



Services d'eau et d'assainissement face au changement climatique dans les pays en développement

Document de travail

Version - Septembre 2016

Rédacteurs

Sylvette Milin, pS-Eau

Christophe Le Jallé, pS-Eau

Colette Gènevaux, pS-Eau

Contributeurs

Virginie Bineau, Eau-Vive

Héloïse Chicou, PFE

Denis Dangaix, ARENE Ile-de-France

Ousmane Hane, PEPAM-Sénégal

Arnaud Huré, Région Ile-de-France

Thomas Le Jeune, GRET

Christophe Léger, Vergnet Hydro

Martin Leménager, AFD

Cléo Lossouarn, SIAAP

Kristel Malègue, Coalition Eau

Merci de faire part de vos commentaires sur ce document à :

le-jalle@pseau.org, genevaux@pseau.org

Document à télécharger à la page :

<http://www.pseau.org/fr/eau-et-changement-climatique>

Sommaire

Introduction	5
Contexte et enjeux du changement climatique pour le secteur de l'eau et de l'assainissement	6
Le réchauffement de la planète impacte les cycles de l'eau	6
Le climat, un enjeu lié aux autres changements globaux	6
Le climat, une problématique mondiale, des réponses locales et urgentes	7
Atténuation, adaptation et résilience.....	7
Parmi les Objectifs de Développement Durable, un objectif ambitieux pour une approche globale des questions d'eau et d'assainissement	8
Pourquoi agir ?	10
Risques et impacts du changement climatique sur les services d'eau et d'assainissement	10
Impacts sur les ressources en eau	10
Impacts sur les services	12
Le secteur de l'eau et de l'assainissement, émetteur de gaz à effets de serre	17
Eau potable	17
Assainissement	17
Comment agir ?	20
Cadres stratégiques d'intervention	20
Eau et climat, des secteurs encore cloisonnés	20
Gestion des risques et complémentarité des échelles d'intervention	20
Des connaissances à renforcer, des outils à élaborer	21
Les différents niveaux stratégiques et cadres d'intervention	22
Pistes pour l'action.....	23
Mesures d'adaptation	23
Mais aussi des mesures d'atténuation.....	29
A retenir.....	31
Bibliographie.....	33

Liste des tableaux

Tableau 1. Risques et impacts du changement climatique sur les ressources en eau	11
Tableau 2. Liens entre changement climatique et services d'eau potable	12
Tableau 3. Liens entre changement climatique et services d'assainissement	14
Tableau 4. Liens entre changement climatique et gestion des eaux pluviales	16
Tableau 5. Le potentiel de réchauffement global à 100 ans (PRG) comparé du CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O (sur une base massique).....	17
Tableau 6. Potentiel d'émission de CH ₄ et de N ₂ O pour les systèmes d'épuration et de rejet des eaux usées et des boues (source : GIEC, 2006).....	19
Tableau 7. Les différents niveaux stratégiques et cadres d'intervention	22
Tableau 8. Mesures d'adaptation « Eau » relatives à la consommation spécifique	24
Tableau 9. Mesures d'adaptation « Eau » relatives à la qualité du service	25
Tableau 10. Mesures d'adaptation « Eau » relatives à la qualité des infrastructures et équipements	26
Tableau 11. Mesures d'adaptation « Assainissement » relatives au fonctionnement du service et aux infrastructures	27
Tableau 12. Mesures d'adaptation « Assainissement » pour la protection de l'environnement et de la ressource en eau	27
Tableau 13. Mesures d'adaptation « Assainissement » relatives aux impacts sociaux et sanitaires	28
Tableau 14. Mesures de prévention et d'adaptation en termes de gestion des eaux pluviales face aux épisodes pluvieux intenses	28

Liste des abréviations

COP	Conférence of Parties
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (en français, voir : GIEC)
ODD	Objectifs de Développement Durable
PFE	Partenariat Français pour l'Eau
pS-Eau	Programme Solidarité Eau

Introduction

Le pS-Eau anime un réseau, ouvert aux organismes qui interviennent dans les secteurs de l'eau, de l'assainissement et de la solidarité, qui favorise les échanges d'expériences et la diffusion d'informations. Il a été sollicité par ses membres qui s'interrogent sur les risques liés au changement climatique pour le développement et l'amélioration durable des services d'eau et d'assainissement dans les pays du Sud.

Cette attente a été renforcée par la tenue de la Conférence des Nations Unies sur le changement climatique à Paris (COP 21/CMP11), du 30 novembre au 11 décembre 2015, qui a rappelé l'urgence des mesures à prendre pour prévenir et se protéger des effets du climat.

De nombreux acteurs s'y sont mobilisés sur les enjeux du grand cycle de l'eau face au changement climatique, autour notamment de la campagne menée par le Partenariat Français pour l'Eau (PFE) *#Climate is Water*.

Pour approfondir la réflexion et caractériser davantage les risques associés au changement climatique et les pistes de solutions pour le petit cycle de l'eau, c'est-à-dire pour les services d'eau potable et d'assainissement à l'échelle des territoires des pays en développement, le pS-Eau a réuni un groupe de travail dont est issu ce document pour :

- fournir aux acteurs du secteur de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène certains éléments de compréhension pour mieux prendre en compte le risque climatique dans le développement des services d'eau potable et d'assainissement,
- contribuer à la réflexion sur la caractérisation des mesures d'atténuation et d'adaptation liées à l'eau et l'assainissement dans les pays en développement.

L'objet de cette note est de stimuler le débat. Disponible pour le plus grand nombre, elle est ouverte à tous les commentaires et critiques.

Ce travail s'inscrit en complémentarité des travaux importants conduits par le Partenariat Français pour l'Eau sur le thème « eau et changement climatique » qui abordent la question de manière plus globale (grand cycle de l'eau).

Le document est organisé en trois chapitres :

- 1. Contexte et enjeux** du changement climatique pour le secteur de l'eau et de l'assainissement dans les pays en développement
- 2. Pourquoi agir ?**
 - Risques et impacts du changement climatique pour les services d'eau et d'assainissement
 - Le secteur de l'eau et de l'assainissement, émetteur de gaz à effets de serre
- 3. Comment agir : les modalités d'action**
 - Cadres stratégiques de référence pour la prise en compte du changement climatique dans le développement des services d'eau et d'assainissement
 - Solutions opérationnelles pour l'adaptation mais aussi pour l'atténuation

Contexte et enjeux du changement climatique pour le secteur de l'eau et de l'assainissement

Le réchauffement de la planète impacte les cycles de l'eau

La communauté scientifique internationale, réunie au sein du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est formelle : les émissions de gaz à effets de serre issus des activités humaines réchauffent la température globale de la planète.

Le cinquième et dernier rapport du GIEC publié en 2014¹ a fait l'objet d'un décryptage précis par le PFE concernant le domaine de l'eau ([PFE, 2014](#)). Il met en exergue l'impact du réchauffement de la Terre sur le cycle de l'eau et les phénomènes naturels qui lui sont associés. De nombreuses incertitudes persistent mais il semble établi que la hausse des températures de l'atmosphère et des océans accentue les phénomènes climatiques extrêmes. Dans les pays de la zone intertropicale, des vagues de chaleur plus intenses, des saisons sèches plus longues et des saisons des pluies courtes aux épisodes pluvieux brutaux et intenses sont à craindre.

Pas assez d'eau ou trop d'eau donc, et ce sont les populations les plus pauvres qui y sont les plus vulnérables du fait de leur exposition géographique, de la fragilité de leurs conditions actuelles d'accès aux services et du manque de moyens pour anticiper et s'adapter aux effets du climat. Ainsi, de nombreux pays vulnérables face au changement climatique, dont les pays africains, souhaitent que le réchauffement de la planète soit contenu en deçà de 1,5°C par rapport à l'ère préindustrielle et non 2°C tel qu'adopté par la communauté internationale lors du Sommet de Copenhague. L'accord de Paris, a partiellement répondu à leurs attentes en prévoyant de le maintenir « bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels » et de « poursuivre les efforts pour limiter la hausse des températures à 1,5°C ».

Le climat, un enjeu lié aux autres changements globaux

L'impact du dérèglement climatique sur les services d'eau et d'assainissement ne peut pas être pensé indépendamment d'autres évolutions globales et simultanées comme les dynamiques démographiques (l'augmentation de la population, l'urbanisation, la « littoralisation »), la hausse des niveaux de vie, l'évolution des régimes alimentaires, le changement d'usage des sols et les besoins relatifs au développement économique (activités agricoles, industrielles, etc.) qui exigent des quantités d'eau accrues, engendrent inévitablement des rejets plus importants dans les milieux naturels et dégradent les bassins versants.

Le développement de services d'eau et d'assainissement durables doit ainsi répondre simultanément aux besoins croissants des usagers, à la nécessaire protection de la ressource et du milieu naturel et aux risques induits par le réchauffement du climat qui exacerbe les tensions existantes.

