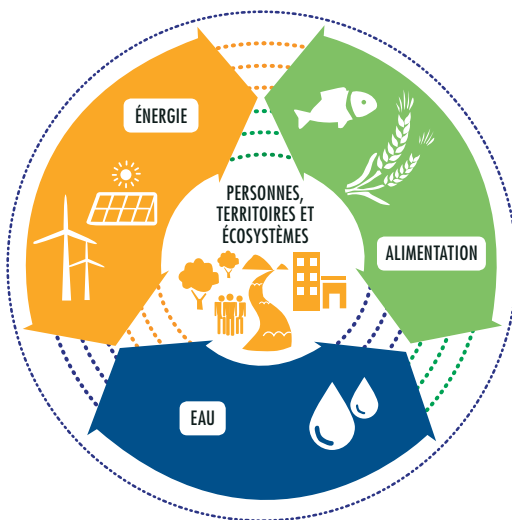
Les services d'eau potable et d'assainissement doivent ainsi être considéré en lien avec :

- **La gestion des ressources en eau**, à l'échelle des territoires et des bassins versants ;
- **L'agriculture**, secteur consommateur d'eau mais offrant des possibilités de valorisation des produits de l'assainissement ;
- Le **secteur de l'énergie**, dont dépend le fonctionnement des services d'eau et

d'assainissement et offrant également des possibilités de valorisation des produits de l'assainissement

- Les autres **services de base (gestion des eaux pluviales, gestion des déchets, etc.)**, en particulier dans les villes.

À l'inverse, l'absence de coordination peut être contreproductive en terme d'adaptation et augmenter la vulnérabilité des autres secteurs. Par exemple, la priorisation des usages domestiques dans la gestion des ressources requiert souvent une forte coordination avec le secteur agricole, qui peut en subir les conséquences en cas de sécheresses.



4. Mesures d'adaptation



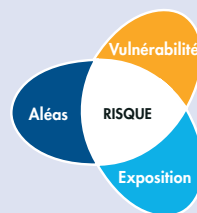
L'objectif de l'adaptation vise à anticiper les impacts du changement climatique et d'en réduire les risques en agissant sur l'exposition et la vulnérabilité des systèmes.

Grandes étapes pour l'action¹⁰

A. Évaluer les risques liés au changement climatique

La première étape consiste à **évaluer les risques qui pèsent sur le service d'eau ou d'assainissement**. Il s'agit donc d'identifier :

- Les aléas climatiques et les impacts potentiels qu'ils peuvent avoir sur le service ;
- Le niveau d'exposition des différents maillons du service ;
- Le degré de vulnérabilité correspondant à chaque aléa.



Cette étape d'évaluation des risques doit faire partie intégrante de toute forme de diagnostic intervenant dans le développement d'un service d'eau ou d'assainissement. Le diagnostic doit être réalisé à l'échelle appropriée, dans une démarche de gestion intégrée : niveau national, échelle des bassins versants ou niveau local. L'état des lieux doit s'appuyer sur l'analyse des stratégies, plans et études existants afin de comprendre quelles démarches favorables à l'adaptation ont déjà pu être mises en œuvre.

Impliquer les acteurs concernés est nécessaire dès ce stade initial afin d'établir un socle commun de connaissance des risques climatiques, utile pour la suite. Une coordination entre secteurs (eau potable, assainissement, ressources en eau, énergie, agriculture, etc.) peut s'avérer nécessaire afin de renforcer la connaissance globale des impacts liés au changement climatique. **Le diagnostic permettra de hiérarchiser les priorités d'action.**

• Méthodes de diagnostic des risques

Bien que toutes ne soient pas spécifiques aux services d'eau et d'assainissement, de nombreuses méthodes sont à disposition et données en référence en Annexe p.74. Plusieurs de ces approches diagnostic se basent sur une méthode de notation : des points sont attribués aux différents paramètres (aléas, exposition, vulnérabilité). La combinaison de ces points fournit un score correspondant au niveau de risque : faible, moyen ou élevé. Ceci permet alors de classer et prioriser les besoins d'adaptation en fonction de l'importance des menaces.

10. Ces étapes s'inspirent du « Cadre stratégique pour un développement résilient au changement climatique du secteur EAH », développé par le Global Water Partnership (GWP), voir la boîte à outils en Annexe 4

B. Élaborer et mettre en œuvre les solutions

Intégrer les options d'adaptation aux politiques et stratégies

L'intégration des enjeux climatiques dans les politiques et stratégies nationales et locales constitue un prérequis à l'action. Cette étape facilite la mise en œuvre de mesures plus opérationnelles en proposant une ligne de conduite pour aborder les démarches de transitions. L'élaboration d'une politique et d'une stratégie d'adaptation doit en effet permettre de **définir des objectifs d'adaptation des services d'eau ou d'assainissement**, en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés et de façon articulée à d'autres stratégies (Objectifs de développement durable, engagements nationaux pour l'Accord de Paris sur le climat, etc.)

L'engagement dans des démarches d'adaptation et d'atténuation doit également passer par une **adaptation de la réglementation en vigueur** mais aussi de la formation professionnelle et de la communication auprès des acteurs du secteur.

Élaborer et mettre en œuvre un plan d'action

Lorsque des objectifs d'adaptation ont été définis, **l'étape suivante consiste à élaborer un plan d'action localisé, réaliste et programmé dans le temps**. Cette seconde étape doit permettre d'identifier les options et activités les plus appropriées en fonction des risques identifiés durant le diagnostic. La planification se base sur l'identification des activités prioritaires, pour lesquelles les risques climatiques sont élevés, et sur les objectifs d'adaptation fixés par les politiques et stratégies. Elle doit également prendre en compte la disponibilité des ressources financières, techniques et humaines sur le périmètre d'action.

La mise en œuvre des activités doit s'accompagner de points d'étapes et d'un dispositif d'accompagnement des acteurs.

• Quelques exemples d'action

- Le plan d'action peut intégrer de nouvelles procédures davantage adaptées au regard des risques climatiques : analyse approfondie de la demande en eau, étude technique réalisée par rapport à des aléas plus intenses et plus fréquents, définition et choix des modalités de gestion du service adaptés, etc.
- Des démarches déjà existantes comme la gestion intégrée des ressources en eau ou les plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau peuvent être revu de façon à intégrer la question climatique ;
- Développement d'une **culture du risque**, qui anticipe les situations d'urgence : renforcement des systèmes d'alertes précoces.

La culture du risque

C'est la connaissance par tous les acteurs (élus, techniciens, citoyens, etc.) des phénomènes naturels et l'appréhension de la vulnérabilité. L'information des populations, et ceci dès le plus jeune âge, est le moteur essentiel pour faire progresser la culture du risque. Celle-ci doit permettre d'acquérir des règles de conduite et des réflexes, mais aussi de débattre collectivement des pratiques, des positionnements, des enjeux, etc. Développer la culture du risque, c'est améliorer l'efficacité de la prévention et de la protection. En faisant émerger toute une série de comportements adaptés lorsqu'un événement majeur survient, la culture du risque permet une meilleure gestion du risque.

Source : Ministère de la Transition écologique et solidaire



C. Suivre et capitaliser les expériences

Comme toute politique publique, il est nécessaire de pouvoir suivre et évaluer la mise en œuvre des politiques d'adaptation. Ceci permet de garantir la réalisation des avantages escomptés et d'améliorer les interventions futures. La démarche doit passer par la **définition d'indicateurs de suivi ainsi que par la mise au point de méthodes de suivi et d'évaluation**. Différents types d'indicateurs pourront être utilisés en fonction du périmètre considéré.

- Adapter le suivi technique et financier des services¹¹

Les dispositifs de suivi technique et financier déjà existants pourront être complétés par des indicateurs de vulnérabilité climatique spécifiques : niveau de la nappe, qualité des rejets dans le milieu naturel, fréquence des interruptions de service liées aux aléas climatiques, etc.

11. Consulter pour plus de détails sur la démarche : ADEME (2013) Objectifs climat. Méthode de suivi-évaluation des politiques d'adaptation au changement climatique.



