

Question 6/2

Les TIC et les changements climatiques

6e Période d'Études
2014-2017

NOUS CONTACTER

Site web: www.itu.int/ITU-D/study-groups
Librairie électronique: www.itu.int/pub/D-STG/
E-mail: devsg@itu.int
Téléphone: +41 22 730 5999

Question 6/2: Les TIC et les changements climatiques

Rapport final

Préface

Les commissions d'études du Secteur du Développement des télécommunications de l'UIT (UIT-D) offrent un cadre neutre reposant sur les contributions, dans lequel des spécialistes des pouvoirs publics, du secteur privé et des milieux universitaires se réunissent afin d'élaborer des outils pratiques, des lignes directrices utiles et des ressources pour résoudre les problèmes de développement. Dans le cadre des travaux des commissions d'études de l'UIT-D, les Membres du Secteur étudient et analysent des questions de télécommunication/TIC précises axées sur les tâches, afin de progresser plus rapidement en ce qui concerne les priorités des pays en matière de développement.

Les commissions d'études offrent à tous les Membres du Secteur l'occasion d'échanger des données d'expérience, de présenter des idées, de dialoguer et de parvenir à un consensus sur les stratégies à adopter pour répondre aux priorités dans le domaine des télécommunications/TIC. Elles sont chargées d'élaborer des rapports, des lignes directrices et des recommandations sur la base des contributions et des documents soumis par les membres. Des données, qui sont recueillies grâce à des enquêtes, des contributions et des études de cas, sont mises à la disposition des membres, qui peuvent les consulter facilement en utilisant les outils de gestion de contenus et de publication sur le web. Les travaux des commissions d'études de l'UIT-D se rapportent aux différents programmes et initiatives adoptés par l'UIT-D, l'objectif étant de créer des synergies dans l'intérêt des membres pour ce qui est des ressources et des compétences techniques. La collaboration avec d'autres groupes et organisations travaillant sur des questions connexes est essentielle.

Les sujets sur lesquels les commissions d'études de l'UIT-D travaillent sont choisis tous les quatre ans par la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT), qui établit des programmes de travail et des directives, afin de définir les questions et priorités relatives au développement des télécommunications/TIC pour les quatre années suivantes.

Le domaine de compétence de la **Commission d'études 1 de l'UIT-D** est l'étude d'un "**Environnement propice au développement des télécommunications/TIC**", tandis que celui de la **Commission d'études 2 de l'UIT-D** est l'étude du thème "**Applications des TIC, cybersécurité, télécommunications d'urgence et adaptation aux effets des changements climatiques**".

Pendant la période d'études 2014-2017, la **Commission d'études 2 de l'UIT-D** était placée sous la présidence de M. Ahmad Reza Sharafat (République islamique d'Iran), assisté des Vice-Présidents Aminata Kaba-Camara (République de Guinée), Christopher Kemei (République du Kenya), Celina Delgado (Nicaragua), Nasser Al Marzouqi (Emirats arabes unis), Nadir Ahmed Gaylani (République du Soudan), Ke Wang (République populaire de Chine), Ananda Raj Khanal (République du Népal), Evgeny Bondarenko (Fédération de Russie), Henadz Asipovich (République du Bélarus) et Petko Kantchev (République de Bulgarie), qui représentaient les six régions.

Rapport final

Le présent rapport final sur la **Question 6/2 “Les TIC et les changements climatiques”** a été élaboré sous la direction du Rapporteur pour cette Question, Philip Kelley (Alcatel-Lucent International, France), et de trois Vice-Rapporteurs nommés, Nasser Al Marzouqi (Emirats arabes unis), Naoki Fuke (KDDI Corporation, Japon) et Joseph Bruno Yuma Utchudi (République démocratique du Congo). Le Rapporteur et les Vice-Rapporteurs ont par ailleurs bénéficié de l’assistance des coordonnateurs de l’UIT-D et du secrétariat des commissions d’études de l’UIT-D.

ISBN

978-92-61-23112-5 (Version papier)

978-92-61-23122-4 (Version électronique)

978-92-61-23132-3 (Version EPUB)

978-92-61-23142-2 (Version Mobi)

Le présent rapport a été établi par de nombreux experts provenant de différentes administrations et entreprises. La mention de telle ou telle entreprise ou de tel ou tel produit n’implique en aucune manière une approbation ou une recommandation de la part de l’UIT.



Avant d’imprimer ce rapport, pensez à l’environnement.

© ITU 2017

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l’accord écrit préalable de l’UIT.

Table des matières

Préface	ii
Rapport final	iii
Résumé	ix
1 CHAPITRE 1 – Les changements climatiques	1
1.1 Contexte	1
1.1.1 Augmentation de la température	1
1.1.2 Phénomènes extrêmes	2
1.1.3 Augmentation du niveau des océans	2
1.1.4 Augmentation du niveau de CO ₂	4
1.1.5 Fonte des glaces	6
1.2 Initiatives internationales relatives aux changements climatiques	7
1.2.1 Conférences des Nations Unies sur les changements climatiques	7
1.2.2 L'UIT et les changements climatiques	7
1.2.3 L'OMM et les changements climatiques	10
1.2.4 Autres initiatives	10
2 CHAPITRE 2 – Surveillance des changements climatiques	14
2.1 Systèmes de Terre	14
2.2 Systèmes à satellites	16
2.3 Systèmes sous-marins	18
2.4 Systèmes météorologiques aéroportés	21
3 CHAPITRE 3 – Atténuation des effets des changements climatiques	23
3.1 Incidences positives et négatives des TIC	23
3.2 TIC vertes	23
3.2.1 Empreinte mondiale des TIC	23
3.2.2 Indicateurs fondamentaux de performance pour les organisations actives dans le domaine des TIC	23
3.2.3 Réduction de la consommation énergétique des TIC	24
3.3 Les TIC au service de la réduction des émissions de gaz à effet de serre	27
3.3.1 Secteurs de l'industrie concernés	27
3.3.2 Applications des TIC pour améliorer la durabilité	28
3.3.3 Le cas des villes intelligentes	28
4 CHAPITRE 4 – Adaptation aux effets des changements climatiques	31
4.1 Adaptation des équipements TIC	31
4.1.1 Expérience de KDDI au Japon	32
4.1.2 Expérience d'Orange en Afrique	34
4.2 Adaptation dans le secteur industriel	36
4.3 Adaptation dans le secteur de l'agriculture	36
Abbreviations and acronyms	44
Annexes	47

Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change	47
Annex 2: List of contributions received for Question 6/2 during study period 2014-2017	67

Liste des tableaux, figures et encadrés

Tableaux

Tableau 1: Exemple du suivi de la performance environnementale exercé par un fabricant dans le cadre de ses activités	25
Tableau 2: Exemple du suivi exercé par un fabricant afin d'aider les opérateurs à gérer durablement le trafic de données mobiles croissant	26
Tableau 3: Indicateurs des changements climatiques et utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements	37

Figures

Figure 1: Evolution de la température globale depuis 1880	1
Figure 2: Niveau moyen des océans de 1993 à 2015	3
Figure 3: Evolution du niveau moyen global des océans du XVIIIe au XXIe siècle	4
Figure 4: Moyennes mensuelles de concentration de CO2 enregistrées récemment à l'observatoire de Mauna Loa	5
Figure 5: Concentrations de glace de mer dans l'Arctique entre septembre 1979 et septembre 2003	6
Figure 6: Système automatique d'observation de surface	15
Figure 7: Fonctionnement des flotteurs Argo	20
Figure 8: Evolution des estimations concernant les avantages des TIC pour les secteurs économiques	27
Figure 9: Réduction potentielle par secteur économique	28
Figure 10: Douze cas d'utilisation des TIC	28
Figure 11: Diagramme de configuration	34
Figure 12: Station solaire d'un site de réseau mobile – Déploiement au Sénégal	36

On trouvera dans le présent rapport un récapitulatif des nombreuses activités actuellement menées à l'UIT et ailleurs et notamment des renseignements sur les expériences de différents pays, à l'intention des pays en développement participant et de ceux qui n'ont pas pu participer aux réunions de la Commission d'Études 2 de l'UIT-D sur la Question 6 « Les TIC et les changements climatiques ». Les renseignements figurant dans le présent rapport comprennent des informations fournies directement par les deux autres Secteurs de l'UIT, en particulier par la Commission d'Études 5 de l'UIT T « Environnement, changements climatiques et économie circulaire ».

Dans le contexte du présent rapport, il y a lieu de noter que la hausse de la température mondiale depuis 1870 est un fait avéré, désormais reconnu par de nombreux Etats Membres parties à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Il est de plus en plus communément admis que les émissions de gaz à effet de serre (GES) dues à l'activité humaine contribuent grandement à ce réchauffement indéniable, et les dernières Conférences des Parties (COP) à la CCNUCC ont fixé l'objectif visant à limiter à 2 °C au plus le réchauffement climatique mondial à long terme par rapport à l'ère préindustrielle.

Les **Chapitres 1 et 2** du présent rapport sont une synthèse à l'intention des pays en développement, qui présente brièvement les observations des changements climatiques effectuées récemment, les différentes méthodes de surveillance des changements climatiques et les techniques TIC de pointe utilisées pour mener de telles études. Le rapport décrit brièvement les systèmes météorologiques de Terre, par satellite, maritimes et aéroportés utilisés aux fins de cette surveillance. Il évoque également les initiatives prises au niveau international par des organismes des Nations unies et d'autres institutions, et fait mention des Recommandations et rapports établis par ces institutions et organismes sur la manière dont les TIC sont utilisées pour surveiller les changements climatiques et réduire les émissions totales de GES.

Le **Chapitre 3** du présent rapport, intitulé « Atténuation des effets des changements climatiques », traite des politiques générales adoptées par les organisations s'occupant de TIC et des recherches techniques effectuées par ces organisations, qui pourraient contribuer à la réduction de leurs propres émissions de GES. Le rapport donne également une estimation de la réduction des émissions de GES qui pourrait être obtenue si les secteurs économiques ci-après faisaient appel aux TIC: mobilité et logistique, fabrication, alimentation, construction, énergie, emploi et commerce, santé et apprentissage. A cet égard, il convient d'accorder une attention particulière aux zones urbaines, où vit une partie de plus en plus importante de la population mondiale. Les avantages qu'offre l'application de TIC innovantes aux « villes intelligentes » sont brièvement exposés et illustrés au regard de certaines bonnes pratiques.

Le **Chapitre 4** du présent rapport, intitulé « Adaptation aux effets des changements climatiques », présente brièvement les principales conséquences des changements climatiques pour le secteur des TIC et les mesures d'adaptation recommandées, illustrées par le cas de deux pays. Le rapport traite ensuite de l'adaptation aux changements climatiques dans d'autres secteurs industriels et agricoles. Il associe différents indicateurs des changements climatiques et leurs causes et incidences correspondantes, ainsi que la contribution à l'adaptation qu'offrent les TIC.

On trouvera dans l'**Annexe 1** du présent rapport l'expérience acquise par différents pays en matière de surveillance et d'atténuation des effets des changements climatiques, compte tenu des résultats d'une enquête menée en 2016. L'Annexe contient une liste des contributions reçues au titre de la Question 6/2 pendant la période d'études.

1 CHAPITRE 1 – Les changements climatiques

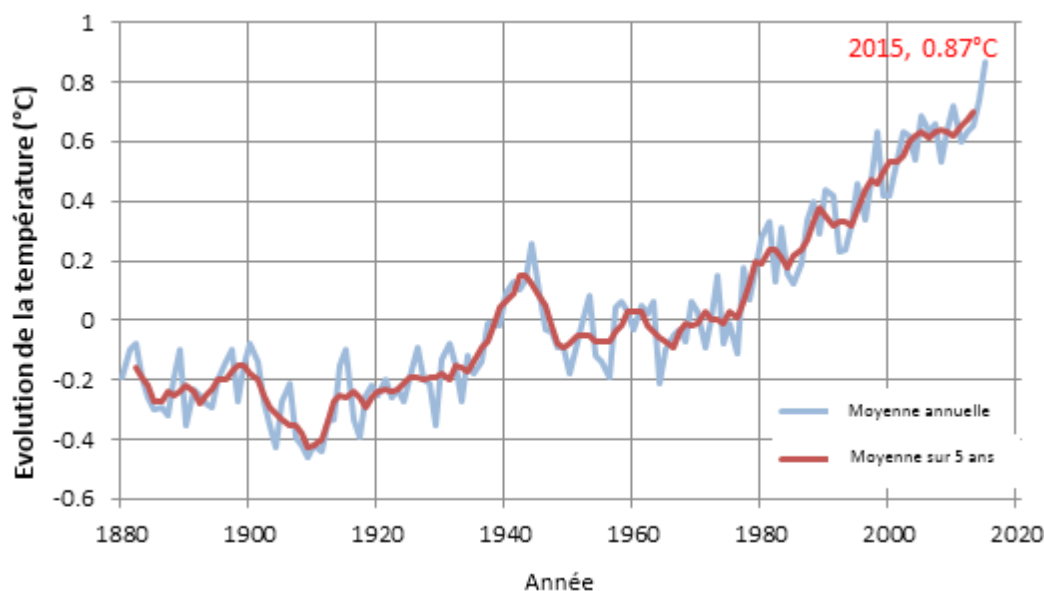
1.1 Contexte

1.1.1 Augmentation de la température

La température à la surface du globe est le premier indicateur du réchauffement climatique. La température à la surface de la Terre a augmenté de $0,8 \pm 0,2$ °C depuis 1870. L'augmentation est très différente entre les deux hémisphères: plus forte au Nord et plus forte aux hautes latitudes. Une différence est également observée entre les continents. La tendance à la hausse est constante depuis 1870.

La **Figure 1** ci-après montre que la température moyenne globale n'a cessé d'augmenter depuis 1880, pour atteindre des records au cours de la première décennie du XXI^e siècle. Selon le Goddard Institute for Space Studies (GISS) de la NASA,¹ les données concernant la température moyenne de l'air à la surface du globe (terres émergées et océans confondus), calculée sous la forme d'une tendance linéaire, montrent un réchauffement de $0,99$ °C entre 1880 et 2016.

Figure 1: Evolution de la température globale depuis 1880



Selon l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM),² l'année 2015 restera dans les annales en raison des records de température qui ont été pulvérisés, de l'intensité des vagues de chaleur, du caractère exceptionnel des pluies, des ravages causés par la sécheresse et du profil inhabituel de l'activité cyclonique tropicale. Or les records continuent de tomber depuis le début de l'année 2016. La température moyenne à la surface du globe en 2015 a battu très largement tous les précédents records, puisqu'elle a dépassé de quelque $0,76 \pm 0,1$ °C la moyenne calculée pour la période 1961-1999. Pour la première fois, en 2015, la température a augmenté d'environ 1 °C par rapport à l'ère préindustrielle, selon une analyse consolidée de l'OMM. Il est à noter que l'année 2014 avait déjà battu des records de températures, et ce, même en l'absence d'un véritable épisode El Niño. Ce phénomène, qui réchauffe le climat, survient lorsque des températures de surface de la mer plus élevées que la normale dans l'est du Pacifique tropical interagissent avec les systèmes de pression atmosphériques.

¹ NASA/GISS, Changements climatiques dans le monde – Les signes vitaux de la planète, <http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>.

² Communiqué de presse de l'OMM, Journée météorologique mondiale – Plus chaud, plus sec, plus humide: regardons l'avenir en face. 21 mars 2016; <http://public.wmo.int/fr/medias/communiqu%C3%A9s-de-presse/%C3%A9tat-du-climat-chaleur-record-et-extr%C3%AAs-m%C3%A9t%C3%A9orologiques>.

L'année 1998 – la plus chaude avant le XXI^e siècle – a été marquée par des températures élevées coïncidant avec un épisode El Niño de forte intensité.

Dans ces conditions, selon les recommandations de l'OMM, il est plus que jamais nécessaire de disposer de services météorologiques et climatologiques fiables pour renforcer la résilience des populations et aider les pays et les collectivités à s'adapter à un climat qui évolue rapidement et qui, dans de nombreuses régions, devient moins bienfaisant.

1.1.2 Phénomènes extrêmes

Dans son cinquième rapport, le Groupe d'experts intergouvernemental des Nations Unies sur l'évolution du climat (GIEC) met en garde contre une aggravation des extrêmes climatiques et indique que les risques liés aux changements climatiques dus à des phénomènes extrêmes, tels que les vagues de chaleur, les extrêmes pluviométriques et l'inondation des zones côtières, se produisent déjà de façon modérée et deviendront élevés avec un réchauffement additionnel de 1 °C. Ce n'est donc pas la fréquence mais l'intensité des cyclones qui s'aggraverait avec deux phénomènes conjugués: le réchauffement des océans – qui créerait davantage de vapeur d'eau et chargerait donc en énergie les cyclones qui se forment au-dessus de la mer – et la montée du niveau des océans, qui devrait être comprise entre 26 et 82 centimètres d'ici à 2100 selon les experts du GIEC. Nous nous orientons vers des événements météorologiques plus intenses en raison des changements climatiques en cours.

Globalement, les ouragans, cyclones et tempêtes tropicales les plus puissants sont plus nombreux. C'était aussi la conclusion de deux études publiées en 2005, la première dans *Nature*,³ qui montrait que l'énergie totale dissipée par les ouragans de l'Atlantique Nord et du Pacifique Ouest avait augmenté de 70 pour cent depuis 30 ans, et la seconde, dans *Science*,⁴ qui confirmait que le nombre d'ouragans de catégorie 4 ou 5 avait augmenté de 57 pour cent entre 1970 et 2004.

Ces épisodes de chaleurs extrêmes sont de plus en plus fréquents, comme l'indiquent diverses publications telles que le numéro d'avril 2011 de *Science*.⁵ La Déclaration de l'OMM sur l'état du climat mondial en 2015⁶ présente des informations détaillées sur certains phénomènes extrêmes enregistrés dans le monde entier. Par ailleurs, la Société Météorologique Américaine a publié un rapport, intitulé « Explaining Extreme Events of 2014 from a Climate Perspective »,⁷ qui indique que les changements climatiques d'origine anthropique ont eu des incidences considérables sur la fréquence et l'intensité de ces phénomènes.

1.1.3 Augmentation du niveau des océans

Pour mieux comprendre les changements climatiques, il faut s'intéresser de près aux dynamiques océaniques. Les océans stockent de grandes quantités de chaleur, qu'ils redistribuent d'un bout à l'autre de la planète: l'eau est chauffée par le soleil sous les tropiques puis transférée par les courants vers les côtes tempérées, où elle se refroidit en libérant sa chaleur dans l'atmosphère. Devenue plus froide, et donc plus dense, elle s'enfonce à grande profondeur pour redescendre vers les zones équatoriales, et ainsi de suite selon un circuit qui dure plus d'un millier d'années.

³ Emmanuel Kerry, Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature* 436, 686-688 (4 août 2005), <http://www.nature.com/nature/journal/v436/n7051/full/nature03906.html>.

⁴ Webster, P. J., et al., Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment, *Science Translational Medicine* 309 (5742), 1844-1846 (15 septembre 2005); <http://science.sciencemag.org/content/sci/309/5742/1844.full.pdf>.

⁵ David Barriopedro, Erich M. Fischer, Jürg Luterbacher, Ricardo M. Trigo, Ricardo García-Herrera, The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe, *Science*, 220-224 (8 avril 2011).

⁶ <http://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-26457-OMM-etat-climat-mondial-2015.pdf>.

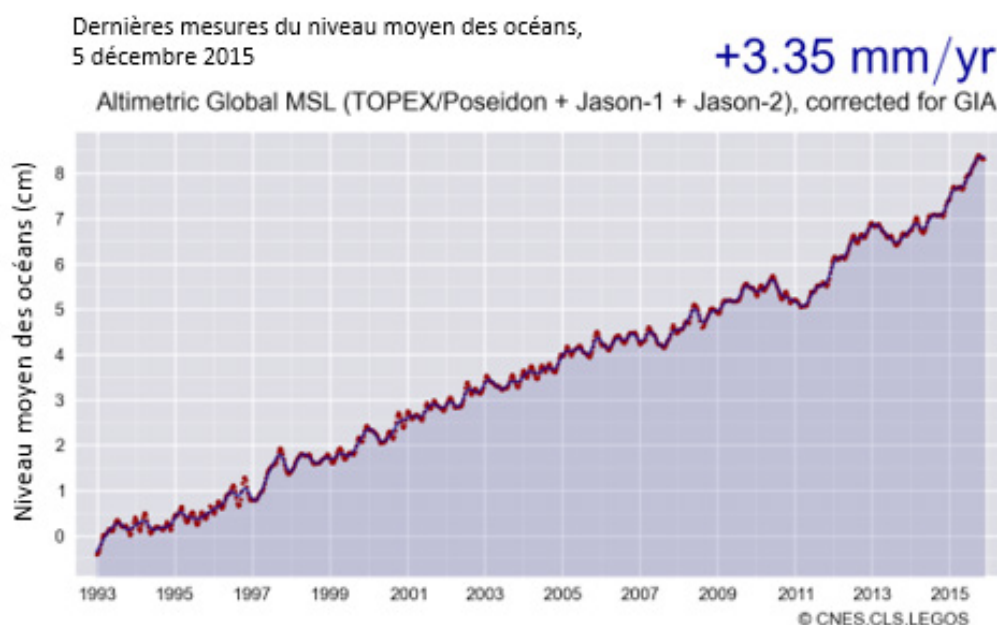
⁷ Herring, S. C., M. P. Hoerling, J. P. Kossin, T. C. Peterson, and P. A. Stott, Eds., Explaining Extreme Events of 2014 from a Climate Perspective, *Supplément spécial du Bulletin de la Société Météorologique Américaine*, Vol. 96, No. 12, décembre 2015; <https://www.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/explaining-extreme-events-from-a-climate-perspective/>.

Le niveau moyen des océans est un indicateur qui intègre les effets de plusieurs composantes du système climatique (océan, glaces continentales, eaux continentales). Avant 1992, le niveau de la mer était mesuré par des marégraphes le long des côtes continentales et de quelques îles. Le niveau des océans, en moyenne annuelle sur toute la planète, s'est élevé à un rythme de 0,7 mm/an entre 1870 et 1930 et d'environ 1,7 mm/an après 1930. Depuis 1992, des mesures sont effectuées par des satellites et montrent que la hausse du niveau moyen global de la mer est de l'ordre de 3,4 mm/an. A cette élévation moyenne se superposent des oscillations pluriannuelles, liées à la variabilité naturelle du système climatique. Depuis le début des années 1990, les contributions climatiques à cette élévation sont dues pour environ un tiers à la dilatation de l'océan consécutive au réchauffement, et pour les deux autres tiers à la fonte des glaces continentales – à parts quasi égales, fonte des calottes polaires du Groenland et de l'Antarctique, d'une part, et fonte des glaciers continentaux, d'autre part.

Comme nous l'avons dit, les données satellite commencent seulement en 1993. Cette date correspond aux premières données obtenues grâce aux satellites Topex, qui ont ensuite été remplacés par les satellites Jason 1, 2 et 3. Les données recueillies par ces satellites sont extrêmement sûres et précises.

