

Enseignements du GIEC : l'adaptation du secteur de l'eau aux changements globaux et climatiques

Décembre 2014

Introduction

Cette note offre un éclairage des enseignements du Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur les observations eau et dérèglement climatique, rassemblées dans le 5ème rapport, Volumes 1, 2 et 3 publiés en 2013 et 2014. **Elle n'a pas vocation à être exhaustive mais à apporter une perspective sur les problématiques concernant l'eau à partir des éléments fournis par le GIEC.**

Les présidents et groupes de travail du PFE pourront par la suite compléter ce document par des fiches techniques ciblées sur leurs thématiques. Ce document sera repris dans des publications pour le Forum Mondial de l'Eau de Daegu-Gyeongbuk (avril 2015), la Conférences des Parties de Lima (décembre 2014) et de Paris (novembre-décembre 2015).

Synthèse rédigée par Eléonore Lebouvier, sous la direction d'Héloïse Chicou et de Jean-Luc Redaud.

Le Partenariat Français pour l'Eau remercie Maud Devès (AFPCN), Laurent Bellet (EDF) et Guillaume Benoit (CGAER) pour leur aimable contribution.

Sommaire

Eau et climat dans le Vème rapport du GIEC... Incertitudes et clarifications	2
Le GIEC et le dérèglement climatique en quelques mots.....	3
Le Vème rapport : Qui ? Quoi ? Comment ?.....	4
Qui ?	4
Quoi ?	4
Comment ?	4
Les éléments nouveaux	5
A retenir ! L'eau centrale.....	6
Le Vème rapport en 8 leçons : avec le dérèglement climatique, ça ne coule plus de source.....	7
Leçon n°1 : Les impacts sont sur tout le cycle de l'eau mais très variables géographiquement (et sociologiquement).....	7
Leçon n°2 : Les catastrophes naturelles : risque majeur !	11
Leçon n°3 : Dérèglements climatiques et changements globaux pour l'eau sont liés.....	12
Leçon n°4 : D'autres secteurs impactés via l'eau : agriculture, énergie, urbanisme et services municipaux, écosystèmes et biodiversité... ..	13
Leçon n°5 : L'adaptation, enjeu phare pour le monde de l'eau	20
Leçon n°6 : L'eau, au carrefour des efforts de l'atténuation	22
Leçon n°7 : La résilience au cœur des solutions.....	24
Leçon n°8 : De nombreuses incertitudes majeures demeurent : quels impacts réels ? Quels coûts ?	25
Conclusion et perspectives	27
Tableau issu du GIEC (WGII, chapitre 3) sur l'adaptation du secteur de l'eau	35
Consultez les volumes et la synthèse du rapport n°5.....	36
Notes de fin de page et références.....	37

Eau et climat dans le Vème rapport du GIEC... Incertitudes et clarifications

Si l'année 2014 est l'année record pour les températures moyennes, l'année 2013 était une année record pour l'émission de gaz à effets de serre (GES), responsables du dérèglement climatique. Ces GES d'origine anthropique sont reconnus par le Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) comme étant les principaux responsables des dérèglements qui s'opèrent au niveau du climat mondial : réchauffement global des températures moyennes atmosphériques et océaniques et toutes leurs répercussions associées (extrêmes climatiques, hausse du niveau de la mer, acidification des océans...). Ces dérèglements au niveau des phénomènes naturels entraînent des conséquences importantes (qui sont notre objet d'étude dans cette synthèse, et non leurs causes) pour les conditions de vie humaines et pour les écosystèmes notamment – majoritairement néfastes, mais pas toujours ni pour tous.



La croissance des rejets de GES rend de plus en plus hypothétique la probabilité de pouvoir rester à l'intérieur de la fourchette des 2°C prévus par la CCNUCC

Les impacts du dérèglement sont de plus en plus visibles et de mieux en mieux suivis, observés et perçus, et particulièrement les impacts sur l'eau. La question de l'eau est traitée transversalement dans le 5^{ème} rapport du GIEC sorti entre 2013 et 2014 (faisant suite aux quatre précédents : 1990, 1995, 2001, 2007), à travers trois volumes :

- Volume 1 : *Changement climatique 2013 : les éléments scientifiques* 27 septembre 2013,
- Volume 2 : *Changements climatiques 2014 - les impacts, les vulnérabilités, l'adaptation* 31 mars 2014
- Volume 3 : *Changements climatiques 2014 - l'atténuation du changement climatique* 12 avril 2014

Cette synthèse **non exhaustive** permet donc de faire le point sur la relation entre « eau » et « climat », et sur les défis actuels et à venir pour le secteur de l'eau face au dérèglement climatique.

Le GIEC fait l'état des connaissances sur ces dérèglements, leurs impacts, les risques et les opportunités, alors même que l'objectif de maintenir le réchauffement global de l'atmosphère au niveau des 2°C par rapport à l'ère préindustrielle, définit ainsi par la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) semble de plus en plus difficile à atteindre... C'est

tout l'objet des **Conférences des parties (COP) de Lima de décembre 2014** qui se profile, puis celle de **Paris en décembre 2015 (COP21)**.

Mais les liens concrets entre ces dérèglements globaux et l'eau sont encore difficiles à démêler, et c'est ce à quoi cette synthèse se propose de répondre.

Le GIEC et le dérèglement climatique en quelques mots

Le GIEC a la tâche d'évaluer l'état des connaissances sur le dérèglement climatique et ses conséquences afin d'envisager des stratégies d'adaptation et d'atténuation. Il n'est pas un laboratoire de recherche. Cette instance de l'ONU, issue de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) est composée de 195 pays membres, soit la quasi-totalité des pays du monde. Il rassemble 2500 experts scientifiques et relecteurs, issus de 130 nationalités. Depuis sa création en 1988, il a déjà publié cinq rapports avec l'édition du rapport de synthèse entre le 27 et 31 octobre 2014¹.

Il travaille à favoriser une réponse de la communauté scientifique la plus internationale, la plus objective et la plus transparente possible quant au **dérèglement climatique**, qu'il définit comme suit : **« le dérèglement climatique fait référence à un changement d'état du climat qui peut être identifié (en utilisant des test statistiques) par des changements dans la moyenne et/ou dans la variabilité de ses propriétés, et qui persiste pour une période longue, typiquement sur des décennies ou plus(...) »**².

Cette tâche est lourde car le climat en tant que système naturel qui transcende les frontières nationales est un **phénomène global, voire un « bien commun mondial » selon le GIEC**. Il appelle donc à une réflexion sur ce qu'est un « système globalisé » et sur les relations d'interdépendance qu'il implique. En ce sens il est exemplaire des interrogations des 20 et 21^{ème} siècles. Le dérèglement climatique est multidimensionnel, il dépasse l'enjeu scientifique et nous interroge plus largement sur notre manière de « faire société », de vivre.³



Réunion plénière des auteurs du volume 3 du rapport 5 du GIEC... Des effectifs importants pour un objectif ambitieux ! (Image : GIEC)

Le Vème rapport : Qui ? Quoi ? Comment ?

Qui ?

Le GIEC est un panel intergouvernemental de scientifiques dont les membres sont désignés par les gouvernements des pays-parties à l'accord sur le climat. Le point focal en France du GIEC est l'Observatoire national des effets du réchauffement climatique (ONERC) et le représentant français est aujourd'hui Jean Jouzel.

Pour ce 5^{ème} rapport, plus de 2500 scientifiques et 831 rédacteurs ont été sélectionnés, avec toujours une domination des pays anglo-saxons (Etats-Unis et Royaume-Unis) et une sous-représentation des pays en développement. Ceci expose le GIEC à certaines critiques, comme celle d'empêcher l'appropriation des résultats par les pays non industrialisés et d'orienter le choix des politiques d'atténuation au détriment de leurs politiques de développement⁴. Ils se répartissent en trois groupes de travail (Working Groups WG). A ces groupes de travail, s'ajoute un groupe spécial pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre.

Quoi ?

Chaque groupe de travail produit un des **volumes** du rapport ainsi qu'un **résumé technique** (Technical Summary TS) et un **résumé pour décideurs** (Summary for Policy Makers SPM). Ce dernier est validé à l'unanimité, **ligne par ligne par les représentants des gouvernements**. Cette unanimité permet de passer outre certains débats et de proposer un document opérationnel pour les négociations, mais provoquent inmanquablement certaines critiques. Ces groupes travaillent sur les thèmes suivants :

- WG I : Les éléments scientifiques de l'évolution du climat
- WG II : Les impacts, les vulnérabilités, l'adaptation
- WG III : L'atténuation du dérèglement climatique

Comment ?

Faire l'état des connaissances sur le dérèglement climatique est autant un objectif scientifique que politique. En tant qu'experts, les groupes de travail du GIEC se doivent d'apporter une certaine clarté autour de phénomènes scientifiques complexes, et donc de créer du consensus autour de la connaissance, tâche politique délicate. Ceci requiert une méthodologie permettant à la fois de rendre compte des débats agitant la communauté scientifique, représentant les incertitudes et la relativité des connaissances, mais aussi de créer au mieux les certitudes indispensables au processus de prise de décision.

Pour rendre compte des incertitudes et des débats, le GIEC a construit des échelles de confiance combinant échelle qualitative (de « virtually certain » à « exceptionally unlikely ») et échelle de probabilité qui sont associées aux résultats exposés.

Les éléments nouveaux

La principale innovation de ce rapport est l'apparition des **Representative Concentration Pathways (RCP)**, en remplacement des scénarios SRES (du nom du rapport spécial Special Report on Emissions Scenarios).

A la place d'une réflexion basée sur un faisceau de « futurs possibles » pour nos sociétés, (intégrant des déterminants tels que l'évolution des économies nationales, l'offre technologique, les choix énergétiques, la démographie, les comportements individuels etc.), **les trajectoires RCP définie a priori intègrent elles, des possibilités correspondants à des efforts plus ou moins grands de réduction des émissions de GES**. Pour chacun de ces quatre « profils représentatifs », les climatologues déduisent les conditions climatiques et les impacts du dérèglement climatique associés.

Scénario	Forçage radiatif ⁵	Concentration de GES (ppm)	Trajectoire
RCP 8.5	Sup. à 8.5W/m ²	Sup. à 1370 eq-CO ₂ en 2100	Croissante
RCP 6.0	Env. 6W/m ² stabilisation après 2100	Env. 850 eq-CO ₂ stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP 4.5	Env. 4.5W/m ² stabilisation après 2100	Env. 660 eq-CO ₂ au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP 2.6 <i>Objectif 2°C CCNUCC</i>	Pic à env. 3W/m ²	Pic à env. 490 eq-CO ₂ avant 2100 puis déclin	Pic puis déclin

		2046-2065		2081-2100		
		Scénario	Moyenne	Plage probable	Moyenne	Plage probable
température moyenne globale de l'atmosphère (°C)	RCP 2.6		1.0	de 0.4 à 1.6	1.0	de 0.3 à 1.7
	RCP 4.5		1.4	de 0.9 à 2.0	1.8	de 1.1 à 2.6
	RCP 6.0		1.3	de 0.8 à 1.8	2.2	de 1.4 à 3.1
	RCP 8.5		2.0	de 1.4 à 2.6	3.7	de 2.6 à 4.8
hausse moyenne globale du niveau de la mer (m)	RCP 2.6		0.24	de 0.17 à 0.32	0.40	de 0.26 à 0.55
	RCP 4.5		0.26	de 0.19 à 0.33	0.47	de 0.32 à 0.63
	RCP 6.0		0.25	de 0.18 à 0.32	0.48	de 0.33 à 0.63
	RCP 8.5		0.30	de 0.22 à 0.38	0.63	de 0.45 à 0.82

Le RCP 2.6 correspond le mieux à l'objectif de 2°C de la CCNUC, qui est atteignable selon GIEC, sous divers scénarios d'atténuation exigeants, requérant une baisse drastique des émissions de GES (de 40 à 70% par rapport à 2010⁶) pour atteindre quasiment zéros émissions de GES d'origine anthropique à la fin du siècle.

En parallèle, les sociologues et les économistes travaillent sur des **scénarios SSP (pour Shared Socioeconomic Pathways)**, présentant diverses caractéristiques socio-économiques de développement et diverses stratégies d'adaptation et d'atténuation. Cinq familles de scénarios, ont ainsi été définies⁷.

A retenir ! L'eau centrale

En 2008, à l'occasion d'un document technique intitulé « l'eau et le dérèglement climatique »⁸, les experts du GIEC avaient souligné le rôle capital de la ressource en eau dans l'analyse du dérèglement climatique, de ses impacts et des mesures possibles.

Dans ce Vème rapport, le GIEC revient largement sur ce rôle de l'eau et affirme **qu'il est « probable que l'influence humaine ait affecté le cycle mondial de l'eau depuis 1960 »**⁹.

Bien que **l'une des principales limites des observations du GIEC, dont il fait état, soit la difficulté à différencier l'action du dérèglement climatique d'autres facteurs**, il note que « l'influence humaine a été détecté dans le réchauffement de l'atmosphère et des océans, dans les changements du cycle mondial de l'eau, dans la réduction de la neige et des glaces, dans l'élévation moyenne globale du niveau de la mer »¹⁰.