L'adaptation pour les services d'eau potable

Objectifs

Toute action de développement du service d'eau doit être rattachée au cadre de mise en œuvre des ODD. La cible 6.1 de l'ODD 6 vise en effet à « assurer l'accès universel et équitable à l'eau potable, à un coût abordable » d'ici à 2030. Les mesures d'adaptation devront ainsi chercher à garantir, dans un contexte de changement climatique :

- L'accessibilité de tous au service, notamment les populations les plus vulnérables ;
- La disponibilité du service d'eau à tout moment où l'on en a besoin ;
- La qualité de l'eau distribuée, qui doit être exempte de toute contamination par des matières fécales et substances chimiques prioritaires.

Nous proposons ci-dessous plusieurs options d'adaptation qui peuvent être envisagées en réponse aux différents impacts identifiés au → [Chapitre 2 p.16](#).

Réduire les risques d'impacts sur la consommation spécifique

Aléa climatique	Impacts sur la consommation spécifique	Mesures d'adaptation
 Augmentation des températures moyennes  Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers  Vague de chaleur  Période de sécheresse	Augmentation des besoins en eau et des volumes prélevés pour tous les usages (domestiques, agricoles, industriels, etc.)	Analyse « renforcée » de la demande en fonction de la disponibilité des ressources. Il s'agit d'anticiper la demande en eau en période de pénurie d'eau ou stress hydrique afin d'adapter la gestion du service aux différents scénarios possibles. Gestion de la demande : les économies d'eau réalisées grâce à une maîtrise de la demande garantissent une meilleure disponibilité des ressources. Ceci peut passer par : l'adaptation de la tarification en fonction des modes de consommation, la sensibilisation des usagers (campagnes d'information, sensibilisation en période de manque d'eau) et le suivi des gros consommateurs.

Réduire les risques d'impacts sur les infrastructures et équipements

Aléa climatique	Impacts sur les infrastructures et les équipements	Mesures d'adaptation
 Montée du niveau des mers, intrusion salines	Corrosion des infrastructures (acier, fer, etc.)	Privilégier des matériaux résistants à la corrosion ou garantir leur maintenance (traitement anticorrosion, suivi et remplacement des pièces avant rupture).
 Augmentation des températures moyennes  Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers  Vague de chaleur  Période de sécheresse	Fragilisation des installations : — surutilisation des équipements pour répondre aux fortes demandes ; — risque de pompage à sec dégradant les pompes ; — fissuration du béton lors de vagues de chaleur.	Renforcement des cahiers des charges concernant les études de faisabilité, la conception du service, le suivi et le contrôle des installations, en intégrant les risques climatiques. Renforcer la robustesse des infrastructures et des équipements : privilégier l'achat de matériel de qualité, garantir leur maintenance, etc. Diversification des points de prélèvements et interconnexion de réseaux permettant d'assurer la continuité du service en cas de panne.
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal, inondation Tempête, vents	Fragilisation, baisse du rendement et destruction des installations : inondation des puits, ensablement, submersion des équipements électriques, érosion des ouvrages, fragilisation et rupture de canalisations induisant des fuites au niveau des réseaux , etc. Fragilisation des ouvrages de retenues d'eau ayant à subir des pressions trop fortes.	Renforcement des cahiers des charges concernant les études de faisabilité, la conception du service, le suivi et le contrôle des installations, en intégrant les risques climatiques. Adaptation du dimensionnement des ouvrages de stockage et des déversoirs ou trop-pleins en prenant des marges adaptées. Réalisation de bassins de rétentions à titre de protection des ouvrages et à titre de zones privilégiées de ré-infiltration. Les solutions fondées sur la nature peuvent être très pertinentes dans ce contexte.

Réduire les risques d'impacts sur la qualité du service

Aléa climatique	Impacts sur les infrastructures et les équipements	Mesures d'adaptation
 Montée du niveau des mers, intrusion salines	Arrêt du service en raison d'un taux de salinité élevé, qui ne peut être traité.	Diversification des sources d'eau potable : eau de surface traitée, transferts d'eau, eau de pluie, désalinisation. Cette diversification des sources donne l'occasion d'engager des réflexions sur la qualité de l'eau requise qui peut différer en fonction des différents usages.
 Augmentation des températures moyennes	Interruption ou réduction temporaires du service en raison du manque de ressource disponible.	Renforcer la connaissance de la ressource : mise en place d'outils de suivi de l'évolution des nappes, suivi de la qualité de l'eau afin d'anticiper des ajustements sur le traitement.
 Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers	Dégradation de la qualité de l'eau distribuée induite par l'insuffisance de traitement de l'eau brute fortement concentrée en agents pathogènes, polluants physico-chimiques, sel, etc., ou présentant une importante turbidité.	Adapter le service afin d'assurer la continuité : – Choix des technologies d'approvisionnement en eau : dessalement d'eau de mer ; transferts d'eaux brutes ; en cas de non disponibilité des ressources locales en quantité et qualité suffisantes ; – Accroissement des capacités de stockage des infrastructures destinées à la production d'eau potable entre deux saisons de pluie ; – Diversification et répartition raisonnée des points de prélèvement de la ressource ; – Interconnexion des réseaux d'eau potable pour une gestion et un partage à plus grande échelle.
 Vague de chaleur		
 Période de sécheresse		

		Gestion et protection des ressources <i>L'ensemble de ces mesures gagne à être pensé conjointement dans une démarche de gestion intégrée des ressources en eau. De façon spécifique au service d'eau, on pourra noter :</i> – Respect de l'équilibre entre le taux d'exploitation et taux de renouvellement des nappes ; – Protection de la ressource contre les pollutions (limitation des intrants chimiques, rejets d'eaux usées, etc.) – Priorisation de l'affectation de la ressource aux usages domestiques, de façon équitable ; – Réutilisation des eaux usées afin de soulager la pression sur les autres ressources en eau ; – Favoriser l'infiltration et la réalimentation des nappes ; – Amélioration du rendement des réseaux de distribution, notamment par la réduction des pertes en eau.
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal, inondation Tempête, vents	Interruption du service dû à l'endommagement des installations. Inaccessibilité des points d'eau (glissement de terrains — inondations). Dégradation de la qualité de l'eau distribuée due à une plus grande pollution des ressources en eau par le lessivage des sols et la submersion des ouvrages d'assainissement.	Préparation aux événements extrêmes : développement d'une culture du risque, élaboration de plans d'urgence. Développement de systèmes d'alerte permettant d'anticiper la survenue d'événements extrêmes et d'adapter la gestion du service rapidement. Suivi de la qualité de l'eau et mise en œuvre d'un traitement adapté. Systématisation des plans d'évaluation des risques y compris climatiques, recensement des usagers vulnérables (hôpitaux, etc.) et information sur la marche à suivre en cas d'urgence pour les responsables, les gestionnaires et les usagers des services. <i>L'ensemble de ces mesures gagne à être pensé conjointement avec des processus d'adaptation de la gestion des eaux usées et eaux pluviales.</i>

Réduire les risques d'impacts sanitaires et sociaux

La prise en compte des impacts sanitaires et sociaux constituent un aspect majeur de l'adaptation. Ces réflexions peuvent être difficiles à dissocier par rapport à des démarches de réduction de la vulnérabilité dans un contexte « normal » de développement → voir la notion de continuum d'adaptation p.31-32.

Les mesures d'adaptation pour le service d'eau doivent être attentives à la question **de l'accès au service** :

- une attention particulière doit être donnée à l'accessibilité du service pour tous à un coût **abordable** ;
- les réflexions sur les **modalités de gestion du service d'eau** doivent considérer la question du partage des ressources, notamment en condition de sécheresse et de manque d'eau. Une gestion multi-usages de la ressource peut être pertinente dans ce contexte, afin de garantir d'une part la satisfaction des besoins essentiels

et d'autre part les moyens de subsistance (agriculture maraîchère, abreuvement du bétail). Dans ce contexte, la prise en compte des besoins particuliers comme ceux des populations nomades qui vivent du pastoralisme ne doit pas être oubliée ;

- **l'accès à l'eau potable en contexte humanitaire** devient une préoccupation croissante avec l'augmentation constatée des migrations et des catastrophes naturelles. La fourniture en eau potable et l'accès à l'assainissement dans ce contexte doit être pensé en lien avec la desserte pérenne des populations locales, qui peuvent également souffrir du manque d'accès.

Enfin, la **prise en compte du genre** est un critère important des mesures d'adaptation. Les femmes et les filles sont les premières à être concernées par les corvées d'eau et sont particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique sur le service d'eau. Les démarches d'adaptation devront ainsi veiller à engager leur participation tout au long des processus.