La **Figure 2** montre que le niveau moyen des océans augmente de 3,35 mm par an.

Figure 2: Niveau moyen des océans de 1993 à 2015⁸



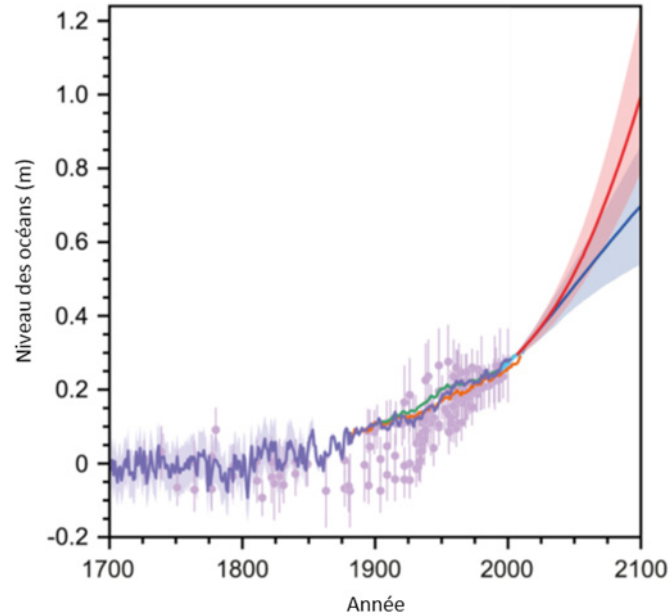
La **Figure 3** place, dans un contexte global, le phénomène de montée du niveau des océans depuis 1700. Le dernier Rapport du GIEC (cinquième rapport d'évaluation) fournit une évaluation de plages probables de l'élévation du niveau moyen de la mer pour le XXI^e siècle. La Figure 13.27, présentée au Chapitre 13 de ce rapport,⁹ est reproduite ci-dessous (**Figure 3**). Il s'agit d'une compilation des données antéhistoriques du niveau de la mer (en violet), des données obtenues par marégraphe (en bleu, rouge et vert), des données altimétriques (en bleu ciel) et des estimations médianes et des plages probables de projections de l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe issues

⁸ CNES, CTOH et OMP, Evolution du niveau moyen des mers vu par les altimètres, données des altimètres à bord de satellite; <http://www.aviso.altimetry.fr/fr/donnees/produits/produits-indicateurs-oceaniques/niveau-moyen-des-mers.html>.

⁹ Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S., Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013: Sea Level Change. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New-York, Etat de New-York, Etats-Unis; https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf.

d'un ensemble de modèles concernant deux Profils représentatifs d'évolution de concentration, à savoir un scénario correspondant à une concentration de CO₂ équivalent supérieure à 700 ppm mais inférieure à 1 500 ppm (en bleu) et un scénario correspondant au cas le plus défavorable (en rouge). Ces données sont comparées aux niveaux préindustriels et confirment que la vitesse d'élévation a augmenté, passant d'un rythme d'évolution lent (de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres par an) à un rythme de près de 2 mm/an. Cette accélération devrait se poursuivre au cours du XXI^e siècle.

Figure 3: Evolution du niveau moyen global des océans du XVIII^e au XXI^e siècle¹⁰



La hausse du niveau des mers est une conséquence directe des changements climatiques et les océans se sont réchauffés au cours des dernières décennies. Aujourd'hui, 80 pour cent de la chaleur accumulée depuis 50 ans dans le système climatique en raison des émissions anthropiques de gaz à effet de serre est stockée dans les océans.¹¹

1.1.4 Augmentation du niveau de CO₂

Le CO₂ (dioxyde de carbone) présent sous forme de gaz dans l'atmosphère est responsable d'un effet de serre qui a pour conséquence d'augmenter la température.

Depuis le début de l'ère industrielle à la fin du XVIII^e siècle, la teneur en CO₂ de l'atmosphère a fortement augmenté dépassant les 0,03 pour cent et atteignant même actuellement 0,04 pour cent.

Cette augmentation due aux activités humaines telles que la déforestation, qui limite les effets de la photosynthèse et donc le « recyclage » du CO₂ en O₂ (dioxygène), ou la combustion des énergies fossiles qui rejette dans l'atmosphère, sous forme de CO₂, le carbone qui a été « stocké » dans la lithosphère. Les végétaux ne peuvent pas compenser, par la photosynthèse, un tel ajout de CO₂, ce qui entraîne une forte augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère, et renforce l'effet de serre.

Quelle est la responsabilité de l'homme dans ce réchauffement indéniable? L'agence spatiale américaine (NASA) confirme que la hausse des températures est largement soutenue par l'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, en particulier du dioxyde de carbone, due aux activités humaines (production d'énergie, transports, industrie, etc.). Ainsi, rappelle la NASA, alors que la concentration de CO₂ était de 285 parties par million (ppm) en 1880, vers 1960, elle

¹⁰ *ibid.* Voir la Figure 13.27.

¹¹ Océan et climat – Fiches scientifiques; <http://www.ocean-climate.org>.

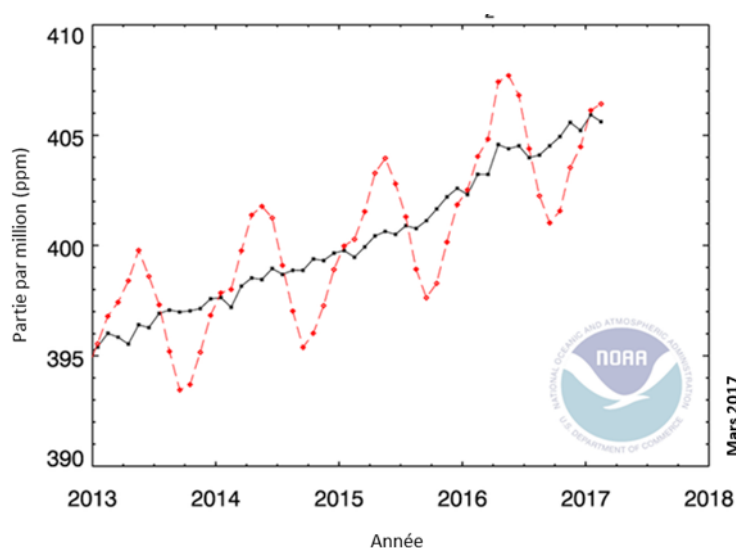
avait grimpé à 315 ppm. Aujourd'hui, elle a dépassé le niveau symbolique de 400 ppm et continue d'augmenter d'environ 2 ppm chaque année, pour atteindre 402 ppm fin 2015. Or, de nombreux scientifiques s'accordent pour dire que 350 ppm est le taux maximal acceptable de CO₂ qui peut être envoyé dans l'atmosphère.

En 2013, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère avait augmenté de 142 pour cent par rapport à l'époque préindustrielle (1750), et celle du méthane et du protoxyde d'azote respectivement, de 253 pour cent et de 121 pour cent. La différence entre la période actuelle et la période préindustrielle est, elle, de 120 ppm.

La différence entre la période actuelle et la période préindustrielle est, elle, de 120 ppm. Ainsi, le scénario le plus pessimiste du dernier rapport du GIEC table sur une concentration en CO₂ d'environ 900 ppm en 2100. Elle se traduirait, selon les experts du climat, par une augmentation de la température terrestre de 4,8 °C pour la période 2081-2100 par rapport à la moyenne de 1986-2005, une élévation du niveau des mers de presque un mètre, une multiplication des événements climatiques extrêmes (tels que les sécheresses, pluies diluviennes et ouragans plus intenses), ainsi qu'une insécurité alimentaire exacerbée.

En outre, la BBC a annoncé¹² que, selon les scientifiques, les niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère en 2015 ont augmenté plus rapidement qu'au cours des 56 dernières années. Les niveaux mesurés à l'observatoire de Mauna Loa à Hawaï ont augmenté de plus de 3 ppm en 2015. Ce pic est dû aux activités humaines conjuguées au phénomène climatique El Niño. La figure ci-après montre l'évolution du niveau de CO₂. En février 2017, un niveau de concentration de CO₂ de 406,42 ppm a été mesuré à Mauna Loa à Hawaï.

Figure 4: Moyennes mensuelles de concentration de CO₂ enregistrées récemment à l'observatoire de Mauna Loa¹³



Dans la **Figure 4**, la courbe en pointillés rouges avec des points représente les valeurs mensuelles moyennes, centrées sur le milieu de chaque mois. La **courbe en noir** avec des carrés représente les mêmes données une fois corrigées des variations saisonnières. Cette deuxième courbe est établie comme une moyenne glissante des sept cycles saisonniers adjacents centrés sur le mois à corriger, sauf pour les premières et dernières trois années et demi sur lesquelles porte le relevé, qui ont été corrigées des variations saisonnières pour les sept premières et dernières années, respectivement.

¹² McGrath, Matt, CO₂ data is 'wake-up call' for Paris climate deal, page web « Science & Environment » (10 mars 2016); <http://www.bbc.com/news/science-environment-35778464>.

¹³ National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce; <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>.

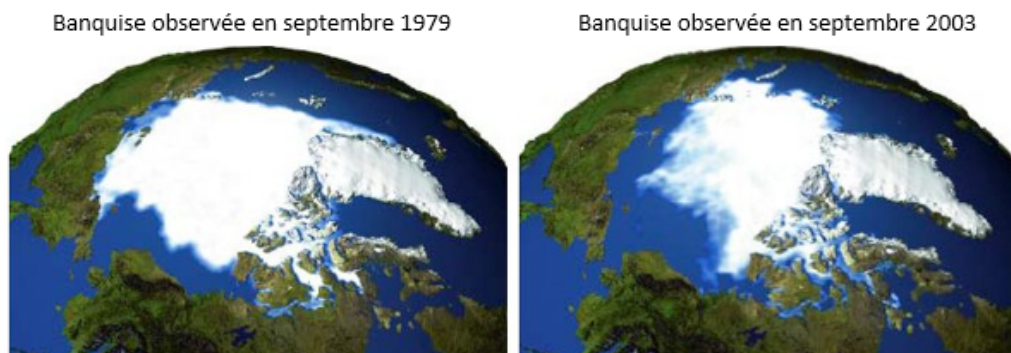
1.1.5 Fonte des glaces

La banquise, qui est de l'eau de mer gelée, flotte sur la mer. En vertu du principe d'Archimède, cette glace déplace donc un volume d'eau de mer d'un poids égal au poids de la glace. Si elle fondait, l'eau de fonte ainsi produite occuperait le volume exact d'eau de mer que la glace occupait, sans donc modifier le niveau de la mer. La fonte de la banquise n'intervient donc pas dans la montée du niveau des océans.

En revanche, la fonte des glaces d'eau douce, c'est-à-dire des calottes glaciaires et des glaciers, contribue à la montée du niveau de la mer. Dans l'Antarctique, ce sont 30 millions de km³ de glace qui sont stockés, soit 2 pour cent de l'eau terrestre, mais 75 pour cent de l'eau douce et 90 pour cent des glaces. La fonte totale de l'Antarctique équivaldrait à une hausse du niveau de la mer de l'ordre de 60 mètres, auxquels il faudrait ajouter la fonte du Groenland, de l'ordre de 7 mètres de plus, l'incertitude étant de plusieurs mètres.

Selon une évaluation récente des incidences du climat sur l'Arctique, la quantité de glace de mer dans l'Arctique a diminué comme indiqué ci-après entre septembre 1979 et septembre 2003.

Figure 5: Concentrations de glace de mer dans l'Arctique entre septembre 1979 et septembre 2003¹⁴



Ces deux images, réalisées à partir de données satellites, établissent une comparaison des concentrations de glace de mer dans l'Arctique entre septembre 1979 et septembre 2003. Au mois de septembre, la banquise atteint son niveau minimum annuel, et l'année 1979 constitue la première année où les données de ce types ont été disponibles sous un format pertinent. La plus faible concentration de glace de mer jamais enregistrée a été relevée en septembre 2002.

Selon le GIEC, la banquise a une influence climatique, principalement en raison de son fort albédo, qui est le pourcentage de lumière qu'elle réfléchit par rapport à celle qu'elle reçoit, comparé à celui d'une couche fine de glace et celui d'un océan libre de glace. En effet, si la glace épaisse avec neige a un albédo de 90 pour cent, celui d'une faible couche de glace est de 50 pour cent et celui d'un océan non recouvert de glace d'environ 6 pour cent. Avec un albédo très supérieur, la banquise réfléchit la lumière et limite donc son réchauffement. En formant une couche de « protection », elle limite aussi les échanges de chaleur entre l'atmosphère et l'océan. Mais en fondant, les échanges augmentent et l'albédo de la surface diminue, ce qui a pour effet d'augmenter la température localement. Le recul de la glace de mer a une rétroaction positive sur le réchauffement climatique, c'est-à-dire qu'elle l'amplifie.

C'est en grande partie pour cette simple raison que les températures s'élèvent 2,5 fois plus vite en Arctique que dans le reste du monde. A l'horizon de 2100, le GIEC, selon un scénario bien précis, prévoit un réchauffement de 2,8 °C à l'échelle mondiale, mais de 7 °C en Arctique. Selon le modèle utilisé, la banquise arctique pourrait avoir totalement disparu en été entre 2040 et 2060.

¹⁴ ACIA 2004, Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment, ACIA Overview report, Cambridge University Press, page 25.

1.2 Initiatives internationales relatives aux changements climatiques

1.2.1 Conférences des Nations Unies sur les changements climatiques

1.2.1.1 La Conférence des parties

La Conférence des parties (COP) réunit chaque année les pays qui ont adhéré à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. La 21ème Conférence des Parties (COP21) a eu lieu à Paris en décembre 2015, les deux COP les plus emblématiques ayant été celle de Kyoto en 1997 et celle de Copenhague en 2009. La COP21 a permis de fixer l'objectif de limiter le réchauffement climatique à long terme à 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle, ce qui a été une étape décisive.

La COP21¹⁵ a décidé de contenir l'élévation de la température moyenne de la planète « nettement en dessous » de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et de « poursuivre l'action menée » pour la limiter encore plus, à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels. Elle s'est engagée à plafonner les émissions de gaz à effet de serre dues à l'activité humaine aux niveaux que les arbres, le sol et les océans peuvent absorber naturellement, au cours de la seconde moitié du XXIe siècle.

L'accord prévoit que chaque pays reverra tous les cinq ans sa contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, afin d'amplifier ses efforts.

Les mesures comprennent le plafonnement des émissions de gaz à effet de serre dans les meilleurs délais, de façon à parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la deuxième moitié du siècle.

Jusqu'en 2020, 100 milliards USD seront consacrés chaque année au financement de l'action climatique dans les pays en développement, et des efforts financiers supplémentaires seront engagés jusqu'en 2025, avec la définition d'un nouvel objectif plus ambitieux pour l'après-2025.

La COP21 a réaffirmé l'obligation incombant aux pays développés en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) d'appuyer les efforts déployés par les pays en développement, tout en encourageant pour la première fois les pays en développement à verser eux aussi des contributions volontaires. Les gouvernements ont décidé de renforcer la capacité des sociétés de **faire face aux incidences** des changements climatiques et d'apporter **aux pays en développement** un **appui** international constant et renforcé en matière d'adaptation.

1.2.1.2 Fonds spécial de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

Le Fonds spécial de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) fournit aux pays en développement des mesures techniques qui leur permettent de respecter leurs objectifs et engagements en vertu de la CCNUCC, comme le fait d'avoir des inventaires nationaux de qualité élevée, de déployer des technologies propres et de créer des stratégies nationales d'adaptation.

1.2.2 L'UIT et les changements climatiques

1.2.2.1 UIT-R

L'utilisation de satellites d'observation de la Terre permet de disposer de mesures systématiques et homogènes pour étayer les analyses scientifiques. L'UIT-R est chargé d'identifier les fréquences radioélectriques nécessaires pour surveiller le climat, prédire et détecter les catastrophes et permettre

¹⁵ Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, projet du 12 décembre 2015; <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>.

les opérations de secours, y compris en concluant des accords de coopération avec l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) dans le domaine des applications de télédétection.

L'UIT-R joue un rôle important dans la surveillance des changements climatiques grâce aux Résolutions 646 (Rév.CMR-15) et 647 (Rév.CMR-15) relatives à l'utilisation des radiocommunications pour la surveillance de l'environnement, la protection du public et les secours en cas de catastrophe. Le Secteur des radiocommunications s'occupe des procédures détaillées de coordination et d'inscription des systèmes spatiaux et des stations terriennes, qui sont utilisés pour recueillir des données sur le climat et surveiller l'environnement.

La Commission d'Études 7 (CE 7) de l'UIT-R, en particulier le Groupe de Travail 7C (GT 7C), étudie les dispositifs hertziens appelés capteurs (passifs ou actifs), qui sont les principaux outils permettant de suivre à l'échelle mondiale l'évolution des caractéristiques géophysiques de la Terre et de son atmosphère.

Aux termes de la Résolution 673 (Rév.CMR-12) concernant l'importance des radiocommunications pour les applications liées à l'observation de la Terre, l'UIT-R est invité à procéder à des études sur les moyens envisageables pour améliorer la reconnaissance du rôle essentiel et de l'importance, à l'échelle mondiale, des applications de radiocommunication relatives à l'observation de la Terre, ainsi que les connaissances et la compréhension des administrations quant à l'utilisation de ces applications et leurs avantages. Ces études ont abouti à l'élaboration du Rapport UIT-R RS.2178 « Rôle essentiel et importance à l'échelle mondiale de l'utilisation du spectre des fréquences radioélectriques pour les observations de la Terre et les applications connexes ». Il est souligné que les données sur le climat, les changements climatiques, le temps, les précipitations, la pollution ou les catastrophes sont une question cruciale au quotidien pour la communauté mondiale. Les activités d'observation de la Terre nous donnent ces informations, qui sont indispensables pour les prévisions météorologiques quotidiennes, l'étude des changements climatiques, la protection de l'environnement, le développement économique (transports, énergie, agriculture, construction) et la sécurité des personnes et des biens.

La plupart des données utilisées pour le Système Mondial d'Observation (SMO) et le Système Mondial d'Observation du Climat (SMOC) de l'OMM proviennent de systèmes de radiocommunication et d'applications hertziennes des services d'exploration de la Terre par satellite, des auxiliaires de la météorologie et de météorologie par satellite. Ces systèmes sont décrits dans plusieurs Recommandations UIT-R. En particulier, le GT 7C a élaboré la Recommandation UIT-R RS.1883¹⁶ sur l'utilisation des systèmes de télédétection dans l'étude des changements climatiques et de leurs effets. La Commission d'Études 7 de l'UIT-R (Services scientifiques), en coopération avec l'Organisation Météorologique Mondiale, a publié en 2002 un Manuel OMM/UIT sur l'utilisation du spectre radioélectrique pour la météorologie: surveillance et prévisions concernant le climat, le temps et l'eau, qui présente des informations sur l'élaboration et l'utilisation adéquate des systèmes de radiocommunication et des technologies hertziennes pour l'observation de l'environnement, la surveillance du climat, les prévisions météorologiques, ainsi que pour la prévision et la détection des catastrophes naturelles ou provoquées par l'homme et l'atténuation de leurs effets. La Commission d'Études 7 de l'UIT-R et l'OMM élaborent actuellement une version révisée de ce Manuel, qui devrait être achevée en 2017.

En 2012, l'UIT-R a publié un rapport sur *l'utilisation des technologies hertziennes pour comprendre, évaluer et limiter les effets des changements climatiques*, qui insiste en particulier sur la très grande importance des observations par satellite, qui sont irremplaçables dans la compréhension de l'évolution climatique grâce à la répétitivité et à l'homogénéité des mesures.

En outre, l'Assemblée des Radiocommunications de 2015 a adopté la Résolution UIT-R 60 « Réduction de la consommation d'énergie pour la protection de l'environnement et l'atténuation des effets des changements climatiques grâce à l'utilisation de technologies et systèmes des radiocommunications/ technologies de l'information et de la communication », dont l'objectif est de renforcer la collaboration

¹⁶ Recommandation UIT-R RS.1883, *Utilisation des systèmes de télédétection dans l'étude des changements climatiques et de leurs effets*, février 2011; <https://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/>.

entre l'UIT-R, l'ISO, la CEI et d'autres organismes éventuels, dans le but de coopérer pour identifier toutes les mesures appropriées destinées à réduire la consommation d'énergie des dispositifs de radiocommunication et à utiliser les radiocommunications/TIC pour le suivi et l'atténuation des effets des changements climatiques, notamment, et pour encourager la mise en œuvre de ces mesures, afin de contribuer à une réduction mondiale de la consommation d'énergie. Les Etats Membres, Membres des Secteurs et Associés sont invités à contribuer activement aux travaux de l'UIT-R dans le domaine des radiocommunications et des changements climatiques, en tenant dûment compte des initiatives prises par l'UIT en la matière, et à continuer d'appuyer les travaux de l'UIT-R dans le domaine de la télédétection (active et passive) pour l'observation de l'environnement.

1.2.2.2 UIT-T

La Commission d'Études 5 de l'UIT-T a élaboré plusieurs Recommandations, à savoir:

- Recommandation UIT-T L.1300 (06/2014), *Bonnes pratiques pour les centres de traitement de données écologiques* ;¹⁷
- Recommandation UIT-T L.1301 (05/2015), *Ensemble de données minimal et exigences relatives aux interfaces de communication pour la gestion énergétique des centres de données* ;¹⁸
- Recommandation UIT-T L.1302 (11/2015), *Evaluation de l'efficacité énergétique sur l'infrastructure des centres de données et des centres de télécommunication* ;¹⁹
- Recommandation UIT-T L.1310 (08/2014), *Indicateurs et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des équipements de télécommunication* ;²⁰
- Recommandation UIT-T L.1320 (03/2014), *Indicateurs et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des équipements d'alimentation électrique et de refroidissement pour les télécommunications et les centres de données* ;²¹
- Recommandation UIT-T L.1330 (03/2015), *Indicateurs et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des réseaux de télécommunication*.²²

A compter de 2016, la Commission d'Études 5 de l'UIT-T élaborera plusieurs bonnes pratiques et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique, sur des thèmes comme « Indicateurs et méthodes de mesure pour les sites accueillant une cellule de station mobile et bonnes pratiques en matière d'économies d'énergie ». En outre, elle élabore actuellement un Supplément à la Recommandation UIT-T L.1500 (06/2014), *Cadre pour les technologies de l'information et de la communication et l'adaptation aux effets des changements climatiques*, qui traite des effets des changements climatiques et de leurs possibles incidences. Par ailleurs, la Commission d'Études 5 de l'UIT-T élabore actuellement une nouvelle Recommandation spécifique concernant l'utilisation des TIC au service de l'adaptation du secteur agricole aux changements climatiques.

¹⁷ Recommandation UIT-T L.1300 (06/2014), *Bonnes pratiques pour les centres de traitement de données écologiques*, <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1300/>.