L'eau prend donc une place de plus en plus importante dans les rapports du GIEC, témoignant autant de son rôle « d'intermédiaire privilégié »¹¹ des effets du dérèglement climatique que de marqueur de celui-ci. **Le WGII lui consacre un chapitre entier, le chapitre 3 « Freshwater Resources » qui fait l'état de toutes les pressions provoquées ou renforcées par le dérèglement climatique.**

Mais l'eau est aussi présente transversalement à travers différents chapitres. L'eau est ainsi impliquée directement dans sept des huit risques clés évoqués dans le SPM du WGII :

- Risques en zones côtières basses résultant des tempêtes, de submersion, de la montée du niveau des mers, impactant les moyens de subsistance
- Risques pour les grandes populations urbaines en zone inondable
- Ruptures systémiques des services critiques résultant d'évènements extrêmes (dont les services d'eau potable et d'assainissement par exemple)
- Insécurité alimentaire liée aux sécheresses notamment
- Pénurie d'eau pour les populations agricoles
- Evolutions des écosystèmes marins et côtiers touchant les populations arctiques et tropicales
- Atteintes aux écosystèmes humides et leurs conséquences

Le 8^{ème} risque cité concerne les « vagues de chaleur » qui impactent aussi la demande et l'offre en eau¹². Elle est aussi présente dans les chapitres thématiques et dans l'analyse des secteurs, prouvant l'interrelation profonde entre eau et dérèglement climatique à tous les niveaux.

L'eau est donc présente transversalement dans les trois volumes, et particulièrement dans le volume 2, ce qui montre sa multi-dimensionnalité autant que son « lien privilégié » avec le dérèglement climatique.

Le Vème rapport en 8 leçons : avec le dérèglement climatique, ça ne coule plus de source...

Leçon n°1 : Les impacts sont sur tout le cycle de l'eau mais très variables géographiquement (et sociologiquement)

Constat majeur : Des impacts sur tout le cycle de l'eau mais géographiquement différenciés

Les impacts seront très inégaux géographiquement ! Ce constat majeur est valable tout au long de cette note.

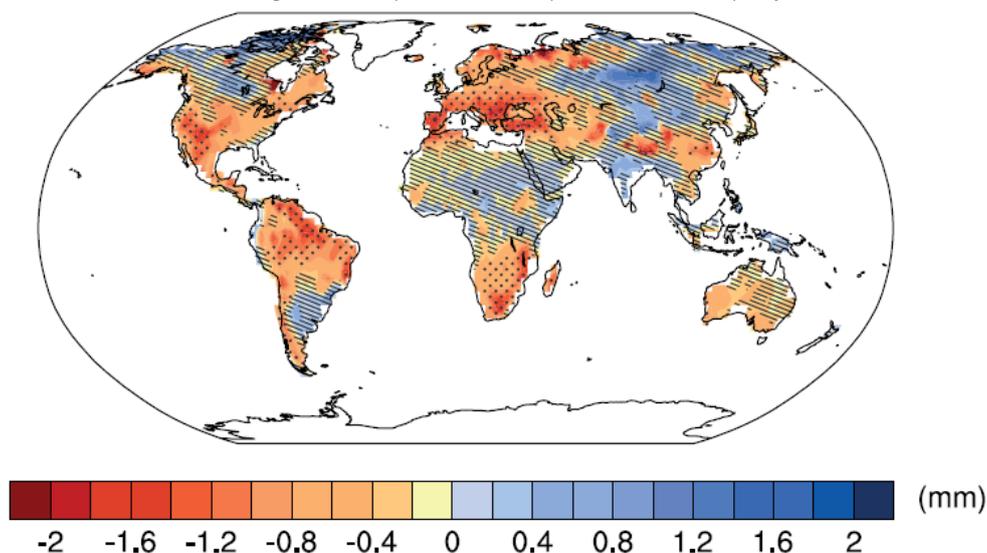
Il y aura donc des gagnants et des perdants du dérèglement climatique mais **le GIEC affirme que les impacts négatifs dépasseront très certainement les gains potentiels.**

Au-delà de 2°C de réchauffement par référence à 1990, chaque degré pourrait entraîner une réduction des ressources renouvelables en eau de 20% pour au moins 7% de la population mondiale¹³. Approximativement 80% de la population est déjà affectée par des insécurités hydriques¹⁴ (disponibilité, demande, pollution) (Vörösmarty *et al.*, 2010).

Le dérèglement climatique risque donc de réduire les ressources en eau renouvelable de la planète (de surface et souterraine), ceci exacerbant les conflits entre usages¹⁵, principalement dans les zones intertropicales sèches, tandis que dans les hautes latitudes, les ressources en eau sont prévues pour augmenter¹⁶

Des constats généraux sur le cycle de l'eau sont néanmoins possibles. On sait que le cycle de l'eau dépend de multiples facteurs : pluies, ruissellement, évapotranspiration, stockage dans les sols, etc... L'humidité des sols est un indicateur synthétique souvent utilisé, la carte jointe montre la variabilité des impacts du dérèglement climatique sur la planète.

Variation de l'humidité moyenne annuelle du sol entre 2081 et 2100 par rapport à la période 1985-2005 d'après le scénario RCP 6.0 (WGI).
Les zones en rouge ont des risques de connaître plus de sécheresses qu'aujourd'hui.



L'humidité du sol est mesurée par la masse d'eau présente dans les dix premiers centimètres du sol. Les zones hachurées indiquent que le changement moyen prévu est faible par rapport aux variations climatiques habituelles. Les zones avec des points indiquent un changement plus marqué et une certitude plus grande des modèles de simulation climatique (Source : ONERC d'après le GIEC)

Décortiquons les étapes du cycle de l'eau touchées...

Les mers et les océans...

La **hausse du niveau de la mer** s'est accélérée et serait appelée à se prolonger. Elle est principalement due à la dilatation thermique¹⁷ et, dans une moindre mesure, à la fonte des glaces. En renforçant l'érosion des côtes littorales, les infiltrations salines et les risques de submersion, cette hausse du niveau de la mer met en danger les populations, les infrastructures et la biodiversité des littoraux¹⁸. Près de 70% des côtes littorales à travers le monde vont probablement faire l'expérience d'une hausse du niveau de la mer de plus ou moins 20%¹⁹.

Le réchauffement de l'eau affaiblit la qualité globale des océans : acidification de l'eau et salinisation des océans²⁰ et perte en biodiversité en sont les principaux symptômes²¹.

La cryosphère...

La **cryosphère**²², qui stocke sur les terres émergées environ 75% de l'eau douce du globe, est d'ores et déjà touchée par le dérèglement climatique. Elle se réduit et risque de continuer à se réduire. Son évolution est un bon indicateur du dérèglement climatique car « la cryosphère, et les modifications qu'elle subit sont très étroitement liées au bilan énergétique de surface, au cycle de l'eau et à la variation du niveau de la mer »²³.

La hausse des températures dans les latitudes nord entraîne un réchauffement du **pergélisol**²⁴ (avec des risques de libération **de grandes quantités de CO₂ retenues dans le sol**).

Les glaciers et neiges...

Le GIEC confirme que **l'accélération de la fonte des glaciers** dans les prochaines décennies va entraîner un glissement des écoulements d'été vers le printemps. **Les conséquences sont majeures car un sixième de la population mondiale vit dans des bassins fluviaux alimentés par des glaciers ou par la fonte des neiges**²⁵.

Excepté dans les régions très froides, la quantité de neige tombée a diminué et la fonte printanière des neiges s'est faite plus précoce²⁶.

Les débits et régimes...

Des conclusions sur l'évolution générale du **ruissellement** et des **débits** restent difficiles à établir, par un manque de données et par confluence de facteurs. Les débits sont notamment liés à la fonte des glaces (dans le cas de bassins dépendants de massifs montagneux), aux précipitations, aux conditions de ruissellement, à l'évapotranspiration, aux prélèvements et à l'aménagement des cours d'eau (barrages et grandes retenues d'eau). Néanmoins, le GIEC note que l'évolution des débits est généralement cohérente avec l'évolution des températures et des précipitations. Sur un échantillon de simulation de débits pour 200 grandes rivières, un tiers montre des évolutions sensibles d'écoulements. Dans les régions tropicales sèches, le dérèglement climatique va réduire les eaux renouvelables de surface, impactant le régime des eaux négativement, notamment au niveau des étiages²⁷.

Dans les régions où les précipitations hivernales sont sous forme de **neige**, **l'écoulement fluvial saisonnier** est particulièrement modifié, avec des débits plus importants en hiver et plus faibles en été²⁸ : dans un premier temps, la fonte des glaces va accroître les débits en hiver et en été mais dans un second temps, face à la **réduction des glaciers et à la fonte précoce des neiges**, les débits de fin d'été vont diminuer, impactant les écosystèmes et la biodiversité²⁹.

Les eaux souterraines...

Pour les **eaux souterraines**, la part du dérèglement climatique par rapport aux pressions anthropiques présentes sous différentes formes est difficile à établir et de fortes incertitudes subsistent³⁰.

Cependant, la hausse du niveau de la mer, conjointement avec la hausse du pompage, affectent les eaux souterraines côtières via des infiltrations salées. Cela touche particulièrement les régions faiblement surélevées par rapport au niveau de la mer comme les îles coralliennes et les deltas³¹.

Les précipitations...

Les épisodes extrêmes de précipitation dans la plupart des régions de latitude moyenne et les régions tropicales humides deviendront *très probablement* plus intenses et plus fréquentes d'ici la fin du siècle, provoquant une augmentation de l'érosion annuelle des sols dans les régions touchées (conjointement provoquée avec l'utilisation des terres)³².

En effet, le GIEC souligne la difficulté à mesurer l'influence du dérèglement climatique sur les changements des précipitations mondiales, du fait de « l'influence de l'amplitude du phénomène de variabilité naturelle »³³. Les études sur les tendances globales des précipitations sur le XXème siècle se sont montrées, elles, peu concluantes³⁴, hormis dans l'hémisphère nord où les précipitations moyennes auraient augmenté depuis 1951 (*très forte confiance*)³⁵.

Le GIEC résume une tendance générale encore imparfaitement comprise ainsi : « **les régions et saisons déjà humides le deviennent de plus en plus et les régions et saisons déjà sèches le deviennent de plus en plus (degré de confiance élevé)** »³⁶.

L'évapotranspiration...

La variabilité des précipitations et des températures pourront avoir un impact sur l'érosion des sols et sur **l'évapotranspiration**³⁷, cependant le rapport du GIEC met en évidence le manque d'études et de recherches sur ce sujet de l'évapotranspiration.

Impacts sur la qualité

La qualité de l'eau est compromise par le dérèglement climatique, ceci étant essentiellement dû à la baisse des étiages qui réduit l'importance des phénomènes de dilution et à la hausse des températures (en plus de pollutions déjà existantes)³⁸. Combinés, ces effets du dérèglement climatique impactent les processus d'assainissement et la potabilité de l'eau même après traitements conventionnels, et impactent fortement les écosystèmes (en plus des variations de débit et des hausses de températures)³⁹.

Cependant, la plupart des études sont issues des pays à haut revenu et sont concentrées sur le court terme⁴⁰.

Remarque PFE Les différences peuvent être grandes selon les bassins versants, **d'où la nécessité d'études à cette échelle** pour des résultats plus précis et opérationnels.

De nombreuses études régionales et locales ont déjà été engagées, au plan international par l'UNECE/INBO, mais aussi en France à l'initiative des Agences de l'Eau et des EPTB comme sur la Garonne, la Meuse, la Durance...

TOUTES LES ETAPES DU CYCLE DES L'EAU SONT TOUCHEES PAR LE DEREGLEMENT CLIMATIQUE, tant sur la QUALITE que la QUANTITE⁴¹.

Les populations déjà les plus vulnérables seront les plus touchées

Le GIEC souligne l'importance des différences de développement (dans son acception multidimensionnelle : économique, sociale, culturelle, politique, institutionnelle et autres) pour la construction des vulnérabilités⁴² :

- **Les populations pauvres sont donc les plus vulnérables aux risques liés au dérèglement climatique**, du fait de leur **exposition géographique**. En effet, elles sont davantage susceptibles de se trouver dans des zones de catastrophes naturelles et de rareté des ressources en eau. A cela s'ajoute un manque de ressources économiques et de temps à investir dans des stratégies d'anticipation et d'adaptation⁴³.
- **Les populations des pays en développement vivant de l'agriculture** sont particulièrement vulnérables en termes de revenus et de sécurité alimentaire, là où les impacts du dérèglement climatique seront néfastes sur les récoltes (particulièrement en Afrique, Amérique centrale et en Asie du Sud⁴⁴).
- **Les populations pauvres seront aussi sensibles aux effets en termes de santé**, entre autres, du fait de la baisse de la qualité générale de la ressource. Là encore, le dérèglement climatique aggrave des tendances déjà présentes⁴⁵.
- **Dans les Etats aux institutions faibles, en incapacité de réagir, le dérèglement climatique peut indirectement augmenter les risques de conflits violents** en amplifiant les déterminants de ces conflits tels que la pauvreté et les chocs économiques⁴⁶, **notamment via la réduction des ressources en eau disponibles⁴⁷. Les bassins transfrontaliers sont aussi concernés, avec risques de conflits régionaux⁴⁸.**
- **La question des déplacements de personnes se pose⁴⁹, particulièrement dans les pays en développement**, aussi bien dans les zones urbaines que rurales⁵⁰.



Le GIEC met en cause des « des facteurs non-climatiques et des inégalités multidimensionnelles » dans l'inégalité des vulnérabilités des populations face aux effets du dérèglement climatique, celle-ci reflétant des inégalités de développement, comme ici dans un bidonville de Manille (Image : Reliefweb)

Leçon n°2 : Les catastrophes naturelles : risque majeur !