L'adaptation pour le service d'assainissement

Objectifs

De façon similaire au service d'eau potable, le développement de service d'assainissement s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre des ODD.

La cible 6.2 de l'ODD 6 vise ainsi à « **assurer l'accès de tous, dans des conditions équitables, à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats et mettre fin à la défécation en plein air, en accordant une attention particulière aux besoins des femmes et des filles et des personnes en situation vulnérable** » d'ici à 2030. Cette cible est à relier à la cible 6.3 qui vise à « améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution [...] en réduisant de moitié la proportion d'eaux usées non traitées et en augmentant sensiblement le recyclage et la réutilisation de ces eaux en toute sécurité à l'échelle mondiale ».

L'adaptation pour les services d'assainissement cherchera à garantir, dans un contexte de changement climatique :

- ▶ **l'accès de tous à des toilettes** dans le respect de la dignité humaine (intimité, sécurité) ;
- ▶ **la gestion des excreta « en toute sécurité »**, c'est-à-dire séparant de façon hygiénique les excreta du contact humain tout au long de la filière, jusqu'à leur réutilisation ou traitement.

Différentes options d'adaptation qui peuvent être envisagées en réponse aux différents impacts sur le service d'assainissement → [Chapitre 2, p.16](#) sont présentées ci-après.

Réduire les risques d'impacts sur le fonctionnement du service

Aléas climatiques	Impacts sur le fonctionnement du service	Mesures d'adaptation
 Augmentation des températures moyennes  Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers  Vague de chaleur  Période de sécheresse	Dysfonctionnement des processus biologiques de traitement (mortalité de certaines bactéries). Dégradation des infrastructures et équipements : par exemple, dégradation des bétons due à la production accrue d'hydrogène sulfuré¹² (H₂S).	Contrôle régulier des processus et évolution de ces traitements vers des systèmes adaptés aux conditions climatiques nouvelles. Contrôle et élimination de l'hydrogène sulfuré.
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal, inondation Tempête, vents	Destruction des latrines non construites dans les règles de l'art (l'impact sur les taux d'accès peut être significatif). Perturbation des services de vidange (difficulté d'accès, augmentation de la fréquence de vidange, etc.). Pannes par submersion des pompes de relevages et autres systèmes électriques. Dysfonctionnement des processus de traitement en cas de surcharge hydraulique.	<i>L'ensemble de ces mesures gagne à être pensé conjointement avec des processus d'adaptation de la gestion des eaux usées et eaux pluviales.</i> Construction de la base des latrines en matériaux résistants à l'érosion. Mise en place (i) d'un système de production autonome (groupe électrogène avec stock de carburant accessible en cas d'inondations dans un local protégé) et (ii) d'installation des équipements électromécaniques (moteurs, panneaux de contrôles) au-dessus du niveau d'inondation probable.

12. L'hydrogène sulfuré H₂S est un gaz toxique qui se forme par la décomposition de la matière organique et, étant plus lourd que l'air, il s'accumule dans les parties basses non-ventilées des endroits clos tels que égouts, canalisations. La chaleur accroît sa production.

Réduire les risques d'impacts sur l'environnement

Aléas climatiques	Impacts sur l'environnement	Mesures d'adaptation
 Augmentation des températures moyennes  Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers  Vague de chaleur  Période de sécheresse	Rejets moins bien traités en raison de dysfonctionnement des processus biologiques et moindre dilution des polluants en raison du faible débit du milieu récepteur provoquant : – Dégradation de la qualité des ressources en eau ; – Perturbation des écosystèmes et de la biodiversité, notamment les écosystèmes aquatiques.	Amélioration de la capacité de traitement des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel.
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Épisode pluvieux intense et brutal, inondation Tempête, vents	Augmentation des rejets sans traitement dans le milieu naturel du fait de : – la pénétration des eaux pluviales dans le réseau d'eaux usées provoquant le débordement des réseaux d'eaux usées, la saturation des pompes de relevage et le by-pass au niveau des stations d'épuration ; – l'inondation des fosses de toilettes, provoquant un écoulement des eaux usées et eaux de pluie sur la voie publique.	<i>L'ensemble de ces mesures gagne à être pensé conjointement avec des processus d'adaptation de la gestion des eaux usées et eaux pluviales.</i> Mise en place de réseaux séparatifs. Limitation des intrusions d'eaux pluviales dans le réseau d'eaux usées. Mise en place de bassins tampons. Accroissement des capacités de traitement. Implantation des fosses sur des terrains surélevés (ou à minima positionnement de la fermeture de la fosse au-dessus du niveau de risque d'inondation) ou mise en place de fosses à fermeture étanche.

Réduire les risques d'impacts sur la gestion des eaux pluviales

La mise en œuvre de mesures d'adaptation pour les services d'eau et d'assainissement incite à **développer les synergies avec d'autres services essentiels**, notamment en milieu urbain.

Le lien entre assainissement et gestion des eaux pluviales est particulièrement fort

vis-à-vis des aléas climatiques extrêmes (pluies torrentielles, inondations) : la saturation des ouvrages de gestion des eaux de pluie provoque par exemple le mélange des eaux usées avec l'eau pluviale dans les réseaux collectifs.

Plusieurs mesures d'adaptation relatives à l'eau de pluie bénéficient aux capacités d'adaptation des services d'assainissement.

Aléas climatiques	Impacts sur la gestion des eaux pluviales	Mesures d'adaptation
 Augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements extrêmes : Episode pluvieux intense et brutal, inondation Tempête, vents	Saturation des ouvrages et infrastructures de gestion des eaux pluviales non dimensionnés pour des extrêmes climatiques. Ceci induit pour les services d'eau et d'assainissement : submersion des équipements, débordement des réseaux d'eaux usées, etc.	Actions visant à réduire l'ampleur des inondations : — maîtrise des eaux de ruissellement en amont de la ville — infiltration et réutilisation des eaux de pluie au niveau de la parcelle — limitation de l'imperméabilisation des sols — mise en place de chaussées poreuses — dimensionnement, construction et entretien approprié des réseaux d'évacuation Actions visant à stopper l'urbanisation des zones à risque permanent Actions visant à réduire les risques pour les biens et les personnes lors d'événement pluvieux : — outils de prévision météorologique de l'ampleur des épisodes pluvieux — systèmes d'alertes et d'évacuation des populations des zones menacées - aménagement de protection provisoire des équipements de sécurité

Réduire les risques d'impacts sanitaires et sociaux

Les impacts sanitaires et sociaux liés au manque d'assainissement ont été largement démontrés, même hors contexte de changement climatique. Pour l'assainissement, les risques augmentent fortement avec la survenue d'événements extrêmes tels que les pluies torrentielles et les inondations subséquentes.

Les mesures d'adaptation pour le service d'assainissement doivent viser **à réduire les risques de maladies d'origine hydrique**, en garantissant :

- L'accès à la toilette pour tous, y compris en situation d'urgence. Ceci implique par exemple la **mise en place en urgence de toilettes provisoires** jusqu'à la reconstruction de sanitaires après une catastrophe ;
- La fourniture en contexte d'urgence d'une eau de qualité et de systèmes de traitement de l'eau à domicile ;
- La sensibilisation des populations à l'hygiène, en particulier pour le lavage des mains.

Réduire l'exposition des populations constitue également un levier d'action à ne pas négliger : le déplacement des populations hors des zones exposées peut être indispensable dans certains contextes (zones côtières submergées par la montée des eaux, quartiers périphériques informels développés en zones inondables ou marécageuses, etc.) même si la mise en œuvre d'une telle action est complexe.

La **prise en compte du genre** dans l'adaptation des services d'assainissement doit également faire l'objet d'une attention forte : les migrations ou déplacement de population peuvent en effet poser des problèmes quant à la gestion de l'hygiène menstruelle ou vis-à-vis de la sécurité de l'accès à la toilette pour les femmes.

Enfin, les **gènes olfactives** liées aux infrastructures d'assainissement qui peuvent être conséquences d'une augmentation des températures ne doivent pas être négligées puisqu'elles conditionnent l'acceptation du service par les populations. Le cas de la production d'hydrogène sulfuré (H₂S) cause même des problèmes de sécurité, notamment dans les lieux confinés : son contrôle et l'élimination de façon régulière permettront de réduire ce risque.