¹⁸ Recommandation UIT-T L.1301 (05/2015), *Ensemble de données minimal et exigences relatives aux interfaces de communication pour la gestion énergétique des centres de données*, <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1301/>.

¹⁹ Recommandation UIT-T L.1302 (11/2015), *Evaluation de l'efficacité énergétique sur l'infrastructure des centres de données et des centres de télécommunication*, <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1302/>.

²⁰ Recommandation UIT-T L.1310 (08/2014), *Indicateurs et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique des équipements de télécommunication*, <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1310/>.

²¹ Recommandation UIT-T L.1320 (03/2014), *Métriques et mesure de l'efficacité énergétique des équipements d'alimentation électrique et de refroidissement pour les télécommunications et les centres de données*, <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1320/>.

²² Recommandation UIT-T L.1330 (03/2015), *Métriques et méthodes de mesure de l'efficacité énergétique pour les réseaux de télécommunication*, <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1330/>.

1.2.3 L'OMM et les changements climatiques

1.2.3.1 Cadre mondial pour les services climatologiques

La nécessité de fournir aux décideurs et aux autres utilisateurs des données et des informations scientifiques qui les aident à faire face aux risques liés au climat et aux changements climatiques et à prendre des décisions en toute connaissance de cause a été soulignée par un grand nombre de participants à la troisième Conférence Mondiale sur le Climat (Genève, 2009), qui ont préconisé l'instauration d'un Cadre Mondial pour les Services Climatologiques (CMSC), après quoi l'Equipe spéciale de haut niveau chargée de mettre en œuvre le CMSC a rédigé un rapport contenant une série de recommandations dans ce domaine. Le seizième Congrès Météorologique Mondial (Genève, mai-juin 2011) a approuvé, par un ensemble de décisions et de résolutions, la mise en route du processus d'instauration du Cadre mondial.

Le Cadre mondial pour les services climatologiques est une initiative internationale dirigée par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), qui vise à coordonner les efforts déployés à l'échelle du globe pour assurer la fourniture de services climatologiques axés sur les besoins des utilisateurs et tirer ainsi le meilleur parti des connaissances sur le climat.

En bref, les agriculteurs, les éleveurs, les exploitants de barrages, les habitants des basses terres, etc., disposeront d'informations (des mois voire des années à l'avance) qui leur permettront de se préparer et d'anticiper les risques climatiques tout en mettant à profit les possibilités qui s'offrent dans quatre domaines prioritaires (agriculture, eau, santé et prévention des catastrophes).

- Environ 70 pays qui, à l'heure actuelle, ne sont pas à même de concevoir et de fournir de véritables services climatologiques, en particulier les pays les moins avancés, les petits Etats insulaires en développement, les pays en développement sans littoral et autres pays vulnérables, se verront dotés de moyens renforcés dans ce domaine.
- Tous les pays et toutes les populations sont susceptibles de bénéficier de la mise en place du Cadre mondial qui se traduira par la prestation de services climatologiques adaptés aux besoins de tous.

1.2.3.2 Le CMSC dans le contexte de l'adaptation au changement climatique

La mise en place du Cadre mondial pour les services climatiques (GFCS) apportera de multiples avantages sur les plans économique, social et environnemental, car la prestation de services climatologiques ciblés permettra de gérer plus efficacement les risques de catastrophes liés au climat. Par exemple, les prévisions agrométéorologiques, les prévisions épidémiologiques et les alertes précoces à la sécheresse ou aux inondations viendront appuyer les mesures d'adaptation au niveau des collectivités. Grâce au cadre GFCS, le système des Nations Unies sera mieux à même d'aider les Etats Membres à honorer leurs engagements relatifs aux objectifs du Millénaire pour le développement et aux objectifs de développement durable et à relever les nouveaux défis qui se posent à eux.

1.2.4 Autres initiatives

1.2.4.1 Initiative de recherche concertée sur l'adaptation en Afrique et en Asie

L'Initiative de Recherche Concertée sur l'Adaptation en Afrique et en Asie (IRCAAA) soutient la recherche de haut niveau et l'engagement politique en Afrique et en Asie, en ciblant trois points chauds des changements climatiques: les régions semi-arides, les deltas et les bassins alimentés par la fonte des glaciers et de la neige. Dans chaque point chaud vit un grand nombre de personnes pauvres dont les moyens de subsistance dépendent des secteurs sensibles au climat.

En se servant de ces points chauds comme d'outil pour la recherche sur les défis communs à différents contextes, de nouvelles possibilités et connaissances peuvent émerger. Chacun des consortiums soutenus par l'IRCAAA réunit jusqu'à cinq institutions possédant un éventail de compétences scientifiques et liées au développement socio-économique régionales afin d'explorer les dimensions physiques, sociales, économiques et politiques de la vulnérabilité et les options en matière d'adaptation. Les consortiums s'attaquent également aux changements climatiques sur différentes périodes et à différentes échelles – de leurs impacts sur les ménages et les villages jusqu'au développement de politiques régionales et internationales.

L'IRCAAA est mise en œuvre conjointement par le CRDI et le Département pour le développement international du Royaume-Uni, et porte sur une période allant de 2012 à 2019.

1.2.4.2 Initiative de recherche internationale sur l'adaptation aux changements climatiques

L'Initiative de Recherche Internationale sur l'Adaptation aux Changements Climatiques (IRIACC) est un programme de recherche quinquennal (de 2011 à 2016) visant à aider les populations et les secteurs vulnérables à s'adapter aux effets des changements climatiques.

L'IRIACC permet de faire avancer les connaissances au sujet des changements climatiques et des facteurs de stress connexes, tout en permettant le développement d'outils, de technologies et d'approches concertées en matière d'adaptation. Le programme vise à façonner les politiques au moyen d'un échange de résultats des recherches entre les différentes autorités compétentes pour orienter la planification de l'adaptation.

1.2.1.1 Coalition pour le climat et l'air pur

La Coalition pour le climat et l'air pur, qui vise à réduire les incidences des polluants climatiques de courte durée de vie (CCAC) est un cadre volontaire international pour une action concrète et substantielle, visant à faire progresser les efforts pour la réduction des polluants climatiques de courte durée de vie, l'objectif étant dans un premier temps de réduire les émissions de méthane, de carbone noir et de nombreux hydrofluorocarbures (HFC), de manière à protéger l'environnement et la santé publique, promouvoir l'alimentation et la sécurité énergétique et lutter contre les changements climatiques à court terme.

1.2.1.2 Forum des principales économies sur l'énergie et le climat

Le Forum des principales économies sur l'énergie et le climat (MEF) est une initiative lancée en mars 2009 en vue de rassembler les 17 principaux émetteurs au monde, afin de faire avancer les principaux enjeux évalués lors des négociations internationales sur les changements climatiques.

Ce Forum est en outre un important cadre de collaboration internationale au sens large concernant le développement, la présentation et le déploiement de nouvelles technologies énergétiques propres.

1.2.1.3 Initiative mondiale sur le méthane

L'Initiative mondiale sur le méthane est une initiative volontaire qui sert de cadre international pour promouvoir une méthode de récupération du méthane rentable et l'utilisation du méthane comme source d'énergie propre.

Lancée en 2004, GMI est le seul effort international ciblant spécifiquement la réduction de méthane, la récupération et l'utilisation en se concentrant sur les cinq principales sources d'émissions de méthane: l'agriculture, les mines de charbon, les sites d'enfouissement, les installations pétrolières et gazières et les eaux usées. L'Initiative travaille de concert avec d'autres cadres internationaux, notamment la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, pour réduire les gaz à effet de serre (GES). Contrairement à d'autres GES, le méthane est le composant principal du gaz naturel

et peut être converti en énergie utilisable. La réduction du méthane sert donc comme une méthode rentable pour réduire les GES et accroître la sécurité énergétique, stimuler la croissance économique, améliorer la qualité de l'air et améliorer la sécurité des travailleurs.

GMI est une initiative publique-privée internationale qui recherche à court terme la réduction des émissions de méthane et la récupération et l'utilisation du méthane comme source d'énergie propre dans quatre secteurs: l'agriculture, les mines de charbon, les sites d'enfouissements, les installations pétrolières et gazières et les eaux usées. Ces projets visent à réduire les émissions de GES à court terme et à fournir un certain nombre d'autres bénéfices environnementaux et économiques importants tels que:

- stimuler la croissance économique locale;
- créer de nouvelles sources d'énergie alternative abordables;
- améliorer la qualité de l'air local et de l'eau, avec les prestations de santé publique associés;
- accroître la sécurité des travailleurs du secteur de l'industrie.

L'objectif de l'initiative est de réduire les obstacles sur le marché, de promouvoir l'échange d'informations, l'élaboration de projets avec des partenaires institutionnels ou autres, le développement d'outils et de ressources, la fourniture de formations et de programmes de renforcement des capacités, la présentation de technologie, et le soutien direct aux projets.

Une attention particulière est accordée à réunir tous les acteurs nécessaires au développement des projets, y compris les gouvernements, les institutions financières, les promoteurs de projets, les fournisseurs de technologie et autres.

1.2.1.4 Fonds international de développement agricole

Le Fonds International de Développement Agricole (FIDA) vise principalement à aider les collectivités rurales pauvres qui vivent de l'agriculture paysanne à résister aux effets des changements climatiques ainsi qu'aux catastrophes provoquées par les intempéries. Le programme favorise la réalisation de cet objectif en encourageant l'apport et la mise en commun de connaissances, d'approches et de pratiques liées à l'adaptation aux changements climatiques. Le soutien de l'Agence Canadienne pour le Développement International (ACDI) vise à permettre aux agriculteurs de réduire leurs pertes agricoles, de bénéficier d'un meilleur approvisionnement en eau et d'utiliser cette dernière plus efficacement. Il contribue aussi au renforcement des capacités des personnes et des collectivités de s'adapter aux effets des changements climatiques.

1.2.1.5 Fonds de partenariat pour le carbone forestier – Fonds de préparation

Le Fonds de préparation du Fonds de partenariat pour le carbone forestier (FCPF) est un partenariat mondial géré par la Banque mondiale qui a pour but de soutenir les efforts déployés par les pays en développement pour réduire les émissions de gaz à effet de serre découlant de la déforestation et de la dégradation des forêts. Il appuie également la conservation et la gestion durable des forêts ainsi que le renforcement de stocks de carbone forestier (quantité de carbone stocké dans les écosystèmes forestiers) des pays en développement des régions tropicales et subtropicales.

1.2.1.6 Systèmes d'alerte précoce aux catastrophes du climat

Le renforcement des systèmes d'alerte précoce est un élément fondamental de la résilience face aux risques liés aux changements climatiques. Afin d'apporter une réponse effective face à la forte demande visant à donner la priorité aux mesures d'adaptation aux changements climatiques, émanant notamment des pays les moins avancés et des petits Etats insulaires en développement, la France a lancé une initiative intitulée « Systèmes d'alerte précoce aux catastrophes du climat » (CREWS).

Cette initiative fait désormais partie intégrante du plan d'action visant à donner suite à la COP21, et a recueilli un soutien international croissant depuis cette Conférence.

La Commission de direction chargée de l'initiative CREWS s'est réunie pour la première fois le 12 septembre 2016 à Genève. Lors de cette réunion, la France s'est vu attribuer la fonction de Présidente pour une durée d'un an. Les participants ont également approuvé les dispositions relatives à la gouvernance et à la structure de l'initiative CREWS, qui s'appuie sur le fonds fiduciaire de la Banque mondiale et sur un secrétariat « réduit » au sein de l'OMM. Les organisations qui sont actuellement partenaires de l'initiative sont notamment la Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies, l'OMM et le Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement de la Banque mondiale. Le plan d'investissement initial pour la période 2016-2020 a été approuvé. Six projets prioritaires ont été définis, bénéficiant d'une enveloppe globale provisoire de 16,46 millions USD: ils concernent le Burkina Faso, le Mali, le Niger, la République démocratique du Congo, la Papouasie-Nouvelle-Guinée et la région Pacifique (Fidji, Kiribati, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Tuvalu, Vanuatu, Iles Salomon et Iles Marshall).

Le Fonds fiduciaire de l'initiative CREWS a un objectif de capitalisation de 100 millions USD d'ici à 2020. Les décisions financières préliminaires par pays ont été prises à la seconde réunion de la Commission de direction tenue en parallèle à la COP22. Des crédits d'un montant de 12 millions USD ont été alloués au Burkina Faso, à la République démocratique du Congo et aux petits Etats insulaires en développement (PEID) du Pacifique.

2 CHAPITRE 2 – Surveillance des changements climatiques

2.1 Systèmes de Terre

Au cours des dernières décennies, des organismes scientifiques ont mis en place des réseaux de stations d'observation météorologique dans le monde entier. Ces stations fournissent également des données relatives à la surveillance du climat. Un grand nombre de stations ont rassemblé des relevés météorologiques continus pendant de nombreuses décennies, mais d'autres stations n'ont été en service que pendant quelques années, avant de cesser de fonctionner. Les données comprennent généralement les températures quotidiennes minimales et maximales, les chutes de neige et les précipitations totales sur 24 heures et peuvent comporter d'autres données hydrologiques ou météorologiques, telles que l'évaporation ou les températures du sol.

En général, les stations météorologiques sont équipées des instruments suivants:

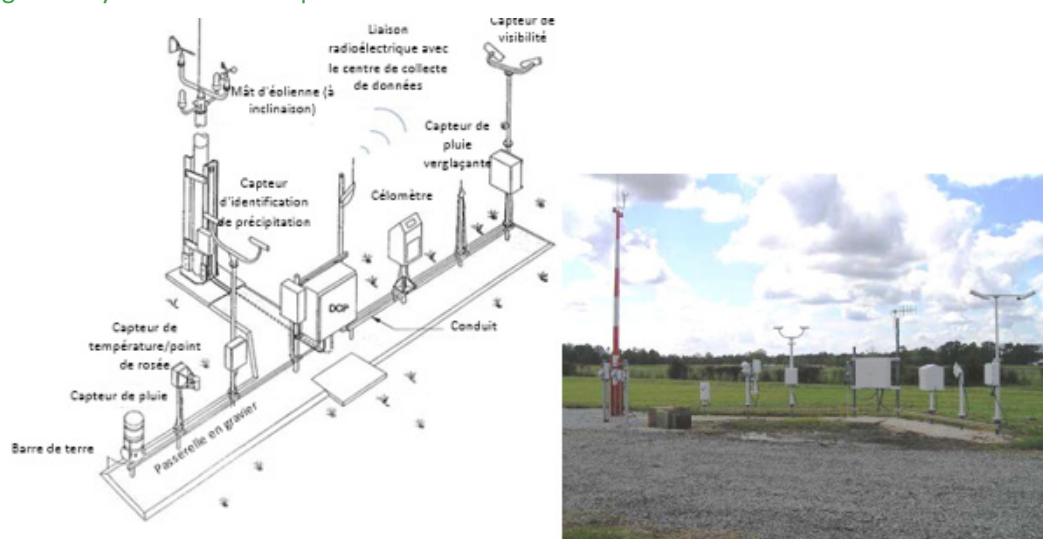
- Thermomètre pour mesurer la température de l'air et à la surface de la mer.
- Baromètre pour mesurer la pression atmosphérique.
- Hygromètre pour mesurer l'humidité.
- Anémomètre pour mesurer la vitesse du vent.
- Pyranomètre pour mesurer le rayonnement solaire.
- Pluviomètre pour mesurer les précipitations liquides pendant une période donnée.

De plus, dans certains aéroports, d'autres instruments peuvent être utilisés, comme indiqué sur la **Figure 6**, à savoir :

- Capteur des conditions météorologiques actuelles/d'identification de précipitation permettant d'identifier la précipitation.
- Disdromètre, ou capteur de gouttelettes, pour mesurer la distribution de diamètre des gouttes de pluie.
- Transmissiomètre pour mesurer la visibilité.
- Céломètre pour mesurer la hauteur du plafond nuageux.

Des stations plus perfectionnées peuvent également mesurer l'indice ultraviolet, l'humidité de feuillage, l'humidité du sol, la température du sol, la température de l'eau dans les étangs, les lacs, les ruisseaux ou les rivières et, occasionnellement, d'autres données.

Figure 6: Système automatique d'observation de surface



Le Système Mondial d'Observation du Climat (SMOC) est un système opérationnel inscrit dans la durée et adapté à l'utilisateur, qui fournit toutes les observations nécessaires pour surveiller le système climatique, détecter toute manifestation du changement climatique et en déterminer les causes, évaluer les incidences de l'évolution et de la variabilité du climat et appuyer les travaux de recherche destinés à améliorer la compréhension et la modélisation du système climatique et à mieux prévoir son évolution. Le SMOC porte sur l'ensemble du système climatique: propriétés physiques, chimiques et biologiques, processus atmosphériques, océaniques, terrestres, hydrologiques et cryosphériques. Le SMOC est parrainé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM), la Commission Océanographique Intergouvernementale (COI) de l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO), le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et le Conseil International pour la Science (CIUS).

Le choix d'un site pour une station d'observation est une tâche très difficile; il reste d'ailleurs beaucoup de recherches à faire dans ce domaine. Selon le principe général, une station devrait fournir des mesures qui sont et restent représentatives de la zone avoisinante, dont l'étendue dépend de l'application météorologique considérée. Certaines stations d'observation ne sont visitées que rarement sur des sites difficiles d'accès. Le prix de construction de telles stations peut être très élevé, et le coût de desserte de celles-ci peut impliquer des frais supplémentaires. Ces stations sont parfois alimentées en électricité par des sources très peu fiables ou à partir de sites ne disposant pas d'une alimentation électrique permanente. Il faut prévoir que des appareils de télécommunication y seront installés. Il faut également prendre en compte des mesures de protection (contre la foudre, les inondations, le vol, le vandalisme, etc.) et les stations doivent évidemment pouvoir supporter des conditions météorologiques extrêmes. Le coût de systèmes susceptibles de fonctionner dans toutes les conditions prévisibles pour une station automatique est prohibitif. Il est donc essentiel, avant de concevoir une station ou d'en établir les spécifications, de bien comprendre le milieu dans lequel elle sera appelée à fonctionner. Il faut, très tôt dans le processus de planification, procéder à une analyse détaillée de l'importance relative des caractéristiques météorologiques et techniques requises, afin que les sites puissent être choisis et considérés comme convenables avant que des sommes importantes soient consacrées à leur construction.

Le fonctionnement d'une station d'observation reposant sur l'application de technologies très différentes de celles utilisées dans les stations et réseaux traditionnels, il va de soi qu'il faut prévoir une refonte totale des programmes de formation existants et une analyse précise des compétences que le personnel technique nécessaire devra posséder. Tout nouveau programme de formation doit être organisé selon un plan correspondant aux besoins des utilisateurs. Il doit porter notamment sur les opérations de maintenance et d'étalonnage définies par l'OMM et doit être adapté au système

considéré. Le recyclage du personnel existant, même si celui-ci possède de nombreuses années d'expérience des stations traditionnelles, n'est pas toujours possible et risque de créer de sérieux problèmes si ce personnel n'a pas de connaissances de base en matière de capteurs électriques, de techniques numériques, de microprocesseurs et d'informatique. Le recrutement d'un nouveau personnel ayant ces connaissances peut se révéler nécessaire. Un personnel compétent dans les divers domaines imposés par les stations d'observation doit être présent bien avant la mise en place d'un réseau de stations d'observation.

Il incombe aux constructeurs de systèmes de stations d'observation de fournir une documentation technique et d'exploitation très complète et d'organiser des cours de formation en matière de technique et d'exploitation. En général, il est demandé deux ensembles de documents aux constructeurs: des manuels d'utilisation, qui permettent une formation opérationnelle et servent de guide d'emploi du système, et des manuels techniques, plus complexes, qui présentent de façon très détaillée les caractéristiques de fonctionnement du système jusqu'au niveau du bloc et même du composant électronique et donnent des instructions pour la maintenance et la réparation. Ces manuels peuvent être considérés comme la documentation de base des programmes de formation organisés par le constructeur du système considéré. Ils doivent pouvoir servir d'ouvrages de référence lorsque les spécialistes du constructeur n'offriront plus une assistance directe. Certains pays auraient intérêt à organiser des cours de formation communs dans un centre de formation desservant plusieurs pays voisins. L'idéal serait évidemment qu'un tel centre soit associé à un centre d'instruments désigné et que les pays desservis soient convenus d'utiliser un équipement normalisé semblable.

2.2 Systèmes à satellites

Le Rapport UIT-R RS.2178²³ offre un aperçu complet des différentes applications de radiocommunication utilisées pour l'observation de la Terre, la recherche spatiale et la radioastronomie et décrit leurs incidences pour la société ainsi que leurs avantages économiques pour la communauté mondiale et, en particulier, leur importance pour la surveillance et la prévision des changements climatiques ainsi que pour l'alerte avancée et la surveillance des catastrophes, naturelles ou provoquées par l'homme, et l'atténuation de leurs effets.

Les satellites du Service d'Exploration de la Terre par Satellite (SETS) assurent une couverture systématique du globe avec les mêmes instruments, ou des instruments aux fonctions identiques. Ils fournissent donc des ensembles de données qui sont véritablement cohérentes sur l'ensemble du globe. Souvent, ces ensembles de données se recouvrent dans le temps et permettent de construire des ensembles de données couvrant de façon continue plusieurs décennies. Même s'ils ne couvrent pas des siècles ou des millénaires, ces ensembles de données apportent néanmoins des informations essentielles à tous ceux qui étudient les changements climatiques.

Les satellites sont le meilleur moyen d'obtenir un aperçu instantané de l'état de notre planète dans une perspective unique et unifiée. Aucun engin spatial ne peut à lui seul fournir une image complète, mais la flotte actuelle d'engins spatiaux, si ceux-ci sont exploités de façon concertée et partagent leurs données, offre la meilleure évaluation possible des conditions à l'échelle mondiale. L'objectif de la collecte de ces données est double:

- Fournir des données fiables et cohérentes (mêmes capteurs) qui seront utilisées pour l'établissement de modèles climatiques.
- Fournir une référence pour observer et mesurer les changements climatiques et leurs effets sur la planète.

²³ Rapport UIT-R RS.2178, *Rôle essentiel et importance à l'échelle mondiale de l'utilisation du spectre des fréquences radioélectriques pour les observations de la Terre et les applications connexes*, octobre 2010, <http://www.itu.int/pub/R-REP-RS.2178-2010>.