Selon le GIEC, le **risque** est le résultat de **l'aléa, de l'exposition et de la vulnérabilité**, se manifestant par ses **impacts**. La notion de risque reste relative et sa perception dépend surtout des régions et des cultures : les risques ne sont pas toujours comparables. Dans ce rapport, le risque est abordé en lien avec l'adaptation, car **face à l'augmentation des risques, il va falloir s'adapter...**

Risque d'inondation et catastrophes

Le risque d'inondation pourrait augmenter avec le dérèglement climatique sur plus de la moitié du globe (Sibérie orientale et centrale, Asie du sud-est, Afrique des tropiques, nord de l'Amérique latine) mais pourrait diminuer ailleurs (Europe du nord et de l'est, Anatolie, Asie centrale et de l'est et au sud de l'Amérique latine) (*preuves limitées, fort degré de confiance*)⁵¹.

Risques de sécheresse

Les sécheresses météorologiques (précipitations) et agricoles (humidité du sol) sont plus nombreuses depuis les années 1950 en Afrique de l'Ouest et en Europe du Sud, mais pour les autres régions, les résultats sont moins concluants⁵².

Des progrès importants restent à faire sur la prévision des grandes sécheresses.

Néanmoins, **les changements du cycle de l'eau due au dérèglement climatique augmente le risque de sécheresses dans de nombreuses régions du globe**, particulièrement si l'on suit le scénario RCP8.5. La région méditerranéenne et les régions intertropicales sèches apparaissent particulièrement menacées⁵³.



Photos : ©JJ. Goussard, Cyclone

Une multiplication et une aggravation des catastrophes naturelles ? Un sujet qui reste controversé. A la fin du 21^{ème} siècle, on pourrait aller vers un triplement des populations soumises à des risques d'inondation.

Risque de tempête et cyclone

Le GIEC n'est pas en mesure de se prononcer avec un degré de confiance suffisant pour l'évolution à long terme de la fréquence et de l'intensité des tempêtes mais note que la fréquence et l'intensité des tempêtes dans l'Atlantique Nord ont augmenté⁵⁴.

Des impacts de plus en plus importants !

Les impacts des inondations et sécheresses vont avoir tendance à augmenter à cause d'une plus grande exposition des personnes et des biens⁵⁵, alors même que la fréquence et l'intensité de ces événements restent constantes. Les coûts liés aux inondations ont déjà augmenté, ceci étant surtout dû à l'exposition plus importante des hommes et des actifs⁵⁶ et à la fin du 21^{ème} siècle, le nombre de personnes soumises à des risques d'inondation pourrait tripler (sous un scénario RCP8.5), générant un potentiel important de pertes économiques⁵⁷.

Remarque PFE Il ne s'agit majoritairement pas de risques nouveaux, les régions déjà touchées par certains risques le seront encore plus sévèrement.

Leçon n°3 : Dérèglements climatiques et changements globaux pour l'eau sont liés

Le rapport du GIEC met en avant que **les impacts du dérèglement climatique et les solutions à donner pour répondre à ces changements ne peuvent être évalués qu'au regard de nombreux autres changements globaux, constituant un « monde complexe et changeant »**⁵⁸.

Le dynamisme démographique que connaît le monde augmente mécaniquement la demande en eau et donc la pression sur la ressource. A cette croissance « numérique » s'ajoute des changements profonds dans les structures socio-économiques, les évolutions techniques et les changements dans le style de vie⁵⁹. De nombreux facteurs indépendamment du climat influent sur la gestion des ressources en eau comme l'occupation des sols, l'urbanisation et le développement économique⁶⁰, que le GIEC cite pour avoir une influence encore croissante sur la concentration en GES dans l'atmosphère⁶¹.

Pour la plupart des secteurs économiques, y compris l'eau, les impacts de facteurs tels que la structure de la pyramide des âges, les revenus, la technologie, le mode de vie, la régulation et la gouvernance sont prévus pour être forts par rapport aux impacts du dérèglement climatique⁶².

Remarque PFE Le dérèglement climatique jouera un rôle tantôt de catalyseur des pressions tantôt de compensateur, selon ses impacts régionaux⁶³.

Les impacts du dérèglement climatique vont eux-mêmes amener de nécessaires adaptations des activités humaines, transformant ces facteurs globaux à leur tour.

Les impacts du dérèglement climatique sont donc difficiles à isoler des autres facteurs.



© Noah Seelam (AFP)

Les nouvelles structures socio-économiques posent la question de la pression sur l'eau pour fournir la population mondiale en biens

Leçon n°4 : D'autres secteurs impactés via l'eau : agriculture, énergie, urbanisme et services municipaux, écosystèmes et biodiversité...

Sécurité alimentaire et secteur agricole

Les impacts liés à l'eau

Le dérèglement climatique met en jeu directement ou indirectement tous les aspects de la sécurité alimentaire⁶⁴ via l'aggravation des pressions sur les ressources naturelles dont l'eau⁶⁵ qui s'ajoutent à des pressions existantes non climatiques (augmentation de la demande alimentaire, urbanisation, épuisement des sols...). Ses impacts sont très variables géographiquement et affectent aussi bien les cultures irriguées que pluviales⁶⁶. En plus d'une menace globale pour les ressources et la sécurité alimentaire, il en résulte une vulnérabilité accrue des populations dépendant directement du secteur agricole.

Le dérèglement climatique est effectivement un facteur déterminant dans de nombreuses régions de l'augmentation de la demande en eau du secteur agricole, premier secteur consommateur d'eau⁶⁷ avec 90% de cette eau consacrée à l'irrigation à l'échelle globale⁶⁸.

Remarque PFE Le secteur agricole est donc extrêmement important mais aussi vulnérable.

Pour des scénarios évoluant autour d'une hypothèse de réchauffement de 2°C par rapport à la période préindustrielle, **les risques pesant sur la sécurité alimentaire sont déjà importants et augmentent drastiquement pour une hypothèse à 4°C**⁶⁹.

L'agriculture dans son ensemble et surtout **l'agriculture pluviale** seront menacées par une plus grande variabilité des précipitations dans certaines régions. **Pour s'adapter au dérèglement climatique (changement des régimes de précipitations, températures, radiations)** et à ses impacts négatifs au niveau des sols et de la ressource en eau, **les besoins en irrigation dans certaines régions du monde augmenteront fortement afin d'assurer la sécurité alimentaire mondiale**. Ils pourraient augmenter pour plus de 40% en Europe, mais aussi aux Etats-Unis et dans certaines zones d'Asie (fort degré de confiance)⁷⁰. Cependant, cette demande en irrigation pourrait dépasser la disponibilité locale en eau⁷¹ selon les endroits, créant des tensions et appelant à de l'adaptation⁷².

La perte en qualité des océans et des eaux de surface due au réchauffement menace les écosystèmes aquatiques et les services économiques associés, provoquant une insécurité alimentaire pour les populations dépendantes de l'aquaculture et de la filière pêche dans certaines régions subtropicales (tandis que d'autres régions deviennent plus favorables à cette économie de la pêche)⁷³. Peu d'études ont été menées sur les impacts du dérèglement climatique sur les systèmes de pêche continentale et d'aquaculture, ne permettant pas de donner des résultats pertinents⁷⁴.

D'importantes variations de marché risquent de déstabiliser les prix des matières premières à la suite des extrêmes climatiques et donc de mettre en danger la sécurité alimentaire des plus pauvres⁷⁵.

Mais les impacts du dérèglement climatique ne sont pas toujours négatifs pour l'agriculture. Dans les régions à moussons, il est prévu une réduction des besoins en eau et une accélération du cycle

végétatif du riz paddy⁷⁶. Par ailleurs, le CO₂ peut avoir un effet fertilisant sur les plantes conduisant à diminuer leurs besoins en eau (selon les variétés et selon les sols)⁷⁷. Cependant, il est probable que cet effet positif soit dépassé par les besoins croissants de la demande d'irrigation qui accompagnent la croissance démographique et le dérèglement climatique⁷⁸.

En outre, le secteur UTCAF (Usage des Terres, ses Changements, l'Agriculture et la Forêt) est crucial car il est à la fois puits et émetteur de GES⁷⁹ : L'atténuation liée à l'utilisation des sols, y compris les bioénergies, peut contribuer de 20 à 60%⁸⁰ au potentiel de réduction des émissions de GES à l'horizon 2030.

Quelle adaptation ?

Selon le GIEC, il existe de nombreuses pistes d'adaptation pertinentes **selon les cas**:

- la hausse des capacités de stockage dans certaines régions agricoles soumises à des sécheresses saisonnières plus intenses⁸¹
- l'adaptation par l'agronomie: comme optimiser les eaux d'irrigation, développer les réutilisations de l'eau notamment des eaux usées pour l'irrigation, développer les variétés résistantes, améliorer l'efficacité de la récupération des eaux, améliorer la recharge en eau des aquifères, développer l'agronomie améliorant la rétention des eaux par les sols, développer l'agroforesterie⁸²...
- l'adaptation par du soutien institutionnel et financier comme développer les connaissances et les projections climat/eau pour l'agriculture, développer de façon plus efficace l'appui à la décision, le soutien aux systèmes d'alerte, encourager l'appui au crédit⁸³ ...
- l'appui et la formation du monde agricole⁸⁴ (en général et pas exclusivement du monde agricole pour le GIEC)



Photos : ©Tingju Zhu/IPPRI

Le secteur agricole doit s'adapter au dérèglement climatique afin de relever le défi de l'insécurité alimentaire. Pour cela, l'eau reste indispensable !

Remarque PFE L'adaptation des besoins en eau du secteur agricole peut reposer sur une adaptation de l'offre (mobilisation des nouvelles ressources et utilisation des eaux non conventionnelles) et sur une meilleure gestion de la demande en eau (économies d'eau, adaptation par l'agronomie).

Les stratégies de gestion de l'offre et de la demande doivent être examinées en fonction des contextes locaux.

Ce secteur est particulièrement sensible au risque de mal-adaptation : le GIEC en cite quelques cas comme le développement des cultures destinées à la bioénergie occupant les terres au détriment de cultures vivrières⁸⁵ ou encore l'augmentation de la consommation d'énergie pour alimenter les pompes électriques pour l'irrigation⁸⁶.

Energie

Le secteur de l'énergie est le premier émetteur de gaz à effet de serre avec environ 35% des émissions mondiales anthropogènes de GES en 2010. Elles ont augmenté cette dernière décennie et vont continuer à croître lors des prochaines si aucune politique d'adaptation (décarbonisation de l'énergie) n'est mise en place. Il est donc principalement abordé par le GIEC sous l'angle de l'atténuation (WGIII, chapitre 7).

Les impacts liés à l'eau

Or au niveau mondial, **ce secteur est le deuxième plus gros utilisateur d'eau** (la proportion variant drastiquement entre pays développés et pays en développement): la plupart des méthodes de production d'énergie nécessitent d'importantes quantités d'eau directement (cultures à destination des bioénergies et hydroélectricité) ou indirectement (refroidissement pour l'énergie thermique et lors d'autres opérations)⁸⁷.

Le Nexus Eau-Energie-Agriculture

Selon le GIEC, la **production de bioénergies** a un important potentiel d'atténuation car elle permet de limiter la dépendance aux énergies carbonées mais des interrogations demeurent quant à son efficacité et à sa durabilité⁸⁸. Elle se trouve en plein dans le Nexus « Eau, énergie, agriculture/sécurité alimentaire »⁸⁹. **Elle est appelée à augmenter la demande en eau d'irrigation** dans de nombreux pays, ce qui **pourrait même contribuer à aggraver des situations de pénurie d'eau**⁹⁰ voire d'insécurité alimentaire et compromettre les moyens de subsistance de populations et certains écosystèmes. Cette production de bioénergie risque même d'être contre-productive quant à l'énergie utilisée pour le pompage⁹¹ ou encore de dégrader la qualité de certains sols et finalement contribuer aux émissions de GES⁹².

Un autre exemple de mal-adaptation au cœur du Nexus concerne la hausse des émissions de GES liée à l'énergie utilisée dans les processus de désalinisation, de plus en plus utilisés face à la hausse de la demande en eau douce⁹³.

L'hydroélectricité

L'hydroélectricité, mode de production énergétique peu émetteur en GES et donc contribuant à l'atténuation, est impactée différemment selon la localisation du barrage, mais aussi du type d'équipement et de la demande en énergie (saisonnière), à son tour impactée par le dérèglement climatique⁹⁴.

La longévité des barrages hydroélectriques peut signifier que ces infrastructures sont aussi moins adaptables aux changements climatiques comme la modification locale des régimes de précipitation⁹⁵.

Dans les régions subissant des modifications sur les flux saisonniers et l'augmentation de la variabilité des débits (y compris inondations et sécheresses) mais aussi la hausse de l'évaporation et la modification des flux sédimenteux, la production d'énergie hydroélectrique est modifiée. Pour

les régions bénéficiant d'un **bassin alimenté majoritairement par la neige**, la production hivernale est favorablement impactée, tandis que dans les régions plus sèches, davantage caractérisées par une demande en climatisation qu'en chauffage, les changements sur les flux saisonniers peuvent se montrer négatifs : il y a moins d'eau alors même que le besoin en (hydro)électricité augmente.