5. Mesures d'atténuation



Parallèlement à l'adaptation, **la prise en compte du changement climatique passe par la recherche de solutions techniques faiblement émettrices de GES**. Ces options doivent être analysées et choisies au regard de la nécessité d'avoir des solutions appropriées, fonctionnelles et durables.

S'inscrire dans une démarche d'atténuation permet également de mieux maîtriser ses coûts de fonctionnement, même si la part des émissions de GES par les services d'eau ou d'assainissement peut paraître faible comparée à la totalité des émissions. Les coûts liés à l'énergie représentent en effet une part non négligeable, qu'il s'agisse de l'énergie pour

les pompes ou pour le transport (par exemple pour les camions vidangeurs de fosses de toilettes). La démarche est aussi utile pour évaluer la vulnérabilité du service par rapport à sa consommation énergétique (dépendance à l'approvisionnement en énergie et aux variations du prix de l'énergie).

Les principales sources d'émissions de GES pour l'eau potable et l'assainissement sont :

- **L'énergie** (électricité, fioul, gaz naturel), dont la production est émettrice de GES,
- Les **eaux usées et excreta**, eux-mêmes naturellement sources d'émissions de GES ainsi que leurs **processus de traitement**.



Grandes étapes pour l'action

L'objectif de l'atténuation pour les services d'eau potable ou d'assainissement a pour but de **réduire les émissions directes et indirectes de GES**.

- A.** Dans un premier temps, il est nécessaire **d'évaluer les émissions de GES et d'identifier les postes émetteurs** les plus importants. Cette étape doit inclure au préalable la définition du périmètre d'activité étudié. Par exemple : s'agit-il de l'activité de production d'eau potable ? Cela inclut-il la distribution de l'eau ?
- B.** La connaissance des informations quantifiées sur la production de GES doit alors permettre de **définir une stratégie d'atténuation**. Les actions d'atténuation peuvent prendre des formes variées : repenser ses modes de production, changer ses comportements, revoir des éléments stratégiques pour l'activité (communication, marketing, sensibilisation, innovation, etc.), encourager les pratiques innovantes, etc.
- C.** Enfin, **l'élaboration d'un plan d'action** permettra de fixer les étapes de la mise en œuvre. La démarche peut être progressive en fixant des critères de pertinence sur les activités : contribution du poste vis-à-vis des émissions globales, importance stratégique, vulnérabilité (variation du coût des énergies fossiles, réglementation contraignante, etc.), leviers d'action dont dispose l'organisation pour réduire les émissions de ce poste.

La réduction des émissions de GES s'appuie sur une distinction entre plusieurs types d'émissions¹³:

- ▶ **Émissions directes ou indirectes liées** aux boues ou aux consommables mobilisés, aux transports et aux infrastructures. Par exemple : GES émis par les torchères, par les camions vidangeurs, ou par la dégradation de la matière carbonée ou azotée. Autre exemple : GES associés à la production d'électricité destinée à alimenter une pompe ;
- ▶ **Émissions évitées**, lors du traitement et de la valorisation des boues sous forme de production d'énergie électrique ou thermique à partir de biogaz, sous forme d'engrais ou sous forme de combustibles de substitution ou comme apport minéral en cimenterie.



Station de traitement des eaux usées au Liban

13. ADEME, ASTEE (2018) *Guide méthodologique des émissions de gaz à effet de serre des services de l'eau et de l'assainissement*. Guide sectoriel, mise à jour 2018.



L'atténuation pour les services d'eau potable

Les principaux postes émetteurs de GES concernent les activités de production d'eau potable, sont principalement le pompage et le refoulement vers un stockage en hauteur (château d'eau).

Les actions d'atténuation peuvent jouer sur deux volets principaux :

Choix énergétiques

Le choix du système d'alimentation énergétique est un enjeu majeur pour l'atténuation. L'objectif est de **privilégier les énergies d'origine renouvelable** de façon à diminuer la part des énergies fortement émettrices de GES, telle que l'énergie thermique. Le choix doit évaluer la pertinence des systèmes en fonction du contexte et des ressources locales.

Le pompage solaire, une opportunité en Afrique subsaharienne

La technologie du photovoltaïque a beaucoup progressé dans la période récente en termes de performance énergétique et de réduction des coûts d'investissement et d'exploitation.

Cette option peut être très appropriée pour les contextes des pays du Sud, permettant de répondre à une amplitude importante de demandes en eau. En Afrique de l'Ouest, la Mauritanie, le Sénégal et le Mali disposent ainsi des meilleurs potentiels solaires au monde, avec un ensoleillement journalier de la zone sahélienne estimé à 5,5 kWh/m² /jour en moyenne sur l'année.

Adapté aux petits systèmes comme seule source d'énergie, le photovoltaïque peut être couplé à d'autres sources d'énergie sur des systèmes plus importants, afin de pallier aux contraintes d'ensoleillement ou de débit horaire de la ressource en eau (6 heures de pompage maximum par jour en moyenne). Ces systèmes hybrides privilégient le pompage solaire, la seconde source d'énergie (principalement le thermique ou le réseau électrique) étant utilisée en appoint en fonction des pointes de consommation.

Optimisation des systèmes pour une baisse des consommations énergétiques

La réduction des émissions de GES passe également par un bon dimensionnement de la station d'eau potable ainsi que l'optimisation de son fonctionnement.

• Dimensionnement des systèmes et équipements

La conception des systèmes d'alimentation en eau anticipe généralement une augmentation de la demande en eau liée à l'augmentation des populations, ou prévoit une marge par précaution technique. Dans de nombreux cas, ceci entraîne l'installation de pompes surdimensionnées qui consomment plus d'énergie que nécessaire, ce qui peut réduire leur durée de vie (fonctionnement en sous-régime). De la même façon, le choix d'un moteur de pompage adapté est également important. Un dimensionnement rigoureux à partir des valeurs de pertes de charges, débits et pressions d'acheminement souhaités vers les différents postes est donc nécessaire.

L'ajout de pompes en parallèle à mesure de l'augmentation des besoins pourra être privilégié ; par rapport à un surdimensionnement. De manière générale, le meilleur moyen pour limiter l'impact énergétique du pompage est de **privilégier les réseaux gravitaires lorsque c'est possible**. Le choix des équipements sera aussi un critère important de durabilité du réseau.

• Amélioration de la performance énergétique

L'optimisation de l'exploitation voire le renouvellement des équipements permet

également de réduire les émissions indirectes liées à l'énergie pour les processus de traitement ou les éléments de pompage.

- On pourra chercher à optimiser les temps de pompage en privilégiant le stockage de l'énergie sous forme de stockage hydraulique (en augmentant la capacité des réservoirs et château d'eau par exemple) ;
- L'optimisation de la maintenance et éventuellement le renouvellement du parc matériel et véhicules par un parc moins émetteur et énergivore peut être à considérer.

• Réduction des émissions indirectes (émissions évitées)

Différentes réflexions peuvent être mises en œuvre pour réduire les émissions indirectes des systèmes d'eau potable, en évitant leur production :

- La limitation des pertes en eau sur le réseau d'eau potable (amélioration du rendement du réseau, recherche des fuites) contribue à maîtriser les consommations énergétiques du service ;
- La sensibilisation des usagers au bon usage de la ressource et à sa protection ;
- Le développement d'une production locale de chlore pour le traitement de l'eau afin de diminuer l'impact en émissions de GES par le transport. Plus généralement, le choix des réactifs peut se baser sur leur facteur d'émission. L'optimisation des dosages permet de réduire leur consommation.



L'atténuation pour les services d'assainissement

Sources de production de gaz à effets de serre

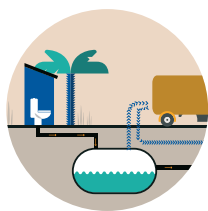
Les principaux postes émetteurs de gaz à effet de serre pour l'assainissement collectif sont l'aération des eaux usées dans les usines et le relevage dans les réseaux¹⁴. En ce qui concerne l'assainissement non collectif, le transport des boues de vidange par camion vidangeur de même que les procédés de traitement des boues peuvent être fortement émetteurs.