La climatologie a fait des progrès spectaculaires grâce aux observations satellitaires. Le radiomètre lancé avec Explorer 7 de 1959 à 1961 a permis de mesurer directement l'énergie absorbée et dégagée par la Terre. Cette mission et celles qui ont suivi ont permis aux scientifiques de mesurer l'équilibre énergétique de la Terre avec beaucoup plus d'assurance que lors des estimations indirectes précédentes, et donc d'améliorer les modèles climatiques. Au fur et à mesure que les radiomètres se sont perfectionnés, on a pu atteindre, pour ces mesures, la précision, la résolution spatiale et la couverture mondiale nécessaires pour observer directement les perturbations du bilan énergétique mondial global de la Terre causées par des phénomènes à court terme, par exemple des éruptions volcaniques majeures ou le phénomène El Niño-oscillation australe (ENSO). Ces radiomètres mesurent directement l'échange de chaleur entre l'Equateur et les pôles, l'incidence des gaz présents à l'état de traces dans l'atmosphère sur l'effet de serre et l'influence des nuages sur le bilan énergétique de la Terre. Ces observations ont fait progresser notre compréhension du système climatique et ont amélioré les modèles climatiques. L'exploitation concertée de la flotte internationale de satellites disponibles partageant leurs données donne une meilleure évaluation de la situation mondiale. La continuité des capteurs spatiaux dans le temps permet de construire des ensembles de données couvrant de façon continue plusieurs décennies.

Sur les 50 variables essentielles qui permettent de dire comment évolue le climat, 26 variables ne peuvent être observées que depuis l'espace. Les données satellitaires représentent une véritable révolution dans notre compréhension du système climatique. L'exemple le plus marquant est celui de l'élévation du niveau des mers. De plus, les satellites nous permettent d'obtenir une très bonne précision en ce qui concerne les spécificités et différences régionales.

Selon DocSciences,²⁴ « une liste non exhaustive des variables géophysiques observables depuis l'Espace comprend: l'irradiance solaire (totale et spectrale), le bilan radiatif de la Terre (flux solaire entrant, flux sortant infrarouge, nébulosité), la température de l'atmosphère, la vapeur d'eau, l'ozone, le taux de dioxyde de carbone, le taux de méthane, la couverture végétale et forestière, la couverture neigeuse, l'étendue de la glace de mer, l'étendue des glaces continentales, la température de surface de la mer, la couleur de l'océan (liée à la concentration en phytoplancton), les variations du niveau de la mer, etc. ».

Les satellites spécialisés dans l'étude de l'atmosphère (par exemple, AURA) et les équipements de météorologie opérationnels d'appui (par exemple, la série européenne MetOp et la série NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de satellites en orbite polaire) fournissent chaque jour des profils mondiaux en trois dimensions de la température et de l'humidité de l'atmosphère, ainsi que des données sur des constituants mineurs de l'atmosphère, comme l'ozone. Ces données sont introduites dans les modèles de prévisions météorologiques et servent aussi à définir l'état de l'atmosphère à un moment donné et à tester sur le court terme les modèles climatiques.

D'autres caractéristiques de la Terre sont surveillées par des engins spatiaux qui ne participent pas à des missions sur l'atmosphère, notamment:

- les engins spatiaux des séries Landsat (depuis 1973) et SPOT (depuis 1986), qui surveillent en permanence la surface de la Terre depuis des décennies;
- les satellites Numbus-7 (depuis 1978), puis les satellites de la série DMSP, qui surveillent en permanence la concentration des glaces de mer;
- les satellites ADEOS-1 et-2, QUIKSCAT, et, ultérieurement, l'instrument de mesure RapidSCAT à bord de l'ISS, qui surveillent par intermittence depuis 1996 les vents océaniques de surface;
- les satellites de la série TOPEX/Poseidon et Jason, qui surveillent en permanence, depuis 1992, les hauteurs et les températures de la surface de la mer et des océans; et

²⁴ DocSciences, Série « Espace » numéro 1, Une nuée de variables climatiques, p. 13, Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Versailles, juin 2007; http://catalogue.crdp.ac-versailles.fr/acces_ressources/ressources/DS1_web.pdf.

- les satellites SMOS, Aquarius et SMAP, qui surveillent depuis 2009 l'humidité du sol et la salinité des océans.

D'autres engins spatiaux et techniques comme les radars à synthèse d'ouverture ou les capteurs passifs hyperfréquences d'observation, enrichissent les moyens dont nous disposons pour décrire notre planète, en particulier pour observer les régions polaires lorsque la nuit polaire en hiver empêche la prise de toute image par des moyens optiques, et pour observer les régions où la couverture nuageuse persistante obscurcit la surface (Amazonie, Afrique centrale et pays insulaires, par exemple).

La Recommandation UIT-R RS.1883²⁵ décrit les applications des systèmes de télédétection embarqués à bord de satellites pour l'étude des changements climatiques.

2.3 Systèmes sous-marins

Les océans, qui recouvrent 71 pour cent de la surface terrestre, exercent une profonde influence sur le système climatique de la Terre, en jouant un rôle modérateur et de modulation de la variabilité du climat et en modifiant le rythme du changement climatique à long terme. Du fait de sa capacité thermique et de son volume considérable, l'océan peut stocker une quantité de chaleur environ mille fois supérieure à celle de l'atmosphère. L'océan est également un immense réservoir de dioxyde de carbone et contient actuellement 50 fois plus de carbone que l'atmosphère.²⁶ Quatre-vingt cinq pour cent des précipitations et de la neige proviennent directement des océans; à l'inverse, une sécheresse prolongée est influencée par les régimes de températures océaniques à l'échelle du globe. Les interactions couplées océan-atmosphère, telles que le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO), influent sur les phénomènes météorologiques et les tempêtes types autour du globe. L'élévation du niveau des mers et les inondations côtières sont les conséquences les plus graves des changements climatiques et l'altération des régimes de circulation océaniques peut avoir pour conséquence de brusques changements climatiques.

Du fait de leur grande inertie thermique, les océans ont une « mémoire » et peuvent garder des traces de certains phénomènes météorologiques et climatiques durant des centaines d'années. En revanche, la mémoire de l'atmosphère terrestre n'est que d'une semaine, voire moins. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire, pour prévoir les conditions météorologiques au-delà d'une semaine ou deux, de disposer d'informations sur l'océan; dans des conditions de tempête, en particulier, même les prévisions météorologiques à court terme sont meilleures si l'on tient compte de l'interaction océan-atmosphère. Plus l'échelle de temps est longue, plus l'océan prend de l'importance. En conséquence, les prévisions des conditions climatiques pour les saisons et décennies à venir seront liées de façon décisive aux données océaniques.

L'une des principales caractéristiques de l'océan est qu'il est en perpétuel mouvement, mouvement qui redistribue la chaleur et l'eau douce que l'océan reçoit des précipitations, des chutes de neige et de la fonte des glaces. Les échanges de chaleur et d'eau douce entre l'océan et l'atmosphère agissent de manière différente, mais complémentaire, sur le climat à l'échelle du globe. Ainsi, l'évaporation, qui ajoute de la vapeur d'eau moins dense que l'air dans l'atmosphère, entraîne un mélange vers le haut et libère ensuite de l'énergie dans la haute atmosphère, ce qui a une profonde influence sur le temps et le climat; à l'inverse, les précipitations, qui ajoutent de l'eau douce dans l'océan, font que la couche de surface présente une salinité et une densité moindres, réduisant ainsi le mélange vers le bas dans l'océan. Le refroidissement de la basse atmosphère rend l'air plus stable, ce qui réduit le mélange vers le haut, alors que le refroidissement de la couche supérieure de l'océan rend l'eau de surface plus dense, ce qui accroît le mélange vers le bas. En raison des variations à l'échelle régionale de l'influence relative de ces phénomènes, il est important d'observer l'océan en de nombreux points. Sous les tropiques, le réchauffement de la surface océanique, associé au phénomène El Niño, accroît

²⁵ Recommandation UIT-R RS.1883, *Utilisation des systèmes de télédétection dans l'étude des changements climatiques et de leurs effets*, février 2010, <http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1883/>.

²⁶ Christopher L. Sabine et Richard A. Feely, *The oceanic sink for carbon dioxide*, U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); <http://www.pmel.noaa.gov/pubs/outstand/sabi2854/sabi2854.shtml>.

l'évaporation et la convection, ce qui modifie les régimes de précipitation distants. Dans les régions situées aux latitudes élevées, le refroidissement de l'océan dû à l'atmosphère contribue beaucoup à des phénomènes qui se produisent à l'échelle du globe tels que la circulation méridionale de renversement.

L'observation de l'océan dans son intégralité, à l'échelle du globe et en profondeur, représente une tâche particulièrement ardue aux échelles de temps appropriées. L'approche traditionnelle consistant à utiliser les observations fournies par des navires est coûteuse et par nature limitée, à la fois dans le temps et l'espace.²⁷ Les bouées fixes et dérivantes autonomes ont révolutionné les capacités du système d'observation et rendu possible la mise en place d'un système mondial. Les observations du niveau de la mer fournies par les capteurs actifs spatiaux grâce à l'altimétrie et de la tension du vent de surface grâce à la diffusométrie radar, conjuguées à d'autres techniques de détection passive de la couleur de l'océan et de la température à la surface de la mer, grâce aux techniques infrarouges et hyperfréquences, ont certes été mises en place, mais se limitent pour l'essentiel à des variables de surface, de sorte que les observations in-situ sont un complément essentiel.

Les données relatives à la température de l'océan à l'échelle du globe au-dessous de la surface sont essentiellement mesurées au moyen de bouées fixes ou dérivantes. Les bouées fixes sont utiles pour mesurer des séries temporelles dans toute la hauteur de la colonne d'eau et dans un emplacement longitudinal/latitudinal donné. La plupart des données de température concernant les grands fonds marins sont mesurées au moyen de dispositifs appelés « flotteurs ». On recense aujourd'hui plus de 3 000 flotteurs dans les océans.²⁸ Les flotteurs sont généralement placés en un emplacement donné dans l'océan, puis descendent à une profondeur prédéfinie, où elles enregistrent une série temporelle de températures de l'eau, tout en se déplaçant avec les courants à cette profondeur. L'inconvénient de ces flotteurs est que la plupart désactivent leurs capteurs entre 5 m de profondeur et la surface pour éviter l'encrassement.

Les radars océanographiques à ondes de surface fonctionnant en ondes décimétriques (HF) sont utilisés pour mesurer avec précision les courants et les vagues (état de la mer) dans les eaux côtières. Ces mesures offrent de nombreux avantages à la société, en ce sens qu'elles permettent de mieux comprendre les questions relatives à la pollution des côtes, à la gestion des pêches, aux opérations de recherche et de secours, à l'érosion des plages, à la navigation maritime, au transport des sédiments et à la détection des tsunamis. Elles facilitent également les opérations météorologiques grâce à la collecte de données sur l'état de la mer et les vagues océaniques dominantes, renforcent la vigilance dans le domaine maritime, et permettent de détecter à longue distance les navires de surface, ce qui contribue à la sûreté et à la sécurité de la navigation et des ports dans le monde entier; assure la sécurité des déplacements maritimes et améliore le temps d'intervention des opérations maritimes de recherche et de sauvetage.

La Commission technique mixte d'océanographie et de météorologie maritime (JCOMM), qui regroupe des experts et des moyens techniques de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et de la Commission Océanographique Intergouvernementale (COI) de l'UNESCO, constitue un mécanisme de coordination internationale des observations de météorologie maritime et d'océanographie météorologique, de la gestion des données et des services. Le JCOMM réunit les experts, les technologies et les moyens de renforcement des capacités des communautés météorologiques et océanographiques. Il a géré le programme Argo d'observation des océans fondés sur la collaboration internationale. Chaque flotteur du programme Argo est un flotteur autonome qui recueille des données à résolution verticale, y compris la température, à une profondeur de 2 km, et qui remonte à la surface tous les

²⁷ Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden et P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, US; <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter3-supp-material.pdf>.

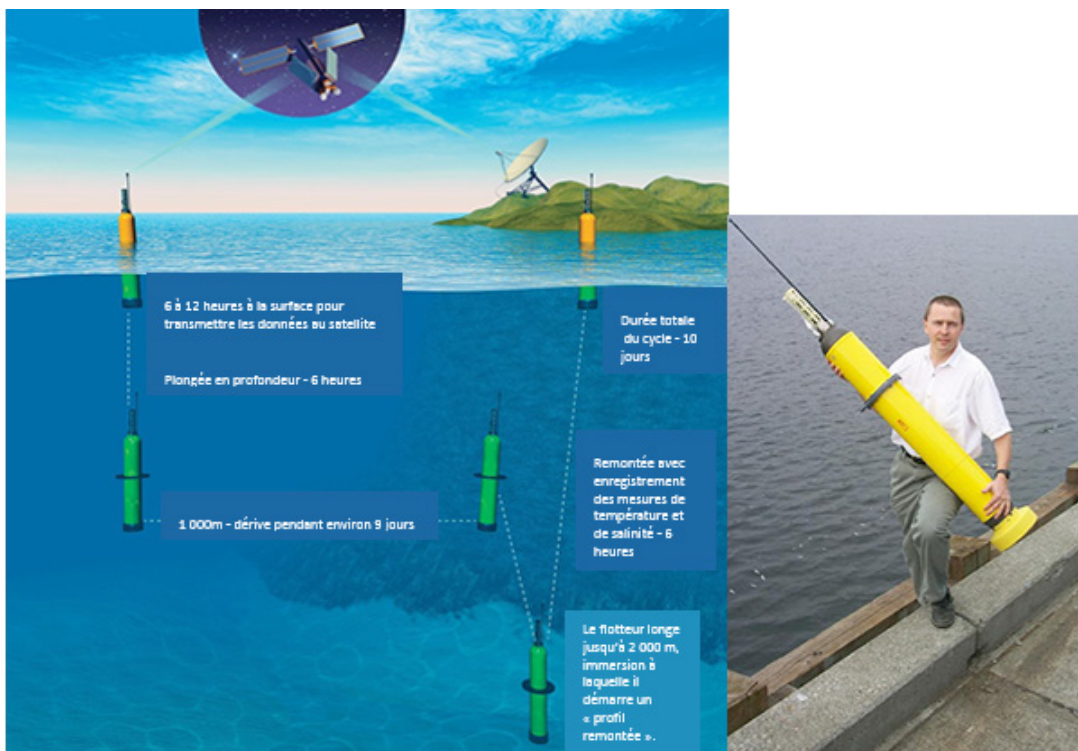
²⁸ Jet Propulsion Laboratory/NASA, Sea Surface Temperature, <https://podaac.jpl.nasa.gov/SeaSurfaceTemperature>.

10 jours pour transmettre les données. Les flotteurs Argo restent en service pendant quatre ans de façon autonome (voir la **Figure 7**).

Si un domaine ou un sujet présentant un intérêt particulier doit être mesuré sous l'eau, il est possible d'utiliser des planeurs sous-marins autonomes ou des véhicules à propulsion avant. Ces véhicules transportent des dispositifs d'enregistrement des températures ainsi que des capteurs de profondeur et de salinité, des horloges et des systèmes GPS. Ces véhicules permettent aux scientifiques de choisir des trajets donnés sur lesquels les mesures sont obtenues.

Aux fins des prévisions climatiques saisonnières, il est nécessaire de disposer d'informations au-dessous de la surface, à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Pour les prévisions climatiques décennales, il est parfois nécessaire d'obtenir des informations à n'importe quelle profondeur. Le recours à des câbles sous-marins offre des perspectives nouvelles aux climatologues.

Figure 7: Fonctionnement des flotteurs Argo



L'UIT, la COI et l'OMM ont institué fin 2012 un Groupe d'action mixte (JTF), chargé d'élaborer une stratégie et une feuille de route qui pourrait permettre d'assurer la disponibilité de répéteurs sous-marins munis de capteurs scientifiques pour la surveillance du climat et la réduction des risques liés aux catastrophes (tsunamis). Ce groupe évaluera également les possibilités de rénovation et de réutilisation de câbles mis hors service. Le JTF a publié plusieurs documents qui fournissent des renseignements plus détaillés sur les enjeux techniques et juridiques ainsi que sur les avantages qui s'offrent pour la société.

- The scientific and societal case for the integration of environmental sensors into new submarine telecommunication cables: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-ICT-2014-03-PDF-E.pdf.
- Utilisation de câbles sous-marins pour la surveillance du climat et l'alerte en cas de catastrophe: Stratégie et feuille de route: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000150001PDFE.pdf.

- Utilisation de câbles sous-marins pour la surveillance du climat et l'alerte en cas de catastrophe: Perspectives et enjeux juridiques: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000160001PDFE.pdf.
- Utilisation de câbles sous-marins pour la surveillance du climat et l'alerte en cas de catastrophe: Etude de faisabilité technique: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B040000170001PDFE.pdf.

2.4 Systèmes météorologiques aéroportés

Partout dans le monde, des ballons météorologiques sont lancés deux fois par jour et transmettent en continu des données météorologiques de télémessure vers une station au sol par l'intermédiaire de ce que l'on appelle une radiosonde. Depuis 1957, toutes les stations procèdent à leur sondage aux mêmes horaires, à savoir 00 heure UTC et 12 heures UTC, bien que de nombreuses stations en dehors de l'Amérique du Nord et de l'Europe ne fassent plus qu'un sondage par jour pour des raisons budgétaires. Les pays qui lancent des radiosondes opérationnelles sont membres du programme de Veille météorologique mondiale de l'Organisation Météorologique Mondiale; à ce titre, ils s'échangent librement leurs données de sondage.

Ces sondages effectués dans la haute atmosphère ont deux principaux objectifs: d'une part, analyser et décrire les régimes climatiques actuels et, d'autre part, fournir des données afin d'élaborer des modèles de prévisions météorologiques informatiques à court et moyen termes. Les données transmises par les radiosondes sont également utilisées pour les études sur le climat, la surveillance de la pollution de l'air, les activités aéronautiques et les applications de défense. Elle constitue en outre la « réalité de terrain » pour les données fournies par les satellites.

Une radiosonde est une unité électronique qui comprend trois grandes parties: une série de capteurs météorologiques sophistiqués; un équipement électronique de traitement du signal et un émetteur radio pour renvoyer les mesures effectuées vers un récepteur situé sur la station de lancement de la radiosonde. Les mesures météorologiques sont réalisées toutes les une à six secondes, selon le type et la marque de la radiosonde.²⁹ Deux bandes de fréquences radioélectriques ont été attribuées aux services de météorologie pour la transmission des données météorologiques, à savoir les bandes 400-406 MHz et 1 675-1 700 MHz. La Recommandation UIT-R RS.1165³⁰ définit les caractéristiques techniques et les critères de qualité de fonctionnement pour le service des auxiliaires de la météorologie dans ces bandes.

Une catasonde est une radiosonde particulière qui est lancée depuis un aéronef de recherche et mesure les vents, la pression, la température et l'humidité, tout au long de sa descente avec un parachute. Une sonde fusée présente les mêmes caractéristiques qu'une catasonde, à ceci près que l'on utilise une fusée pour emmener la sonde à l'altitude de déploiement souhaité, la sonde étant alors éjectée et redescendant vers la Terre avec un petit parachute. Les sondes fusées atteignent des altitudes allant de 20 à 110 km. Elles constituent d'excellents véhicules pour sonder cette « moyenne atmosphère » qui se situe entre la limite supérieure de l'altitude atteinte par la plupart des aéronefs et des radiosondes et l'altitude où se trouvent la plupart des satellites en orbite basse. Il s'agit de la région dans laquelle on trouve la plus grande concentration d'ozone stratosphérique.³¹

Les radiosondes modernes permettent de mesurer ou de calculer les variables suivantes:

- altitude;

²⁹ Dabberdt, W. F. et al., *Radiosondes*, Encyclopedia of Atmospheric Sciences, 2nd Edition, Academic Press, 4 novembre 2014.

³⁰ Recommandation UIT-R RS.1165 (2006), *Caractéristiques techniques et critères de qualité de fonctionnement des systèmes utilisés dans le service des auxiliaires de la météorologie dans les bandes à 403 MHz et à 1 680 MHz*, mars 2006, <http://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1165/fr>.

³¹ Daniel, R.R., *Concepts in Space Science*, University Press, 1er mai 2002.

- pression;
- température;
- humidité relative;
- vent (force et direction);
- relevé des rayons cosmiques à haute altitude;
- position géographique (latitude/longitude).

3 CHAPITRE 3 – Atténuation des effets des changements climatiques

3.1 Incidences positives et négatives des TIC

L'édition de 2014 du Rapport de l'UIT-D sur les TIC et les changements climatiques³² reprend les résultats présentés ci-dessous, figurant dans le rapport « SMARTer2020 » de la Global e-Sustainability Initiative (GeSI) et selon lesquels les émissions de carbone produites par les TIC peuvent être largement compensées par les économies résultant de l'utilisation des TIC dans d'autres secteurs industriels:

« Sachant que le secteur des TIC aura émis [en] 2011 un volume de 0,91 milliard de tonnes de dioxyde de carbone et que ce montant devrait atteindre 1,27 milliard en 2020, les TIC pourraient permettre d'économiser jusqu'à sept fois l'équivalent de leur propre empreinte carbone (fabrication, infrastructure informatique et utilisation) ».

Depuis lors, de nouveaux résultats ont été publiés dans le rapport « SMARTer2030 » de la GeSI (2015).³³ Ces résultats indiquent que les TIC pourraient permettre de réduire de 20 pour cent les émissions mondiales de CO₂ équivalent d'ici à 2030, maintenant ainsi les émissions au niveau de 2015, et montrent que les TIC permettraient de dissocier effectivement la croissance économique et l'augmentation des émissions.

3.2 TIC vertes

3.2.1 Empreinte mondiale des TIC

Les prévisions du rapport SMARTer2020 faisant état d'une empreinte mondiale des TIC de 1,27 Gt en 2020, soit 2,3 pour cent des émissions mondiales, ont été revues à la baisse. L'empreinte mondiale des TIC devrait atteindre 1,25 Gt en 2030, soit 1,97 pour cent des émissions mondiales. L'amélioration de ces résultats est due à la sensibilisation croissante de l'opinion et à la contribution des organisations du secteur des TIC, aux investissements consentis par les entreprises du secteur pour réduire les émissions et à des dispositifs TIC plus efficaces. Le **paragraphe 3.2.2** fournit un exemple d'indicateurs fondamentaux de performance pour les organisations actives dans le domaine des TIC. Le **paragraphe 3.2.3** présente des travaux de recherche illustrant la manière dont la performance peut être améliorée.

3.2.2 Indicateurs fondamentaux de performance pour les organisations actives dans le domaine des TIC

Les organisations du secteur des TIC publient désormais des rapports annuels sur la durabilité, dans lesquels sont exposés les objectifs de performance pour leurs activités, sous la forme d'indicateurs fondamentaux de performance. Ces rapports évaluent également la réalisation de ces objectifs d'une année sur l'autre. Le **Tableau 1**³⁴ présente un exemple d'évaluation de la performance environnementale.

Pour un fabricant, la marge de manœuvre la plus importante consiste à agir non pas sur ses propres activités, mais au niveau des éléments de réseau fournis à ses consommateurs. Le **Tableau 2**³⁵, issu

³² Rapport final de l'UIT-D. Question 24/2 de l'UIT-D, les TIC et les changements climatiques, janvier 2014; https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.24-2014-PDF-F.pdf.

³³ GeSI.org, Rapport SMARTer 2030 de la GeSI, 2015, Chapitre 2.2: « Environment – Decreasing emissions and resource consumption whilst allowing for growth »; http://smarter2030.gesi.org/downloads/Chapter_Environment.pdf.