Le GIEC note que le rôle d'atténuation des barrages hydro électriques doivent aussi être mis en perspective avec les impacts négatifs sur les écosystèmes : une hausse de l'évaporation (réduction des eaux de surfaces et de leurs débits), ce qui peut impacter négativement la biodiversité des rivières et des zones humides⁹⁶ parmi d'autres (impacts des effets de coupures et de lachûre des barrages)⁹⁷. Ils peuvent néanmoins être réduits par une gestion appropriée⁹⁸.



Les bioénergies sont de véritables stratégies d'atténuation mais requièrent d'importantes quantités d'eau, renforçant des conflits d'usage dans certaines régions du monde (Image : UNEP)

L'énergie thermique

Bien que les centrales thermiques (fournissant actuellement environ 80% de l'électricité mondiale) soient assez indépendantes des conditions climatiques pour fonctionner, elles seront affectées par la baisse de l'efficacité de la conversion thermique, due à la hausse des températures. Le **réchauffement des quantités d'eau renouvelables dans certaines régions signifierait une augmentation du nombre de jours d'indisponibilité pour les eaux de refroidissement** en Europe et aux USA, voire des opérations à capacité réduite et des arrêts temporaires des opérations⁹⁹.

Les émissions liées à la combustion provoquent d'importants impacts écologiques et sur la santé humaine : les oxydes de soufre et d'azote sont impliqués dans l'acidification des sols et des eaux douces et les oxydes d'azote dans l'eutrophisation des plans d'eau¹⁰⁰.

Gaz de schiste

L'exploitation de gaz de schiste et les opérations géothermiques représentent un risque potentiel de contamination pour les réserves d'eau douce locales, via l'infiltration de produits chimiques utilisés lors de la fracturation hydraulique, en plus de contribuer à l'émission de GES et donc au dérèglement climatique¹⁰¹.

Séquestration géologique du CO₂ (CCS)

Cette solution de décarbonisation de la filière des hydrocarbures en vue de l'atténuation du dérèglement climatique consiste à enfouir dans les sous-sols du CO₂ capté et comprimé à la sortie des chaudières ou de turbines à gaz. **Le GIEC note que cette solution va augmenter les coûts écologiques associés à cette filière à cause de de l'eau, l'énergie, des produits chimiques et**

équipements requis pour ces opérations. En outre, elle représente un risque de pollution des nappes¹⁰².

La **multiplication des évènements extrêmes (tempêtes, inondations)** et la **hausse du niveau de la mer** mettent en danger les infrastructures énergétiques, comme les stations off-shore¹⁰³.

Quelle adaptation ?

Pour s'adapter, tout en atténuant, réduire les consommations d'énergie et d'eau, dans les zones urbaines notamment, améliorer l'efficacité énergétique¹⁰⁴, moderniser les circuits de refroidissements, relocaliser et renforcer les infrastructures, mener une politique proactive de gestion de l'eau¹⁰⁵ ou encore remplacer les turbines des barrages les plus anciens par des turbines « nouvelle génération »¹⁰⁶ sont des solutions relevées par le GIEC.

Remarque PFE Le secteur de l'énergie, de par son statut de premier secteur émetteur de GES, abrite donc de nombreuses opportunités d'atténuation, mais ce rôle stratégique ainsi que les interdépendances conceptualisées par le Nexus « Eau-Energie-Agriculture/sécurité alimentaire », peuvent générer des risques de mal-adaptation.

Villes et services municipaux

Les impacts liés à l'eau

Les services municipaux et domestiques seront affectés par **l'évaporation de l'eau et la raréfaction de la ressource**, ainsi que par la **variabilité du débit des cours d'eau ou de qualité des eaux brutes**.

Les aléas climatiques comme **les tempêtes, les inondations et l'augmentation du niveau de la mer peuvent menacer les installations d'eau et sanitaires existantes**, ainsi que les autres infrastructures (énergie, santé, communication etc) et aussi contribuer à diminuer la qualité de l'eau (transports de polluants et autres). La perte en qualité des sols et leur imperméabilisation, phénomènes liés à l'urbanisation et aux changements d'utilisation des terres augmentent le risque d'inondation¹⁰⁷ et impactent également la disponibilité de la ressource¹⁰⁸.

La qualité générale des eaux risque d'être fortement impactée de façon multifactorielle selon les régions (par le **réchauffement**, ainsi que par la **concentration des polluants, baisse des débits**, la prolifération des algues..) **nécessitant des investissements coûteux supplémentaires pour le traitement des eaux et les processus d'assainissement**. Toutefois, la hausse des températures permet un traitement biologique plus efficace des eaux usées

Le réchauffement affectera la potabilité de l'eau, et donc la santé. **L'augmentation de la température de l'eau** augmente la charge en agents pathogènes et pollutions, phénomène qui est renforcé par la baisse des débits (moins d'eau pour diluer) et impacte donc la santé. Les petites unités de traitement de l'eau en milieu rural (dans les pays développés et d'autant plus dans les pays en développement) apparaissent particulièrement menacées faute de disposer des capacités requises pour assurer un traitement renforcé¹⁰⁹.

Remarque PFE Des mesures de gestion visant à l'équilibre entre les différents usages de l'eau devront être prises en amont afin de réduire les autres pressions non-climatiques exercées sur l'eau. Les technologies de protection des inondations sont aussi nécessaires, comme le développement de « zones vertes » en cœur de ville favorisant l'infiltration, les zones de drainage, la restauration des zones humides et les systèmes d'alerte.



Construction de digue en Vendée après la tempête Xynthia : un exemple de mesure d'adaptation (Source : actu-environnement)

Quelle adaptation ?

Le GIEC note que la multiplicité des zones urbaines aux caractéristiques variées rend difficile de résumer les possibilités d'adaptation¹¹⁰.

L'adaptation des systèmes de traitement des eaux urbaines pour gérer la baisse en qualité des eaux, due au dérèglement climatique mais aussi à d'autres pressions est un chantier important, dans les pays ayant déjà ce type d'infrastructure. Pour d'autres, de nouvelles infrastructures pour fournir de l'eau sûre à tous dans les centres urbains sont nécessaires et peuvent se construire en prenant en compte les possibles évolutions du climat¹¹¹.

Dans les climats humides, le GIEC met avant l'importance de développer de nouvelles techniques de lutte contre les inondations en milieu urbain, prenant en compte non seulement le dérèglement climatique mais aussi d'autres facteurs comme l'aménagement urbain actuel, les îlots de chaleur urbains, la topographie et l'utilisation des sols¹¹². Face au risque d'inondation, des mesures institutionnelles d'aide à la décision mais aussi l'éducation sont des pistes, au-delà de l'adaptation technique¹¹³. Augmenter la capacité des égouts et des systèmes de drainage, les adapter à la possibilité d'infiltrations salines due à la hausse du niveau de la mer sont d'autres options d'adaptation qui ont fait leur preuve dans certaines régions et vont se révéler nécessaires dans de nombreuses autres.

Selon les cas, la récupération des eaux pluviales, le développement de technologies permettant les économies d'eau comme des pommes de douche et des toilettes plus efficaces, des systèmes de traitement des eaux grises, mais aussi la promotion de changements comportementaux permettant des économies d'eau sont cités par le GIEC comme des pratiques d'adaptation¹¹⁴.

Attention ! La biodiversité et les écosystèmes, victimes du dérèglement climatique

Les impacts liés à l'eau

Remarque PFE Les écosystèmes sont très dépendants de la ressource en eau et le moindre impact sur le cycle de l'eau peut se répercuter sur la biodiversité, parfois de manière extrême.

Ce sont les écosystèmes d'eaux douces qui souffrent le plus sévèrement du dérèglement climatique¹¹⁵. L'augmentation de la température de l'eau pour les lacs et réservoirs accélère l'eutrophisation¹¹⁶ et le développement d'algues, réduisant l'oxygène disponible pour d'autres espèces. Alors que les zones humides sont des « hotspots » de biodiversité dans les régions sèches comme certaines zones de la région méditerranéenne, de nombreuses espèces y vivant sont

menacées face au **risque d'assèchement de ces zones humides et de diminution du ruissellement**. **La perte en qualité des eaux** dans certaines régions, induite par le dérèglement climatique mais aussi par les efforts d'adaptation qui accroissent la variabilité des débits et le risque d'inondation (via la construction de barrages et de digues) impactent négativement les écosystèmes d'eaux douces¹¹⁷.

En outre, la biodiversité et les écosystèmes sont touchés par les mesures d'adaptation et d'atténuation : en plus des barrages, les éoliennes peuvent tuer les oiseaux et impacter leurs trajectoires migratoires, les bioénergies peuvent aussi impacter la biodiversité¹¹⁸.



La perte en qualité des eaux et leur réchauffement sont une menace majeure sur la biodiversité (Zone humide de Qarun, Egypte, image : Observatoire des zones humides méditerranéennes)

Remarque PFE Le dérèglement climatique joue encore une fois le rôle de catalyseur des pressions sur la biodiversité et s'ajoute à d'autres facteurs (pollutions multiples).

Il ne faut pas négliger les pertes économiques potentielles liées aux services écosystémiques de la biodiversité (recherche appliquée et potentiel d'innovation, pêche...).

Quelle adaptation ?

Le GIEC rend compte de **l'adaptation basée sur les écosystèmes** (EBA : Ecosystem Based Approach), mise en œuvre via la gestion durable des ressources naturelles ainsi que par la conservation et la restauration des écosystèmes. Elle a aussi pour but de maintenir des services facilitant l'adaptation à la variabilité du climat et à ses dérèglements. L'EBA inclue la prise en compte des multiples co-bénéfices sociaux, économiques et culturels pour les communautés¹¹⁹.

A ce titre, la gestion durable de la ressource en eau dans les bassins, aquifères, zones inondables, et de leur végétation associée est un point important de l'EBA¹²⁰. Ils sont gérés ou restaurés afin de fournir des réserves d'eau durables ou afin d'améliorer les débits, d'améliorer les services de régulation des inondations, la réduction de l'érosion et de l'envasement mais aussi d'autres biens écosystémiques.

L'adaptation des écosystèmes (dont les humains sont une des composantes) est plus globalement développée grâce à des systèmes proactifs de détection et de gestion des feux de forêts et des épidémies, par la réduction du drainage des tourbières, la création de corridors migratoires et l'assistance aux migrations¹²¹. **Ces actions d'adaptation peuvent aussi prendre place au sein d'une meilleure gestion en général des écosystèmes au sein d'un objectif d'atténuation** : ces écosystèmes sont aussi des puits de carbone, mais peuvent être une source d'émission de GES si ils sont mal gérés (déforestation par exemple)¹²².

Leçon n°5 : L'adaptation, enjeu phare pour le monde de l'eau

Remarque PFE Tout d'abord, le rapport du groupe de travail II dédié aux problématiques d'adaptation a une place beaucoup plus forte que dans les précédents rapports ce qui traduit l'importance de ce sujet autant dans le monde scientifique que pour les décideurs. Depuis les autres rapports, l'accent est autant mis sur les mesures biophysiques que sur les déterminants sociaux et économiques de l'adaptation¹²³.

Le GIEC définit l'adaptation comme le processus d'ajustement au dérèglement climatique prévu ou réel et à ses effets. Dans les systèmes humains, l'adaptation vise à modérer et à éviter les impacts du dérèglement climatique tout en exploitant les opportunités¹²⁴.

Des pistes concrètes pour l'adaptation du secteur de l'eau en lien avec les autres secteurs

Retrouvez en annexe le tableau issu du GIEC concernant des indications d'adaptation du secteur de l'eau, dont voici quelques mesures :

Remarque PFE Afin de contrer les effets des sécheresses et faire face aux conflits entre usages là où la ressource se fera plus rare, des bonnes pratiques concernent directement le secteur de l'eau :

- la réutilisation des eaux,
- la désalinisation¹²⁵
- L'augmentation des capacités de stockage des réservoirs¹²⁶ ou la construction de nouveaux ouvrages de stockage selon les cas
- **Le GIEC cite aussi les prix de l'eau et le développement de marchés de l'eau** comme leviers possibles d'adaptation pour réduire les conflits d'usage et mieux gérer la rencontre entre l'offre limitée et la demande grandissante¹²⁷.

Remarque PFE Certaines sont des bonnes pratiques en lien avec d'autres secteurs et concernant l'aménagement, vers une gestion durable de la ressource :

- améliorer la récupération des eaux pluviales,
- le « labour de conservation »¹²⁸,
- le maintien du couvert végétal,
- la plantation d'arbres dans les zones de pentes abruptes, les mini-terrasses pour la conservation des sols et de l'humidité,
- l'amélioration de la gestion des pâturages
- Plus généralement : **une gestion plus efficace des eaux et des sols**¹²⁹.

A cela s'ajoute des solutions d'adaptation « qui ne font pas généralement partie des pratiques de gestion conventionnelle » :

- comme la gestion des plaines inondables naturelles **face au risque inondation**
- la protection des écosystèmes d'eau douce¹³⁰.

Remarque PFE Le GIEC constate que la prise en compte des interconnexions (notamment via le Nexus Eau-Energie-Sécurité alimentaire) est cruciale pour une adaptation résiliente¹³¹. La question de la gestion « intégrée » des ressources est donc particulièrement pertinente...

Le GIEC fait référence à de nombreuses reprises à la « gestion » de la ressource comme 1^{ère} étape pour limiter les effets négatifs du dérèglement climatique. L'adaptation institutionnelle est donc une des pistes principales que le GIEC rapporte.