Les principaux GES émis sont le **dioxyde de carbone** (CO_2), le **méthane** (CH_4) et le **protoxyde d'azote** (N_2O).

Gaz	Production
CO_2	— Lors du transport des boues de vidange (camions vidangeurs) dans le cas de l'assainissement non collectif ; — Lors du traitement des eaux usées, principalement due à la dégradation de la matière organique ; — Liées à la production d'électricité alimentant la station ; — Lors de l'épuration des boues : combustion ou torchage de biogaz, incinération des boues sur site.
CH_4	— Fosses septiques sans évacuation fréquente des matériaux ; — Rejets directs sans traitement dans les cours d'eau ; — Assainissement en réseau : émissions dans le cas d'égouts stagnants, ouverts et chauds ; — Sur la STEP : production par la décomposition des matières organiques en conditions anaérobies (traitement de la DCO) ; — Potentielles fuites de CH_4 lors de la production de biogaz ; — Émissions lors du rejet en mer, rivière ou lac.
N_2O	— Rejets directs sans traitement dans les cours d'eau ; — Sur la STEP, liée au traitement de l'azote présents dans les eaux usées : urée, ammonium, protéines (abattement NTK) ; — Lors du rejet des eaux traitées dans le milieu naturel, lors du compostage ou de l'épandage de boues ; — Dans le cadre de l'incinération de boues. À noter que l'émission de N_2O a lieu de façon naturelle dans les milieux aquatiques naturels (rivières, estuaires, lacs).

14. ADEME, ASTEE (2018) *Guide méthodologique des émissions de gaz à effet de serre des services de l'eau et de l'assainissement*. Guide sectoriel, mise à jour 2018.

La mesure des taux d'émissions des différents GES devra être préalable à la mise en œuvre d'une stratégie et un plan d'atténuation. Ceci permettra d'identifier les postes les plus émetteurs tout au long de la filière d'assainissement et donc de mieux évaluer les enjeux sur la chaîne de valeur, et mieux prioriser les actions. En pratique, la mesure et l'optimisation ont permis au Syndicat Interdépartemental d'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP) de réduire de 25% ses émissions de GES.



Atténuation sur les maillons « Recueil des excréta » et « évacuation »

- **Pour la filière d'assainissement non collectif**
L'évacuation motorisée des excréta par camions vidangeurs peut représenter un poste très émetteur de GES. Ainsi, **l'optimisation et la réduction des distances de transport constituent un levier d'action important** pour réduire les émissions. Ceci peut passer par la construction de petits systèmes de traitement décentralisés peu éloignés des zones d'habitat. La maintenance régulière du parc véhicule et le choix de véhicules avec des moteurs plus économes peut aussi permettre de maintenir un taux d'émission de GES aussi faible que possible.

Au niveau de la collecte des excréta, on pourra chercher **à réduire les volumes à transporter** : privilégier le traitement sur site, encourager des systèmes séparatifs lorsque cette solution est appropriée (par exemple : toilettes à séparation d'urines destinées à la réutilisation agricole, séparation des eaux grises pour traitement et infiltration par puisard, etc.).

- **Pour la filière d'assainissement collectif**

La réduction des volumes à traiter est également un levier pour l'atténuation : la sensibilisation des usagers à la préservation et l'utilisation économe de l'eau peut alors permettre de diminuer tant les volumes d'eaux grises que celles des eaux vannes si on a des toilettes à double chasse d'eau. Afin de réduire la consommation énergétique des pompes de relevage, la conception des réseaux d'évacuation des eaux usées (égouts) doit privilégier le gravitaire.

La mise en œuvre d'actions d'atténuation doit inclure des réflexions sur la gestion des eaux pluviales. Les systèmes séparatifs doivent être privilégiés dès la conception des services. Lorsque ce n'est pas le cas, certaines **solutions fondées sur la nature** permettent par exemple de favoriser l'infiltration des eaux pluviales et ainsi réduire les volumes d'eaux usées à traiter.



Atténuation sur le maillon aval « Traitement »

- **Choix énergétique et choix du traitement**

Le traitement représente le maillon le plus émetteur de la filière d'assainissement, dû à la consommation énergétique des stations. Ainsi, privilégier des systèmes de traitement gravitaires, des procédés de traitement les moins émetteurs possibles et l'utilisation d'énergies d'origine renouvelable dans le choix de l'énergie sont des premiers pas pour l'atténuation.

Le traitement par filtres plantés de végétaux

Les filtres plantés de végétaux constituent des systèmes de traitement fondés sur la nature qui sont particulièrement adaptés pour des petites villes ou communes car ils nécessitent peu d'entretien comparé à d'autres traitements tels que le traitement à boues activées et une faible consommation d'énergie. En terme d'atténuation, c'est le système à l'empreinte énergétique la plus faible.

- **Amélioration des performances
du pompage**

La réduction des émissions indirectes liées à l'énergie pour les processus de traitement ou les éléments de pompage passe également par une baisse de la consommation énergétique qui peut s'appuyer sur :

- L'optimisation des modes opératoires (horaires de fonctionnement, durée des pompes, etc.) ;
- Le remplacement de matériel par des moteurs plus performants et l'ajout de variateurs de vitesse afin d'optimiser la consommation en temps réel.

Vers une économie circulaire pour les services d'assainissement

L'atténuation pour la filière assainissement se prête bien à l'application des principes **d'économie circulaire**. Cette approche encourage à changer les mentalités en considérant l'eau usée et les sous-produits du traitement comme des ressources.

L'utilisation de ces ressources doit être pensée en synergie avec d'autres acteurs et services : le secteur de l'énergie, le secteur agricole, la gestion des déchets solides, etc.

Les ressources à considérer sont notamment :

- ▶ Le potentiel thermique des effluents de l'assainissement : utilisation de la chaleur fatale des réseaux pour le chauffage urbain ou la production d'énergie ;
- ▶ La production d'énergie verte via l'alimentation en combustible issues de la biomasse ou la réutilisation du biogaz ;
- ▶ La valorisation des nutriments issus du traitement des eaux usées ou excréta dans l'agriculture, permettant des collaborations avec le secteur des déchets (réutilisation des déchets verts comme intrants pour le co-compostage).

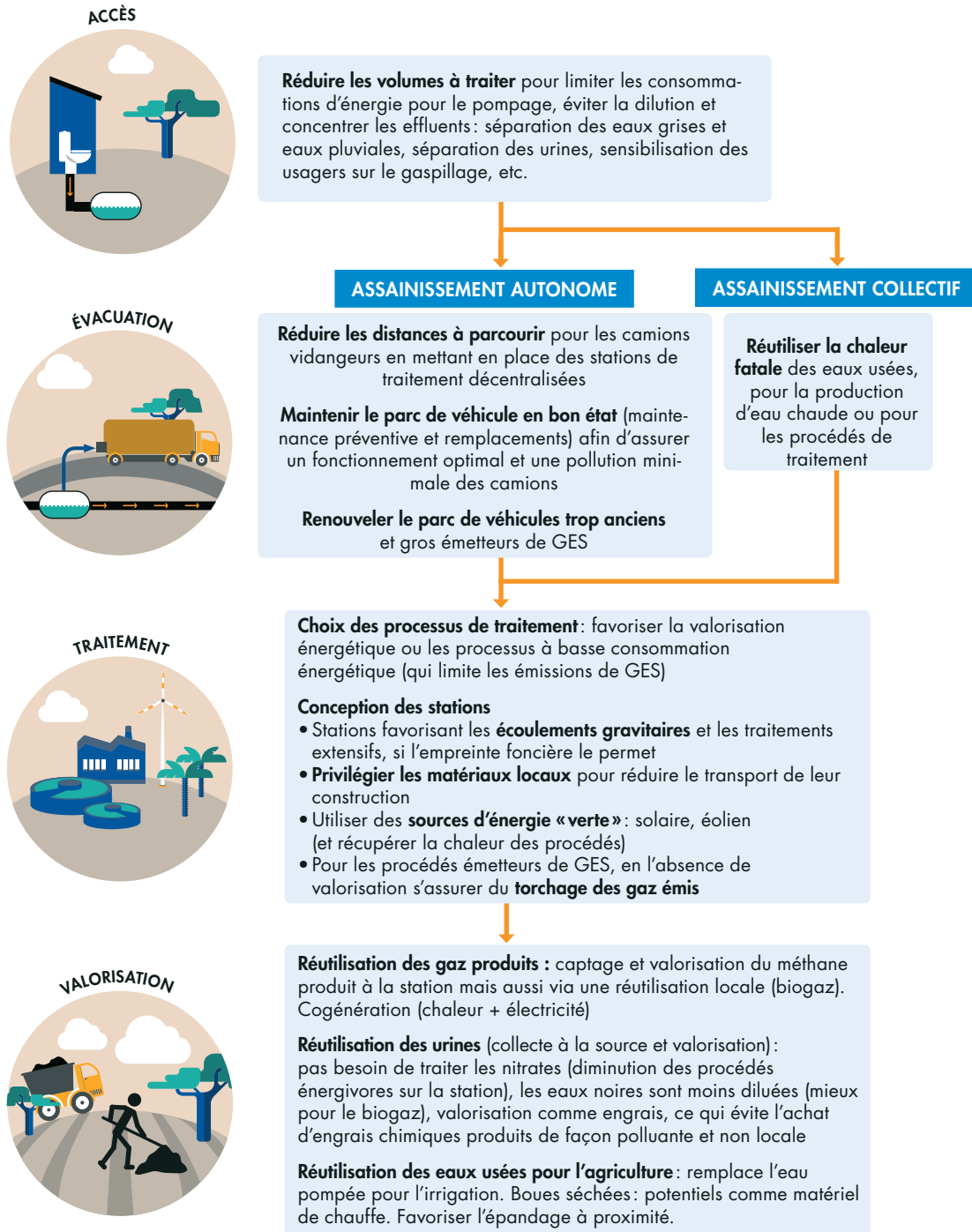
Le concept d'**économie circulaire** désigne un modèle économique d'échange et de production qui vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer notre impact sur l'environnement. *Source : ADEME*