³⁴ Rapport « Planet and People », 2015, Nokia. http://company.nokia.com/sites/default/files/download/nokia_people_and_planet_report_2015.pdf.

³⁵ *ibid*

de la même source que le tableau précédent, illustre l'évolution typique de la durabilité des éléments de réseau.

3.2.3 Réduction de la consommation énergétique des TIC

Le trafic de données de l'Internet augmente à un rythme exponentiel à cause, d'une part, d'un usage de plus en plus étendu des téléphones intelligents et des tablettes et, d'autre part, d'un nombre toujours croissant d'applications disponibles sur des terminaux de plus en plus variés et mobiles. Il est indiqué dans le Rapport UIT-R M.2370³⁶ que, selon les données fournies par Nokia, le trafic mobile sera multiplié par 85 entre 2010 et 2017. Par ailleurs, le nombre d'internautes devrait passer de 2,3 milliards en 2010 à 3,6 milliards en 2017. On prévoit aussi qu'à la même époque, le réseau mondial de télécommunication verra transiter plus de 5 000 milliards de gigaoctets. L'utilisation généralisée des services et des applications de nuage (stockage et services logiciels distants) va accroître considérablement le trafic données Internet. Tous ces facteurs nécessitent de plus en plus de ressources à la fois dans les réseaux (accès, central, transport) mais aussi dans les centres de données. Les acteurs du secteur des TIC, s'ils veulent conserver une durabilité économique et environnementale, doivent maîtriser dans les années à venir la consommation électrique de l'Internet.

La Revue de l'électricité et de l'électronique³⁷ présente deux grands cadres de recherche récents, qui montrent que, si les bonnes stratégies d'évolution d'architecture et des composants de réseaux sont appliquées, les réseaux de télécommunication sont durables malgré l'énorme augmentation du trafic et des applications qui est prévue pour les années à venir.

Le premier est une application de partage de connaissances disponible sur Internet, appelé G.W.A.T.T (www.gwatt.net). Conçu par Bell Labs, cet outil interactif offre une vision macroscopique de bout en bout et un moyen simple de déterminer la consommation d'énergie d'un réseau de télécommunication et son évolution au cours de prochaines années, ainsi que les impacts positifs (ou négatifs) de choix d'architectures et de technologies. Bell Labs continue à faire évoluer cet outil en y intégrant les dernières données de prévision de l'évolution de trafic et les nouvelles technologies disponibles. Cela représente donc un outil d'évaluation important pour quantifier le gain de toute nouvelle innovation et la mesurer par rapport à une référence.

Le second cadre de recherche est le consortium « GreenTouch » qui a été créé en 2010 et qui a présenté le 18 juin 2015, à la fin de son mandat, des résultats montrant qu'il était possible d'améliorer l'efficacité énergétique des réseaux d'un facteur mille à horizon 2020. Les études regroupées dans un article³⁸ intitulé « Green Meter » montrent qu'il est possible, en associant des nouvelles technologies, des architectures de réseau et de nouveaux composants, algorithmes et protocoles, de réduire considérablement la consommation d'énergie des réseaux d'accès fixe, des réseaux d'accès mobile et des réseaux centraux par rapport au niveau de 2010. Plus précisément, ces recherches concluent qu'on pourrait atteindre les résultats suivants avec un réseau théorique sans contraintes de mise en œuvre pratique:

- amélioration de l'efficacité du réseau d'accès radioélectrique mobile d'un facteur 10 000;
- amélioration de l'efficacité de l'accès fixe optique d'un facteur 254;
- amélioration de l'efficacité du « réseau central d'un facteur 316.







Il faut noter que les chiffres donnés ci-dessus tiennent également compte de l'amélioration « normale » de l'efficacité des technologies de réseau (mesurée en joules dépensés par bit transporté),

³⁶ Rapport UIT-R M.2370, *Estimations de trafic pour les IMT pour la période 2020-2030*, Figure 12.

³⁷ Richard, Philippe, Comprendre les défis énergétiques des technologies de l'information et de la communication, La Revue de l'Electricité et de l'Electronique, N° 4, 2015.




³⁸ GreenTouch, « GreenMeter » White Paper, 2015. <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/belllabs-microsite-greentouch/uploads/documents/White%20Paper%20on%20Green%20Meter%20Final%20Results%20August%202015%20Revision%20-%20vFINAL.pdf>.

Tableau 1: Exemple du suivi de la performance environnementale exercé par un fabricant dans le cadre de ses activités

Objectif pour 2015	Evolution en 2015	Etat d'avancement
Notre objectif est de réduire la consommation électrique de nos usines de 2% par unité produite par rapport à 2014.	La consommation électrique globale de nos usines a diminué, mais nous ne sommes pas parvenus à atteindre l'objectif fixé pour chaque unité produite.	Non atteint 
Notre objectif est de continuer à réduire les émissions totales de gaz à effet de serre produites par nos infrastructures (Champs d'application 1 et 2) par rapport à 2014.	Les émissions de gaz à effet de serre produites par nos bureaux et nos usines ont diminué d'environ 12%, y compris grâce à l'achat d'électricité renouvelable*.	Atteint 
Notre objectif est de maintenir la part d'électricité renouvelable à environ 50% à l'échelle mondiale, en fonction de sa disponibilité dans les pays où nous exerçons nos activités.	La part d'électricité issue de sources renouvelables a augmenté pour s'établir à 51%.	Atteint 
Notre objectif est d'accroître notre flotte produisant de faibles émissions et de maintenir le niveau d'émission correspondant sous la moyenne du marché.	Nous encourageons nos employés à opter pour des voitures qui consomment moins de CO ₂ par kilomètre que la moyenne du marché, et avons installé des bornes de recharge pour les voitures électriques dans certains de nos bureaux les plus importants. Nous avons commencé à exercer un suivi de la consommation d'essence de notre flotte mondiale de véhicules de service ainsi que des émissions produites afin d'améliorer la transparence et de nous permettre d'élaborer des politiques mondiales applicables aux véhicules d'entreprise. Notre flotte mondiale de véhicules de service a produit 1 200 tonnes de CO ₂ .	En cours de réalisation 
Notre objectif est de réduire la quantité de déchets produits dans le cadre de nos activités et d'augmenter le recyclage en améliorant les infrastructures de collecte et de tri et en encourageant les employés à recycler davantage.	Nous produisons 31% de déchets en moins par rapport à 2014, mais nous avons été moins efficaces en termes d'utilisation des déchets. Notre taux d'utilisation des déchets est passé de 95% à 92%.	Partiellement atteint 
Notre objectif est de réduire la quantité d'eau utilisée dans le cadre de nos activités.	Nous avons utilisé 28% d'eau en moins par rapport à 2014.	Atteint 

* Conformément à la méthode de calcul fondée sur le marché pour les émissions correspondant aux Champs d'application 1 et 2 produites par les infrastructures (Protocole sur les gaz à effet de serre).

Tableau 2: Exemple du suivi exercé par un fabricant afin d'aider les opérateurs à gérer durablement le trafic de données mobiles croissant

Objectif pour 2015	Evolution en 2015	Etat d'avancement
Notre objectif est d'améliorer l'efficacité énergétique de nos produits de 15% pour chaque produit majeur mis sur le marché.	Nous avons lancé une nouvelle offre de produit, la station de base « Zéro émissions de CO ₂ », qui fournit plus de 20 produits et services aux clients de notre réseau d'accès radio unique (RAN) évolué. Cette offre permet de réduire la consommation énergétique de la station de base jusqu'à 70%.	En cours de réalisation, partiellement dépassé 
Notre objectif est de travailler aux côtés de nos clients afin de les aider à réduire la consommation énergétique de leurs réseaux de télécommunication au moyen d'une offre de solutions innovantes.	Nous avons enregistré plus de 50 cas dans lesquels nous avons aidé nos clients à réduire la quantité d'énergie utilisée par leurs réseaux ainsi que les émissions correspondantes. En moyenne, les réseaux de radiocommunication que nous avons modernisés en 2015 consomment désormais 45% d'énergie en moins. Lors d'un test réalisé avant le lancement d'un réseau en exploitation, le module de gestion de l'efficacité énergétique ISON a permis de réduire la consommation énergétique du réseau de radiocommunication LTE de 40%.	En cours de réalisation 
Notre objectif est de mettre en œuvre une méthode de mesure de l'efficacité énergétique des produits, conformément aux normes de l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI).	Nos stations de base sont actuellement testées conformément aux normes de test de l'ETSI concernant la consommation électrique. Nous avons également testé environ 95% des produits qui ne sont plus en développement mais sont toujours utilisés par nos consommateurs.	Atteint et dépassé 

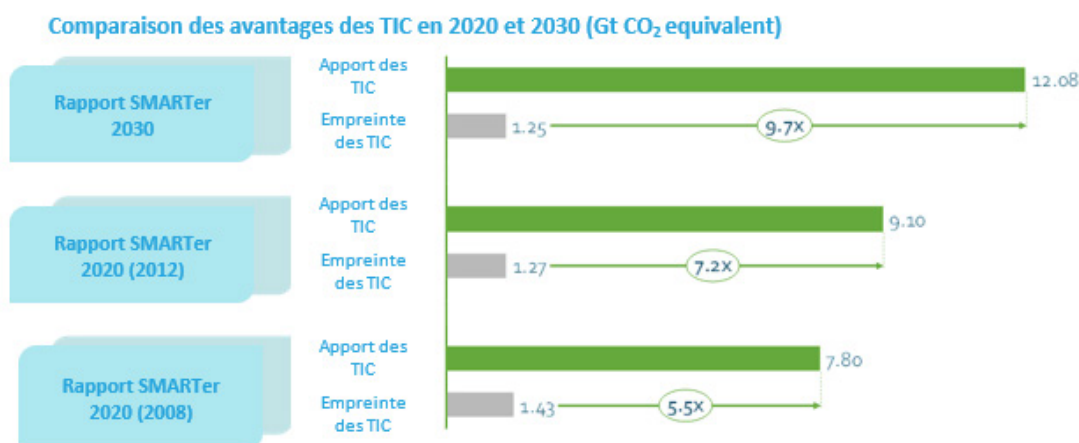
résultant notamment de la loi de Moore. Bien entendu, ces améliorations de l'efficacité énergétique n'impliquent pas une réduction proportionnelle de la consommation électrique des services de télécommunication existants. Pour déterminer cette consommation, il faut en effet également tenir compte de la croissance du trafic, du dimensionnement des réseaux et de leur charge effective et de l'investissement dans les nouvelles technologies.

Ces résultats prouvent qu'il est possible non seulement de gérer de manière durable la très forte expansion de l'utilisation des TIC dans les années à venir, mais aussi de maintenir constante l'empreinte énergétique des réseaux de demain par rapport à celle d'aujourd'hui grâce à des investissements judicieux dans la R&D et dans le déploiement des réseaux. Cela fait des TIC un des rares domaines où une croissance très forte de l'activité peut non seulement ne pas augmenter l'empreinte écologique propre, mais aussi largement contribuer à réduire celle d'autres secteurs d'activité.³⁹ En conclusion, le logiciel G.W.A.T.T permet d'évaluer rapidement la pertinence des solutions proposées.

3.3 Les TIC au service de la réduction des émissions de gaz à effet de serre

La **Figure 8**, issue du rapport SMARTer2030, présente un résumé des estimations concernant les avantages globaux des TIC pour les secteurs économiques, ces estimations ayant évolué entre le premier rapport SMARTer2020, publié en 2008, et le dernier rapport SMARTer2030.

Figure 8: Evolution des estimations concernant les avantages des TIC pour les secteurs économiques



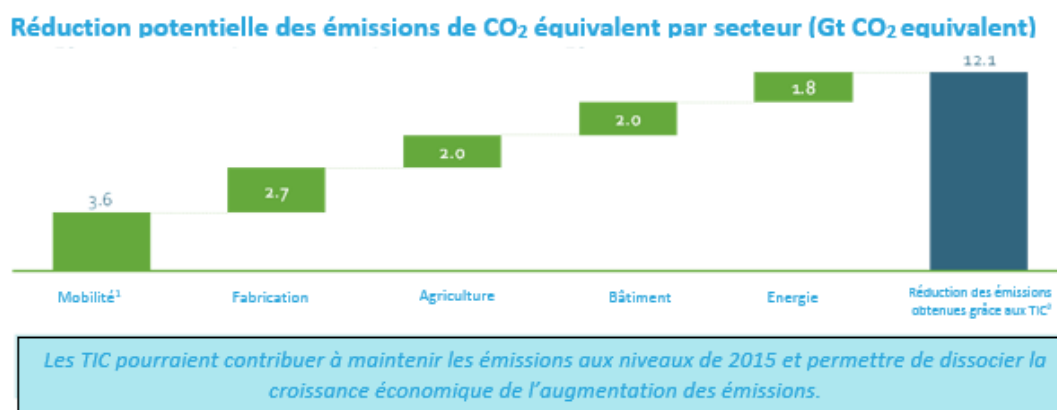
Source: WRI, GIEC, GeSI, SMARTer2020, analyse et modèles CO₂ d'Accenture

3.3.1 Secteurs de l'industrie concernés

La réduction globale de 12 Gt de CO₂ d'ici à 2030 représente la contribution de huit secteurs économiques à l'atténuation des émissions mondiales: mobilité et logistique, fabrication, alimentation, construction, énergie, emploi et commerce, santé et apprentissage. La **Figure 9**, également issue du rapport SMARTer2030, présente les réductions potentielles par secteur.

³⁹ GeSI.org, GeSI Smarter 2030 Report, 2015; http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf.

Figure 9: Réduction potentielle par secteur économique



¹ Les solutions de mobilité intelligentes tiennent compte d'une meilleure efficacité de transport mais également d'exigences moindres en matière de déplacement (notamment dans les secteurs de la santé, de l'apprentissage, du commerce, etc.).

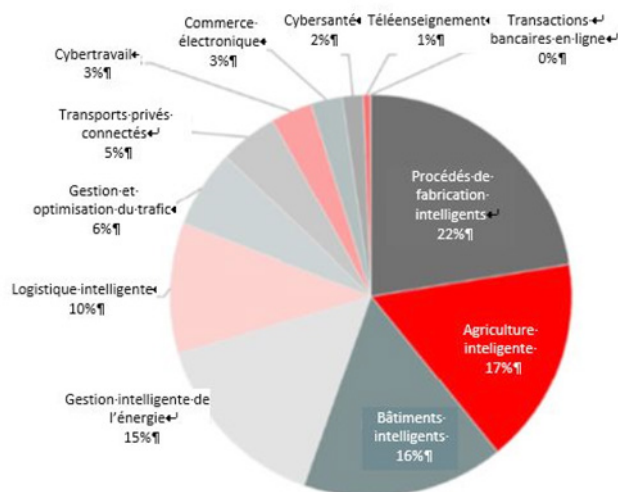
² La réduction de 12 Gt des émissions de CO₂ équivalent obtenue grâce aux TIC d'ici à 2030 comprend une réduction de 2 Gt des émissions de CO₂ équivalent issue de l'intégration de la production d'énergies renouvelables dans le réseau. Dans ses prévisions concernant les émissions normales pour 2030, le GIEC tient déjà compte de la réduction potentielle liée aux énergies renouvelables. Ainsi, la réduction supplémentaire liée aux TIC par rapport aux prévisions du GIEC est de 10 Gt d'émissions de CO₂ équivalent.

Source: WRI, GIEC, Banque mondiale, GeSI, SMARTer2020, analyse et modèles CO₂ d'Accenture.

3.3.2 Applications des TIC pour améliorer la durabilité

La réduction mondiale de 12 Gt des émissions de CO₂ d'ici à 2030 figurant dans le rapport SMARTer2030 est issue d'une analyse sur l'incidence des avantages des TIC dans douze cas d'utilisation des TIC. La **Figure 10** indique le potentiel des TIC pour chaque cas.

Figure 10: Douze cas d'utilisation des TIC



Source: WRI, GIEC, GeSI, SMARTer2020, analyse et modèles CO₂ d'Accenture.

3.3.3 Le cas des villes intelligentes

Il est maintenant clairement établi que la Terre est soumise à des dérèglements climatiques dont les activités humaines sont l'une des causes. Parmi celles-ci, notons des industries, des logements

et des modes de vie trop énergivores, sources d'émissions de gaz à effet de serre, mais aussi peu économes en ressources naturelles. Il convient en outre de noter qu'une partie croissante de la population mondiale vit ou vivra dans des zones urbanisées. Cela implique que les villes doivent faire face à des défis aussi bien environnementaux, organisationnels que sociétaux. Le développement des TIC aussi bien dans le domaine des capteurs et autres objets connectés, des réseaux, du stockage et du traitement de données, collectées de façon toujours plus massive, ainsi que la généralisation de l'usage de terminaux mobiles performants permettent d'entrevoir un modèle de ville où toutes les infrastructures, les personnes et par extension l'ensemble des objets du quotidien seront connectés et aptes à générer et à traiter de l'information.

Dans ce contexte de cité (hyper)-connectée, on peut envisager la mise en œuvre de services numériques innovants s'appuyant sur les cinq piliers technologiques que sont la collecte, la transmission, le traitement, la sécurisation et l'exploitation des données générées. Ces services permettront une optimisation du fonctionnement de la ville et de ses infrastructures (télécommunications, transports et mobilité, évacuation des eaux, des déchets, énergie, etc.), ce qui peut être synonyme de régulation dynamique des ressources. Les réseaux électriques intelligents (ou « smart grids ») ont pour rôle d'assurer l'équilibre entre les différentes sources de production d'énergie, centralisées ou locales, et les consommateurs d'électricité. Cette évolution du réseau électrique permet d'intégrer les sources d'énergie renouvelable grâce notamment à une meilleure maîtrise de la demande lors des heures de pointe. Les TIC permettent également de rendre les logements moins énergivores (domotique, capteurs, etc.) et le consommateur acteur car ayant accès à des outils de supervision de sa propre consommation et de sa propre production, qu'il peut lui-même choisir de redistribuer. D'autres exemples d'optimisation peuvent être mentionnés dans le domaine de la gestion de l'eau et du recyclage des déchets. Que cela soit les compteurs individuels qui permettent d'analyser les consommations d'eau, de gaz ou d'électricité ou encore des sondes remontant des informations de fuite, de qualité ou de débit du réseau lui-même, l'objectif est la préservation des ressources, le contrôle de la qualité de l'eau et le confort de l'utilisateur. De la même façon, des capteurs volumétriques situés dans les containers (tri sélectif) permettent d'ores et déjà dans certaines villes d'anticiper leur taux de remplissage et ainsi d'optimiser la collecte des déchets (fréquence, nombre de camions, taille des camions, etc.)

Cette approche techno-centrée de la ville ne doit pas faire oublier que l'un des objectifs de cette mutation est de mettre le citoyen au centre des préoccupations, non pas seulement comme spectateur passif d'une politique urbaine décidée à plus haut niveau, mais bien comme acteur du changement. Pour cela, les possibilités offertes par les TIC associées à des politiques de bénévolat lui permettent d'ores et déjà de participer activement à cette intelligence collaborative (ou collective) via des plateformes participatives sur Internet ou à travers des applications mobiles (production participative ou de « crowdsourcing »). De même, l'innovation peut également se faire dans le cadre de politiques. Certaines villes, comme Paris ou Grenoble, ont réservé un budget d'investissement dédié à des projets proposés et validés par les citoyens eux-mêmes. Pour la première édition, c'est plus de 5 000 propositions de projet qui ont été déposées par les parisiens, pour un budget de 75 millions d'euros, soit 5 pour cent du budget d'investissement de la ville. Il est intéressant de noter que le cadre de vie et la sécurité dans un environnement agréable arrivent en tête des préoccupations des citoyens.

Les populations aspirent à une meilleure qualité de vie urbaine. Cette notion englobe de multiples dimensions telles que les facteurs de stress, les nuisances urbaines perceptibles (trafic routier, engorgement des transports en commun, pollution sonore et qualité de l'air) ou non (exposition aux ondes électromagnétiques), un meilleur accès aux services (administration, transport), un environnement plus naturel et des ambiances urbaines génératrices de bien-être, la sécurité des biens et des personnes, etc.

Cette hyper-connexion, des machines comme des citoyens, et cette concentration géographique des services techniques impliquent qu'une quantité massive de données, géo-référencées ou non, temporelles ou non, de sources publiques (collectivités et administrations), privées (sociétés et citoyens) ou libres (« open data »), doit être stockée, classée, traitée, sécurisée, exploitée et tracée. Le plan de

gestion de l'ensemble de ces données (infrastructure et processus) se révèle un point fondamental pour garantir une exploitation optimale et donc une prise de décision efficace et une valorisation accrue. Chaque ville est unique, a sa propre histoire et ses propres objectifs de bien-être. C'est le point central où nous pouvons tirer parti de l'apport du numérique, sans pour autant dénaturer la ville.

Pour les entreprises du numérique, de nouvelles opportunités apparaissent afin de concevoir des solutions qui permettront de multiplier par 100 voire par 1 000 la capacité des réseaux de radiocommunication, de connecter des dizaines de milliards d'objets, tout en divisant par dix la consommation électrique associée. Avec l'augmentation de la demande de ressources spectrales pour répondre à la demande croissante de communications mobiles haut débit, une gestion innovante du spectre sera déterminante afin d'utiliser de manière optimale les différents réseaux pour chaque besoin de communication. Voir le rapport final pour les études sur la gestion du spectre (Résolution 9).

Les protocoles de communication devraient avoir pour objectif de trouver des solutions pour parvenir à un compromis entre puissance rayonnée des équipements, puissance consommée, consommation spectrale, et, pour certains pays, niveau d'exposition aux rayonnements électromagnétiques. Citons par exemple le projet de recherche Européen Lexnet (<http://lexnet-project.eu/>) qui avait pour objectif de trouver les solutions d'ingénierie permettant d'obtenir une augmentation optimale de la capacité des réseaux par l'ajout de petites cellules, tout en réduisant le niveau de puissance d'émission et le niveau moyen d'exposition des personnes aux rayonnements électromagnétiques.

Avec la conception d'une ville connectée, concevoir ensemble (élus, techniciens, citoyens) une ville durable est le second défi essentiel pour réussir la transformation d'une ville en ville dite intelligente. A titre d'exemple, citons l'initiative VIVAPOLIS du Gouvernement français, qui fédère son industrie très active dans le domaine de la construction de villes durables. Deux initiatives innovantes ont ainsi été menées récemment. En fédérant des centaines d'entreprises françaises, deux groupements ont été constitués pour travailler sur deux projets d'évolution de villes qui présentaient des caractéristiques et des contraintes différentes. La première ville étudiée a été la ville d'Astana, ville nouvelle qui doit faire face à des variations climatiques continentales extrêmes. La seconde est Santiago du Chili, qui doit faire face à d'importants problèmes de mobilité et de pollution. Cette initiative collective très innovante a permis la réalisation de deux simulateurs 3D de la ville durable. Par exemple, un projet⁴⁰ a permis d'objectiver des visions politiques en produisant une centaine d'indicateurs regroupés en onze catégories clés de la ville durable. Grâce à une analyse de la situation de la ville et à la collaboration avec tous les services de la ville et les élus, deux projets urbains ont ainsi pu être proposés en simulant l'impact positif sur le fonctionnement de la ville par l'apport de 200 solutions techniques.