Le GIEC rapporte d'autres mesures d'adaptation à développer pour faire face aux risques pesant sur l'eau. Celles-ci incluent de la **planification** basée sur des scénarios [*d'anticipation des risques*], des approches basées sur l'apprentissage ainsi que des solutions **flexibles** et à **faible regret**, afin de contribuer à construire la **résilience** face à certains changements hydrologiques et impacts du dérèglement climatique¹³². L'adaptation serait donc un processus itératif et continu afin d'éviter la mal-adaptation¹³³.

« L'outil prometteur »¹³⁴ de l'adaptation pour l'eau, qui pourrait résumer ces principes, est la **Gestion Intégrée de la Ressource en Eau (GIRE)**. Combinée à un « diagnostic stratégique environnemental »¹³⁵ et se traduisant dans des « **mesures robustes** », c'est-à-dire performantes selon différents scénarios futurs.



Le dérèglement climatique impacte différents acteurs et secteurs interdépendants, notamment via l'eau... D'où la nécessité d'une « gestion intégrée » prenant en compte cette diversité (Image : EDF)

Remarque PFE Le dérèglement climatique induit une incertitude supplémentaire qui doit être prise en compte par les responsables des outils de planification des eaux.

Les réponses au changement climatique impliquent de bien connaître ce phénomène. Le GIEC note à plusieurs reprises l'insuffisance d'études à toutes les échelles. **Le développement de modèles et d'outils de prévision nous semble donc primordial pour le futur de la GIRE.**

Néanmoins, le GIEC note que la mise en œuvre reste encore limitée, témoignant à la fois de certaines limites de l'adaptation (incertitudes, capacités humaines et institutionnelles faibles, manque de financements) mais aussi du manque de retour d'expériences jusqu'à aujourd'hui.

... Dans le spectre plus large de l'adaptation

Le GIEC souligne des grands principes et pistes d'adaptation développés dans différentes recherches, transversalement applicables et donc pouvant concerner le monde de l'eau.

L'adaptation dépend du contexte en termes de réduction des vulnérabilités, de gestion des risques et des catastrophes et de planification proactive de l'adaptation. Des principes guident la construction de ces trois volets de l'adaptation.

- **L'adaptation n'a de sens que dans un contexte spécifique**, avec des stratégies de réduction des risques variées prenant en compte les dynamiques de vulnérabilité, en lien avec les processus socio-économiques, le développement durable et le dérèglement climatique¹³⁶. Cela implique également la prise en compte de **l'ajout positif que peuvent représenter l'implication des populations locales**¹³⁷
- Pour le GIEC, **l'adaptation urbaine** est centrale et se décline dans le cadre d'une **gouvernance multi-niveau des risques**, celle-ci incitant au **renforcement des capacités d'adaptation propres aux communautés [construction de la résilience]**, à l'élaboration et à la mise en œuvre **d'outils institutionnels et financiers cohérents** avec ces enjeux et prenant aussi en compte le **secteur privé**. Cette gouvernance de l'adaptation doit se mettre en lien avec celle de l'atténuation, pour éviter les mal-adaptations et être cohérente jusqu'au bout¹³⁸.
- Le GIEC souligne l'importance d'une **approche** impliquant les acteurs locaux gouvernements (au sens inclusif, avec la société civile) et le secteur privé¹³⁹ (qui correspondrait à du **« bottom-up », bien que le GIEC ne le définisse pas comme tel**).
- L'adaptation doit être portée au sein d'une approche itérative, délibérative et basée sur l'innovation
- A plusieurs reprises le rôle de **la gestion des risques** est mentionné, soulignant l'importance du **développement de la connaissance** des phénomènes liés au dérèglement climatique, de leurs conséquences possibles sur les écosystèmes et les environnements humains, indispensable à l'élaboration de cette gouvernance de l'adaptation qui se doit d'être itérative et flexible¹⁴⁰.
- Le GIEC souligne l'enjeu de la **mal-adaptation** comme prenant de l'ampleur dans les recherches, celle-ci pouvant prendre plusieurs formes (court-termisme, planification insuffisante...)¹⁴¹
- Les **solutions sans-regrets**¹⁴² (c'est à- dire qu'elles sont déjà bénéfiques dans le contexte actuel et le seront quel que soit le scénario advenant – du plus optimiste au plus pessimiste) sont aussi souvent mentionnées comme mesures d'adaptation

Le GIEC rappelle que l'adaptation est un processus sociétal complexe dont un des enjeux majeur est l'acceptabilité et qui suppose des choix concernant les comportements et les modes de vie

Remarque PFE Ces enjeux, principes et mesures sont applicables au secteur de l'eau et cohérentes au regard de la GIRE. Les **coûts** de l'adaptation restent cependant en question (voir Leçon n°8)...

Leçon n°6 : L'eau, au carrefour des efforts de l'atténuation

Atténuer est un impératif...

Les GES d'origine anthropique sont désormais reconnus comme le facteur majeur du dérèglement climatique avec un degré de confiance très élevé. L'eau, en tant qu'intermédiaire privilégié, est particulièrement sensible au dérèglement climatique et alors qu'une variation de 2°C des températures moyennes pourrait déjà avoir des effets catastrophiques, une variation de 4°C et plus pose la question des seuils, ces **« tipping points »** où les effets sociaux, environnementaux et

économiques deviennent **irréversibles**¹⁴³ et où l'efficacité de l'atténuation devient incertaine¹⁴⁴. **Il est donc impératif de limiter les émissions de GES**¹⁴⁵. Or le secteur de l'eau a un rôle à jouer dans ces efforts d'atténuation.

... auquel l'eau peut contribuer !

Même si le groupe de travail III (WGIII) qui se consacre entièrement au sujet de l'atténuation n'évoque l'eau qu'à la marge, la ressource est directement et indirectement concernée par les efforts d'atténuation.

Le secteur de l'eau est directement émetteur ! Dans les pays les moins développés, le non-traitement des eaux usées est un facteur d'émissions et de pollution des nappes qu'il reste à traiter de façon durable. En outre, même dans les pays développés, les stations d'épuration et de traitement sont émettrices de GES, émissions qui peuvent être diminuées par l'optimisation des process et des infrastructures¹⁴⁶.



La secteur de l'eau peut contribuer à l'atténuation, par la valorisation énergétique des boues par exemple. (Station de Liège-Oupeye. Source : Suez-Environnement)

Le GIEC cite différentes actions d'atténuation qui impliquent l'eau : La **valorisation énergétique des eaux usées** est une voie d'atténuation impliquant directement le secteur de l'eau¹⁴⁷. **L'hydroélectricité** dépend de débits suffisants, les **bioénergies** dépendent d'un potentiel d'irrigation conséquent, l'eau contribue à la qualité des sols qui influence la capacité des sols à être des **puits de carbone**, elle est nécessaire au développement de **l'agroforesterie**.

Remarque PFE Les politiques d'atténuation nécessitent donc une vision intégrée, prenant en compte les interconnexions entre secteurs (notamment le Nexus Eau- Energie - Agriculture/sécurité alimentaire) afin d'être cohérentes et efficaces.

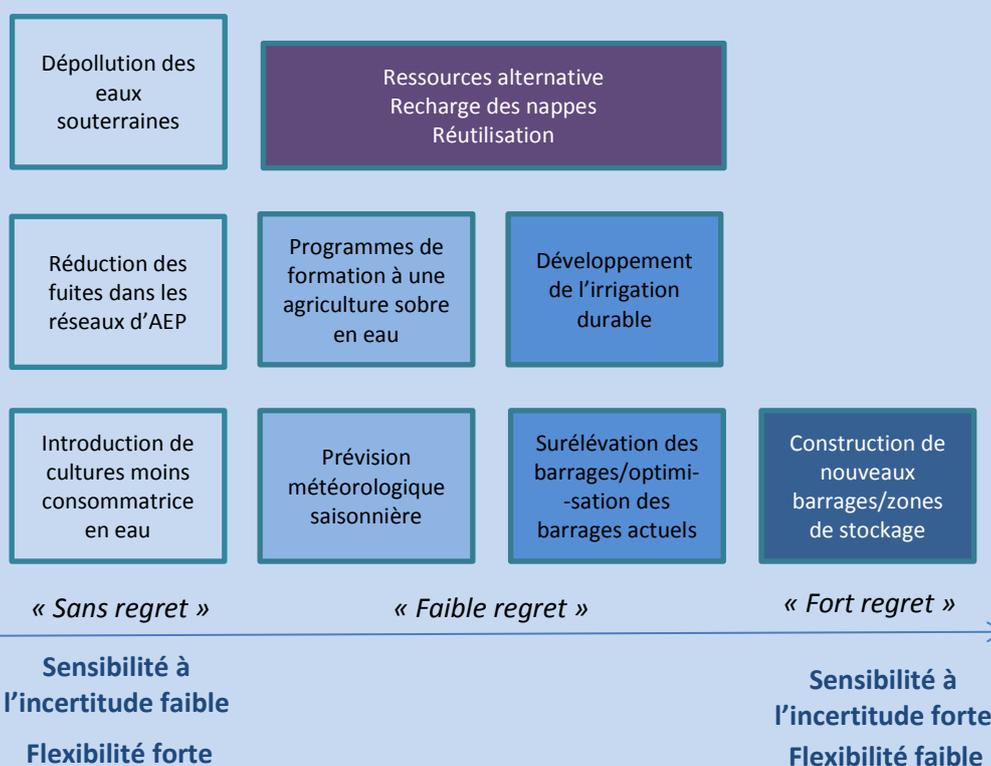
Leçon n°7 : La résilience au cœur des solutions

Selon le GIEC, la résilience participe à construire une approche adaptative qui prend en compte les incertitudes et répond au dérèglement climatique. Cette notion de résilience est particulièrement présente dans ce rapport n°5. Mais qu'est-ce que cette résilience ?

Le GIEC définit la résilience 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. »¹⁴⁸.

Remarque PFE Elle intègre donc les notions de flexibilité et de durabilité. Il n'y a pas une voie résiliente, mais plusieurs, **propres aux communautés** dans lesquelles elles s'inscrivent. Celles-ci se doivent d'être **révisables** afin de s'adapter au mieux à des changements que l'on peine encore à bien cerner.

Quelles solutions résilientes à l'incertitude pour le monde de l'eau ?



Pour le monde de l'eau, cette résilience revêt deux enjeux :

- 1) La mobilisation de **nouvelles techniques plus fiables, robustes et réversibles**
- 2) **L'appropriation par les acteurs locaux** de nouvelles solutions par la **sensibilisation et l'information**, afin de parvenir à la modification des comportements liés à l'eau et aux risques

Leçon n°8 : De nombreuses incertitudes majeures demeurent : quels impacts réels ? Quels coûts ?

Les incertitudes liées aux impacts futurs du dérèglement climatique

De nombreux effets du dérèglement climatique ne sont encore que partiellement compris (en témoigne les degrés de confiance variables) et leurs conséquences à long terme mal appréhendées. L'évolution même du climat est entourée d'incertitudes, matérialisées par la multiplicité de scénarios RCP, mais ceux-ci ne contribuent jamais à plus d'un tiers des incertitudes : **ce sont surtout les différences entre modèles qui font état des incertitudes**¹⁴⁹. Le GIEC indique clairement que, dans les descentes d'échelle notamment, toutes les incertitudes ne pourront pas être levées sur les impacts du dérèglement climatique.

Remarque PFE Ceci doit conduire à réviser nos modes de planification en hydrologie, et à passer des modèles prédictifs (prolongation des séries passées) à des modèles adaptatifs et à étudier des scénarios climatiques alternatifs dans le cadre d'études par bassins versants.



© Lucas Jackson, Reuters

Le président de la Banque Mondiale, Jim Yong Kim au sommet sur le Climat des Nations unies à New York, le 23 septembre dernier. Le financement est un enjeu crucial de la lutte contre le dérèglement climatique.

Les incertitudes liées aux coûts globaux d'adaptation colossaux !

La question des financements est centrale mais l'évaluation des coûts reste encore très incertaine¹⁵⁰ et limitée (surtout pour l'adaptation locale)¹⁵¹ pour le secteur de l'eau. Le GIEC cite plusieurs chiffres dont celui de l'étude de 2007 de la CCNUCC, évaluant un coût d'adaptation global du secteur à 898 milliards de dollars pour la construction d'infrastructures pour satisfaire la demande additionnelle liée à l'augmentation de la population, l'accroissement économique et le changement climatique d'ici 2030. Cette étude évalue à 25 % de ces besoins en investissements attribuables au changement climatique seul, soit 225 milliards de dollars pour la construction d'infrastructures additionnelles d'offres telles que les réservoirs, puits, infrastructures de désalinisation et infrastructures dédiées à la réutilisation¹⁵², et ce pour un scénario climatique particulier (A1B du GIEC).

En outre, ces coûts n'intègrent pas de nombreux facteurs (hypothèses de température limitées à une hausse de 2°C le plus souvent, non prise en compte des changements catastrophiques et des tipping-points) et pourraient donc être renforcés. Les coûts occasionnés par la perte des services rendus par la biodiversité et les écosystèmes, souvent traités en externalité et donc en dehors des marchés, sont aussi difficiles à évaluer¹⁵³.

Remarque PFE Si la part du dérèglement climatique est difficile à évaluer au sein des besoins engendrés par les changements globaux (la démographie et la croissance économique surtout), en plus d'autres incertitudes, **l'ordre de grandeur des besoins d'adaptation reste énorme !**

Malgré des plans nationaux d'adaptation qui se développent, comme le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) en France, qui développe une « fiche Ressource en eau », les mesures sont difficiles à prendre, face à un contexte de morosité économique et d'investissements en berne.