Le secteur de l'eau se prête particulièrement bien à une vision d'économie circulaire, où les produits de l'assainissement peuvent être valorisés dans l'agriculture ou la production énergétique.

Le développement d'une économie circulaire requiert un environnement favorable à la mise en œuvre de nouvelles pratiques et à un changement de mentalités afin de considérer les produits de l'assainissement comme des ressources. Leur valorisation doit répondre à la demande (qui peut elle-même être suscitée) afin d'être économiquement viable. Ceci pose souvent des enjeux d'échelle. Différents leviers peuvent être utilisés pour accompagner ces démarches, notamment la régulation et ceux liés à l'économie de marché.



Figure 4 : illustration de quelques solutions d'atténuation le long de la filière d'assainissement



6. Conclusion



Le changement climatique et ses effets s'observent dans de nombreux territoires avec des impacts majeurs sur le grand cycle de l'eau : montée du niveau des mers, perturbation des régimes pluviométriques saisonniers, augmentation des températures moyennes, sécheresses, vagues de chaleur et occurrence plus fréquente d'événements extrêmes.

Ces aléas climatiques ont des répercussions sur l'accessibilité et la continuité des services d'eau et d'assainissement, du fait de la baisse de la disponibilité et de la dégradation de la qualité des ressources en eau, mais aussi en raison d'impacts directs sur les composantes des services (infrastructures et équipements, fonctionnement et qualité du service, etc.). Ceci accroît les vulnérabilités déjà existantes dues à la croissance démographique et à l'urbanisation. Les impacts sanitaires, sociaux et économiques peuvent être sévères, en particulier dans les pays en développement et pour les populations les plus pauvres ou exposées.

Ainsi, la prise en compte du changement climatique et de ses effets est indispensable au développement des services d'eau et d'assainissement. Celle-ci est d'autant plus urgente que l'inaction multiplie les risques futurs. Une bonne compréhension des impacts et enjeux est requise avant toute action, en lien avec les objectifs globaux des cadres et accords internationaux et nationaux (Accord de Paris sur le climat, ODD, cadre de Sendai).

L'adaptation et l'atténuation représentent deux démarches complémentaires à cet égard, permettant d'envisager différentes réponses pour réduire la vulnérabilité des services. Un changement de paradigme dans les priorités et pratiques est alors nécessaire, afin notamment de savoir gérer les incertitudes liées aux scénarios climatiques et éviter la mal-adaptation.

La mise en œuvre d'activités d'adaptation ou d'atténuation passe par l'intégration des risques climatiques dans l'ensemble des démarches et à tous les niveaux. Elle doit être facilitée par une étape initiale de diagnostic permettant d'évaluer la vulnérabilité, l'exposition et le degré de risque pour chaque aléa, tant à l'échelle locale qu'à celle des bassins versants.

Le choix de solutions doit privilégier des approches concertées et multisectorielles ainsi que des actions sans regret. Des démarches déjà existantes comme la gestion intégrée des ressources en eau, les approches fondées sur la nature, les plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau ou le concept d'économie circulaire peuvent participer à la conception de solutions appropriées et pérennes.

Enfin, le suivi des initiatives et le partage des expériences entre acteurs doivent être fortement encouragés, de même que la recherche sur les effets du changement climatique. Sans cela, la promotion et l'amélioration des pratiques resteront insuffisantes pour construire des réponses de long-terme.

Annexes



Annexe 1 : Scénario « Eau potable »

Cette annexe présente un scénario fictif d'un service d'eau impacté par le changement climatique et ses effets, afin d'illustrer concrètement les propositions citées dans le guide. Le cas complet, plus détaillé est à retrouver : www.pseau.org/fr/eau-et-changement-climatique

Description de la situation et caractéristiques du service d'eau

Rococo est une localité de 5,000 habitants d'une commune rurale dans un pays sahélien. L'économie est basée essentiellement sur les secteurs de l'agriculture et de l'élevage. La population est en augmentation de 2 à 3% par an.

Système d'alimentation en eau : le village est desservi par un réseau d'AEP desservant 30 branchements privés, 6 bornes fontaines et 3 branchements sociaux (école, centre de santé, lieu de culte). La ressource utilisée est la nappe phréatique, à partir de 2 forages de 60m de profondeur, équipés en pompe électrique alimentée par un groupe électrogène. Le stockage et distribution gravitaire s'effectue au moyen d'un château d'eau d'une capacité de 50m³. Une baisse continue des débits d'exploitation a été observée du fait du moindre renouvellement des nappes due aux sécheresses et à une plus faible pluviométrie. Ceci a pour conséquences l'interruption du service un jour sur deux. La plupart des habitants ont diminué leur consommation et s'approvisionnent dans des points d'eau alternatif (puits, notamment pastoraux) en cas d'interruption du service, générant des risques sanitaires importants. Le taux d'accès à un service élémentaire (selon les ODD) est donc en recul, avec l'augmentation des distances à parcourir pour les corvées d'eau. Le manque d'eau est accru par l'augmentation des besoins.

Diagnostic au regard du changement climatique

Aléas climatiques	Augmentation des périodes de sécheresse et variabilité des régimes pluviométriques saisonniers
Zones exposées	Terroirs villageois / territoire communal / bassin versant
Impacts potentiels	Fragilisation des équipements de pompage Interruptions temporaires du service Baisse des recettes d'exploitations et précarité économique du service. Recours à des points d'eau alternatifs ne garantissant pas une qualité suffisante de la ressource
Vulnérabilité du système d'AEP	Le système est rendu plus vulnérable par l'augmentation des besoins en eau (notamment en période sèche) et le manque de ressources techniques et financières pour le maintien du réseau.

Production de GES : le recours au pompage thermique (gasoil) représente un poste fortement émetteur de GES, ainsi qu'une charge de fonctionnement importante pour le service d'eau.