¹ Le cinquième Rapport d'évaluation du GIEC / IPCC se divise en trois parties : 1. éléments scientifiques, 2. conséquences, adaptation et vulnérabilité, et 3. atténuation du changement climatique. Les publications sont disponibles en français (GIEC) et en anglais (IPCC) à : <http://www.ipcc.ch/>

Le climat, une problématique mondiale, des réponses locales et urgentes

L'évolution du climat s'observe et se mesure à l'échelle du globe et relève de la responsabilité de tous, dans des proportions diverses. Les émissions de gaz carbonique et autres gaz à effets de serre rejetés à un endroit de la Terre, ont des répercussions sur l'ensemble de la planète et leurs impacts se mesurent sur des durées très longues. C'est donc une question mondiale qui relève de décisions à prendre collectivement et dès à présent.

En revanche, les conséquences du dérèglement climatique se manifestent localement ; ses répercussions sont variables d'un territoire à un autre et, en cela, elles demandent des réponses adaptées. Si les incertitudes sont plus grandes et la prévisibilité plus faible lorsque la zone d'observation se réduit, la connaissance des réalités d'un territoire et l'application des mesures qu'elles exigent, elles, sont locales.

A cette dimension territoriale s'ajoute la dimension temporelle. En effet, le traitement du risque climatique dans la construction d'un projet territorial d'accès à l'eau potable ou d'assainissement exige une projection dans le temps. Les effets du dérèglement climatique se font déjà ressentir mais il est nécessaire d'établir des scénarios à moyen et long termes. Ceci pour rationaliser les investissements qui sont fait aujourd'hui, à l'instar des projections faites relativement aux autres changements globaux et qui influent sur les choix stratégiques et le dimensionnement des équipements : la démographie, le développement urbain, l'évolution des modes de consommation. Dans le cas des projections climatiques, la prévision se heurte néanmoins à une incertitude plus élevée, ce qui explique souvent une difficulté à intégrer cet enjeu, pourtant crucial, dans les scénarios de planification.

Atténuation, adaptation et résilience

L'objectif de la Conférence des parties de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques est dicté par l'impératif de réduction des gaz à effets de serre afin de ne pas dépasser le seuil critique des 2°C de réchauffement.

Il s'agit donc **d'atténuer** l'impact des activités humaines sur la hausse des températures de la planète. Le secteur de l'eau et de l'assainissement, en particulier dans les pays en développement, n'est pas un gros producteur de gaz à effets de serre. Néanmoins, sa contribution à l'effort d'atténuation doit être effective. Des mesures sont à prendre à court terme sur la réduction des besoins énergétiques pour le fonctionnement des installations hydrauliques et la valorisation des sous-produits de l'assainissement.

Lors de la COP19 à Varsovie en 2013 et de la COP20 à Lima en 2014, les pays en développement, paradoxalement faiblement émetteurs mais plus vulnérables, ont plaidé pour le développement et le soutien de mesures **d'adaptation** dans lesquelles les enjeux liés à l'eau sont prioritaires. Le secteur de l'eau est en effet clairement identifié comme l'un des plus impactés par le changement climatique. Il est présent dans 92% des volets d'adaptation des contributions proposées par les pays pour la COP21 qui veulent prévenir et se protéger des inondations et sécheresses dont la récurrence s'accroît.

La **résilience** du secteur de l'eau est sa capacité à identifier, comprendre et faire face à ces risques accrus qu'il est difficile de prévoir. L'enjeu est donc d'améliorer la connaissance et caractériser les mesures d'adaptation qui pourront être prises et financées par les acteurs du secteur.

Définitions

L'atténuation : c'est la réduction des émissions de gaz à effets de serre dont les activités humaines sont responsables.

L'adaptation : c'est l'anticipation de l'impact du changement climatique et la réduction de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains.

La résilience : c'est une notion complémentaire, plus dynamique, qui intègre les notions de durabilité et de flexibilité par rapport aux incertitudes du climat. Elle est définie par le GIEC comme étant « la capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux à faire face à un événement ou une tendance ou une perturbation dangereuse, en répondant ou en se réorganisant de manière à maintenir la capacité d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.»

Parmi les Objectifs de Développement Durable, un objectif ambitieux pour une approche globale des questions d'eau et d'assainissement

L'adoption des Objectifs de Développement Durable (ODD) pour l'horizon 2030, par l'Assemblée Générale des Nations Unies le 27 septembre 2015, est une avancée pour le secteur de l'eau et de l'assainissement. Premièrement, parce qu'ils s'adressent à l'ensemble des pays du globe. Deuxièmement, ils abordent le secteur de l'eau et de l'assainissement sous ses multiples facettes, dans une approche intégrée et durable du développement qui permet d'y intégrer le risque climatique.



Parmi les 17 ODD, l'objectif 6 est directement axé sur la question de l'eau et de l'assainissement. Les cibles 6.1 et 6.2 se placent dans la continuité de l'Objectif du Millénaire pour le Développement (OMD 7.c) en traitant de l'accès universel à l'eau potable, l'assainissement et l'hygiène, mais de nouveaux critères entrent en jeu pour aller beaucoup plus loin dans la notion de services. En effet, une nouvelle notion est introduite dans les indicateurs évaluant les niveaux de service pour l'eau et l'assainissement, celle de « service géré de manière sûre » (« safely managed » en anglais).

Cela se traduit pour la cible 6.1 relative au service d'eau potable, à la nécessité que le service aille jusqu'au lieu de consommation des ménages, à sa disponibilité et à la qualité de l'eau distribuée.

Pour la cible 6.2, relative à l'assainissement (et complémentaire de la cible 6.3 qui concerne la réduction des pollutions et donc le traitement des eaux usées), la principale innovation est d'aller au-delà de la seule considération de l'accès à des infrastructures d'assainissement. Cette cible couvre à présent la filière dans son ensemble, en soulignant l'importance de la gestion et du traitement des boues. La cible 6.4 fait directement mention du risque de pénurie d'eau pouvant être engendré par le changement climatique.

Les ODD et l'objectif 6 en particulier sont donc une opportunité de se fixer des stratégies à long terme intégrant légitimement le changement climatique dans les démarches pour atteindre les ODD.



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

- 6.1 D'ici à 2030, assurer l'accès universel et équitable à l'eau potable, à un coût abordable
- 6.2 D'ici à 2030, 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
- 6.3 D'ici à 2030, améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution, en éliminant l'immersion de déchets et en réduisant au minimum les émissions de produits chimiques et de matières dangereuses, en diminuant de moitié la proportion d'eaux usées non traitées et en augmentant considérablement à l'échelle mondiale le recyclage et la réutilisation sans danger de l'eau
- 6.4 D'ici à 2030, augmenter considérablement l'utilisation rationnelle des ressources en eau dans tous les secteurs et garantir la viabilité des retraits et de l'approvisionnement en eau douce afin de tenir compte de la pénurie d'eau et de réduire nettement le nombre de personnes qui souffrent du manque d'eau
- 6.5 D'ici à 2030, mettre en œuvre une gestion intégrée des ressources en eau à tous les niveaux, y compris au moyen de la coopération transfrontière selon qu'il convient
- 6.6 D'ici à 2020, protéger et restaurer les écosystèmes liés à l'eau, notamment les montagnes, les forêts, les zones humides, les rivières, les aquifères et les lacs
- 6.a D'ici à 2030, développer la coopération internationale et l'appui au renforcement des capacités des pays en développement en ce qui concerne les activités et programmes relatifs à l'eau et à l'assainissement, y compris la collecte de l'eau, la désalinisation, l'utilisation rationnelle de l'eau, le traitement des eaux usées, le recyclage et les techniques de réutilisation
- 6.b Appuyer et renforcer la participation de la population locale à l'amélioration de la gestion de l'eau et de l'assainissement

Source : [UN, 2015](#)

Pourquoi agir ?

Risques et impacts du changement climatique sur les services d'eau et d'assainissement

Les différents travaux consultés s'accordent sur la conclusion du GIEC selon laquelle le réchauffement global de l'atmosphère affecte les régimes pluviométriques et accentue les phénomènes climatiques extrêmes. Sécheresses, fortes chaleurs, phénomènes d'évaporation, épisodes pluvieux brutaux et tempêtes impactent la qualité et la quantité des eaux brutes, intrinsèquement liées aux services d'eau potable et d'assainissement. Ces phénomènes extrêmes, par leur intensité et leur récurrence, menacent les installations existantes. Les régions du monde déjà touchées par des pénuries d'eau ou par des inondations voient ainsi leur situation s'aggraver du fait de l'évolution mondiale du climat.