Conclusion et perspectives

I/ Vers une révision des méthodes du GIEC

Les premiers rapports du GIEC s'étaient attachés, en priorité, à améliorer notre connaissance de l'impact des GES sur notre climat. Le 5^{ème} rapport du GIEC, et notamment le rapport du WGI confirme l'impact fort des activités humaines sur les dérèglements climatiques constatés dès aujourd'hui et précise les perspectives d'évolution du réchauffement de la planète d'ici la fin du 21^{ème} siècle pour plusieurs scénario d'émission des GES. Alors que la hausse des températures sera un phénomène global sur notre planète, les effets sur les pluies et les écoulements pourront être très variables géographiquement. Il existera toujours un fort domaine d'incertitudes sur les impacts du dérèglement climatique. **Cela implique de compléter les études globales par une série d'études régionales et locales si on veut apprécier l'impact du dérèglement climatique sur le régime des eaux.**

Le rapport du WGI a été complété en 2014 par la publication du rapport du WGII portant sur l'adaptation et celui du WGIII portant sur les perspectives de réduction des GES. Face aux retards constatés sur les perspectives de réduction de GES qui rendent problématiques les scénarios compatibles avec une limitation du réchauffement à moins de 2°C, on note un développement important des études sur les possibilités d'adaptation qui nourrissent le tome 2 du rapport. **Cela conduit les auteurs du GIEC à montrer que les aspects liés au dérèglement climatique doivent être croisés avec de multiples autres aspects d'origine sociale (démographie, pauvreté, etc) ou liés à des menaces sur nos ressources naturelles (eau, biodiversité).**

Le travail du GIEC est donc remarquable à bien des égards. Plusieurs intervenants (cf séminaire de l'Association française pour la prévention des risques de catastrophes naturelles – AFPCN – de juillet 2014) et notamment **le rapport Devès et al. 2014¹⁵⁴ ont souligné certaines limites de l'expertise telle qu'elle est organisée actuellement.** Les auteurs s'interrogent sur les évolutions possibles et insistent sur les points suivants :

- La structuration de l'expertise en 3 groupes de travail, qui date de la création du GIEC, s'est avérée fonctionnelle jusqu'à présent mais pourrait être amené à évoluer. Ceci pour plusieurs raisons :

- 1/ **les rapports se massifient rendant de plus en plus difficile la bonne appropriation des résultats par les acteurs concernés ;**
- 2/ **les travaux du groupe II, notamment ceux sur l'adaptation, prennent de plus en place ;**
- 3/ **l'expertise de chacun des groupes est de nature différente, sans que ceci soit clairement explicité.**

Sur ce dernier point, **l'articulation entre échelle géographique globale et échelle régionale ou locale est un enjeu majeur mais qui est abordé différemment par les trois groupes,** comme la modélisation et le traitement des incertitudes.

- L'articulation entre les trois groupes de travail se fait d'abord par la définition de scénarios d'évolution climatique communs. La procédure a changé pour de 5^{ème} rapport : **il s'agit désormais d'explorer les solutions à mettre en œuvre pour ne pas dépasser des scénarios prédéterminés d'évolution climatique.** Les auteurs soulignent que ce changement conduit à une séparation plus nette des champs d'expertise des 3 groupes de travail. Si cette

nouvelle stratégie leur semble plus fonctionnelle, ils craignent qu'elle ne raréfie les occasions de travail commun alors que celui-ci est crucial pour assurer la cohérence générale de l'expertise. **Les experts interviewés regrettent le manque de dialogue entre les groupes de travail. Le rapport de synthèse correspond à un collage des SPM du rapport de chacun des groupes plutôt qu'à une véritable réflexion transversale.**

- **La démarche adoptée pour la gestion des incertitudes tend à « intégrer » les controverses plutôt qu'à les rendre visibles.** Les auteurs suggèrent de rouvrir un chantier sur cette question en impliquant davantage les Sciences Humaines et Sociales. Dans le cas des simulations climatiques du groupe I, ils proposent de réaliser des études régionales pour compléter les études globales car les incertitudes associées à la diversité des modèles climatiques pourraient être réduites en choisissant les modèles les plus adaptés à l'échelle de région plus restreintes.
- **Le décalage de plusieurs mois entre la publication des SPM et des rapports officiels gêne aussi la bonne appropriation des résultats de l'expertise.** Les auteurs proposent de ne pas diffuser les SPM avant que les rapports ne soient officiellement terminés et disponibles.
- À l'instar d'autres observateurs, il est proposé de rendre explicite la fonction du résumé pour décideur (SPM) dans l'expertise, en les renommant « **avis pour décideurs** ».
- À l'instar d'autres observateurs, i **la sous-représentation des pays non industrialisés dans la composition du groupe d'expert** et les conséquences quant à l'appropriation de l'expertise.
- **Le besoin de renforcer la place sciences socio-économiques**

Confirmation des orientations prises à Marseille

Tous ces travaux nous confirment dans les orientations identifiées au Forum Mondial de l'Eau de Marseille en 2012 :

- 1) Le changement climatique génère de nouveaux champs d'incertitudes qui doivent nous conduire à réviser nos modèles de planification et de GIRE
- 2) La résilience doit devenir un nouveau critère d'évaluation des activités liées à l'eau
- 3) Dérèglements climatiques et changements globaux sont étroitement liés

Les menaces sur la disponibilité des ressources en eau n'ont pas cessé de s'aggraver dans la période récente du fait de l'accroissement des pressions humaines de toute nature (prélèvements, rejets, etc.). Le dérèglement climatique a des impacts importants sur le cycle de l'eau et induit des événements extrêmes en lien avec l'eau (inondations, sécheresse).

Les retards enregistrés dans la définition de moyens propres à réduire les émissions de GES qui concourent au dérèglement climatique vont obliger les communautés humaines de nombreuses régions de notre planète à des adaptations majeures dans le domaine de l'eau.

A travers l'eau c'est quasiment toutes les facettes de nos activités qui vont se trouver menacées par des risques accrues de sécheresse, d'inondation ou de dégradation de la qualité des eaux.

Alors que d'autres secteurs, comme l'énergie, appellent à des solutions plus globales, **le secteur de l'eau appelle d'abord des solutions régionales ou locales.**

Les enseignements pour le monde de l'eau du rapport du GIEC nous conduisent vers trois groupes de priorités :

1) Rénover la GIRE et planifier

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau reste selon nous le meilleur moyen d'avoir une vision inclusive et multi-acteurs d'une gestion raisonnée de nos ressources et des territoires continentaux et littoraux, à condition de la faire évoluer :

Faire évoluer la planification et la GIRE au regard du dérèglement climatique est un impératif

- **L'articulation des échelles globale/régionale/locale** : Un accord global international, c'est bien, mais comment le rendre opérationnel pour la gestion de la ressource en eau ? Il reste encore à trouver les outils de gestion et de planification adaptés à la ressource en eau qui intègrent les exigences potentielles de ce futur accord global en matière de climat à l'échelle régionale du bassin versant..
- **La prise en compte des incertitudes** : Le dérèglement climatique est générateur de multiples incertitudes, freins au processus de prise de décision. La question est de savoir comment produire une planification opérationnelle prenant en compte ces incertitudes – dans un contexte morose pour les financements... – permettant une mise en œuvre de la GIRE efficace.
- **La nécessité d'une planification et d'une gestion inclusive** : Les interdépendances entre l'eau et différents secteurs – notamment l'énergie et l'agriculture/sécurité alimentaire – est

évidente au regard des impacts des dérèglements climatiques, tout comme doit l'être la nécessité d'une gestion inclusive, mettant ces secteurs en lien afin d'adapter efficacement, c'est-à-dire, en évitant le développement de cas de mal-adaptation soulignés à juste titre dans le dernier rapport du GIEC

2) Apporter des solutions résilientes concourant à l'adaptation et à l'atténuation

Ce rapport n°5 donne une large place à la résilience (« 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. »), concept inclusif qui autorise une grande liberté dans ses modalités de mise en œuvre. Il englobe autant des solutions techniques que sociales, soulevant ainsi les questions de l'appropriation par les individus et les communautés donc de capacity building, de sensibilisation mais surtout de la gouvernance de ces « voies résilientes ».

Agir sur la demande et sur les comportements en réalisant des économies d'eau

Promouvoir des économies sobres en eau est une stratégie prioritaire. L'urgence est de gérer avec plus d'efficacité les ressources disponibles (notamment via des économies d'eaux). Si depuis quelques années, politiques, ingénieurs, architectes, industriels s'efforcent de penser – avec de plus en plus de succès ! – une économie sobre en énergie, pourquoi ne pas faire de même avec **une économie sobre en eau** ? Le GIEC lui-même dans ses pistes d'adaptation mentionne la mise en œuvre de programmes d'économie d'eau, et d'encourager les synergies entre économies d'eau et d'énergie et des utilisations plus efficaces¹⁵⁵.

Il s'agit donc de repenser processus et techniques de production (agriculture, industries et énergie notamment) mais aussi les modes de consommation pour construire cette économie sobre en eau.

Développer la capacité d'appropriation par les acteurs locaux

Pour construire l'appropriation de ce modèle de sociétés sobres en eau, développer l'information et la sensibilisation sur le rôle de l'eau et sur sa place dans les sociétés, de l'échelle domestique à l'échelle des processus de production globaux est central. C'est une solution d'adaptation à bas coûts pouvant avoir un impact important. Reste encore à convaincre chacun, consommateurs et producteurs, de l'enjeu crucial qui se joue pour les ressources en général et surtout pour la ressource en eau face au dérèglement climatique en action. La mobilisation des communautés et leur implication dans leurs voies de développement durables, c'est-à-dire résilientes au dérèglement climatique est une condition nécessaire pour une adaptation réussie.

Des solutions robustes, réversibles et flexibles

Face aux **incertitudes** des effets et impacts du dérèglement climatique sur la ressource en eau, **des solutions flexibles, réversibles et robustes contribuent à développer une adaptation résiliente, notamment de l'offre**. Le monde de l'eau est fort de ces solutions résilientes, à faible-regret ou non, chacune propre à un contexte local (cf Leçon n°7). La nécessité d'une réflexion à reprendre sur les stratégies de développement de nouvelles offres en eau, via la création de nouvelles réserves en eau, d'ouvrages de transferts et de ressources alternatives doit se faire dans le cadre d'analyse de la

résilience : elles doivent se développer en lien avec les communautés pour qu'elles se les approprient tout en restant flexibles à différents scénarios climatiques.

Le monde de l'eau a développé depuis de nombreuses années des mesures de gestion durable et résilientes de la ressource en eau via plus largement des stratégies d'aménagement du territoire, des plans d'adaptations au changement climatiques, des systèmes d'alarmes précoces, etc...

3) Une présence renforcée du monde de l'eau dans les enceintes internationales (climat et ODD)

L'eau engagée pour les 2°C : face à un avenir compromis, atténuation et adaptation menées de front

Le monde de l'eau doit s'engager lui aussi vers l'objectif d'un réchauffement global maintenu au-dessous de la barre des 2°C. Malgré de fortes incertitudes, des suppositions très pessimistes ont été émises si cet objectif n'était pas atteint, sur l'avenir de la ressource en eau, et par voie de conséquence sur l'avenir de la planète et de ses habitants. **Les différents volumes l'affirment, le coût de l'inaction augmente avec le temps, jusqu'à probablement devenir insoutenable.** Des changements irréversibles menacent la ressource mais les scientifiques du GIEC l'ont déclaré à l'issue de la remise de leur synthèse en octobre dernier, **agir est encore possible !**

L'eau doit donc être un des moteurs, riche en solutions, des négociations internationales et des politiques à toutes les échelles. Le GIEC met en cause la mobilisation politique à toutes les échelles pour répondre au dérèglement climatique¹⁵⁶. Développer un secteur exemplaire, en France et à l'international, notamment grâce à un savoir-faire français reconnu peut contribuer à cette mobilisation politique et à faire avancer la réponse au dérèglement climatique. Pour autant, **l'adaptation, de plus en plus présente dans les réflexions internationales à travers « L'Agenda positif » de 2015 (poussant aux solutions), ne doit pas être un aveu de défaite par rapport à l'atténuation : pour pouvoir continuer à s'adapter, il faut continuer d'atténuer.** Le domaine de l'eau le démontre, certains phénomènes sont irréversibles. Il est donc important de lier les deux, autant dans le discours que dans l'action.

La COP de Paris en 2015, axée sur un Agenda Positif riche en actions climato-compatibles est un rendez-vous immanquable poussant à se mobiliser dès maintenant. **L'utilisation judicieuse de l'eau sert de longue date à l'atténuation de rejets en CO₂** dans notre atmosphère: production hydro électrique durable et fabrication d'énergie électrique verte, navigation fluviale et maritime, économie d'énergie dans les services d'eau et d'assainissement, production d'énergie à partir des eaux usées.

Chaque groupe d'acteurs non étatiques porte une part de la solution globale.

Sans la mobilisation de tous les acteurs non étatiques, il ne sera pas possible de réaliser collectivement les engagements pris par les gouvernements nationaux. Les accords internationaux en cours de discussion devront donc inclure les moyens de permettre l'implication active des acteurs non étatiques dans le futur cadre, en particulier en ce qui concerne **le financement, le renforcement de capacités, la participation à la prise de décision, ainsi que la mise en œuvre et le suivi des actions nécessaires.**

Quels mécanismes de mise en œuvre ?