La Commission d'Études 20 de l'UIT-T, créée en 2015, est chargée d'examiner les besoins de normalisation des technologies liées à l'Internet des objets, l'accent étant mis initialement sur l'Internet des objets et ses applications dans les villes et les communautés intelligentes.

⁴⁰ Voir <http://www.siradel.com/fr/santiago-des3ado-siradel-et-ses-partenaires-presentent-le-simulateur-de-ville-durable>.

4 CHAPITRE 4 – Adaptation aux effets des changements climatiques

4.1 Adaptation des équipements TIC

Les informations figurant dans le présent paragraphe sont issues du rapport de l'UIT publié en 2014 et intitulé « Solutions en faveur de la résilience: l'adaptation du secteur des TIC aux changements climatiques ».⁴¹ Ce rapport expose les principales incidences des changements climatiques sur le secteur des TIC, et propose les mesures d'adaptation qui suivent:

- Faire en sorte que le réseau dorsal soit redondant pour la majorité, voire l'ensemble, des zones de service, et qu'il résiste à tous types de phénomènes météorologiques extrêmes; fournir une alimentation de secours fiable disposant de réserves de carburant suffisantes pour faire face à des coupures d'électricité prolongées.
- Dans la mesure du possible, dissocier l'infrastructure de communication et l'infrastructure du réseau électrique et faire en sorte que ces infrastructures soient plus robustes, plus résilientes et redondantes.
- Réduire au maximum les effets des coupures d'électricité sur les services de télécommunication en dotant les stations de base de sources d'alimentation de secours telles que des générateurs ou des groupes de batteries alimentées par l'énergie solaire, ainsi que des unités « amovibles » (cells on wheels, cow) pouvant remplacer les pylônes inopérants. Augmenter la capacité de stockage de carburant nécessaire pour faire fonctionner les générateurs de secours plus longtemps.
- Prendre des mesures de protection contre les coupures d'électricité en élaguant les arbres situés à proximité des lignes électriques et des lignes de communication, en conservant des poteaux et câbles de secours de manière à pouvoir remplacer rapidement les équipements endommagés, et disposer d'équipes chargées du rétablissement en cas d'urgence prêtes à être déployées avant la survenue de la tempête.
- Lorsque les moyens techniques et économiques le permettent, enfouir les câbles de télécommunication sous terre en s'assurant qu'ils sont convenablement protégés contre les entrées d'eau.
- Remplacer les segments du réseau câblé les plus vulnérables face aux intempéries (par exemple les câbles individuels d'arrivée) par des solutions hertziennes à faible puissance.
- Déplacer les bureaux centraux qui hébergent les infrastructures de télécommunication, les infrastructures essentielles situées dans des terminaux éloignés, les stations de base, etc., ainsi que les installations électriques hors des futures plaines inondables, y compris des zones littorales qui sont de plus en plus exposées à la double menace de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempêtes côtières.
- Elaborer de nouvelles solutions de secours afin que les clients puissent recharger leurs téléphones cellulaires, telles que des chargeurs de voiture, et élaborer une interface de recharge normalisée permettant la recharge de tous types de téléphone, quel que soit le chargeur.
- Evaluer, développer et déployer d'autres technologies de télécommunication si elles offrent une meilleure redondance et/ou fiabilité, notamment l'optique en espace libre (qui transmet les données en utilisant la lumière plutôt que des connexions physiques), les communications par courants porteurs en ligne (qui transmettent les données au moyen des lignes électriques), les téléphones satellites et les bandes radioamateur.
- Revoir les normes du secteur concernant la qualité de fonctionnement et élaborer une réglementation appropriée et plus uniforme pour tous les types de services de télécommunication. Appliquer cette réglementation de manière uniforme, y compris en ce qui concerne le caractère

⁴¹ http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/Documents/Publications/Resilient_Pathways-E.PDF.

obligatoire, et non volontaire, de la notification des interruptions de service auprès des autorités de régulation.

- Mettre au point des services large bande et des services hertziens à haut débit dans les zones rurales à faible densité, afin d'améliorer la redondance et la diversité dans les régions isolées et vulnérables.
- Mener une évaluation approfondie de la résilience actuelle de l'ensemble du secteur des télécommunications face aux phénomènes climatiques existants, dans tous leurs aspects. Étendre cette évaluation aux prévisions climatiques futures et aux évolutions technologiques probables dans le secteur des télécommunications. Dans ce contexte, évaluer l'interdépendance entre les vulnérabilités des secteurs des télécommunications et de l'électricité. Présenter des options et des mesures d'incitation afin de dissocier ces secteurs tout en améliorant leur résilience.
- Mettre en œuvre des mesures visant à améliorer la sécurité publique et la continuité des services de communication lors de phénomènes extrêmes ».

Des informations plus détaillées figurent dans la Recommandation UIT-T L.1502 (11/2015), intitulée « Adaptation de l'infrastructure des technologies de l'information et de la communication aux effets des changements climatiques ».⁴²

Les paragraphes qui suivent présentent des données d'expérience concernant les mesures d'adaptation aux changements climatiques au Japon et en Afrique.

4.1.1 Expérience de KDDI au Japon

Davantage d'efforts devraient être déployés en vue de réduire la consommation d'électricité des systèmes et installations utilisés pour fournir des services de télécommunication et de réduire les émissions de dioxyde de carbone des télécommunications en général. Étant donné que les stations de base mobiles (« stations de base ») représentent environ 60 pour cent de la consommation électrique totale de KDDI, la réduction de la consommation d'électricité de ces stations est essentielle pour réduire la consommation d'énergie. KDDI a pris différentes mesures afin de réduire sa consommation électrique, par exemple l'utilisation de stations de base plus petites et la mise en place de stations de base sans système de rafraîchissement. Les nouvelles stations de base dotées d'une technologie brevetée ont été installées afin de faire des économies d'énergie d'un nouveau type. Elles devraient permettre de réaliser des économies d'énergie et de réduire les émissions de dioxyde de carbone de 20 à 30 pour cent par rapport aux stations de base n'utilisant pas cette nouvelle technologie.

La planification en prévision des catastrophes est également une question importante. Sous l'effet du terrible séisme qui a frappé l'est du Japon en 2011, l'infrastructure de communication, y compris des stations de base mobiles (jusqu'à 14 000 stations de base), a subi d'importants dégâts sur la zone littorale et les capacités de communication sont restées presque entièrement hors service pendant quelques semaines. L'absence d'alimentation électrique, y compris sur batterie, a entraîné une perte de service importante. Cette nouvelle technologie devrait en outre permettre de maintenir les stations mobiles en fonctionnement plus longtemps.

4.1.1.1 Technologie de commande d'alimentation électrique

La nouvelle technologie de commande d'alimentation électrique permet d'atteindre la plus grande efficacité en commandant trois sources d'énergie pour les stations de base: 1) énergie générée par des panneaux solaires; 2) énergie fournie par des batteries qui sont chargées la nuit sur le réseau électrique commercial; et 3) énergie provenant du réseau électrique commercial. Lorsque les conditions météorologiques sont bonnes, les panneaux solaires fournissent suffisamment d'énergie pour

⁴² Recommandation UIT-T L.1502 (11/2015), *Adaptation de l'infrastructure des technologies de l'information et de la communication aux effets des changements climatiques*; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1502>.

faire fonctionner les équipements hertziens et l'éventuel excédent d'énergie est stocké dans les batteries. Après le coucher du soleil, les équipements de la station de base sont alimentés par les batteries, lesquelles sont également chargées grâce au réseau électrique commercial la nuit, lorsque l'électricité est moins chère.

L'une des principales caractéristiques de cette nouvelle technologie est que l'énergie produite par les panneaux solaires va dans une unité d'alimentation en courant continu située entre le redresseur, les batteries et les équipements de la station de base. Le courant continu produit par les panneaux solaires est généralement transformé en courant alternatif avant d'être utilisé pour alimenter les appareils électroménagers, les luminaires, etc. Bien que de nombreux équipements TIC fonctionnent en courant continu, ce courant continu est obtenu en transformant, à l'intérieur de l'équipement, le courant alternatif fourni par le réseau électrique commercial. Lorsqu'on utilise l'énergie solaire, on procède à deux opérations de transformation – le courant continu est transformé en courant alternatif, qui est lui-même de nouveau transformé en courant continu – ce qui entraîne d'importantes pertes d'énergie. La nouvelle technologie de commande permet de relier directement les éléments fonctionnant en courant continu avec la source correspondante pour réduire les pertes dues aux opérations de transformation, ce qui permet d'utiliser efficacement l'énergie verte produite par les panneaux solaires. Par ailleurs, la production d'énergie grâce à des panneaux solaires devrait augmenter dans l'avenir. Avec le nouveau système, l'excédent d'énergie produit par les panneaux solaires peut être stocké dans des batteries, sans qu'il soit nécessaire de l'injecter dans le réseau.

4.1.1.2 Principe de fonctionnement

La mise en place du système de commande d'alimentation nécessite l'ajout de panneaux solaires, d'une unité de commande d'alimentation et d'une unité de commande de la tension de sortie avec redresseur à une station de base traditionnelle, comme indiqué dans la **Figure 11**. Ces équipements peuvent être installés dans les stations de base en fonctionnement.

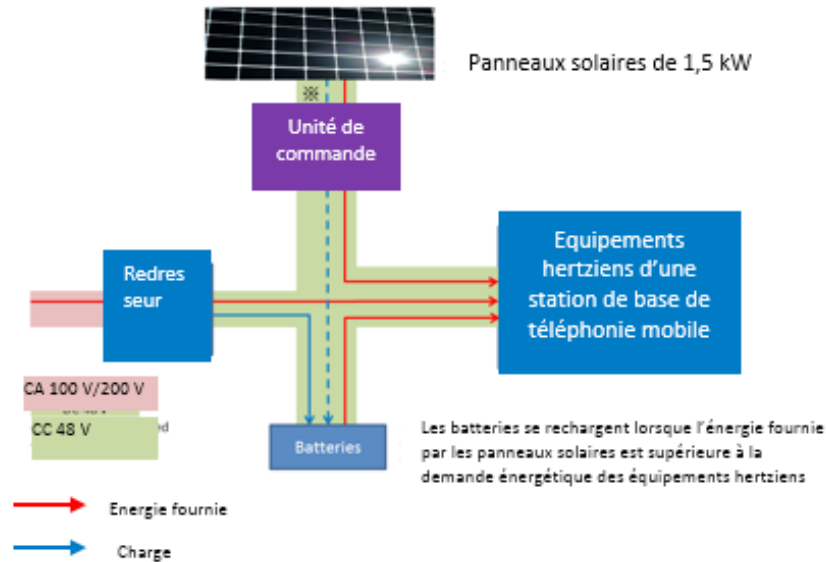
Certains fournisseurs d'électricité proposent des forfaits à prix réduit en heures creuses, dans le cadre desquels la même quantité d'électricité peut être utilisée pour un prix moindre. Également pendant les heures creuses, le rapport d'activité de l'énergie hydroélectrique est plus élevé qu'à d'autres heures, ce qui contribue à réduire les émissions de dioxyde de carbone (qui est un gaz à effet de serre).

En cas de catastrophe naturelle, des coupures d'électricité peuvent se produire. Pour qu'elles puissent continuer à fonctionner, les stations de base traditionnelles sont équipées de batteries au plomb (batteries secondaires) qui servent de système de secours. Grâce à la nouvelle technologie de commande d'alimentation, ces batteries sont chargées la nuit sur le réseau électrique commercial et l'excédent d'énergie produit par les panneaux solaires est également utilisé pour les équipements de la station de base. Pour pouvoir permettre ce mode d'utilisation, les batteries doivent avoir des caractéristiques de charge/décharge très performantes. L'utilisation de batteries à lithium-ion plus petites et plus légères est à l'étude.

Les paragraphes ci-après expliquent les principes de fonctionnement de la fonction de commande de la tension de sortie. Lorsqu'on réduit la tension au niveau du redresseur, la tension relative des batteries augmente, ce qui a pour effet de faire passer l'alimentation des équipements hertziens sur batterie et de réduire l'utilisation du réseau électrique commercial. Lorsque l'énergie d'origine solaire augmente, la tension de sortie de l'unité de commande de l'alimentation augmente pour atteindre un niveau plus élevé que la tension de sortie des batteries et la part d'énergie fournie par les panneaux solaires aux équipements hertziens augmente. À mesure que les batteries se déchargent, la tension baisse et l'énergie produite par les panneaux solaires sert également à charger les batteries. Par ailleurs, à mesure que l'énergie produite par les panneaux solaires diminue, la part de l'énergie fournie par les batteries augmente. À mesure que la tension des batteries continue de diminuer, l'alimentation par le réseau électrique commercial augmente. En général, les panneaux solaires génèrent beaucoup d'énergie la journée lorsque les conditions météorologiques sont bonnes. Sachant que les panneaux solaires de la région de Kanto au Japon produisent de l'énergie à leur capacité nominale

trois heures par jour en moyenne, on peut penser que des batteries solaires de 1,5 kWh permettent de produire 4,5 kWh par jour.

Figure 11: Diagramme de configuration



4.1.1.3 Conclusion

Afin d'évaluer la disponibilité et la modularité de la technologie, on a installé le nouveau système de commande d'alimentation dans des stations de bases commerciales et des essais sur le terrain ont débuté en décembre 2009. Ces essais ont été menés à dix emplacements dans tout le pays, en vue de définir les meilleures méthodes d'installation des panneaux solaires et la meilleure configuration de l'alimentation électrique, compte tenu des conditions environnementales comme la géographie et le climat.

Il est essentiel que les opérateurs mobiles fournissent des services de communication le plus longtemps possible en situation d'urgence. KDDI a installé des batteries supplémentaires pour parvenir à maintenir le service en fonctionnement pendant au moins 24 heures en cas de catastrophe, et a en outre installé de nouveaux équipements de commande d'alimentation dans plus d'une centaine de stations de base, ce qui contribue à accroître la disponibilité des services et à rendre les TIC plus écologiques.

4.1.2 Expérience d'Orange en Afrique

Sur le plan mondial, la consommation des technologies de l'information et de la communication (TIC) représente environ 2 à 3 pour cent de la consommation totale d'énergie. Malgré ce faible pourcentage de l'énergie mondiale, la réduction de la consommation des TIC représente un levier important car elle doit contrebalancer la croissance sur tous les segments (terminaux, réseau, centres de données) engendrée par :

- le nombre croissant d'entités connectées (à la fois particuliers et entreprises, organismes publics, associations) et d'objets connectés;
- l'usage des connexions s'intensifiant, durée de connexion devenant de plus en plus continue, services et applications de secteurs verticaux passant par la transformation numérique;
- la couverture géographique et les débits en hausse.

A titre d'exemple, le cas d'Orange SA apporte un éclairage intéressant sur une possible stratégie d'alimentation des stations radio des réseaux mobiles par l'énergie solaire, lancée au cours de l'année 2006. Dans certains pays, comme le Sénégal, la Côte d'Ivoire, le Mali, le Niger, Madagascar, la Guinée, le Cameroun, pour n'en citer que quelques-uns, l'approche de l'alimentation par énergie solaire est particulièrement pertinente pour diminuer de manière importante la consommation d'énergie fossile (groupes électrogènes diesel) et pallier l'absence ou la très mauvaise qualité de réseaux d'infrastructure électrique dans les zones rurales ou désertiques.⁴³

La consommation d'énergie fossile (issue du pétrole) n'est pas totalement annulée. En effet, les alimentations solaires des stations de base radio mobiles, associées à des batteries pour la nuit ou le mauvais temps (indice UV insuffisant), peuvent être aussi hybridées avec l'usage de Diesel fournissant une partie de l'énergie. Une démarche de forte économie d'énergie exige la suppression de la climatisation, qui entraîne la suppression des onduleurs utilisés pour produire le courant alternatif nécessaire pour les moteurs de compresseurs de froid. Cette simplification, et le passage au courant continu qui en découle, font que la consommation énergétique est bien plus faible et l'alimentation solaire pure ou hybride devient ainsi une solution particulièrement rentable et fiable.

A la fin de l'année 2015, 2 600 stations du réseau radioélectrique mobile alimentées par l'énergie solaire ont été déployées et sont maintenant opérationnelles: elles alimentent les relais radio en énergie solaire dans les zones rurales ou désertiques.⁴⁴ Ces stations produisent annuellement 18 GWh d'énergie renouvelable. Chacune de ces stations permet d'économiser 1 300 litres de fuel par an et produit en outre un excédent d'énergie en plus de l'alimentation de la station réseau radio de 25 pour cent, qui peut, par exemple, être utilisé pour pallier l'absence de réseaux électriques autour de chaque station. Ce surplus d'énergie est par exemple utilisé pour alimenter des écoles ou des centres de santé au bénéfice des populations des villages environnants. L'excédent peut être utilisé de nombreuses manières.

Les stations suivent étroitement les avancées de la normalisation. En effet, Orange est fortement impliqué dans les travaux de la Commission d'Études 5 de l'UIT-T (CE 5), qui élabore, en coopération avec l'ETSI EE, les normes permettant un déploiement massif et sûr des énergies renouvelables tout en réduisant la consommation d'énergie et en simplifiant grâce à l'usage du courant continu et en excluant le courant alternatif.

Les filiales d'Orange continuent de déployer des stations alimentées par l'énergie solaire à un rythme soutenu. Ces solutions conçues dans le contexte des pays en développement pourraient être étudiées et adaptées dans d'autres environnements où l'alimentation en énergie est un facteur critique.

La photo présentée sur la **Figure 12**, qui représente l'un de ces sites, à savoir un site de réseau radioélectrique mobile équipé d'une station solaire, illustre les présents propos.

⁴³ D. Marquet, et al., The first thousand optimized solar BTS stations of Orange group, 2011 IEEE 33rd International Telecommunications Energy Conference (INTELEC), Amsterdam, 2011, p. 1-9; <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=6099814&isnumber=6099710>.

⁴⁴ Ibid.

Figure 12: Station solaire d'un site de réseau mobile – Déploiement au Sénégal



4.2 Adaptation dans le secteur industriel

Les effets des changements climatiques diffèrent selon les secteurs. Les disparités géographiques et les différences en matière d'exposition et de vulnérabilité nécessitent des stratégies d'adaptation différentes.

Le tableau ci-dessous est issu de la Recommandation UIT-T L.1501 (12/2014), intitulée « Bonnes pratiques concernant les possibilités d'utilisation des TIC par les pays pour s'adapter aux effets des changements climatiques ». ⁴⁵ Il établit une liste des indicateurs des changements climatiques et des effets qui leur sont associés, ainsi que des exemples d'utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements.

4.3 Adaptation dans le secteur de l'agriculture

Assurer la sécurité alimentaire et offrir des aliments nutritifs à la population mondiale constituent l'un des défis les plus urgents aujourd'hui. Etant donné que la population mondiale devrait dépasser les 9 milliards d'habitants d'ici à 2040 et que les effets des changements climatiques se font déjà sentir dans tous les aspects de la sécurité alimentaire, il est nécessaire d'accroître la viabilité et la productivité des systèmes alimentaires.

Afin de mieux faire ressortir la nécessité pour l'agriculture de figurer à l'ordre du jour du programme international de lutte contre les changements climatiques, un certain nombre d'alliances et initiatives ont été créées à l'échelle internationale, dans le but de favoriser l'adoption de mesures visant à atténuer les effets des changements climatiques, à s'adapter à ceux-ci et à encourager la recherche et l'élaboration de politiques en réponse aux divers enjeux. Ces alliances et initiatives incluent les suivantes: Alliance mondiale pour une agriculture intelligente face au climat, Solutions from the Land (Solutions de la terre), Alliance mondiale de recherche sur les gaz à effet de serre en agriculture, et Initiative 20x20.

Parmi ces projets, il convient de souligner tout particulièrement l'Alliance mondiale pour une agriculture intelligente face au climat (AIC), une coalition volontaire, dirigée par les agriculteurs, regroupant

⁴⁵ Recommandation UIT-T L.1501 (12/2014), Bonnes pratiques relatives à la façon dont les pays peuvent utiliser les TIC pour s'adapter aux effets des changements climatiques; <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1501>.

Tableau 3: Indicateurs des changements climatiques et utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements

Indicateur (tendance) des changements climatiques	Origine des tendances observables	Changements dans les écosystèmes	Incidences sur l'agriculture	Incidences sur les systèmes économiques	Incidences sur la santé publique	Utilisation des TIC (exemples)
Variations de la température à la surface (réchauffement planétaire)	Déforestation, industrialisation, augmentation de l'utilisation des combustibles fossiles entraînant une augmentation de l'effet de serre.	Changements constatés dans les domaines suivants: répartition des espèces, couvert végétal, fonte glaciaire accrue, évolution des phénomènes météorologiques, bouleversement des cycles biogéochimiques, feux de forêt, incursions d'espèces envahissantes.	Sécheresses, baisse des rendements dans les environnements plus chauds (compromettant la sécurité alimentaire), vulnérabilité accrue aux adventices et aux parasites, dépenses accrues pour l'irrigation.	Davantage d'investissements en énergie nécessaires pour refroidir les infrastructures, demande accrue en faveur de ressources en eau, migration depuis des régions arides vers des zones humides.	Evolution des vecteurs de maladies (épidémies évènementielles causées par des souches virales ou bactériennes qui prolifèrent sous des températures plus chaudes), insulations, famines dues à la baisse des rendements agricoles.	Relevé des variations de la température à la surface afin d'enregistrer et de prédire les catastrophes éventuelles au moyen d'un système mondial d'observation comprenant des satellites météorologiques et des satellites d'observation de la Terre; amélioration de la communication avec les exploitants agricoles grâce aux réseaux de radiocommunication et aux réseaux mobiles; surveillance de la déforestation grâce à un système d'information géographique (SIG); systèmes de gestion de la santé sur mobile.

Tableau 3: Indicateurs des changements climatiques et utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements (continue)

Indicateur (tendance) des changements climatiques	Origine des tendances observables	Changements dans les écosystèmes	Incidences sur l'agriculture	Incidences sur les systèmes économiques	Incidences sur la santé publique	Utilisation des TIC (exemples)
Augmentation du niveau de la mer	Augmentation de la température (en conséquence du réchauffement planétaire).	Inondation des zones côtières, inondations, érosion littorale, inondation des zones humides, intrusion d'eau salée dans les ressources aquatiques souterraines, déplacement des écosystèmes marins, risque de submersion des territoires côtiers.	Impact sur les zones agricoles si celles-ci se trouvent à proximité des zones côtières.	Davantage d'investissements financiers nécessaires pour la prévention des dégâts causés aux zones côtières et la protection contre les inondations, ainsi que pour la reconstruction des écosystèmes après des inondations.	Impact sur les communautés vivant à proximité des zones côtières. Risques d'inondation, dégâts causés aux propriétés côtières, risque de noyade accru.	Surveillance et enregistrement de l'augmentation du niveau de la mer (afin de conserver un historique de toute anomalie) au moyen d'altimètres à bord de satellites, ce qui contribue à prévenir les catastrophes et à éviter les pertes de vies humaines et de biens.