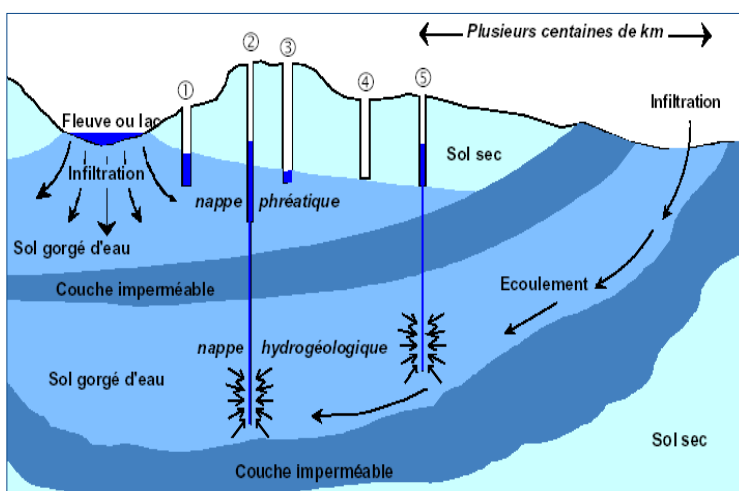
Dans les zones intertropicales, notamment en Afrique sahélienne, les responsables et experts du secteur soulignent que ces phénomènes ne sont pas nouveaux. En effet, le Sahel a connu au cours des dernières décennies une baisse significative de la pluviométrie et des débits moyens annuels des cours d'eau. Le début des années 70' est considéré comme une période charnière à partir de laquelle la pluviométrie moyenne a baissé concomitamment aux débits moyens annuels des cours d'eau, allant jusqu'à une diminution de 30 % pour le fleuve Sénégal et de 60 % pour le fleuve Niger ([OCDE, 2015](#)).

Comprendre l'impact du climat sur les services d'eau et d'assainissement, permet de réduire les risques qui affectent la durabilité des investissements réalisés pour l'amélioration de l'accès à l'eau et l'assainissement.

Il est important de distinguer les risques impactant les ressources en eau en tant que systèmes biophysiques, des risques impactant les services d'eau et d'assainissement en tant que systèmes sociotechniques.

Impacts sur les ressources en eau






Figure 1. L'infiltration de l'eau dans le sol



Source : pS-Eau, 2013

Les mouvements saisonniers, induits par les processus de recharge et de décharge des nappes phréatiques, traduisent leur sensibilité au climat.

Tableau 1. Risques et impacts du changement climatique sur les ressources en eau

Aléas climatiques	Risques	Impacts sur les ressources en eau
Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers	La moyenne des précipitations sur une année peut être stable mais les périodes entre 2 saisons de pluie peuvent être beaucoup plus longues.	Faiblesse, voire absence des ressources en eaux de surface et souterraine en « fin » de saison sèche mobilisables pour le service d'eau.
Baisse des précipitations, hausse des températures	 Sécheresse, manque d'eau  Vague de chaleur  Evaporation	Baisse de la quantité et de la qualité des eaux de surfaces et souterraines : à l'échelle saisonnière (où les potentiels hydrostatiques sont affectés par des fluctuations sinusoïdales de grande ampleur) et à l'échelle interannuelle (baisse continue du niveau de base piézométrique indiquant une nette tendance à l'épuisement des stocks au cours de la période de déficit pluviométrique) → Réduction du débit des rivières et baisse des processus de dilution notamment en période d'été → 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 → 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.
Hausse des précipitations et des intempéries	 Episode pluvieux intense et brutal, inondation  Tempête	Pollution – contamination des eaux de surfaces et souterraines → Lessivage des polluants sur le sol, submersion des fosses de latrines et augmentation des volumes rejetés sans traitement (saturation des stations d'épuration) conduisant à une contamination de l'ensemble des eaux de surface, puis des nappes par infiltration de ces eaux contaminées par les puits et les forages Faible infiltration → La brutalité des épisodes pluvieux ne permet pas à l'eau de s'infiltrer, mais seulement de ruisseler

Impacts sur les services

Services d'eau potable

Un service d'eau durable comprend le captage/pompage, le traitement, le stockage et la distribution aux usagers d'un territoire, d'une eau en quantité et en qualité suffisante et à un coût abordable pour satisfaire durablement leurs besoins tout en respectant l'environnement. En fonction des contextes, des besoins et des moyens techniques et financiers, différents niveaux de service et types d'infrastructures et d'équipements sont envisagés. Les ouvrages de captage qui servent à mobiliser la ressource diffèrent selon la nature, la localisation et la quantité des ressources disponibles : eaux souterraines plus ou moins profondes, eaux de surface, sources, etc.

La probabilité et la nature des risques liés au changement climatique est à considérer dès la conception d'un système d'approvisionnement en eau pour adapter et dimensionner le choix des équipements au contexte et assurer la durabilité de son fonctionnement. La variabilité saisonnière de la pluviométrie, la multiplication de phénomènes exceptionnels (inondations, typhons) et l'aggravation des sécheresses accroissent la fragilité des services.

L'impact des différents types d'aléas sur la durabilité des services peut s'analyser à travers les paramètres suivants ([pS-Eau et al., 2013](#)) :





1. **La consommation spécifique**, qui correspond aux volumes d'eau moyens consommés chaque jour par usager et qui influe sur le prélèvement et la durée de fonctionnement des équipements électromécaniques.
2. **La qualité du service**, à savoir la qualité de l'eau distribuée, la continuité du service, la pression disponible au niveau des points de distribution.
3. **L'état des infrastructures et des équipements et le rendement des réseaux.**
4. **Les coûts d'investissement et de fonctionnement du service.**

La dégradation de la qualité ou la rupture des services d'eau provoqués par les effets du climat génèrent également des impacts sociaux, sanitaires et environnementaux extrêmement importants.

Le tableau suivant permet d'identifier et de comprendre les liens entre les phénomènes climatiques, les services d'eau potable et les conséquences techniques, sociales, sanitaires et environnementales qu'ils peuvent engendrer.

Il est à noter que la durabilité d'un service d'eau tient également à la mise en place et au suivi de modes d'organisation, de gestion et de financements du service. Les risques liés au changement climatique questionnent et peuvent remettre en cause de façon plus globale ces modalités d'organisation et de financement. Par exemple, les surcoûts générés par les impacts tant pérennes qu'épisodiques liés au changement climatique, pourront entraîner une modification des équilibres budgétaires actuels et donc des changements dans la tarification.

Tableau 2. Liens entre changement climatique et services d'eau potable

Aléas climatiques	Impacts sur la consommation spécifique	Impacts sur la qualité du service	Impacts sur les infrastructures et les équipements	Impacts sociaux, sanitaires
Variabilité des régimes pluviométriques saisonniers		<p>Interruption ou réduction temporaires du service en raison du manque de ressource disponible</p>		
 <p>Sécheresse, manque d'eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Augmentation des besoins en eau et des volumes prélevés pour tous les usages (domestiques, agricoles, industriels etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Interruption du service induite par l'indisponibilité de la ressource ○ 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-chimique, sel, etc., ou présentant une importante turbidité 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fragilisation des installations : <ul style="list-style-type: none"> - sur-utilisation des équipements en période de sécheresse pour répondre aux fortes demandes - risque de pompage à sec dégradant les pompes - fissuration du béton lors de vagues de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pénibilité des corvées de puisage : <ul style="list-style-type: none"> - augmentation des distances à parcourir - nappe d'eau plus profonde et moins productive ○ Augmentation des maladies diarrhéiques : <ul style="list-style-type: none"> - dégradation de la qualité de l'eau
 <p>Vague de chaleur</p>				
 <p>Episode pluvieux intense et brutal, inondation</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ Contamination des ressources par l'écoulement des eaux pluviales non maîtrisées et la submersion de fosses contenant des polluants ○ Interruption du service dû à l'endommagement des installations ○ Inaccessibilité aux points d'eau (glissement de terrains – inondations) ○ Fragilisation des ouvrages de stockage par saturation 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fragilisation, baisse du rendement et destruction des installations : inondation des puits, ensablement, équipements électriques submergés, érosion des ouvrages, rupture de canalisations, fuites au niveau des réseaux etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - utilisation par les populations des points d'eau dont la qualité n'est pas contrôlée et douteuse lorsque le service est interrompu ○ Multiplication des conflits d'usage lors de pénurie d'eau ○ Amplification des phénomènes migratoires ou départ de populations n'ayant plus accès à l'eau
 <p>Tempête (y compris tempête de sable et de poussière)</p>				

Services d'assainissement des eaux usées et des excréta

Il existe différents types d'eaux usées :

- les **eaux usées domestiques** comprenant d'une part les **eaux noires et excréta**, d'autre part les **eaux grises** ;
- les **eaux usées industrielles** ;
- les **eaux usées agricoles**.

La croissance démographique, l'élévation du niveau de vie et le développement économique ont tendance à accroître la production de ces eaux usées.

Les eaux usées domestiques provoquent essentiellement des pollutions organiques. Les eaux usées industrielles peuvent aussi provoquer des polluants organiques, mais surtout physico-chimiques. Enfin, les eaux usées agricoles apportent elles aussi des polluants organiques et physico-chimiques en cas d'usage de produits phytosanitaires.