Pistes d'action (au niveau de la commune et au niveau de la localité)

Mesures d'adaptation / mesures d'atténuation

Maîtrise d'ouvrage	– L'adaptation au changement climatique devient une priorité au niveau municipal. La commune entame un processus d'évaluation de sa vulnérabilité au changement climatique et à ses effets. – La municipalité développe un système de suivi et de partage des données à l'échelle de la communes voire avec les commune limitrophes du bassin versant.
Information Education Communication Sensibilisation	– Mise en place d'une campagne de sensibilisation à la protection des ressources en eau (protection des zones de captage, encouragement de pratiques agricoles favorisant l'infiltration des eaux pluviales , lutte contre la défécation à l'air libre, etc.)
Planification	– Élaboration d'un plan communal d'adaptation au changement climatique, en lien avec un plan d'adaptation plus large au niveau du bassin versant. – Interconnexion des réseaux d'AEP de villages proches pour mutualiser des forages à forts débits. – Envisager la réalisation de retenues collinaires et micro-barrages pour renforcer la recharge de la nappe phréatique.
Phase d'étude + phase de travaux/achats	– Les étude d'impacts sont systématisées. – Augmentation de la capacité de stockage du château d'eau et optimisation énergétique du pompage. – À terme, remplacement des groupes électrogènes (coûteux et émetteur de GES) par un pompage solaire.
Suivi technique et financier et exploitation	Mise en œuvre d'un système de suivi : du niveau piézométrique, de l'accès au service et de la consommation, de l'état des infrastructures et des indicateurs économiques et financiers.

Annexe 2 : Scénario « Assainissement »

Cette annexe présente un scénario fictif d'un service d'assainissement impacté par le changement climatique et ses effets. Le cas complet, plus détaillé est à retrouver www.pseau.org/fr/eau-et-changement-climatique.

Description de la situation et caractéristiques du service d'assainissement

Située dans un pays sahélien, Sanibougou est une ville secondaire en forte croissance urbaine de 150 000 habitants. Une part importante de sa population exploite de façon familiale les terres situées à proximité de la ville pour la culture de céréales. Les ménages disposent de latrines domiciliaires construites de façons très variées. La municipalité offre un service de vidange en exploitant un camion âgé de plus de 20 ans. Les boues sont acheminées vers des lits de séchage. Une fois séchées, elles sont stockées à proximité et mises à disposition des agriculteurs. Lors d'épisodes pluvieux, l'eau emprunte des chemins préférentiels qui creusent les routes latéritiques et pénètre les concessions. Des volumes considérables se déversent vers les quartiers les plus pauvres qui se retrouvent inondés. Un centre technique de formation professionnelle est installé dans cette ville. Près de 1000 étudiants y vivent toute l'année.

Analyse de la situation au regard du prisme du changement climatique

Premier aléa climatique : sécheresse (voir le cas complet sur internet)

Deuxième aléa climatique : épisodes pluvieux très violent et irréguliers

Aléa climatique	Épisodes pluvieux très violents et irréguliers
Zones exposées	Certains quartiers où la nature du sol est imperméable et ceux situés à des niveaux topographiques plus bas
Impacts potentiels	— Destruction de certaines latrines de mauvaise conception — Submersion des fosses de latrines, provoquant un débordement des eaux usées sur la voie publique — Interruption du service de vidange, certaines zones devenant inaccessibles — Perturbation des processus de traitement des boues sur les lits de séchage liés aux épisodes de pluie
Vulnérabilité	— Élevée pour le service d'assainissement — Élevée pour la population du fait des impacts sanitaires potentiels

Pistes d'action

NB : les mesures doivent répondre à l'ensemble des aléas diagnostiqués, c'est-à-dire les sécheresses et les épisodes pluvieux brutaux.

Mesures d'adaptation / mesures d'atténuation

	Maillon Accès	Évacuation/ Transport	Traitement	Valorisation	Gestion d'eau pluviale
Maîtrise d'ouvrage	L'assainissement devient une priorité municipale (mise en place d'une subvention pour l'équipement des ménages les plus pauvres en latrines résistantes aux épisodes pluvieux brutaux)	Mise en place d'une certification des opérateurs de vidange incluant un contrôle technique sur les véhicules			La municipalité développe un système de suivi des aléas (collecte, traitement et partage de données)
Planification	Fixer un taux d'équipement domiciliaire ambitieux mais objectivement atteignable	Démultiplier les sites de dépôtage et de séchage des boues pour réduire les distances			La municipalité adopte une politique restrictive sur l'emplacement des nouvelles constructions et un plan d'investissement en infrastructures de gestion des eaux pluviales
Phase étude	Mise en place de modèles de latrines alternatifs (fosses à fermeture étanche) dans les zones vulnérables aux inondations		Choix ¹⁵ d'une technique de valorisation des sous-produits pour leur traitement : un biodigesteur, producteur de biogaz qui alimente la cuisine du centre technique de formation professionnel.		Dimensionnement spécifique des systèmes de drainage dans les quartiers soumis à un risque accru
Phase travaux/achat	Accroître les contrôles sur la qualité des nouvelles latrines construites	Renouveler le camion vidangeur par un véhicule moins consommateur de carburant			
Phase suivi technique et exploitation	Accroître les contrôles sur la qualité des nouvelles latrines construites	Augmenter la régularité des vidanges pour garantir un niveau de remplissage des latrines moins élevé et réduire les débordements	Former les exploitants des lits de séchage à un meilleur contrôle de la siccité des boues	Accroître la vigilance relative à l'épandage des boues (car les pluies perturbent le séchage des boues)	Un suivi particulier est établi pour évaluer la superficie des zones régulièrement soumises au risque inondation.

15. Il s'agit d'une solution « sans regret » qui s'inscrit dans une vision de long terme tout en étant compatible avec les enjeux de durabilité car le centre de formation garantit la proximité immédiate de personnes compétentes pour l'exploitation de ce système de traitement.

Annexe 3 : Glossaire

Action sans regrets	Action permettant de réduire la vulnérabilité au changement climatique et qui garde des avantages quelles que soient les évolutions climatiques. Source : Seine-et-Marne, 2015 de l'Accord de Paris sur le climat
Adaptation	L'adaptation au changement climatique se définit comme la démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Dans les systèmes humains, il s'agit d'atténuer ou d'éviter les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Dans certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences. Source : GIEC, 2014
Aléa climatique	L'aléa climatique est un événement susceptible de se produire et pouvant entraîner des dommages sur les populations, les activités et les milieux. Il s'agit soit d'extrêmes climatiques, soit d'évolutions à plus ou moins long terme. Source : Seine-et-Marne, 2015
Approche systémique	Une approche systémique s'appuie sur une approche globale des problèmes ou des systèmes que l'on étudie et se concentre sur le jeu des interactions entre leurs éléments. Source : IAU ARENE, 2018
Atténuation	L'atténuation désigne les actions visant à limiter l'ampleur du changement climatique en réduisant les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre. Adapté de : ADEME, 2012
Culture du risque	C'est la connaissance par tous les acteurs (élus, techniciens, citoyens, etc.) des phénomènes naturels et l'appréhension de la vulnérabilité. L'information des populations, et ceci dès le plus jeune âge, est le moteur essentiel pour faire progresser la culture du risque. Source : Ministère de la Transition écologique et solidaire
Économie circulaire	Le concept d'économie circulaire désigne un modèle économique d'échange et de production qui vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer notre impact sur l'environnement. Source : ADEME
Exposition	L'exposition correspond à la présence d'un élément naturel ou humain (personnes, espèces, milieux, écosystèmes, activités, etc.) dans un lieu ou un contexte susceptibles de subir des dommages. Adapté de : GIEC, 2014

Impact

L'impact désigne l'effet d'un aléa climatique sur les systèmes naturels et humains. Ces effets se manifestent de façon localisée sur la vie des personnes, les modes de subsistance, la santé, les écosystèmes, le patrimoine économique, social et culturel, les services et les infrastructures. Dans ce sens, on emploie aussi les termes « conséquences » ou « incidences ».

Adapté de : GIEC, 2014 (voir Incidences)

Mal-adaptation

On utilise le concept de mal-adaptation pour désigner un changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit (de manière non intentionnelle) à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire. Source : Ministère de la Transition écologique et solidaire

Résilience

Capacité des systèmes sociaux, économiques ou environnementaux à faire face à une perturbation, une tendance ou un événement dangereux, leur permettant d'y réagir ou de se réorganiser de façon à conserver leur fonction essentielle, leur identité et leur structure, tout en gardant leurs facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation. Source : GIEC, 2014

Solutions fondées sur la nature

Les solutions fondées sur la nature décrivent les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés, pour relever directement les enjeux de société de manière efficace et adaptative tout en assurant le bien-être humain et des avantages pour la biodiversité. Source : UICN, 2016. Pour plus d'information, consulter le Rapport mondial des Nations unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2018 (UN Water)

Vulnérabilité

La vulnérabilité caractérise la propension ou prédisposition d'un système à subir des dommages. Elle englobe divers concepts, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter. Elle dépend donc de facteurs multiples : inégalités socio-économiques, aménagements urbains du territoire, mise en œuvre de stratégies d'adaptation, etc. Elle est donc liée aux choix et stratégies politiques développés sur le territoire.