Tableau 3: Indicateurs des changements climatiques et utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements (continue)

Indicateur (tendance) des changements climatiques	Origine des tendances observables	Changements dans les écosystèmes	Incidences sur l'agriculture	Incidences sur les systèmes économiques	Incidences sur la santé publique	Utilisation des TIC (exemples)
Evolution des précipitations	Evolution du cycle de l'eau (dû aux variations soudaines de la température dans l'atmosphère).	Les précipitations accrues peuvent entraîner une augmentation du ruissellement, des glissements de terrain, l'érosion des sols, des modifications de la couverture végétale et la destruction des habitats. Une baisse des précipitations entraîne des sécheresses, des risques accrus de feux de forêt et des changements dans les nappes phréatiques.	L'augmentation des précipitations peut induire une hausse des rendements, mais s'accompagne également d'un risque d'inondation entraînant la destruction des cultures avant la récolte. Une baisse des précipitations peut provoquer des sécheresses entraînant un rendement agricole moins important.	Disponibilité en eau réduite et surutilisation des ressources aquatiques souterraines en cas de baisse des précipitations. Investissements nécessaires en cas d'inondation.	Risques liés aux maladies d'origine hydrique. Les sources d'eau stagnante constituent un terrain fertile pour la prolifération de parasites vecteurs de maladies. Pertes de vies humaines en cas de fortes pluies.	Mesure et enregistrement (au moyen d'un système mondial d'observation et d'un système de télécommunication mondial) des précipitations/chutes de neige/chutes de grêle saisonnières et mensuelles; utilisation de systèmes SIG pour la gestion des risques d'inondation; campagnes de sensibilisation des exploitants agricoles au moyen de systèmes de radiocommunication et de systèmes mobiles; utilisation de systèmes SIG et de systèmes de positionnement mondial (GPS) afin de repérer de nouvelles sources d'eau douce.

Tableau 3: Indicateurs des changements climatiques et utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements (continue)

Indicateur (tendance) des changements climatiques	Origine des tendances observables	Changements dans les écosystèmes	Incidences sur l'agriculture	Incidences sur les systèmes économiques	Incidences sur la santé publique	Utilisation des TIC (exemples)
Mouvement/migration des dunes	Sécheresses, élévation de la température, érosion, déforestation.	Erosion, modification de la structure des habitats, perte d'éléments nutritifs présents dans le sol.	Impact sur les systèmes agricoles désertiques.	Les systèmes agricoles désertiques nécessitent des systèmes d'irrigation. La perte des sols nécessitera principalement des investissements en faveur des systèmes d'irrigation en zone désertique, mais aussi pour résoudre les problèmes liés au voyage et au transport.	Tempêtes de sable ayant un effet aggravant sur l'asthme et d'autres troubles respiratoires.	Surveillance et prévision du mouvement des dunes au moyen de l'imagerie satellite et de systèmes GPS.
Fonte glaciaire	Augmentation de la température à la surface du globe (réchauffement planétaire).	Inondation, perte de la masse glaciaire, érosion entraînant la perte d'éléments nutritifs présents dans le sol.	Ruissellements depuis les terres cultivables, dégradation des sols, baisse des rendements.	Des investissements financiers sont nécessaires pour la reconstruction des habitats dans les zones ayant subi une inondation.	Communautés victimes d'inondations, pénurie de ressources d'eau douce.	Enregistrement du mouvement glaciaire et des pertes de la masse glaciaire au moyen de systèmes satellites (SIG, GPS) afin de prédire les inondations et les ruissellements.

Tableau 3: Indicateurs des changements climatiques et utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements (continue)

Indicateur (tendance) des changements climatiques	Origine des tendances observables	Changements dans les écosystèmes	Incidences sur l'agriculture	Incidences sur les systèmes économiques	Incidences sur la santé publique	Utilisation des TIC (exemples)
Niveaux d'eutrophisation	La déforestation entraîne l'exposition des sols aux agents d'érosion, ce qui provoque des ruissellements depuis les sols vers les étendues d'eau environnantes, entraînant une prolifération excessive des algues.	Efflorescence algale, mort d'espèces aquatiques, augmentation de la demande biochimique en oxygène.	Perte du sol et des nutriments, baisse des rendements agricoles, manque d'eau propre pour l'irrigation.	Baisse du rendement durable maximal.	Baisse de l'approvisionnement alimentaire issu de sources aquatiques, ressources alimentaires aquatiques contaminées.	Suivi et enregistrement des sources d'eau polluées; mesure et relevé des niveaux de toxicité; campagnes de sensibilisation auprès des pêcheurs.
Feux de forêt	Augmentation de la température à la surface de la Terre.	Destruction des habitats, risque d'extinction d'espèces, diminution de la couverture végétale, émissions de particules.	Impact sur les zones agricoles situées à proximité.	D'avantage d'investissements nécessaires pour la reconstruction des habitats.	Asthme, bronchite et autres troubles respiratoires liés à l'émission de particules ou de fumée.	Relevé et enregistrement d'images satellite (grâce à des systèmes GIS et GPS); mise en place de communications d'urgence au moyen des communications mobiles.
Pollution des eaux	Déversement de déchets industriels et d'eaux usées dans les étendues d'eau sans traitement nécessaire.	Mort d'espèces aquatiques, augmentation de la demande biochimique en oxygène.	Pollution des sols, destruction des cultures, baisse du rendement.	Investissements nécessaires afin de traiter les eaux provenant de sources contaminées.	Maladies d'origine hydrique, bioamplification, bioaccumulation	Surveillance des activités industrielles; systèmes de compteurs intelligents; tests réalisés régulièrement sur des échantillons d'eau; diffusion d'informations pertinentes au moyen des TIC à l'intention des communautés résidant à proximité des étendues d'eau contaminées.

Tableau 3: Indicateurs des changements climatiques et utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces changements (continue)

Indicateur (tendance) des changements climatiques	Origine des tendances observables	Changements dans les écosystèmes	Incidences sur l'agriculture	Incidences sur les systèmes économiques	Incidences sur la santé publique	Utilisation des TIC (exemples)
Erosion des sols	Déforestation	Perte du sol, diminution de la disponibilité des éléments nutritifs, perte de la couverture végétale.	Baisse des rendements, perte de tapis végétal précieux.	Investissements dans des programmes d'aménagement paysager.	Troubles respiratoires.	Utilisation des systèmes SIG et GPS afin de suivre et d'enregistrer les mouvements des sols.
Pollution de l'air	Industrialisation, émissions produites par les décharges, incinération des déchets, combustion des énergies fossiles.	Réchauffement planétaire, évolution des phénomènes météorologiques, smog, pluies acides, pollution des sols.	Baisse des rendements due à l'évolution des phénomènes météorologiques et des précipitations, acidification des sols.	Reconstruction des zones et des constructions urbaines exposées à des pluies acides, perturbation du trafic et des transports liée au smog.	Troubles respiratoires, lésions du système nerveux, cancer, irritations cutanées, céphalées.	Utilisation de systèmes SIG afin de cartographier la pollution causée par les transports; techniques d'analyse spatiale.

de multiples intervenants, favorisant l'action et s'attachant à intégrer des approches intelligentes face au climat dans les systèmes d'alimentation et agricoles.

Cette initiative a été lancée le 23 septembre 2014 lors du Sommet sur les changements climatiques des Nations Unies. L'Organisation mondiale des agriculteurs appuie déjà l'initiative AIC et estime qu'il s'agit d'un pilier de sa politique sur les changements climatiques. En août 2016, l'initiative AIC comptait quelque 144 membres.

Plusieurs organisations ont préconisé que l'agriculture durable soit interprétée à l'échelle internationale comme étant synonyme d'agro-écologie.

Malheureusement, l'agro-écologie inclut aujourd'hui des principes qui rejettent l'utilisation d'amendements dans le cadre de l'activité agricole ainsi que les méthodes d'exploitation agricole générales. Ainsi, la participation à des initiatives comme l'initiative AIC sont importantes pour s'assurer que le régime mis en place par les Nations Unies prévoit la prise de décisions correspondant aux méthodes agricoles modernes.

Le **Tableau 3**, dans la **Section 4.2**, expose les liens entre les effets des changements climatiques sur l'agriculture et des exemples d'utilisation des TIC en vue de l'adaptation à ces effets.

Abbreviations and acronyms

Various abbreviations and acronyms are used through the document, they are provided here.

Abbreviation/acronym	Description
AC	Alternating Current
ADEOS	ADvanced Earth Observing Satellite, also known as 'Midori' in Japan
AURA	A multi-national NASA scientific research satellite studying the Earth's ozone layer, air quality and climate. The name "Aura" comes from the Latin word for air.
BBC	British Broadcasting Corporation
BoD	Biochemical Oxygen Demand
CARIAA	Collaborative Adaptation Research Initiative in Africa and Asia
CCAC	Climate and Clean Air Coalition
CIMGC	Interministerial Commission on Global Climate Change (Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima) (Federative Republic of Brazil)
CO2	Carbon dioxide
COP	(United Nations) Conference of the Parties (on climate change)
CREWS	Climate Risks Early Warning Systems
DBS	Direct Broadcast Satellite
DC	Direct Current
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program
EAS	Emergency Alert System
EE ETSI	European Telecommunications Standards Institute Technical Committee on Environmental Engineering
EESS	Earth Exploration Satellite Service
ENSO	El Niño-Southern Oscillation
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GACSA	Global Alliance for Climate-Smart Agriculture
GCOS	Global Climate Observing System
GeSi	Global e-Sustainability Initiative
GFCS	Global Framework for Climate Services
GHG	Greenhouse gas(es)

Abbreviation/acronym	Description
GIS	Geographic Information System
GISS	(NASA's) Goddard Institute for Space Studies
GMI	Global Methane Initiative
GOS	Global Observation System
GPS	Global Positioning System
GWATT	Global What-if Analyzer of neTwork energy consumpTion
HF	High-Frequency
HFC	Hydrofluorocarbons
ICT	Information and Communication Technologies
IDRC	International Development Research Centre (Canada)
IEC	International Electrotechnical Commission
IFAD	International Fund for Agricultural Development
INTELEC	International Telecommunications Energy Conference
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
IoT	Internet of Things
IPAWS	Integrated Public Alert and Warning System
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRIACC	International Research Initiative on Adaptation to Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
ISS	International Space Station
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Union
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
JCOMM	Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology
JTF	Joint Task Force
KPI	Key Performance Indicator
MCIT	Ministry of Communications and Information Technology (Arab Republic of Egypt)
MEF	Major Economies Forum (on Energy and Climate)

Abbreviation/acronym	Description
MetOp	(EUMETSAT's) Meteorological Operational satellite Programme
MHz	Megahertz
MSIP	Ministry of Science, ICT and Future Planning (Republic of Korea)
MSY	Maximum Sustainable Yield
NASA	National Aeronautic and Space Administration (United States of America)
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration (United States of America)
NTC	National Telecommunications Corporation (Republic of the Sudan)
QUIKSCAT	(NASA's) Quick SCATterometer (satellite)
PUC	Public Utilities Commission (Belize)
R&D	Research and Development
RapidSCAT	(NASA's) Rapid SCATterometer (on the ISS)
SAR	Synthetic Aperture Radar
SDARS	Satellite Digital Audio Radio Service
SLCP	Short-Lived Climate Pollutants
SMAP	(NASA's) Soil Moisture Active Passive (satellite)
SMOS	(ESA's) Soil Moisture and Ocean Salinity (satellite)
SPOT	(European) Satellite Pour l'Observation de la Terre
TOPEX/Poseidon	NASA's and CNES's TOPographic Expedition (to measure ocean surface topography)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USD	United States Dollar
UTC	Coordinated Universal Time
UV	UltraViolet
VIVAPOLIS	French governmental initiative involving industries that are very active in efforts to construct sustainable cities
WEA	Wireless Emergency Alerts
WMO	World Meteorological Organization
WRC	World Radiocommunication Conference
WRI	World Resources Institute

Annexes

Annex 1: Country experiences on monitoring/mitigating climate change

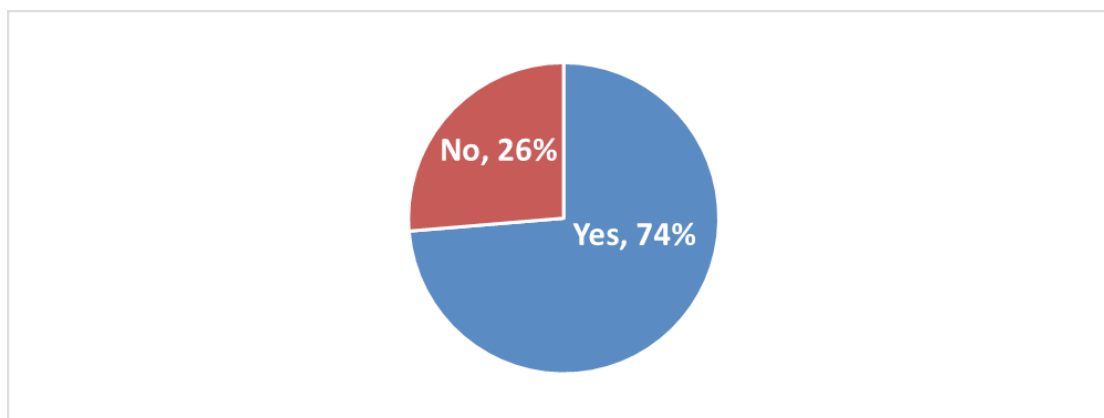
A1.1 Background of the 2016 survey

Out of the 193 Member States of ITU, a total of 19 completed questionnaires were returned, covering 18 countries of the 6 regions. This was lower than the 69 answers received in the survey of 2011.

Survey responses were received from: Armenia, Belize, Bolivia, Brazil, Chile, Cameroon, Colombia, Dem. Rep. of the Congo, Egypt, Israel, Kazakhstan, Mali, Republic of Korea, State of Palestine, Sudan, Uruguay, United States of America, ATDI (France) and GSMA (United Kingdom).

A1.2 Preliminary findings and comparison with the 2011 survey

Q1 Does your government (or company) have any policy regarding climate change?



In 2016, about the same number of answers than in 2011 (74% vs 70%) stated that they have a policy on climate change. There seem to be little progress in the awareness of the topic. These policies have been detailed as follows:

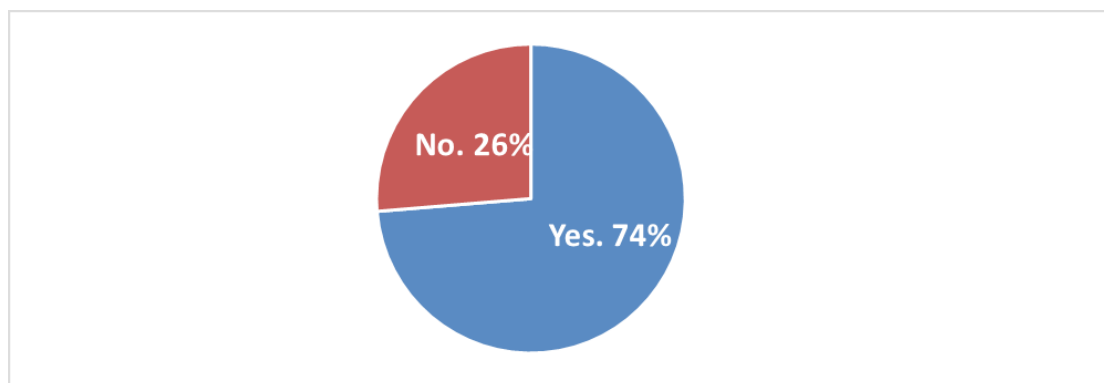
Country	Entity
State of Israel	ATDI (France) Recycling of non-used ICT
State of Israel	Ministry of Environmental Protection Israel has a policy regarding mitigation of greenhouse gas emissions: http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Israel/1/Israel%20INDC.pdf . This does not specifically address ICT issues. However, technological measures which might involve ICT will be part of these efforts – for example management of smart electricity grids and smart metering, promotion of renewable energy and its integration into the electricity grid, energy efficiency measures in buildings and industry (ESCO), water system management, monitoring of climate change trends and implications.

Country	Entity
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Link ICT, climate, environment, and energy policies across governments. – Develop the appropriate legislations and regulations that support the achievement of sustainable management of e-Waste. – Adopt and promote of life-cycle perspectives that promote environmentally efficient R&D, design, production, use, and disposal of ICTs. – Support for research and innovation in green technologies and services. – Develop skills and capacities in the area of “green ICT”. – Increase public awareness of the role of ICTs in improving environmental performance. – Encourage best practices to maximize diffusion of ICTs and “smart” ICT-enabled applications – Promote of green ICT concepts, with governments leading by example. – Consider environmental criteria in public procurement. – Measure environmental impacts of ICT and the usage of ICT in other sectors. – Set up of policy targets, monitoring compliance, and improving accountability.
Republic of the Sudan	<p><i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Ratification of conventions and the outputs of international meetings. – Reducing gas emissions using environmentally-friendly energy in ICT systems, equipment and devices.
Republic of Korea	<p><i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i></p> <p>Technological innovation and Industrialization Plan for Climate Change (on March 2015, Steering Committee of National Science & Technology Council).</p>
Republic of Mali	<p><i>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> It consists in putting information on the web sites of climate change and environment of Mali, to animate radio and television broadcasts etc.</p>
Democratic Republic of the Congo	<p><i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Our climate change policy has not integrated the ICT aspect yet. However, it is planned to integrate it.</p>
Republic of Cameroon	<p><i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> The Government through the Ministry of the Environment, Nature Conservation and Sustainable Development does not have a clearly defined policy on the use of ICTs to combat climate change in short term. However, it is defined by a series of international commitments, namely the use of technology transfer to pursue the coherence of sectoral policies and the intensification of its efforts over the past several years Implementation of an observation, information management and alert system on climate risks in Cameroon, and through initiatives such as the increasing the use of ICTs in the fight against climate catastrophes: floods, earthquakes, droughts, thunderstorms, dry mist, rising sea levels.</p>
Republic of Armenia	<p><i>Ministry of Transport and Communication</i></p> <p>The Climate Change information and developments in the country are accessible through the special portal of the Climate Change Information Center: http://www.nature-ic.am. The GHG inventory of Armenia is developed using the IPCC software and is accessible from above mentioned web-site and from http://www.unfccc.int. The energy using appliances labelling policy is considered as important market tool in the Energy saving and renewable energy policy of the country.</p>

Country	Entity
Republic of Kazakhstan	<p><i>Communication, Informatization and Information Committee</i></p> <p>Yes. Climate change issues are included in the Strategic Plan of Kazakhstan’s Ministry of Energy for 2014-2018 (ensuring Kazakhstan’s transition to low-carbon development and a “green economy”). Important steps are being taken to develop renewable energy sources. In 2013, the Law regarding amendments and additions to certain legislative enactments of the Republic of Kazakhstan regarding support for the use of renewable energy sources. This has involved development of a number of legal texts. By 2020 the total volume of emissions in the electrical energy sector should not exceed that of 2012. Use of ICTs is planned in connection with maintaining a register of enterprises according to greenhouse gas emissions and a register of enterprises for participation in carbon trading.</p>
State of Palestine	<p><i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i></p> <p>A national climate change strategy and plan exists, covering 12 fundamental sectors; among these is the infrastructure sector, under which telecommunications and information technology is included.</p>
Belize	<p><i>Public Utilities Commission (PUC)</i></p> <p>To “support the people of the Caribbean as they address the impact of climate variability and change on all aspects of economic development through the provision of timely forecasts and analyses of potentially hazardous impacts of both natural and man-induced climatic changes on the environment, and the development of special programmes which create opportunities for sustainable development.”</p>
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>The National Policy on Climate Change (NPCC) formalizes the voluntary commitment of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change to reduce greenhouse gas emissions between 36.1 % and 38.9 % of projected emissions 2020. it was instituted in 2009 by Law No. 12.187, seeking to ensure that economic and social development contribute to the global climate system protection. In Brazil it was created the Interministerial Commission on Global Climate Change (CIMGC), which is the Designated National Authority for approving projects under the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol.</p>

Q2 Does your government (or company) have current actions in terms of adaptation to climate change?

Note: Adaptation involves taking action to cope with the effects of climate change at the local or country level. ICTs can greatly support this action. Examples include remote sensing to gather climate data, dissemination of information such as sea-level forecasts, and impact minimization measures such as building on higher ground with respect to the sea level. ICT infrastructure is already used to warn of natural disasters such as earthquakes and tidal waves. Additional or new ICT infrastructure and services may be needed to help deal with problems such as water and food shortage, etc., arising from extreme climate conditions.

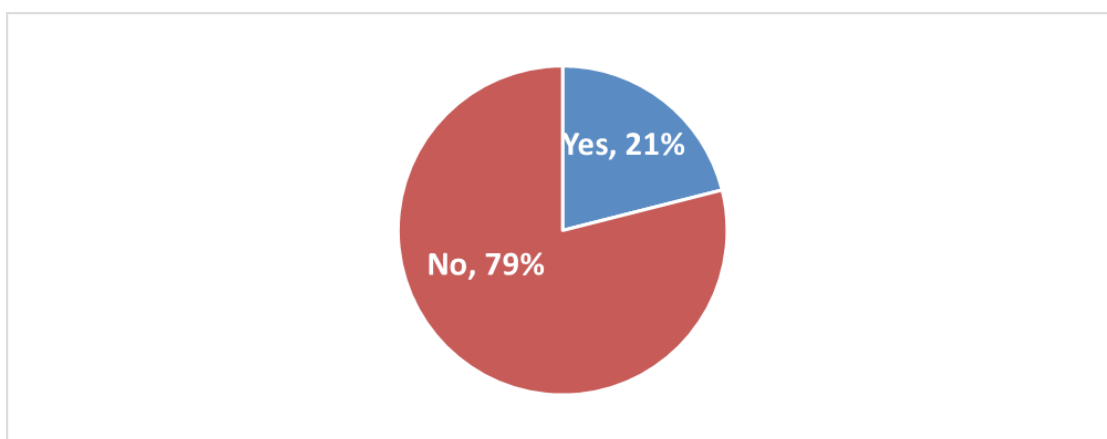


There were slightly fewer answers than in 2011 stating that they have adaptation policies (74% vs 80%).

It was then asked “If no, do you intend to propose adaptation measures to climate change in the future?” 71% of the answers indicated intention to propose adaptation measures.

Q3 Have you estimated the global ICT footprint in your country, in terms of greenhouse gas (GHG) emissions?

Note: The ICT industry has for a long time been focused on delivering productivity enhancements in and through its products and solutions. Energy efficiency has only recently become a critical issue: in some countries, energy consumption of ICT is now more than 13 per cent. It is estimated that the ICT industry accounts for approximately 2.5 per cent of global CO₂ emissions.