En période de sécheresse, face à une réduction des débits des cours d'eau et du volume des plans d'eau, la concentration en polluants apportés par ces eaux usées, peut dramatiquement dégrader la qualité des ressources en eau.

Lors d'événements pluvieux brutaux on peut assister au débordement d'ouvrages d'assainissement non-collectifs (fosses), à une saturation des réseaux d'eaux usées (mise en charge) et des stations d'épuration conduisant à un rejet sans traitement des polluants (by-pass).





Ces impacts ont été évoqués ci-avant tant en termes de dégradation de la ressource, qu'en termes d'impact sur le niveau de traitement de l'eau nécessaire avant distribution.

Les aléas climatiques ont aussi des impacts directs sur le fonctionnement même du service d'assainissement, vis-à-vis du traitement, mais aussi des infrastructures d'accès au service et d'évacuation.

Le tableau suivant résume les liens entre les phénomènes climatiques et les conséquences techniques, sociales, sanitaires et environnementales dans les services d'assainissement.

Comme pour les services d'eau potable, la durabilité des services d'assainissement tient plus généralement à la mise en œuvre et au suivi de modes d'organisation, de gestion et de financement des services. Ces modalités seront également impactées par les risques associés au changement climatique.

Tableau 3. Liens entre changement climatique et services d'assainissement

Aléas climatiques	Impacts sur le fonctionnement du service et les infrastructures	Impacts sur l'environnement et les ressources en eau	Impacts sociaux, sanitaires
 Sécheresse, manque d'eau		<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de la qualité des ressources par moindre dilution des polluants 	
 Vague de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Dysfonctionnement des processus biologiques de traitement (mortalité de certaines bactéries). • Dégradation des infrastructures et équipements due à la chaleur • Dégradation des bétons due à la production accrue d'hydrogène sulfuré² (H₂S) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de la qualité des ressources par des rejets moins bien traités 	<ul style="list-style-type: none"> • Empoisonnement par inhalation d'hydrogène sulfuré (H₂S) dont la production est accrue par la chaleur (risque en termes de sécurité pour le personnel, notamment égoutiers) • Nuisances olfactives dues à l'émission accrue de dioxyde d'azote (N₂O)
 Episode pluvieux intense et brutal, inondation	<ul style="list-style-type: none"> • Pannes par submersion des pompes de relevages et autres systèmes électriques des stations de traitement des eaux usées, rendant ces dernières hors services 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Population ne disposant plus d'équipements sanitaires
 Tempête	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction des latrines non construites dans les règles de l'art (impact sur les taux d'accès peut être significatif) • Perturbation des services de vidange (difficulté d'accès, nécessaire augmentation de la fréquence...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dysfonctionnement des processus de traitement (surcharge hydraulique) • Écoulement du mélange eaux usées et eaux de pluies sur la voie publique du fait de l'inondation des fosses de latrines et toilettes, avec des risques sanitaires conséquents 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des maladies d'origine hydrique du fait des risques de contacts avec des eaux contenant des agents pathogènes



² 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.

Autres impacts liés à la gestion des eaux pluviales face aux épisodes pluvieux intenses

Plus de la moitié de la population mondiale vit en ville, notamment dans les pays en développement (UN-Habitat, 2008). Cette urbanisation sans précédent est caractérisée par le développement d'habitats non planifiés manquant des services les plus essentiels.

L'installation spontanée de ces nouveaux urbains se fait souvent dans des espaces à risque (bas-fonds, zones inondables, marécages, rivages, etc.) dans lesquels l'absence de gestion des eaux de pluie peut entraîner des conséquences graves sur la santé, l'environnement, l'économie ou la sécurité. Le changement climatique renforce ces risques en augmentant la fréquence et l'intensité des aléas climatiques. Dans ces conditions, outre le manque d'accès aux services essentiels, la gestion des eaux pluviales devient un enjeu crucial de développement dans les zones urbaines des pays en développement.

Tableau 4. Liens entre changement climatique et gestion des eaux pluviales

Aléas climatiques	Impacts sur les services de gestion des eaux pluviales, et indirectement sur les services d'eau et d'assainissement	Impacts sur les habitations, les équipements publics urbains, les équipements économiques industriels et commerciaux	Impacts sociaux, sanitaires
 <p>Episode pluvieux intense et brutal, inondation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les excès d'eau et submersion rendent inefficaces les équipements de gestion des eaux pluviales et induisent pour les services d'eau et d'assainissement : submersion des équipements, débordement des réseaux d'eaux usées, etc. (cf. Tableaux 2 et 3). 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement de populations dont la maison n'est plus utilisable • Dommages récurrents aux biens privés et publics • Accidents, blessures corporelles et noyades dus aux risques d'être emporté par le courant, aux éboulements et effondrements et aux accidents de circulation • Transmission de maladies par : <ul style="list-style-type: none"> - l'utilisation d'eau contaminée pour les usages domestiques - le développement des vecteurs de maladie tels que moustiques, rats, etc.
 <p>Tempête</p>			

Le secteur de l'eau et de l'assainissement, émetteur de gaz à effets de serre

Le secteur de l'eau et de l'assainissement, ne fait pas partie des secteurs les plus émetteurs, il est davantage victime que responsable du réchauffement climatique. Toutefois, il est important de mettre en exergue les différentes sources de production de gaz à effets de serre qui pourraient être amenés à augmenter en situation de rareté et de mauvaise qualité de la ressource.

Eau potable

Les impacts du changement climatique sur la rareté et la qualité de l'eau augmentent la demande en énergie pour accéder à la ressource, la transporter et pour rendre sa qualité suffisante pour être distribuée.

En effet, les tendances sont à l'accroissement des profondeurs des installations de captage, à l'augmentation des distances à parcourir pour le transport de l'eau, à l'augmentation des besoins de traitement face à une eau de qualité dégradée, voire au recours à des techniques de dessalement.

Cela nécessite des besoins en énergie plus importants qui, s'ils sont d'origine carbonée, aggravent le changement climatique.

Assainissement

De même que les services d'eau potable, les services d'assainissement sont consommateurs d'énergie tant pour le transport des eaux usées (en particulier pour les stations de relevage mais aussi des camions vidangeurs), que pour le traitement lui-même. De plus, face à la nécessité de pousser le niveau de traitement pour éviter de dégrader le milieu récepteur, ce besoin en énergie pourrait être accru.

Par ailleurs, les eaux usées, tant domestiques qu'industrielles, contiennent une quantité importante de matières organiques qui peut donner lieu (tout particulièrement durant leur traitement) à des émissions de méthane (CH_4) et de protoxyde d'azote (N_2O) qui sont des gaz dont l'effet de serre est plus prononcé que celui du carbone.

Tableau 5. Le potentiel de réchauffement global à 100 ans (PRG) comparé du CO_2 , CH_4 et N_2O (sur une base massique)

	PRG (à 100 ans)
CO_2	1
CH_4	25
N_2O	298

Source : [IPCC, 2007](#)

Les émissions de méthane des eaux usées sont conséquentes. Elles sont estimées à un chiffre variant de 26 à 40 millions de tonnes par an pour les eaux usées industrielles, et approximativement à 2 millions de tonnes par an pour les eaux usées domestiques et commerciales. Ensemble, elles représentent 8 à 11 pour cent des émissions globales de méthane ([GIEC, 1996](#)).

Le rapport du [GIEC \(2006\)](#) a néanmoins montré que les émissions de protoxyde d'azote, par les eaux usées domestiques, bien que nocives, sont négligeables.

« Le facteur principal qui détermine le potentiel de production de méthane des eaux usées est la quantité de matières organiques dans les effluents. Pour les eaux usées domestiques, les eaux commerciales et les boues, cette quantité est exprimée par la Demande Biochimique d'Oxygène (DBO); pour les eaux usées industrielles on utilise la Demande Chimique d'Oxygène (DCO). La DBO indique la quantité de carbone qui est biodégradable en aérobie, tandis que la DCO indique la quantité totale de carbone biodégradable et non biodégradable disponible pour l'oxydation. Ceci constitue un changement par rapport à la méthodologie précédente (GIEC, 1995) qui utilisait la DBO comme un paramètre des matières organiques à la fois pour les effluents tant domestiques/commerciales qu'industrielles.