La question d'indicateurs pertinents pour le monde de l'eau, pour suivre les initiatives climato-compatibles (mais pas seulement), reste une question ouverte ! Le monde de l'eau a besoin d'indicateurs et de dispositifs de suivi des indicateurs des objectifs fixés et négociés. Les mécanismes et indicateurs actuels concernent essentiellement les GES mais ils pourraient – et devraient – aussi concerner les engagements pris sur l'eau. Les retards pris pour atténuer le dérèglement climatique donnent une importance croissante à l'adaptation. L'eau est centrale pour ces stratégies d'adaptation à toutes les échelles, d'où l'importance de mesurer les progrès en matière d'adaptation, en particulier pour les populations les plus exposées. Comment intégrer des mécanismes de mise en œuvre et en particulier les indicateurs de suivi dans le monde de l'eau, afin d'avoir des politiques d'adaptation les plus efficaces et les plus adaptées ?

Le dispositif de « mesure suivi et vérification » (Mesure, report and verification – MRV) adopté dans la feuille de route de Bali de 2007 au sein de la CCNUCC consiste à proposer des mesures de suivi des engagements ou des initiatives d'atténuation¹⁵⁷. Ce dispositif permet de mettre à jour les efforts fournis par les pays, de favoriser la transparence et donc la confiance, en plus de capitaliser les efforts de chacun et de développer la connaissance. Les besoins et les financements n'en sont que mieux suivis et en adéquation¹⁵⁸. Le dispositif MRV concerne essentiellement les GES mais devrait aussi concerner l'eau, afin de mieux en suivre les progrès du secteur et de les capitaliser afin de lutter plus efficacement contre le dérèglement climatique. Un tel dispositif serait aussi à mettre en lien avec les Objectifs du développement durable (ODD) où un Objectif Eau est défendu par la PFE et ses partenaires.

Les Objectifs du Développement Durable et réponse au climat main dans la main

Le dérèglement climatique, bien qu'étant un phénomène exceptionnel à bien des égards, évolue parmi d'autres changements globaux. La croissance démographique est un enjeu central qui pose la question des paradigmes futurs de développement : comment nourrir, habiller, chauffer, éduquer, loger la population humaine avec moins de ressources, de moins bonne qualité et une urgence climatique ? L'eau est une ressource clé de ces enjeux de développement (voir encadré ci-dessous) : un mauvais accès à l'eau potable représente un **facteur de pauvreté multidimensionnel et d'inégalités aggravant les conditions de vie des populations** :

- A l'heure actuelle, les **besoins agricoles constituent plus des deux tiers de la demande en eau**. Nourrir le monde est un défi est majeur, une personne sur 8 étant toujours sous-alimentée aujourd'hui (FAO, 2012) ;
- Le secteur énergétique est le deuxième plus gros préleveur d'eau. L'accès au service d'eau potable et d'assainissement est presque toujours tributaire de l'accès à l'énergie.
- **Sécuriser l'approvisionnement en eau limite dans les pays en développement le temps consacré à la collecte de l'eau des femmes**, aujourd'hui reconnu comme facteur nuisant à l'activité économique de celles-ci.
- La **biodiversité joue un rôle vital dans le cycle de l'eau**. En retour, l'amélioration et la restauration de l'état écologique des eaux, notamment grâce à la gestion des eaux usées, protège les écosystèmes et la biodiversité, qui sont également vitaux à l'économie de nombreuses communautés.
- **Les inondations, les sécheresses et les tempêtes représentent près de 90%** des événements les plus dramatiques depuis 1990 (UN Water, 2014). Ils sont à la fois révélateurs des vulnérabilités et vecteurs de pauvreté.

Ces enjeux sont d'autant plus marqués dans un contexte de dérèglement climatique et de stress sur les ressources.

La transversalité de la question de l'eau démontre que c'est un sujet incontournable devant être pleinement pris en considération dans l'Agenda post 2015. Les Objectifs du développement durable, prenant la suite des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) pour l'après 2015, ont pour but de réunir les pays et les acteurs du développement derrière des cibles et des indicateurs communs afin de permettre à tous de mener une vie digne. Or **l'eau est une condition vitale, essentielle pour mener une vie digne**. Les acteurs français, réunis au sein du Partenariat Français pour l'Eau, portent donc collectivement la **proposition d'un Objectif spécifique sur l'eau, moyen le plus efficace pour stimuler des avancées significatives dans un domaine dont le monde a besoin pour se développer de façon satisfaisante**.

ODD, atténuation et adaptation au dérèglement climatique sont donc liés par des enjeux fondamentaux de développement. Il est important de décloisonner ces enjeux autant dans le discours que dans les pratiques du monde de l'eau. Chacun a le droit à un développement digne adapté aux enjeux et risques posés par le dérèglement climatique, dont la gestion de l'eau est l'une des clés.

L'eau et les ODD en quelques chiffres

- Le mauvais accès à l'eau est la **première cause de mortalité dans le monde**. Chaque jour, 7500 personnes, dont 5000 enfants de moins de cinq ans, meurent des suites d'absence de sanitaires (Rapporteur des Nations unies, 2012).
- **En matière d'assainissement, l'Objectif du Millénaire pour le Développement (OMD)** qui prévoyait de diviser par deux d'ici 2015 le nombre de personnes dans le monde n'ayant pas accès à un assainissement de base, sera très loin d'être atteint ; **2,5 milliards de personnes n'ont toujours pas cet accès** (JMP, 2012) ;
- En matière d'eau potable, **c'est probablement aujourd'hui entre 2 et 4 milliards de personnes – la moitié de l'humanité ! - qui consomment chaque jour une eau non potable, dangereuse, voire mortelle** (UN Water, 2012), même si l'OMD correspondant fondé sur l'accès à des « sources améliorées », c'est-à-dire protégées des contaminations animales, a été atteint en 2010 ;
- **90 % des eaux usées des pays en développement sont rejetées sans aucun traitement**, entraînant des dommages considérables pour la santé et l'environnement (UN Water, 2008) ;
- Enfin, d'ici 2025, **1,8 milliard de personnes vivront dans des pays ou régions victimes de pénuries d'eau absolues** (moins de 500 m³ par an par personne), et **2/3 de la population mondiale** pourraient être exposés à des conditions de **stress hydrique** (entre 500 et 1000 m³ par an par personne) (FAO, 2007).

La réponse au dérèglement climatique requiert des investissements très importants. Cette question du financement est plus qu'une histoire de levée de fonds au regard du contexte socio-historique dans lequel s'insèrent les effets du dérèglement climatique. Les pays développés sont les héritiers de modes de développement basés sur les énergies fossiles, qui ont largement contribué au dérèglement climatique mais aussi au développement des inégalités entre pays. **Le dérèglement climatique impacte particulièrement les populations les plus pauvres, déjà vulnérables alors même que leur contribution aux émissions de GES est négligeable, par rapport aux populations des pays développés.** Aujourd'hui, le climat est la **première question à « solidarité obligatoire »**, mais comment faire un accord impliquant tout le monde tout en donnant l'opportunité aux pays les moins avancés et en développement de continuer à se développer, c'est-à-dire, **comment matérialiser en un accord opérationnel la « responsabilité commune mais différenciée »**? La question de la **« justice climatique »**, notamment envers les plus pauvres n'est pas, et ne doit pas être, un input anecdotique dans les réflexions autour d'un accord global ou autour des mises en œuvres locales.

Elle concerne directement le monde de l'eau : comment prôner des sociétés sobres en eau sans que cela soit vu comme un frein au développement des pays du Sud ? Dans ce contexte, les modalités de financement et les transferts de technologies sont des conditions indispensables au « développement durable » de chacun, même face au dérèglement climatique. Depuis les déclarations lors de l'Assemblée Générale des Nations unies de septembre 2014, résumées par le discours de clôture de Ban Ki-Moon, les engagements financiers se sont diversifiés : des promesses de chef d'Etat à alimenter le Fonds Vert, comme le milliard promis par François Hollande aux promesses des fonds de pension et d'investissement à investir dans des projets « verts », le monde économique et financier semble se mobiliser par le haut, du secteur public au privé. Ces mobilisations financières sont un signe positif à diffuser à toutes les échelles du maillage économique et financier.

Tableau issu du GIEC (WGII, chapitre 3) sur l'adaptation du secteur de l'eau

« Catégories d'options d'adaptation au dérèglement climatique pour la gestion de la ressource en eau »

Options (A pour Adaptation ; M pour Atténuation)	A M
Institutionnelles	
Soutenir la gestion intégrée des ressources en eau ; y compris la gestion intégrée des terres en au regard des impacts significatifs du dérèglement climatique, positifs et négatifs	X
Promouvoir les synergies entre les économies d'eau et d'énergie et leurs utilisations efficaces	X
Identifier des « politiques à faible regret » et construire un portfolio de solutions pertinentes d'adaptation	X
Améliorer la résilience en créant des plateformes opérationnelles de réseaux de distribution des eaux	
Construire les capacités d'adaptation	
Améliorer et partager les informations	X
Adapter le cadre légal afin de le rendre opérationnel à l'adaptation aux impacts du dérèglement climatique	X
Développer des outils financiers (crédit, subventions et investissements publics) pour la gestion durable de l'eau, mais un contexte de lutte contre de la pauvreté et de recherche de l'équité	
Conception et fonctionnement	
Concevoir et mettre en œuvre des outils d'aide à la décision prenant en compte les incertitudes et répondant à plusieurs objectifs	
Révision des critères de conception des infrastructures liées à l'eau afin d'optimiser la flexibilité et la robustesse	
S'assurer que la planification et les services soient robustes, adaptables ou modulables, qu'ils aient de la valeur ajoutée, qu'ils soient maintenables, et qu'ils aient des bénéfices à long terme, particulièrement dans les pays à faible revenus	X
Définir des infrastructures liées à l'eau de manière à augmenter la résilience au dérèglement climatique pour tous les usagers et tous les secteurs	
Lorsque les ressources en eau augmentent dans certaines régions, modifier l'exploitation des barrages afin d'en faire bénéficier les écosystèmes concernés	
Tirer parti de mesures d'adaptation « dures » et « douces »	X
Développer des programmes pour protéger la ressource en eau en termes de quantité et de qualité	
Augmenter la résilience via la diversification des ressources en eau (entre autres, la réutilisation des eaux, la récupération des eaux pluviales et la désalinisation) et améliorer la gestion des réservoirs	X
Réduire la demande en agissant sur les fuites, mettre en œuvre des programmes d'économie d'eau et de réutilisation des eaux	X
Améliorer la conception et le fonctionnement des égouts, des infrastructures d'assainissement et de traitement des eaux usées pour faire face aux variations en quantité et en qualité	
Fournir une couverture universelle en termes d'assainissement, avec des technologies adaptées aux contextes locaux et s'assurer de l'évacuation et de la réintégration appropriées des eaux usées dans l'environnement ou en vue de leur réutilisation	
Réduire l'impact des risques naturels	
Mettre en œuvre des mesures de suivi et des systèmes d'alerte précoces	
Elaborer des plans d'urgence	
Améliorer la protection et la localisation d'infrastructures clés pour faire face au risque d'inondation	
Concevoir des villes et espaces ruraux résilients aux inondations	
Rechercher et sécuriser la ressources en eau par la diversification des sources (spatiale et du type de source) afin de réduire les impacts liés aux sécheresses et la variabilité liée à la disponibilité de la ressource	
Promouvoir aussi bien la réduction de la demande en eau que l'usage efficace de l'eau par tous les usagers	
Améliorer l'efficacité de l'irrigation et réduire la demande pour l'eau d'irrigation	X
Encourager le changement des cultures au profit de cultures plus appropriées (résistantes aux sécheresses, résistantes aux infiltrations salines, nécessitant peu d'eau)	X
Planter des variétés résistantes aux inondations et aux sécheresses	
Irrigation agricole	
Réutilisation des eaux usées pour irriguer les cultures et utiliser les sols pour la séquestration de carbone	X
Utilisation industrielle	
Prendre en compte la consommation en eau lors du choix de sources alternatives en énergie	X
Relocaliser les industries et cultures aux besoins en eau importants dans des régions riches en eau	
Mettre en œuvre des certifications pour l'usage industriel efficace de l'eau	X

Consultez les volumes et la synthèse du rapport n°5

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Changement-climatique-Publication.html>

Notes de fin de page et références

¹ « Mieux comprendre le GIEC – Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat. Vème rapport d’évaluation. Le GIEC, comment ça marche ? » ONERC, Medde, 2013.

² WGIII, SPM, p 4: “Climate change refers to a change in the state of the climate that can be identified (e.g., by using statistical tests) by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer (...).”

³ M. Devès et al, « Examen de la méthodologie d’expertise du GIEC (IPCC) sur le dérèglement climatique », dans le document de l’AFPCN issu de « la Journée de présentation et d’échange « Risques, adaptation et dérèglement climatique » sur le 5^{ème} rapport du GIEC. » 2014.

⁴ M. Devès et al, *op. cit.*

⁵ Le forçage radiatif, exprimé en W/m² est le changement du bilan radiatif (rayonnement descendant moins rayonnement montant) au sommet de la troposphère (10 à 16 km d’altitude) dû à un changement des facteurs d’évolution du climat comme la concentration des GES. Valeur de 2011 : 2.84 W/m²

⁶ Et non 1990 qui est la référence actuelle alors que la décennie 2000-2010 a connu une hausse la plus importante d’émissions de GES en valeur absolue depuis 1970 (Rapport de Synthèse, SPM, p 5)

⁷ S. Mondon et al., « Découvrir les nouveaux scénarios RCP et SSP utilisés par le GIEC », DGEC, SCEE, ONERC, 2013.