Adapté de : GIEC, 2014

Annexe 4 : Références bibliographiques

L'élaboration de ce guide s'est appuyée sur les réflexions d'un groupe de travail mobilisé par le pS-Eau depuis 2015, ainsi que sur l'analyse de plusieurs documents de référence listés ci-dessous.

Documents supports au guide

ADEME (2012) *Le changement climatique. Comprendre les phénomènes, les anticiper et s'y adapter.*

ADEME (2013) *Objectifs climat. Méthode de suivi-évaluation des politiques d'adaptation au changement climatique. Guide méthodologique.*

ADEME, ASTEE (2018) *Guide méthodologique des émissions de gaz à effet de serre des services de l'eau et de l'assainissement. Guide sectoriel, mise à jour 2018.*

AFD (2017) *Risque d'inondation et villes des pays en développement. Notes techniques n°35.*

Coalition Eau (2014) *Eau et changement climatique. Note de recherche.*

Département de Seine et Marne, Club Climat Energie (2015) *Adapter son territoire au changement climatique. Guide de recommandations aux collectivités locales. Plan Climat Energie de Seine et Marne.*

GIEC (2014) *5e Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. – Changements climatiques 2014. Rapport de synthèse (2014) Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs (2013)*

GIEC (2018) *Rapport spécial du GIEC sur un réchauffement climatique à 1,5°C (version anglaise).*

IAU Ile de France Département énergie et climat ARENE (2018) *Adaptation au changement climatique et Plan Climat. #1 Comprendre l'adaptation au changement climatique.*

JMP (2017) *Progrès en Matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène. Mise à jour 2017 et évaluation des ODD.*

Nations unies (2015) *Accord de Paris.* Nations unies, Commission Economique pour l'Europe (2009) *Guidance on Water and Adaptation to Climate Change.*

ODI, BGS (2011) *Climate change, water resources and WASH. A scoping study. Working Paper 337.*

ONU-Eau (2018) *Les solutions fondées sur la nature pour la gestion de l'eau. Rapport mondial des Nations unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2018.*

Partenariat Français pour l'Eau & Coalition Eau (2016) *Note d'analyse sur la prise en compte de l'eau dans les contributions nationales déterminées par pays de la COP21.*

pS-Eau (2013) *Note de cadrage sur la gestion des eaux pluviales (GEP) en milieu urbain dans les pays en développement.*

pS-Eau (2018) *Les Objectifs de Développement Durable pour les services d'eau et d'assainissement. Décryptage des cibles et indicateurs.*

Boîte à outils

Cadre stratégique pour le développement résilient au changement climatique du secteur EAH (GWP, UNICEF)

Ce cadre stratégique est destiné aux praticiens du secteur EAH. Il fournit des orientations sur les principaux éléments à prendre en compte pour la planification et la mise en œuvre des actions visant à mettre en place des services d'eau, d'assainissement et d'hygiène résilients au changement climatique.

Accessible sur www.gwp.org/en/WashClimateResilience/ (guide de l'utilisateur en français)

CEDRA tool (Climate change and Environmental Degradation Risk and adaptation Assessment) (Tearfund)

CEDRA constitue un cadre stratégique d'évaluation des risques environnementaux adapté aux contextes de pays en développement. Accessible en anglais uniquement sur https://learn.tearfund.org/themes/environment_and_climate/cedra/

CityStrength Diagnostic (Banque Mondiale)

L'outil développé par la Banque Mondiale présente les étapes d'un diagnostic rapide visant à aider les villes à améliorer leur résilience face à une variété de chocs. Le diagnostic représente une évaluation qualitative dont la réalisation nécessite entre 4 à 6 mois.

Accessible en anglais uniquement sur www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/citystrength

CRISTAL tool (Community-based Risk Screening Tool – Adaptation and Livelihoods) (IUCN, IISD, Helvetas, SEI)

CRISTAL est un outil de planification de projet conçu pour aider ses utilisateurs à élaborer des activités qui soutiennent l'adaptation aux changements climatiques au niveau communautaire. Il permet de repérer les risques climatiques et d'identifier les ressources de subsistance les plus concernées pour l'adaptation au climat. Accessible en français et anglais sur www.iisd.org/cristaltool/

ECAM tool (Energy performance and Carbon emissions Assessment and Monitoring tool) (projet WaCCLim par ICRA, IWA, GIZ)

L'outil ECAM est un support pour réaliser le bilan carbone et l'évaluation de la consommation énergétique sur le cycle urbain de l'eau potable et des eaux usées. Accessible en anglais uniquement sur www.wacclim.org/ecam/

Guides du CEPRI (Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation)

Le CEPRI propose un éventail de guides pour comprendre et mieux gérer le risque d'inondations, par exemple : « Sensibiliser les populations exposées au risque d'inondation » / « Prévision et anticipation des crues et des inondations » / etc.

Accessible en français et en anglais sur www.cepri.net/publications-et-documents.html

Objectif Climat (ADEME)

L'ADEME met à disposition un kit méthodologique pour le suivi-évaluation des politiques d'adaptation au changement climatique, composé d'un guide méthodologique et d'un support informatique (tableur). Accessible en français uniquement : www.ademe.fr/objectif-climat-outils

The UKCIP Adaptation Wizard v4.0 (UKCIP, Oxford, 2013)

UKCIP Adaptation Wizard est un outil d'adaptation basé sur l'analyse des risques qui propose une démarche complète par étapes pour le développement et la mise en œuvre d'une stratégie d'adaptation au changement climatique. Accessible en anglais uniquement sur www.ukcip.org.uk/wizard/

Retrouvez cette liste accompagnée des liens de téléchargement, ainsi que d'autres références bibliographiques à la page www.pseau.org/fr/eau-et-changement-climatique



Le programme Solidarité-Eau (pS-Eau) est un réseau multi-acteurs français qui s'engage pour garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement, et la gestion durable des ressources en eau dans les pays en développement, en accord avec les cibles de l'ODD 6. Privilégiant le soutien aux acteurs locaux, il permet les échanges et organise la concertation entre les acteurs de la coopération décentralisée et non gouvernementale depuis plus de 30 ans. Présent en France et à l'étranger avec des points focaux dans les pays de concentration de l'aide française, il produit de la connaissance, accompagne les initiatives locales et promeut la solidarité pour l'eau et l'assainissement. Ses activités, animées par une équipe aux compétences multiples, visent à augmenter le nombre et la qualité des actions de coopération. Il est soutenu par l'Agence française de développement, le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, l'Agence française pour la biodiversité, les agences de l'eau et de nombreuses collectivités territoriales françaises.

Les services d'eau et d'assainissement face au changement climatique

Quels impacts ? Comment agir ?

Le changement climatique et ses effets s'observent dans de nombreux territoires avec des impacts majeurs sur le grand cycle de l'eau, comme la montée du niveau des mers, la perturbation des régimes pluviométriques, les sécheresses ou la survenue d'événements extrêmes.

Ces aléas climatiques ont des répercussions directes sur l'accessibilité et la continuité des services d'eau et d'assainissement. Du fait des vulnérabilités déjà existantes dues à la croissance démographique et à l'urbanisation, les impacts sanitaires, sociaux et économiques peuvent être amplifiés, en particulier dans les pays en développement et pour les populations les plus pauvres.

La prise en compte du changement climatique et ses effets est donc indispensable dans le développement des services d'eau et d'assainissement et d'autant plus urgente que l'inaction multiplie les risques futurs. À cet égard, l'adaptation et l'atténuation représentent deux démarches complémentaires qui permettent d'envisager différentes réponses pour réduire la vulnérabilité des services.

Une compréhension préalable des risques liés au climat et des enjeux sanitaires, sociaux, environnementaux et économiques est nécessaire pour agir. Ce guide synthétise les enjeux, définitions et clés de lecture pour guider les acteurs de l'eau et de l'assainissement dans l'intégration de ces éléments dans leurs pratiques.

Accédez à la version numérique
en scannant le QR code.

Pour plus d'informations :
www.pseau.org/fr/eau-et-changement-climatique