Un ajout important à la méthodologie précédente (GIEC, 1995) est l'intégration des émissions imputables aux boues. La boue est produite sous forme de sous-produit issu de certains systèmes de traitement des eaux usées, et peut produire du méthane en conditions anaérobies. »

Extrait de « Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effets de serre », version révisée 1996 : Manuel simplifié

Tableau 6. Potentiel d'émission de CH₄ et de N₂O pour les systèmes d'épuration et de rejet des eaux usées et des boues (source : [GIEC, 2006](#))

□ Pas d'émission

▨ Risques d'émissions

■ Emissions

Types de traitement et de rejet			Potentiels d'émission de CH ₄ et de N ₂ O				
				CH ₄	N ₂ O		
Eaux usées collectée	Non traitées	Rejet dans les cours d'eau et les plans d'eau		Rivières et lacs stagnants, pauvres en oxygène peuvent favoriser la décomposition anaérobie pour produire du CH ₄ . Les rivières, les lacs et les estuaires sont des sources possibles de N ₂ O.	▨	▨	
		Égouts (fermés et souterrains)		Ne sont pas une source de CH ₄ /N ₂ O.	□	□	
		Égouts (à ciel ouvert)		Les égouts ouverts et les fossés/canaux stagnants et saturés sont des sources importantes de CH ₄ .	▨	□	
	Traitées	Traitement aérobic	Stations d'épuration aérobic des eaux usées	Bien conçues et bien gérées	Peuvent produire un volume limité de CH ₄ de poches anaérobies. Des stations sophistiquées avec capacité d'élimination de nutriments (nitrification et dénitrification) sont des sources, mineures mais spécifiques, de N ₂ O.	▨	▨
				Mal conçues et mal gérées	Production de CH ₄	■	▨
			Traitement anaérobie des boues dans des stations centralisées d'épuration aérobic des eaux usées	Avec récupération ou brûlage du CH ₄	Le CH ₄ émis par les boues de vidange est récupéré ou brûlé à la torche	□	□
				Sans récupération ou brûlage du CH ₄	Les boues peuvent être une source importante de CH ₄ si le CH ₄ émis n'est ni récupéré ni brûlé à la torche.	■	□
		Plans d'eau temporaires superficiels en conditions aérobies	Bien conçues et bien gérées	Source improbable de CH ₄ /N ₂ O	□	□	
			Mal conçues et mal gérées	Production de CH ₄	■	□	
		Traitement anaérobie	Lagunes anaérobies		Source possible de CH ₄ . N'est pas une source de N ₂ O.	▨	□
			Réacteurs anaérobies	Avec récupération ou brûlage du CH ₄	Le CH ₄ émis par les réacteurs anaérobies est récupéré ou brûlé à la torche	□	□
	Sans récupération ou brûlage du CH ₄	Peuvent être une source importante de CH ₄ si le CH ₄ émis n'est ni récupéré ni brûlé à la torche		■	□		
	Eaux usées non collectée	Fosses septiques		Avec évacuation fréquente de matériaux solides	Faible production de CH ₄ .	▨	□
				Sans évacuation fréquente de matériaux solides	Production de CH ₄	■	□
Fosses à ciel ouvert / Latrines		Les fosses/latrines peuvent produire du CH ₄ si la température et la durée de rétention sont favorables.	▨	□			
Rejet dans les cours d'eau		Voir ci-dessus.	▨	▨			

Comment agir ?

Cadres stratégiques d'intervention

Il s'agit de s'interroger sur les cadres de référence existants et à développer pour définir et opérationnaliser les orientations que le changement climatique impose au secteur de l'eau et de l'assainissement dans les pays en développement.

Eau et climat, des secteurs encore cloisonnés

Le climat est une problématique intrinsèque et transversale au développement de nos sociétés. Les effets de son dérèglement ont des conséquences variées sur les systèmes biophysiques et sur les activités socio-économiques qui lui sont liées. Chaque système naturel et secteur d'activités est susceptible d'être affecté différemment en fonction de sa nature, de son exposition géographique et de la capacité des acteurs à prévenir et se protéger des manifestations du climat.

Les pays en développement se sont dotés de plans d'actions nationaux d'adaptation au changement climatique (les PANA) dès les années 2005 – 2006. Ces plans dressent un état des lieux des principaux effets attendus du dérèglement climatique et donnent des orientations générales sur les actions prioritaires à mener en termes d'adaptation à l'échelle nationale. L'eau y apparaît comme une des priorités majeures. Néanmoins, ces orientations ne sont pas ou peu intégrées dans les stratégies sectorielles et restent encore assez dissociées de la planification et de la mise en œuvre des programmes d'accès à l'eau et d'assainissement. Il y a, semble-t-il, un manque d'appropriation globale du sujet par les acteurs du secteur de l'eau et de l'assainissement. Ce constat se retrouve dans les différents secteurs et n'est pas propre au secteur de l'eau et de l'assainissement. Si quelques capitales ont mis en œuvre des plans climats et commencé à décliner ces scénarios climatiques dans leurs documents de planification sectorielle, ce n'est pas le cas de la très grande majorité des collectivités de plus petites tailles.

L'analyse des contributions nationales (CDNP – INPC) faite par le Partenariat Français pour l'Eau (PFE) lors de la COP21, confirme pourtant à nouveau l'importance que revêt les mesures d'adaptation liées à l'eau pour les pays en développement. En effet, le PFE analyse que, pour près de 90% des pays, l'eau est la première priorité des mesures d'adaptation ([PFE, 2015](#)). Les pays en développement insistent sur la nécessité de préserver la qualité et la quantité des ressources, d'en sécuriser l'accès pour la fourniture d'eau potable et agricole et de développer des infrastructures adaptées.

Gestion des risques et complémentarité des échelles d'intervention

Les conséquences du dérèglement climatique sur les services d'eau et d'assainissement peuvent être abordées sous l'angle de la gestion des risques et de la protection de la ressource. Il s'agit pour les pouvoirs publics et les gestionnaires de service d'assurer une fourniture d'eau en quantité et en qualité suffisante en limitant les risques liés aux inondations et aux sécheresses dont la récurrence et l'intensité seront probablement plus importantes à l'avenir.

Cette approche par la gestion des risques doit en outre mettre en exergue l'importance d'une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) défendue par le GIEC et la communauté internationale. En effet, la GIRE permet d'énoncer les limites de ce qui est faisable dans la durée, relativement à la qualité et la quantité de la ressource en eau disponible, et identifie les mesures et

l'organisation nécessaire pour que ces limites soient respectées. En outre, le champ d'action de la GIRE dépasse celui des services d'eau potable et d'assainissement car elle couvre des superficies et des espaces différents ou plus importants (les bassins versants) et concerne une plus grande diversité d'acteurs et de domaines d'activités (l'agriculture, l'énergie, la biodiversité, etc.). La création et/ou le renforcement de passerelles entre le développement des services d'eau potable et d'assainissement et la GIRE apparaissent doublement nécessaires au vu des risques climatiques et de l'impérieuse nécessité de préserver l'environnement.

Des connaissances à renforcer, des outils à élaborer

Les connaissances des répercussions climatiques sur les services d'eau potable et d'assainissement qui diffèrent selon les régions du monde sont à approfondir et à vulgariser auprès des décideurs et des acteurs du secteur. Ces derniers doivent être davantage informés et sensibilisés pour pouvoir s'emparer des problématiques climatiques et les intégrer aux stratégies de développement. A l'instar de ce qu'ont pu faire leurs homologues au Nord, les collectivités et organismes de bassin au Sud devront produire et s'approprier des prévisions climatiques plus précises au niveau local.

Prendre en compte le climat en termes d'atténuation et d'adaptation, dans le développement des services d'eau potable et d'assainissement (nouveaux systèmes, extension ou renouvellement d'ouvrages) nécessite d'interroger les différents niveaux stratégiques, les outils de planification et les modes d'organisation actuels pour faire une analyse critique du niveau d'intégration des problématiques climatiques. Cette analyse permettra d'élaborer des stratégies optimales qui prennent en compte à la fois les aléas climatiques, l'environnement et la satisfaction des besoins en eau des usagers.

La difficulté de prévision des aléas climatiques, plus incertaine encore à petite échelle, et ses conséquences multiples et variées sur l'offre et la demande en eau exigent une approche participative et pluridisciplinaire associant différents acteurs : services techniques déconcentrés de l'Etat (hydraulique, assainissement, environnement), collectivités territoriales, bureaux d'études spécialisés, scientifiques, gestionnaires et usagers des services d'eau à différents, etc. Il apparaît également nécessaire que les actions de formation et de professionnalisation du secteur introduisent des modules liés aux risques couvrant les risques environnementaux et climatiques.