⁸ Bates et al, « Le dérèglement climatique et l’eau. Document technique VI du GIEC », Secrétariat du GIEC, Genève, 2008, désormais cité en tant que « Document technique VI du GIEC ».

⁹ WGI, TS, p 72 “it is *likely* that human influence has affected the global water cycle since 1960”

¹⁰ WGI SPM, p17 “Human influence has been detected in warming of the atmosphere and the ocean, in changes in the global water cycle, in reductions in snow and ice, in global mean sea level rise”

¹¹ UN-Water, 2010

¹² WGII, SPM, p12

¹³ WGII, chapitre 3, p 18 : Approximativement 8% de la population mondiale subira une réduction sévère de la disponibilité de la ressource pour une augmentation de 1°C de la température moyenne mondiale, pour 2°C, ce sera 14% de la population qui sera impactée et pour 3°C, ce sera 17% de la population. Ces chiffres donnent un ordre d’idée de l’impact du dérèglement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau mais sont à prendre avec prudence, les différences entre les modèles climatiques et hydrologiques étant importantes.

¹⁴ Lorsque l’approvisionnement en eau est en quantité et en qualité insuffisantes pour assurer des conditions sanitaires et environnementales satisfaisantes ainsi que pour préserver les moyens de subsistance et de production.

¹⁵ WGII, chapitre 3, p 2

¹⁶ Idem

¹⁷ Augmentation de volume (et diminution de la densité) résultant du réchauffement de l’eau.

¹⁸ WGII, SPM, p 17

¹⁹ Rapport de synthèse, SPM, p 9

²⁰ WGI, SPM, p 8

²¹ Idem

²² La cryosphère est une composante du système climatique constituée de la totalité de la neige, de la glace et du gélisol (y compris le pergélisol) au-dessus et au-dessous de la surface des terres émergées et des océans. Le gélisol est un sol ou roche dont une partie ou la totalité de l’eau interstitielle est gelée (englobe pergélisol), un sol qui gèle et dégèle chaque année est appelé gélisol.

²³ Document technique VI du GIEC, p 24

²⁴ Sol (sol proprement dit ou roche, y compris la glace et les substances organiques) dont la température reste égale ou inférieure à 0°C pendant au moins deux années consécutives.

²⁵ Document technique VI du GIEC, p 5

²⁶ WGII, chapitre 3, p 3

²⁷ WGII, chapitre 3, p 2

²⁸ WGII, chapitre 3, p 3

²⁹ WGII, chapitre 3, p 31

³⁰ WGII, chapitre 3, p 7

³¹ WGII, chapitre 3, p 16.

³² WGI, SPM, p 7

³³ Document technique VI du GIEC, p 19

³⁴ WGII, chapitre 3, p 6

³⁵ Rapport de synthèse, SPM, p 4

-
- ³⁶ WGII, chapitre 3, p 10, « Wet regions and seasons become wetter and dry regions and seasons become drier (high confidence) »
- ³⁷ Processus combiné d'évaporation à la surface de la Terre et de transpiration de la végétation.
- ³⁸ WGII, SPM, p 14
- ³⁹ WGII, chapitre 3, p 23
- ⁴⁰ WGII, chapitre 3, p 28
- ⁴¹ WGII, chapitre 3, p 2-3
- ⁴² WGII, SPM, p 6 : La vulnérabilité serait le produit de de processus sociaux se croisant et dont résultent des inégalités au niveau du statut socio-économique, des revenus, mais aussi de l'exposition aux risques.
- ⁴³ WGII, SPM, p 6-8
- ⁴⁴ WGII, chapitre 7, p 26
- ⁴⁵ WGII, SPM, p 19-20
- ⁴⁶ WGII, SPM, p 20
- ⁴⁷ WGII, chapitre 3, p 23
- ⁴⁸ WGII, SPM, p 20
- ⁴⁹ Bien que le statut de « réfugié climatique » n'ait pas (encore) d'existence juridique reconnue, en août 2014, la Nouvelle-Zélande a donné le statut de réfugié pour des raisons climatiques à une famille de l'île de Tuvalu, en Polynésie. En effet, leur île est en passe d'être submergée
- ⁵⁰ Rapport de synthèse, SPM, p 6, confiance moyenne
- ⁵¹ WGII, chapitre 3, p 28 : Les conclusions sur l'augmentation des inondations à l'échelle globale due au dérèglement climatique sont entourées d'un degré de confiance faible, ceci étant lié au manque d'études de long terme sur des bassins versants ne faisant pas l'objet d'une gestion, et donc d'une influence anthropique.
- ⁵² WGII, chapitre 3, p 29
- ⁵³ Cependant, il manque des preuves des effets du dérèglement climatique sur les événements extrêmes. Il existe en effet très peu d'études qui évaluent les évolutions des sécheresses hydrologiques à cause de l'absence de longues séries d'observation non influencées par des interventions humaines.
- ⁵⁴ WGI, SPM, p 7
- ⁵⁵ WGII, chapitre 3, p 18
- ⁵⁶ WGII, chapitre 3, p 8
- ⁵⁷ WGII, chapitre 3, p 3
- ⁵⁸ WGII, SPM, "Observed Impacts, Vulnerability, and Adaptation in a Complex and Changing World"
- ⁵⁹ WGII, chapitre 3, p 11
- ⁶⁰ WGII, chapitre 3, p 4
- ⁶¹ Rapport de synthèse, p 7
- ⁶² WGII, SPM, p 19
- ⁶³ WGII, chapitre 3, p 19
- ⁶⁴ Définie par la FAO ainsi «La sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine » (Sommet de l'alimentation, 1996). **Accès, disponibilité, stabilité et qualité** sont donc concernés.
- ⁶⁵ WGII, chapitre 7, p 3
- ⁶⁶ WGII, chapitre 3, p 20
- ⁶⁷ WGII, chapitre 3, p 20
- ⁶⁸ WGII, chapitre 3, p 11
- ⁶⁹ Idem
- ⁷⁰ Tandis qu'ils diminueraient dans d'autres régions, y compris les régions telles que le Pakistan, l'Inde et la Chine du Sud-Est, actuellement grande consommatrice d'eau pour l'irrigation, WGII, chapitre 3, p 20
- ⁷¹ WGII, chapitre 3, p 20
- ⁷² WGII, SPM, p 25
- ⁷³ Idem
- ⁷⁴ WGII, chapitre 7, p 23
- ⁷⁵ WGII, chapitre 7, p 2
- ⁷⁶ WGII, chapitre 3, p 20
- ⁷⁷ WGII, chapitre 4, p 63
- ⁷⁸ WGII, chapitre 3, p 20
- ⁷⁹ Il peut capturer d'importantes quantités de CO₂ dans la biomasse et dans les sols (et pour cela de l'eau est nécessaire⁷⁹) mais est aussi responsable de l'émission d'un quart des GES d'origine anthropique.

-
- ⁸⁰ WGIII, chapitre 11, p 5
- ⁸¹ WGIII, chapitre 3, p 29
- ⁸² WGII, chapitre 7, p 30
- ⁸³ WGII, chapitre 7, p 32
- ⁸⁴ WGII, chapitre 7, p33
- ⁸⁵ WGII, chapitre 3, p 4
- ⁸⁶ WGII, chapitre 3 p 26
- ⁸⁷ WGII, chapitre 3, p 37
- ⁸⁸ WGIII, chapitre 11, p 79
- ⁸⁹ WGII, chapitre 3, p 36 « The Water-Energy-Food/Feed/Fiber Nexus »
- ⁹⁰ WGII, chapitre 3, p 26
- ⁹¹ Idem
- ⁹² Idem
- ⁹³ WGII, chapitre 3, p 36
- ⁹⁴ WGII, chapitre 3, p 21
- ⁹⁵ WGIII, chapitre 7, p 33
- ⁹⁶ WGIII, chapitre 7, p 50
- ⁹⁷ WGII, chapitre 4, p 61-62
- ⁹⁸ WGII, chapitre 3, p 4
- ⁹⁹ WGII, chapitre 3, p 21
- ¹⁰⁰ WGIII, chapitre 7, p 48
- ¹⁰¹ WGIII, chapitre 7, p 52
- ¹⁰² WGIII, chapitre 7, p 50
- ¹⁰³ WGIII, chapitre 7, p 33
- ¹⁰⁴ WGII, SPM, p 28
- ¹⁰⁵ WGIII, chapitre 7, p 34
- ¹⁰⁶ Bates et al., p 141
- ¹⁰⁷ WGII, chapitre 3, p 11
- ¹⁰⁸ WGII, chapitre 3, p 4
- ¹⁰⁹ WGII, chapitre 3, p 21
- ¹¹⁰ WGII, chapitre 8, p 35
- ¹¹¹ WGII, chapitre 8, p 35
- ¹¹² WGII, chapitre 3, p 22
- ¹¹³ WGII, chapitre 8, p 36
- ¹¹⁴ Idem
- ¹¹⁵ WGII, chapitre 3, p 22
- ¹¹⁶ Enrichissement (naturel ou par suite d'une pollution) d'une masse d'eau (souvent peu profonde) en substances nutritives dissoutes, avec appauvrissement saisonnier de la teneur en oxygène dissous.
- ¹¹⁷ WGII, chapitre 3, p 22
- ¹¹⁸ WGII, chapitre 4, p 62
- ¹¹⁹ WGII, chapitre 4, p 65
- ¹²⁰ Idem
- ¹²¹ WGII, chapitre 4, p 64
- ¹²² Idem
- ¹²³ WGII, chapitre 14, p 2
- ¹²⁴ WGII, SPM, p 9: "the process of adjustment to actual or expected climate and its effect."
- ¹²⁵ Idem
- ¹²⁶ WGII, chapitre 3, p 26
- ¹²⁷ WGII, chapitre 17, p 19
- ¹²⁸ Le "conservation tillage" (labour de conservation) est défini par le Conservation Technology Information Center in West Lafayette comme suit: "any tillage or planting system in which at least 30% of the soil surface is covered by plant residue after planting to reduce erosion by water; or where soil erosion by wind is the primary concern, with at least 1120 kg ha⁻¹ flat small grain residue on the surface during the critical wind erosion period.", cité dans FAO Soils Bulletin 69.
- ¹²⁹ WGII, chapitre 3, p 29
- ¹³⁰ WGII, chapitre 3, p 29
- ¹³¹ WGII, chapitre 3, p 37-38

-
- ¹³² WGII, SPM p 14 “Adaptive water management techniques, including scenario planning, learning-based approaches, and flexible and low-regret solutions, can help create resilience to uncertain hydrological changes and impacts due to climate change (*limited evidence, high agreement*).”
- ¹³³ WGII, chapitre 3, p23: “To avoid adaptation that goes wrong – “maladaptation” – scientific research results should be analyzed during planning.”
- ¹³⁴ WGII, chapitre 3, p24: “Integrated Water Resource Management continues to be a promising instrument for exploring adaptation to climate change. »
- ¹³⁵ WGII, chapitre 3, p24 “Strategic Environmental Assessment”
- ¹³⁶ WGII, SPM, p 23
- ¹³⁷ WGII, SPM, p 23
- ¹³⁸ WGII, SPM, p 19
- ¹³⁹ WGII, chapitre 14, p 3
- ¹⁴⁰ WGII, SPM, p 26
- ¹⁴¹ WGII, SPM, p 24
- ¹⁴² WGII, SPM, p 26-27
- ¹⁴³ Pour le GIEC, un changement irréversible est changement dont le temps de récupération de l’état initial par processus naturel est significativement plus long que le temps que le système prend pour atteindre ce nouvel état.
- ¹⁴⁴ WGII, SPM, p 14
- ¹⁴⁵ Les études sur ce point sont néanmoins à renforcer.
- ¹⁴⁶ Document technique VI du GIEC, p 147
- ¹⁴⁷ WGIII, SPM, p 25
- ¹⁴⁸ WGII, SPM, p 5 : “The capacity of social, economic, and environmental systems to cope with a hazardous event or trend or disturbance, responding or reorganizing in ways that maintain their essential function, identity, structure, while also maintaining the capacity for adaptation, learning, and transformation”
- ¹⁴⁹ WGII, chapitre 3, p 10
- ¹⁵⁰ WGII, chapitre 3, p 25
- ¹⁵¹ WGII, chapitre 3, p 3
- ¹⁵² « Investment and financial flows to address climate change », UNFCCC, 2007, cité dans WGII, chapitre 3, p 25
- ¹⁵³ WGII, chapitre 4, p 64
- ¹⁵⁴ Pour une analyse plus en détails du fonctionnement et de la méthodologie du GIEC pour ce 5^{ème} rapport, se référer à M. Devès et al., « Examen de la méthodologie d’expertise du GIEC (IPCC) sur le dérèglement climatique », dont cette sous-section, **rédigée par Maud Devès**, est très largement inspirée.
- ¹⁵⁵ WGII, chapitre 3, p 64
- ¹⁵⁶ Rapport de synthèse, SPM, p 20
- ¹⁵⁷ E. Diaz et al., « Note de décryptage – Convention Cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Du 26 novembre 2012 au 7 décembre 2012 », Organisation internationale de la francophonie, 2012.
- ¹⁵⁸ <http://mitigationpartnership.net/measuring-reporting-and-verification-mrv-0>