Les différents niveaux stratégiques et cadres d'intervention

Tableau 7. Les différents niveaux stratégiques et cadres d'intervention

Niveau	Référentiels – Cadres	Acteurs
International	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • Les Objectifs de Développement Durable, adoptés par l'Assemblée générale des Nations Unies le 27 septembre 2015 • L'Accord de Paris sur le Climat du 12 décembre 2015 	<ul style="list-style-type: none"> • ONU • ONU • ONU
Sous-régional	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestion des eaux des fleuves transfrontaliers • Les plans d'actions régionaux pour la gestion des ressources en eau • Déclaration régionale sur l'eau et l'assainissement (ex. Déclarations de Ngor et d'eThekwini pour l'assainissement et l'hygiène en Afrique) 	<ul style="list-style-type: none"> • Organismes de bassin • Commission économiques régionales • Etats • Etats et Ministères en charge de l'eau et de l'assainissement
National	<ul style="list-style-type: none"> • Les Stratégies de développement et de lutte contre la pauvreté • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministères en charge de l'hydraulique, de l'assainissement, de l'environnement et autres ministères associés (santé, urbanisme, finances, décentralisation, infrastructures, etc.)
Local	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de développement local • Schéma directeur / plans sectoriels eau et assainissement • Plan de gestion des eaux • Plan climat • Plan de Prévention des Risques 	<ul style="list-style-type: none"> • Collectivité territoriales • Services déconcentrés de l'Etat : hydraulique, assainissement, environnement, santé, etc. • Gestionnaires des services • Bureaux d'étude • Entreprises • ONGs • Usagers

Pistes pour l'action

L'analyse des liens entre climat et services d'eau potable et d'assainissement et l'identification des différents cadres d'intervention mettent en évidence certaines pistes d'action liées à la gouvernance autour et au sein des services d'eau et d'assainissement, mais également des solutions plus techniques et spécifiques.

Mesures d'adaptation

Des mesures d'adaptation liées à la gouvernance des services

Au niveau politique

- ➔ **Intégrer les problématiques climatiques et environnementales dans les stratégies d'amélioration des services d'eau et d'assainissement** : dans les principes directeurs, la réglementation, la formation professionnelle et la communication auprès des acteurs du secteur

Au niveau de la planification

- ➔ **Etablir de façon concertée, des diagnostics territoriaux d'accès à l'eau et d'assainissement, qui prennent en compte les risques climatiques et les données sur les ressources en eau.** Il s'agit notamment de prendre en compte :
 - la valorisation des différentes ressources : eaux de surface, eaux de pluies (ruissellement, collectes des eaux pluviales), eaux souterraines et eaux traitées,
 - l'analyse de la demande en fonction des différents usages,
 - la protection et le renouvellement de la ressource : gestion des eaux pluviales (protection civile et recharge des nappes) et des eaux usées et excréta (pour limiter les risques de contamination),
 - l'économie de l'eau : coûts d'accessibilité à la ressource, maîtrise de la demande, recyclage des eaux usées,
 - la mesure et la modélisation des aléas climatiques et leurs impacts au niveau local.

La connaissance et la collecte de données sur les ressources en eau et les risques climatiques sont actuellement insuffisantes. Elles ne sont pas du ressort exclusif du secteur de l'eau et de l'assainissement et leur renforcement doit être envisagé collectivement par une coordination intersectorielle favorisant la collecte et le partage d'information.

- ➔ **Hiérarchiser les priorités d'accès à l'eau et définir des activités à conduire en concertation avec les acteurs du secteur et les acteurs associés en intégrant le risque climatique pour atteindre les objectifs politiques fixés.**

La planification est réalisée en fonction de la demande et des besoins, des ressources en eaux mobilisables, de l'analyse des risques (inondations, sécheresse, pollutions, épuisement des sources etc.), de données climatiques projetées (modélisation) et de la protection de l'environnement (GIRE, énergie propre, assainissement, etc.).

- ➔ **Elaborer et mettre en place des plans d'évaluation des risques à actualiser et décrire la marche à suivre en cas d'urgence** pour les responsables des services, les gestionnaires et les usagers des services d'eau et d'assainissement.

- **Prévoir des mesures d'accompagnement** : formation des acteurs sur la prise en compte du risque climatique, sensibilisation des usagers sur la promotion de l'assainissement et l'économie de l'eau.

Au niveau des études préalables, des travaux et du suivi des services

- **Réaliser les études préalables pour de nouvelles installations d'eau et d'assainissement au regard des exigences du climat** : analyse approfondie de la demande, études techniques adaptées, définition et choix des modalités de gestion adaptées, comptes d'exploitation prévisionnels ajustés, tarifications appropriées, mesures d'accompagnement (sensibilisation - formations) etc. devront prendre en compte les questions climatiques.
- **Mettre en place des mesures incitatives auprès des professionnels du secteur** visant à encourager des entreprises performantes qui prennent en compte les risques climatiques.
- **Renforcer les dispositifs de suivi des chantiers d'un dispositif de contrôle de qualité intégrant la question du risque climatique**, pour la robustesse des ouvrages confrontés aux aléas climatiques.
- **Compléter, si besoin, les dispositifs de suivi technique et financier par des indicateurs de vulnérabilité climatique spécifiques** : niveau de la nappe, rupture de service liée aux évènements climatiques, etc.

Des mesures d'adaptation liées à la performance des services d'eau potable

Tableau 8. Mesures d'adaptation « Eau » relatives à la consommation spécifique





Aléas climatiques	Impacts sur la consommation spécifique	Mesures d'adaptation
Variabilité de la pluviométrie saisonnière	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des besoins en eau et des volumes prélevés pour tous les usages (domestiques, agricoles, industriels, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse « renforcée » de la demande en fonction de la variabilité saisonnière des régimes pluviométriques. Il s'agit d'anticiper la demande en eau en période de pénurie d'eau afin de d'adapter les ouvrages hydrauliques aux différents scenarii possibles. • Gestion de la demande : il s'agit d'économiser l'eau par une maîtrise de la demande pour les divers usages adossée à des tarifications spécifiques en fonction des modes de consommation, à la sensibilisation des usagers et au suivi des gros consommateurs
 Sécheresse, manque d'eau		
 Vague de chaleur		

Tableau 9. Mesures d'adaptation « Eau » relatives à la qualité du service

Aléas climatiques	Impacts sur la qualité du service	Mesures d'adaptation
Variabilité de la pluviométrie saisonnière	<ul style="list-style-type: none"> • Rupture ou réduction temporaires du service en raison du manque de ressources disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Accroissement des capacités de stockage des ressources en eaux entre deux saisons de pluie pour la production d'eau potable • Priorisation de l'affectation de la ressource aux usages domestiques de façon équitable
 Sécheresse, manque d'eau  Vague de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Interruption du service induite par l'indisponibilité de la ressource 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'outils de suivi en temps réel de l'évolution des nappes • Meilleure connaissance de la ressource par les acteurs de l'accès à l'eau potable (décideurs et gestionnaires) • Amélioration du rendement des réseaux de distribution d'eau domestiques et industriels / réduction des pertes. • Diversification et répartition raisonnée des points de prélèvement de la ressource en eau • Interconnexion des réseaux d'eau potable permettant de gérer et partager à une plus grande échelle • Respect de l'équilibre entre le taux d'exploitation et taux de renouvellement des nappes • Construction de barrages pour favoriser l'infiltration et la réalimentation des nappes • Dessalement d'eau de mer • Transferts d'eaux brutes en cas de non disponibilité locale des ressources en quantité et qualité suffisantes • Réutilisation des eaux usées. La réutilisation permet de soulager la pression sur les autres ressources en eau souterraine en cas de sécheresse
	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de la qualité de l'eau distribuée induite par la concentration en agents pathogènes des eaux brutes ou la salinité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la qualité de l'eau pour ajuster les traitements • Réduction de la concentration en polluants des ressources en eau utilisées, en réduisant la production d'eaux usées (notamment pour les eaux usées industrielles en améliorant les processus de production) et en mettant en place ou en améliorant les systèmes de traitement des eaux usées, tant domestiques qu'industrielles <p>(cf. § Des mesures d'adaptation liées aux services d'assainissement)</p>







Aléas climatiques	Impacts sur la qualité du service	Mesures d'adaptation
 Episode pluvieux intense et brutal, inondations  Tempête	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination de la ressource par l'écoulement des eaux pluviales non maîtrisées • Interruption du service dû à l'endommagement des installations • Inaccessibilité aux points d'eau (glissement de terrains – inondations) • Fragilisation des ouvrages de stockage par saturation 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la qualité de l'eau et traitement adapté • Préparation aux évènements extrêmes • 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 <p>(cf. § Autres mesures de prévention et d'adaptation en termes de gestion des eaux pluviales face aux épisodes pluvieux intenses)</p>

Tableau 10. Mesures d'adaptation « Eau » relatives à la qualité des infrastructures et équipements

Aléas climatiques	Impacts sur l'état des ouvrages	Mesures d'adaptation
 Sécheresse, manque d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Fragilisation des installations : <ul style="list-style-type: none"> - sur-utilisation des équipements en période de sécheresse - fissuration du béton lors de vagues de chaleur - risque de pompage à sec dégradant les pompes 	<ul style="list-style-type: none"> • Robustesse des infrastructures et des équipements • Renforcement des cahiers des charges relatifs aux études, à la sélection des entreprises, au suivi et au contrôle d'installations d'eau potable et d'assainissement en, les risques liés au manque d'eau et aux vagues de chaleur • Diversification des points de prélèvements et inter-connexion de réseaux
 Vague de chaleur		
 Episode pluvieux intense et brutal, inondation	<ul style="list-style-type: none"> • Fragilisation, baisse du rendement et destruction des installations : inondation des puits, moteurs de pompes noyés, érosion des ouvrages, ensablement, rupture de canalisations, fuites au niveau des réseaux, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des cahiers des charges des professionnels de l'eau • Réalisation de bassins de rétentions à titre de protection des ouvrages et à titre de zones privilégiées de ré-infiltration • Adaptation du dimensionnement des déversoirs des retenues d'eau aux nouveaux risques
 Tempête		

Des mesures d'adaptation liées aux services d'assainissement

Tableau 11. Mesures d'adaptation « Assainissement » relatives au fonctionnement du service et aux infrastructures




Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation
 Vague de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Dysfonctionnement des processus biologiques de traitement (mortalité de certaines bactéries). • Dégradation des infrastructures et équipements due à la chaleur • Dégradation des bétons due à la production accrue d'hydrogène sulfuré (H₂S) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle régulier des processus et évolution de ces traitements vers des systèmes adaptés aux conditions climatiques nouvelles • Contrôle et élimination de l'hydrogène sulfuré
 Episode pluvieux intense et brutal, inondation	<ul style="list-style-type: none"> • Pannes par submersion des pompes de relevage et autres systèmes électriques des stations de traitement des eaux usées, rendant ces dernières hors services • Destruction des latrines non construites dans les règles de l'art (l'impact sur les taux d'accès peut être significatif) 	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construction de la base des latrines en matériaux résistants à l'érosion
 Tempête		

Tableau 12. Mesures d'adaptation « Assainissement » pour la protection de l'environnement et de la ressource en eau







Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation
 Sécheresse, manque d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de la qualité de la ressource par moindre dilution des polluants 	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la capacité de traitement des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel
 Episode pluvieux intense et brutal, inondation	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • Ecoulement du mélange eaux usées / eaux de pluies sur la voie publique du fait de l'inondation des fosses de latrines et toilettes, avec des risques sanitaires conséquents 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • Mise en place de fosses à fermeture étanche
 Tempête		

Tableau 13. Mesures d'adaptation « Assainissement » relatives aux impacts sociaux et sanitaires

Aléas climatiques	Impacts	Mesures d'adaptation
 Vague de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Empoisonnement par inhalation d'hydrogène sulfuré (H₂S) dont la production est accrue par la chaleur (risque en termes de sécurité pour le personnel notamment égoutiers) • Nuisances olfactives dues à l'émission accrue de dioxyde d'azote (N₂O) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle et élimination de l'hydrogène sulfuré (H₂S)
 Episode pluvieux intense et brutal, inondation	<ul style="list-style-type: none"> • Population ne disposant plus d'équipements sanitaires • Augmentation des maladies d'origine hydrique du fait des risques de contacts avec des eaux contenant des agents pathogènes 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place en urgence de toilettes provisoires jusqu'à la reconstruction de sanitaires • Fourniture en situation d'urgence d'eau de qualité et de systèmes de traitement de l'eau à domicile
 Tempête		

Autres mesures de prévention et d'adaptation en termes de gestion des eaux pluviales face aux épisodes pluvieux intenses

Tableau 14. Mesures de prévention et d'adaptation en termes de gestion des eaux pluviales face aux épisodes pluvieux intenses

Aléas climatiques	Impacts	Mesures de prévention et d'adaptation
Excès d'eau	Inondations	<ul style="list-style-type: none"> • Actions visant à réduire l'ampleur des inondations <ul style="list-style-type: none"> - 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 - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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

Mais aussi des mesures d'atténuation...

Rappelons-le, le secteur de l'eau et de l'assainissement n'est pas considéré comme un secteur fortement émetteur de gaz à effets de serre. Par exemple, en France, cela représente moins de 1% des émissions à effet de serre contre par exemple 27% pour les transports ([ADEME et ASTEE, 2013](#)). Néanmoins la raréfaction et la pollution des ressources, combinées aux autres changements globaux comme la hausse démographique et du niveau de vie qui augmentent la demande en eau et les exigences de niveau de service, entraînent une augmentation des besoins en énergie pour le fonctionnement des installations.

L'impératif d'adaptation et d'accès à l'eau et à l'assainissement pour la satisfaction des besoins et de la demande ne doit pas faire perdre de vue la recherche de solutions techniques faiblement émettrices de gaz à effets de serre.

Pour les services d'eau potable

Il est nécessaire :

- d'une part de voir quelles formes d'énergie autre que carbonée (« énergie thermique ») peuvent être utilisées (solaire, éolien, etc.)
- d'autre part de rationaliser l'ensemble de la filière (exhaure, transferts, traitement, distribution) et tout particulièrement d'améliorer les processus de traitement pour qu'ils soient moins énergivores

➔ **Implantation des barrages permettant un vidage en statique (sans pompage)**

➔ **Recours à l'énergie solaire pour l'exhaure**

Les acteurs du secteur soulignent que la raréfaction de la ressource exige d'ores et déjà d'aller puiser l'eau dans des nappes toujours plus profondes pour atteindre une eau souterraine en qualité et en quantité suffisantes et disposer de sources d'approvisionnement qui ne tarissent pas en saison sèche.

La pénibilité de l'exhaure manuelle accentuée par la profondeur des nappes, conjuguée à l'aspiration des populations d'avoir accès à un niveau de service plus élevé, à savoir disposer de l'eau au robinet dans la maison ou à proximité, imposent un recours croissant à l'énergie pour le pompage et le stockage de l'eau.

Lorsque le réseau électrique est trop éloigné, l'énergie « thermique », c'est-à-dire les groupes électrogènes sont la solution la plus répandue de nos jours. Pourtant, la longévité et la baisse continue du coût des panneaux photovoltaïques ne font que renforcer la compétitivité du pompage solaire par rapport à des solutions concurrentes reposant sur des combustibles fossiles de plus en plus chers.

Le recours à l'énergie solaire est une solution à considérer davantage puisque ses faibles coûts de fonctionnement impactent à la baisse le prix de l'eau et constitue une énergie propre de plus en plus performante et de mieux en mieux maîtrisée localement.

D'autres pistes pour contribuer à l'effort d'atténuation des gaz à effets de serre et dans une perspective de performances des services d'eau et d'assainissement sont évoquées par les acteurs du secteur :

- ➔ **Amélioration du rendement énergétique des équipements du service** (pompes, groupes électrogènes, etc.) et **valorisation de l'énergie produite non consommée**.
- ➔ **Réduction des fuites sur les réseaux** car la diminution des pertes en eau nécessite moins de pompage, donc moins d'énergie consommée.
- ➔ **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.

Les principaux systèmes d'exhaure dans les pays en développement

- le puisage manuel : à l'aide d'un seau et d'une corde (avec parfois le recours à la traction animale)
- les pompes à motricité humaine (PMH) : pompe à corde, pompe Volanta à volant, pompe India Mark, pompe à pieds, etc.
- les pompes motorisées :
 - à *énergie thermique*, c'est-à-dire alimentées par un groupe électrogène fonctionnant au gasoil
 - à *énergie solaire ou éolienne*
 - *raccordée au réseau électrique*
- les systèmes gravitaires : sources aménagées

Pour les services d'assainissement

La question de l'atténuation pour l'assainissement doit être considérée sous trois angles :

- la limitation du dégagement par les eaux usées et excréta de gaz à effets de serre (méthane, protoxyde d'azote) dans l'atmosphère, et donc le choix de type d'assainissement et de procédés de traitement les mieux appropriés possible
- le captage et la valorisation énergétique du méthane
- la mise en place de filières d'assainissement (transport et traitement) économes en énergie

A retenir...

Le réchauffement climatique, phénomène confirmé par les études du GIEC, s'observe à l'échelle du globe et conduit à l'accentuation des phénomènes climatiques extrêmes impactant les différentes régions de façon inégale. Ainsi, dans les pays de la zone intertropicale, des vagues de chaleur plus intenses, des saisons sèches plus longues et des saisons des pluies courtes aux épisodes pluvieux brutaux et intenses sont à craindre.

Ces perturbations, qui doivent être considérées en relation avec les autres changements globaux comme les dynamiques démographiques, vont impacter le cycle de l'eau, mais aussi les services d'eau et d'assainissement eux-mêmes.

Ces services d'eau et d'assainissement sont de faibles producteurs de gaz à effets de serre et influent peu sur le réchauffement climatique au regard des autres secteurs. En revanche, **les modifications du climat et du cycle de l'eau peuvent avoir des conséquences importantes sur le fonctionnement, la qualité et la durabilité des services d'eau et d'assainissement.**

Les enjeux sont donc élevés pour les services d'eau et d'assainissement, notamment au regard du 6^{ème} Objectif de Développement Durable (ODD6).

Pourquoi agir ?

Comprendre l'impact du climat sur les services d'eau et d'assainissement, permet de réduire les risques qui affectent la durabilité des investissements réalisés pour l'amélioration de l'accès à l'eau et l'assainissement.

Aléas climatiques	Impacts sur les ressources en eau	Impacts sur les services d'eau potable	Impacts sur les services d'assainissement	Impacts sanitaires et sociaux
Variabilité de la pluviométrie saisonnière	Faiblesse, voire absence de ressources en eau de surface et souterraine en « fin » de saison sèche disponibles pour le service d'eau	Interruption ou réduction temporaires du service en raison du manque de ressource disponible	<ul style="list-style-type: none"> Dégradation de la qualité des ressources par des rejets moins bien traités (en raison d'un dysfonctionnement des processus biologique de traitement ou de dégradation des équipements) 	Augmentation de la pénibilité des corvées de puisage Augmentation des maladies diarrhéiques Multiplication des conflits d'usage Amplification des phénomènes migratoires
Sécheresse, manque d'eau		Dégradation de la qualité de l'eau distribuée		
Vague de chaleur	Baisse de la quantité et de la qualité des eaux de surfaces et souterraines	Augmentation des besoins en eau et des volumes prélevés	Destruction d'infrastructures et pannes des ouvrages	Population ne disposant plus d'équipements sanitaires
Episode pluvieux intense et brutal, inondation	Pollution – contamination des eaux de surfaces et souterraines	Interruption du service Inaccessibilité aux points d'eau		
Tempête	Faible infiltration	Fragilisation voire destruction des installations, baisse du rendement	Dysfonctionnement des processus de traitement Augmentation des rejets non traités	Augmentation des maladies d'origine hydrique

Comment agir : les modalités d'action

Vocabulaire pour l'action

L'atténuation est la réduction des émissions de gaz à effet de serre dont les activités humaines sont responsables.

L'adaptation est l'anticipation de l'impact du changement climatique et la réduction de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains.

La résilience est définie par le GIEC comme « la capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux à faire face à un événement ou une tendance ou une perturbation dangereuse, en répondant ou en se réorganisant de manière à maintenir la capacité d'adaptation, d'apprentissage, et de transformation.»

On observe un manque d'appropriation globale de la question climatique par les acteurs du secteur de l'eau et de l'assainissement et un cloisonnement sectoriel entre l'eau et le climat dans les outils de planification. Il faut donc travailler à **intégrer les problématiques climatiques et environnementales dans les différents cadres d'intervention** international, sous-régional, national et local.

Les conséquences du dérèglement climatique sur les services d'eau et d'assainissement peuvent être abordées sous l'angle de la gestion des risques et de la protection de la ressource, notamment par une **gestion intégrée des ressources en eau** (GIRE). Celle-ci énonce les limites de ce qui est faisable dans la durée, relativement à la qualité et la quantité de la ressource en eau disponible et identifie les mesures et l'organisation nécessaire pour que ces limites soient respectées.

Mesures d'atténuation. Le secteur de l'eau et de l'assainissement n'est pas considéré comme un secteur fortement émetteur de gaz à effets de serre. Les actions d'atténuation reposent surtout sur **l'utilisation de sources d'énergie plus propres et la réduction de la consommation**. Pour les services d'eau, il s'agira donc de privilégier les sources d'énergie alternatives (solaire, éolien) notamment pour l'exhaure et de réduire les fuites dans les réseaux. Pour l'assainissement, la limitation du dégagement de méthane (via des procédés de traitement adaptés), la mise en place de filières économes en énergie ainsi que le captage et valorisation du méthane (biogaz) peuvent permettre d'atténuer les émissions.

Mesures d'adaptation. Comme on l'a vu plus haut, le secteur de l'eau et de l'assainissement est très fortement impacté par le changement climatique. L'adaptation pour les services d'eau doit concerner **la gouvernance des services (mieux intégrer les enjeux climatiques), la protection des ressources en eau et la performance du service** (analyse et gestion de la demande, connaissance et protection de la ressource, suivi de la qualité, adaptation des infrastructures aux événements extrêmes, gestion du risque). Pour les services d'assainissement, **l'adaptation consistera à améliorer le contrôle et le suivi du service ainsi que le traitement, adapter les infrastructures** (agrandissement ou protection contre les inondations) et mettre en place des actions d'urgence.



Bibliographie

- ADEME (2013) **Guide méthodologique d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des services de l'eau et de l'assainissement**, guide sectoriel, 3^e édition. Publié : ASTEE, ADEME. Disponible à : http://www.astee.org/site/wp-content/uploads/2014/06/Guide_GES_fr_VF_2013.pdf (Accès : 16 Juin 2016)
- DNH (2004) **Guide méthodologique des projets d'alimentation en eau potable en milieu rural, semi-urbain et urbain pour les collectivités territoriales**. Publié : DNH, Mali. Disponible à : http://www.pseau.org/outils/ouvrages/guide_des_projets_dnh_mali_v14.pdf (Accès : 16 Juin 2016)
- GIEC (1996) **Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effets de serre – DECHETS 6.3 Emissions de méthane imputable au traitement des eaux usées**. Version révisée 1996. Manuel simplifié (Vol. 2) Publié : IPCC, Royaume-Uni. Disponible à : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/pdffiles/fren6-2.pdf> (Accès : 17 Juin 2016)
- GIEC (2006) **Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre**, préparé par le Programme pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. et Tanabe K. (éd). Publié : IGES, Japon. Disponible à <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french> (Accès : 16 Juin 2016)
- GIEC (2008) **Le changement climatique et l'eau, document technique**, Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S. et Palutikof J.P, pp 236. Publié : GIEC, Suisse. Disponible à : <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-fr.pdf> (Accès : 16 Juin 2016)
- GIEC (2013) **Changements climatiques 2013. Les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs**, Contribution du Groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Publié : GIEC, Suisse. Disponible à : https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_fr.pdf (Accès : 16 Juin 2016)
- GIEC (2014) **Changements climatiques 2014. L'atténuation du changement climatique. Résumé à l'intention des décideurs**, Contribution du groupe de travail III au cinquième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Publié : GIEC, Suisse. Disponible à : https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WG3AR5_SPM_brochure_fr.pdf (Accès : 16 Juin 2016)
- GIEC (2014) **Changements climatiques 2014. Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs**, Contribution du Groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Publié : GIEC, Suisse. Disponible à : https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_fr.pdf (Accès : 16 Juin 2016)
- IPCC (2007) **Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2007, Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. et Miller H.L. (éd). Publié : Cambridge University Press, Royaume-Uni et USA. Disponible à : www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html (Accès : 17 Juin 2016)
- IPCC (2013) **Climate change 2013. The physical science basis**, Working Group I Contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Publié : IPCC, Suisse. Disponible à : https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_en.pdf (Accès : 16 Juin 2016)

- IPCC (2014) **Climate change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects**, Working Group II Contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Publié : IPCC, Suisse. Disponible à : <http://ipcc-wg2.gov/AR5/report/> (Accès : 16 Juin 2016)
- IPCC (2014) **Climate change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: Regional Aspects**, Working Group II Contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Publié : IPCC, Suisse. Disponible à : <http://ipcc-wg2.gov/AR5/report/> (Accès : 16 Juin 2016)
- IPCC (2014) **Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change**, Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Publié : IPCC, Suisse. Disponible à : <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- OCDE (2015) **Atlas régional de l'Afrique de l'Ouest**. Disponible à : <http://www.oecd.org/fr/regional/atlasregionaldelafriquedelouest.htm> (Accès : 16 Juin 2016)
- PFE (2014) **Enseignements du GIEC : l'adaptation du secteur de l'eau aux changements globaux et climatiques**, Lebouvier E., Chicou E. et Redaud J-L. Publié : PFE, France. Disponible à : <http://www.partenariat-francais-eau.fr/wp-content/uploads/2015/06/2015-02-12-Enseignements-du-GIEC.pdf> (Accès : 16 Juin 2016)
- PFE, Coalition Eau (2015) **Note d'analyse concernant la prise en compte de l'eau dans les contributions nationales déterminées par pays de la COP 21**, Cran M. et Durand V. Publié : PFE, Coalition Eau, Paris. Disponible à : http://www.partenariat-francais-eau.fr/wp-content/uploads/2016/04/2016-03_Note-danalyse-Eau-dans-les-INDC.pdf (Accès : 17 Juin 2016)
- PFE, AFD (2015) **Adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau : typologie & recommandations pour l'action**. Publié : PFE, France. Disponible à : <https://www.partenariat-francais-eau.fr/nos-productions/> (Accès : 16 Juin 2016)
- pS-Eau, Acqua-OING, AFD, Gret, AESN (2013) **Services d'eau par réseau dans les bourgs et petites villes des pays en développement - Suivi technique et financier et régulation**, guide, Faggianelli D. et Desille D. Publié : pS-Eau, France. Disponible à : http://www.pseau.org/outils/ouvrages/afd_ps_eau_suivi_technique_financier_et_regulation_2013.pdf (Accès : 16 Juin 2016)