There were fewer answers than in 2011 (21% vs 30%) indicating that they had estimated global ICT footprint in their countries.

If yes, it was asked “what measures are you taking to reduce your GHG ICT footprint?” The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI (France)</i> Also more efficient transformers.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<i>GSM Association, International</i> NIL
State of Israel	<i>Ministry of Environmental Protection</i> Partially – An estimate from 2011 states that more efficient stand-by modes could reduce emissions by 0.186 MtCO ₂ eq in the domestic sector and 0.14 MtCO ₂ eq in the governmental sector.
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> – Use of bioenergy and alternative energy; – Participation in infrastructure and reducing quantity of energy used; – Establishing shared data centres using cloud computing.
Republic of Kazakhstan	<i>Communication, Informatization and Information Committee</i> No. The ICT footprint in Kazakhstan needs to be estimated in the form of greenhouse gas emissions and the telecommunication companies contributing to that footprint must be identified.

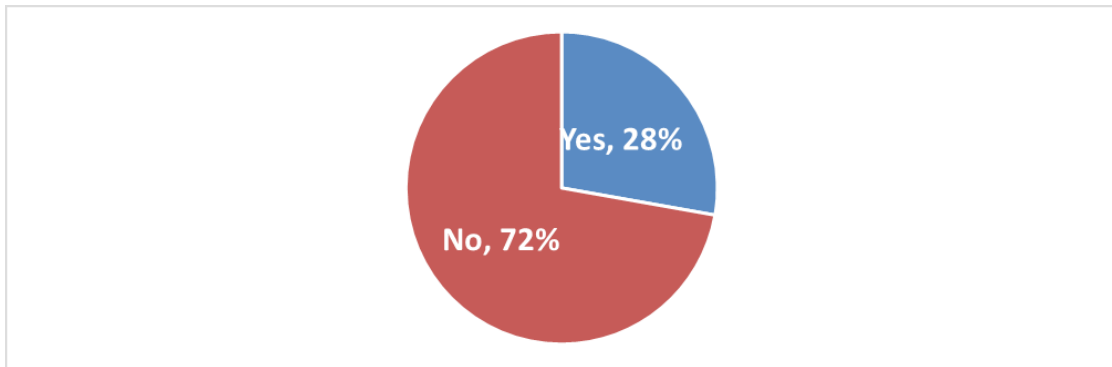
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>According to Decree No. 7.390 / 2010, which regulates the National Policy on Climate Change (NPCC), the baseline greenhouse gas emissions for 2020 was estimated at 3,236 Gt CO₂ – eq. Therefore, the corresponding absolute reduction was made between 1 168 Gt CO₂ – eq and 1,259 Gt CO₂ – eq, 36.1 % and 38.9 % reduction, respectively. To assist in achieving the reduction targets, the law also stipulates the development of sectoral mitigation and adaptation plans at the local, regional and national levels.</p>

If no, it was asked “what are your plans for the future?” The following answers were provided:

Country	Entity
Chile	<p><i>SERMECOOP</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Establish a policy with clearly defined regulations in this regard for 2016.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p><i>GSM Association, International</i></p> <p>NIL</p>
Eastern Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> The government has indicated that the issue of measuring the carbon footprint will be studied.</p> <p>In our university, one objective that we consider is the possibility for the measurement of the carbon footprint in both undergraduate and postgraduate projects.</p>
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <p>Develop ICT carbon footprint.</p>
Republic of Korea	<p><i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i></p> <p>Assess the achievements on GHG emission reduction using technological innovation by each sector.</p>
Democratic Republic of the Congo	<p><i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunication</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Our project is to equip us with the tools to assess the global carbon footprint.</p>
Republic of Cameroon	<p><i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Conduct a study to assess the overall carbon footprint of ICTs (in terms of greenhouse gas emissions) in Cameroon and mainly in large cities; – Consider raising awareness of the carbon footprint of ICT in Cameroon; – Drafting a national strategy / plan to reduce GHG emissions from ICTs in Cameroon; – Strengthening human capacity building and technology transfer for GHG assessment and reduction through ICTs.
Republic of Colombia	<p><i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Carry out a quantification of the greenhouse gas emissions by using ICTs in Colombia.</p> <p>This is expected to be done jointly by the Ministry of Information Technology and Telecommunications MINTIC and the Ministry of Environment and Sustainable Development (Deputy Management of Climate Change).</p>

Country	Entity
State of Palestine	Ministry of Telecommunications & Information Technology Determination of emissions of greenhouse gases to be expanded to include other sectors. Note that we have made a general estimate of greenhouse gas emissions in the energy sector, which includes the energy consumed by the ICT sector.
Plurinational State of Bolivia	Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones <i>Unofficial translation:</i> Conduct a study of greenhouse gas emissions from the telecommunications sector.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL</i> N/A

Q4 Are you aware of “green” ICT initiative which would provide better design and energy consumption?



There were many fewer answers than in 2011 (28% vs 63%) indicating awareness of “green” ICT initiative.

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> <i>Unofficial translation:</i> Initiatives at the level of the organization, taking into account the corporate and national strategic guidelines.
Eastern Republic of Uruguay	<i>Universidad de Montevideo</i> <i>Unofficial translation:</i> In our country there is not a joint effort, there are only a few initiatives aligned with green ICTs.
State of Israel	<i>Ministry of Environmental Protection</i> According to a Government Resolution, the Governmental Procurement Administration incorporates energy efficiency criteria (Energy Star label) in all its ICT tenders. These tenders are used also by local authorities and other public organizations

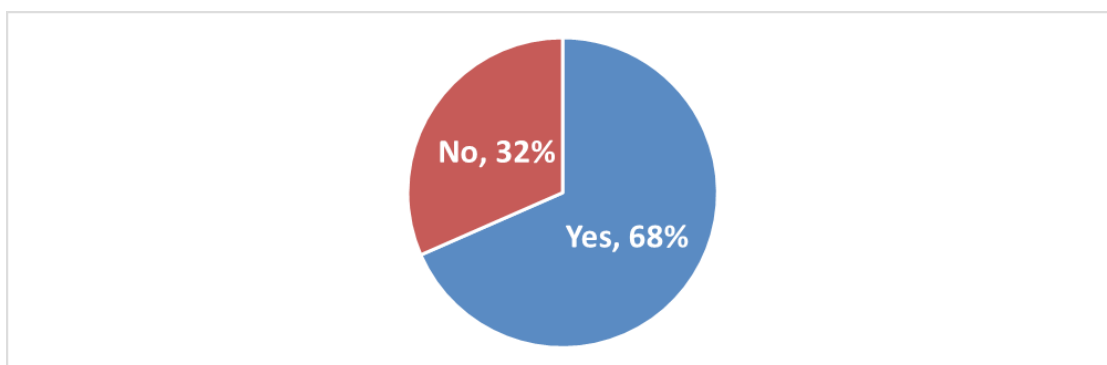
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL</i></p> <p>This is not a Regional Initiative for the Americas. Although this, according to the Interministerial Commission on Global Climate Change Activity Report 2013-2014 (CIMGC) on December 31, 2014 Brazil had a total of 416 project activities approved by CIMGC, with 333 already registered the Executive Board of the Clean Development Mechanism, equivalent amount to 4.4% of the global total, ranking 3rd in the world ranking in number of registered project activities.</p> <p>Geographically, the projects are distributed heterogeneously the national territory, which has five official regions of Brazil. It is noted clearly that the distribution of activities reflects characteristics physical and socioeconomic regions.</p> <p>The Southeast Region has 139 projects, with a predominance of Biogas activities (32) Landfill gas (31), Hydro (26) and Energy Biomass (25). Furthermore, the region has all the designs Substitution Fossil Fuel (9), of Use and Heat Recovery (4) Substitution for SF6 (1) and Solar Energy (1), and 80% of N2O destruction projects (4).</p> <p>The South region has 83 projects, with a predominance of Hidroeletricidade (34), followed by activities Biogas (17), Wind Power Plants (11) and Energy Biomass (10).</p> <p>The Northeast It reached the record of 59 projects with a total area of wind farms (43) followed by Landfill Gas Project (7) and Biogas (3). The region The Midwest, with 63 projects presented predominance of Biogas projects (29) and Hydro (28). Finally, the North region of Brazil, with only 17 Clean Development Mechanism projects that took advantage of its water resources to record nine Hydroelectric projects.</p>

In case these ICT initiatives are regional initiatives, the following details and the level of implementation of these initiatives in the countries were provided:

Country	Entity
Eastern Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p>Unofficial translation: It is not at any status.</p>
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <p>Sustainable development goals.</p>
Republic of the Sudan	<p><i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i></p> <p>Yes, they are global initiatives, the outputs of which are adopted by the Sudan for gradual implementation; currently at the stage of planning, standardization and determining methods of implementation.</p>

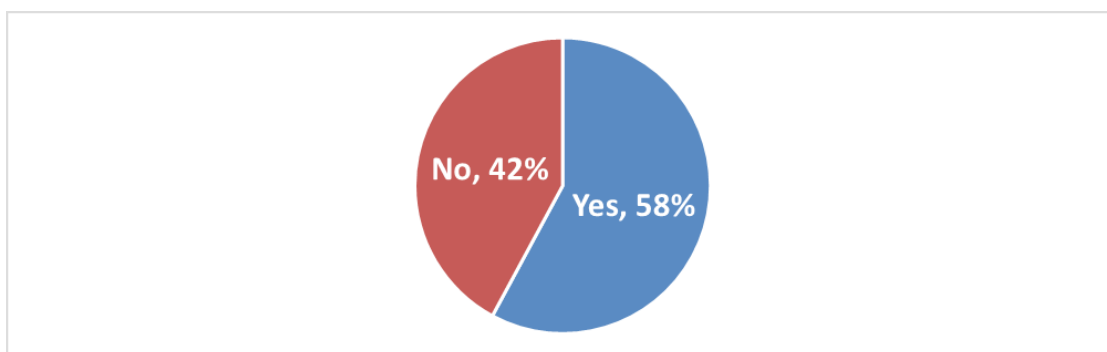
Country	Entity
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>Registered Brazilian projects are distributed in 15 types, which can be grouped into eight sectoral scopes. Among the types of Clean Development Mechanism projects developed in Brazil are Hydroelectric projects, Wind, Biogas, Landfill Gas, Biomass Energy, Replacement Fossil Fuel, Methane Avoided, Oxide Decomposition Nitrous (N₂O), of Use and Heat Recovery, Reforestation and Afforestation of Other Renewable Energy (Solar Photovoltaic) of Energy efficiency, Sulfur hexafluoride Replacement (SF₆), Reduction and Replacement perfluorocarbons (PFCs) and replacement of fossil origin CO₂ Industrial Use or Mineral CO₂ by renewable sources.</p> <p>The breakdown of the number of Brazilian projects of Clean Development Mechanism registered annually until December 2014, is as follows: hydroelectric projects, including micro plants (CGHs), small plants (SHP) and large plants (HPPs), representing 27.0% of total Brazilian projects. In addition, following the biogas use projects, accounting for 19.2%, the wind farm projects, representing 16.2%, landfill gas projects, representing 15% projects using biomass energy, representing 12.3%, the fossil fuel replacement projects, representing 2.4% and methane avoidance projects, representing 2.4%. Such projects together represent 94.9% of the total portfolio in Brazil.</p>

Q5 Do you have severe weather conditions in your rural/remote regions?



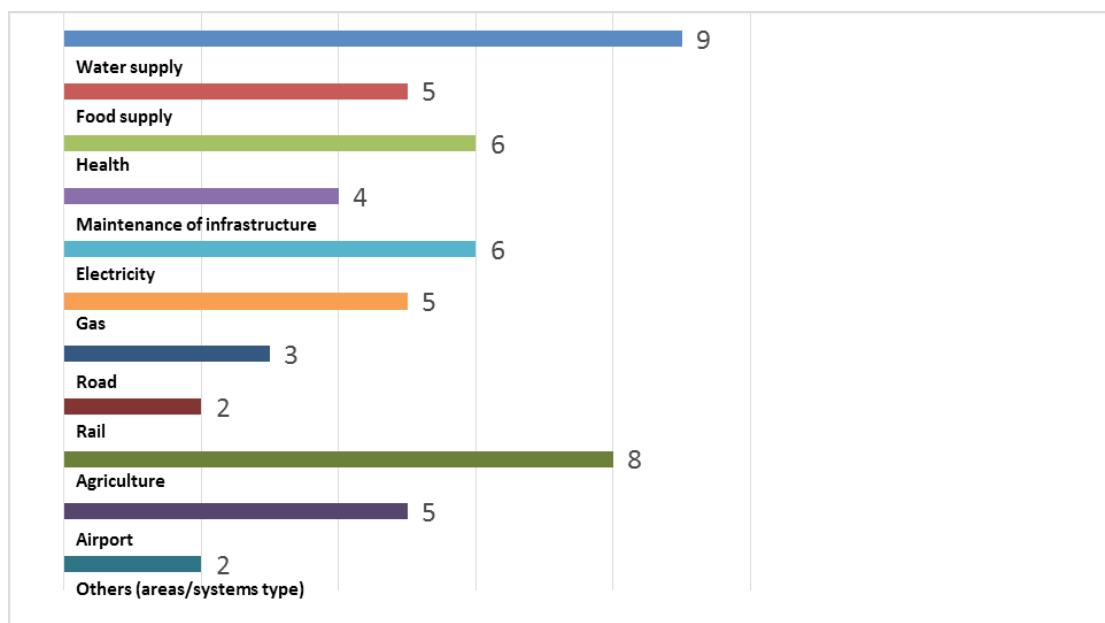
The question had not been asked in a comparable manner in 2011. 68% of the 2016 answers indicated having severe weather conditions in their rural/remote regions.

Q6 Is your administration using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change?



There were about the same number of answers than in 2011 (58% vs 60%) stating that administration is using any Systems and Applications of ICT to adapt to climate change.

It was then asked to specify in which area and the type of system and application used. The answers are reported in the following **figure**:



Q7 What ICT services would enable communities to better adapt to climate change? (One example could be automated text messages to communities about water shortage and emergency water supply, etc.)

The following answers were provided:

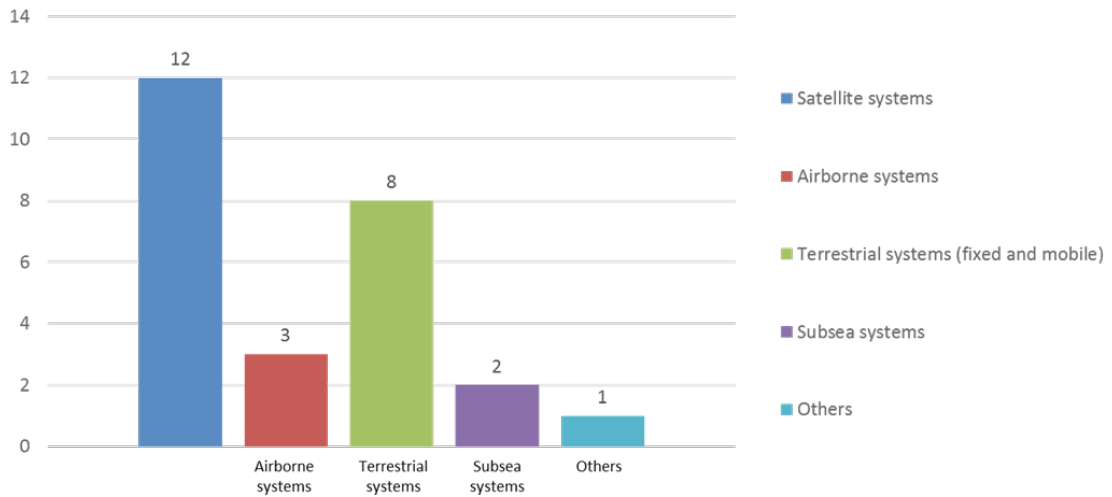
Country	Entity
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> Mobile telephone services. Various means of communication.
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> SMS services to communities when issuing a fine dust warning.
Republic of Mali	<i>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC</i> <i>Unofficial translation:</i> Sending automated text messages, websites, radio and TV news, climate change websites.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation:</i> SMS, social networks, call center.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> SMS, telephone, television, radio, fax, réseaux sociaux.
Belize	<i>Public Utilities Commission (PUC)</i> Natural disaster warnings and updates.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> Due to the use of the Internet and social networks to increase the populations of urban and rural areas, we suggest the adoption of communications mechanisms associated with the Internet, such as social and Apps communication networks (like WhatsApp) and others.
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios Y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> Voice and data telecommunication services.

Country	Entity
Republic of Armenia	<p><i>Ministry of Transport and Communication</i></p> <p>The SMS information on extreme weather and road conditions is already applied in Armenia. The water shortage information also can be important for advance actions on proper management of available resources. Kazakhstan Communication, Informatization and Information Committee (Kazakhstan) Sending out alerts on such threats via mobile phones.</p>
State of Palestine	<p><i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i></p> <p>SMS, text messaging, social media sites, websites of relevant enterprises, TV and radio broadcasts.</p>
Arab Republic of Egypt	<p><i>Ministry of Communications and Information Technology (MCIT)</i></p> <p>In 1987 expert system technology was identified as an appropriate technology to speed up agricultural desert development in Egypt. The Central Laboratory for Agricultural Expert Systems (CLAES) has been established for agriculture management. It is domain independent and can be used with any commodity. CALES consists of three separate modules: an executive, a scheduler, and an expert system shell. In 1991, serious efforts have been started in Egypt to develop crop management expert systems for different crops. A prototype for an expert system for cucumber seedlings productions has been developed. This prototype has six functions: seeds cultivation, media preparation, control environmental growth factors, diagnosis, treatment, and protection.</p>
State of Israel	<p><i>ATDI (France)</i></p> <p>Sensors to indicate water wastes and remote readings of water meters</p>
Chile	<p><i>SERMECOOP</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Intensive use of sending messages and testimonies in social networks (Facebook, Twitter, Youtube, etc.). Develop a game or competition on social networks (with access from mobile devices), and compete by using several notifications of actions to mitigate climate change.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p><i>GSM Association (International)</i></p> <p>See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/.</p>
Eastern Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> SMS, data collection systems for sensors, big data management and emergency communications of preference.</p>

Country	Entity
<p>Republic of Colombia</p>	<p><i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Improve hardware and software as well as interoperability between national and sectoral information systems that allow the automatic transmission of data (hydrometeorological, energy consumption, sectoral statistics, watershed status, etc.) that allow the country to have efficient and useful systems for decision-making in order to face of climate change. – Improvement of the data transmission technologies of hydrometeorological and oceanographic stations. – Generate technological and human capacity for the management of geographic data that allow to improve the quality of the analysis on vulnerability, risk and adaptation. – Generate early warning systems for agriculture, energy sector, etc. – Develop Apps and information tools to present the information to the public more efficiently. – Policies (and materialization) of open data that allow the government to better access geographical information, satellite images, remote sensors, etc. in order to improve the level of knowledge of vulnerability in the territory. – Technological strengthening of the entities generating information and the Environmental Information System at national level, as well as local entities that must use the information to influence the generation of local policies, development strategies, project. – Social ownership of knowledge on adaptation to climate change. – Improve diffusion through different audiovisual media, radio, massive networks. – Improve knowledge of the regions to design more appropriate strategies. – Access to cartography generated by different actors (i.e. mapatons).

Q8 What specific technologies or standards for ICT equipment are used by your administration to gather data to monitor climate change? Please select those that are applicable:

Answers are illustrated in the following figure, where it appears that Satellite systems are the most used (52% of the answers), followed by terrestrial systems (26%).



Q9 What technologies and/or standards could enhance the gathering of data/information about climate change for your administration?

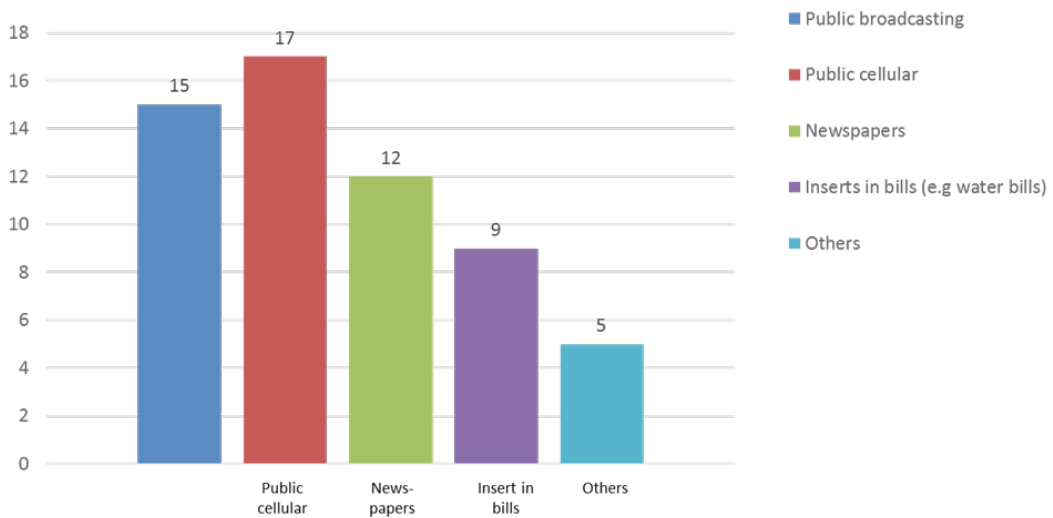
The following answers were provided:

Country	Entity
State of Israel	<i>ATDI France</i> Israel enforces sharing of cellular sites by different operators
Chile	<i>SERMECOOP</i> Unofficial translation: A formal policy, which defines the role, the responsibility, the attributions and resources. So far these are the actions taken at an informal level.
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> Communications technology and information technology
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> Developing a Geostationary Satellite (GSS) for climate and environmental predictions
Republic of Mali	Stations, des Observatoires etc.
Democratic Republic of the Congo	Systèmes à satellite.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> Unofficial translation: Satellite systems; Earth systems (fixed and mobile) and submarine system.

Country	Entity
Republic of Colombia	<p><i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Greater access to satellite information; – Remote sensors; – Open data in all national and local entities; – Geographic information systems (capacity, management, use of open data); – Information systems (hardware and software) that allow the use of geographic and alphanumeric data efficiently and safely; – Interoperability of existing systems and subsystems; – Accessible modelling tools and training for their management; – Improvement of hydrometeorological and oceanographic stations in data transmission; – Technological capacity of national and local entities in data management.
Republic of Armenia	<p><i>Ministry of Transport and Communication</i></p> <p>Expansion of the network automated hydrometriological observation stations, improved of the affordable systems for the assessment of the snow cover in mountainous areas for prediction of water resources and flood alarming. The water level measurement in reservoirs in real time for better planning.</p>
State of Palestine	<p><i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i></p> <p>Advanced weather monitoring network; Time series of high-precision remote sensing satellite images.</p>
Belize	High altitude platforms.
Federative Republic of Brazil	<p><i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i></p> <p>Terrestrial radio systems (private networks), terrestrial cellular systems and satellite broadcasting.</p>

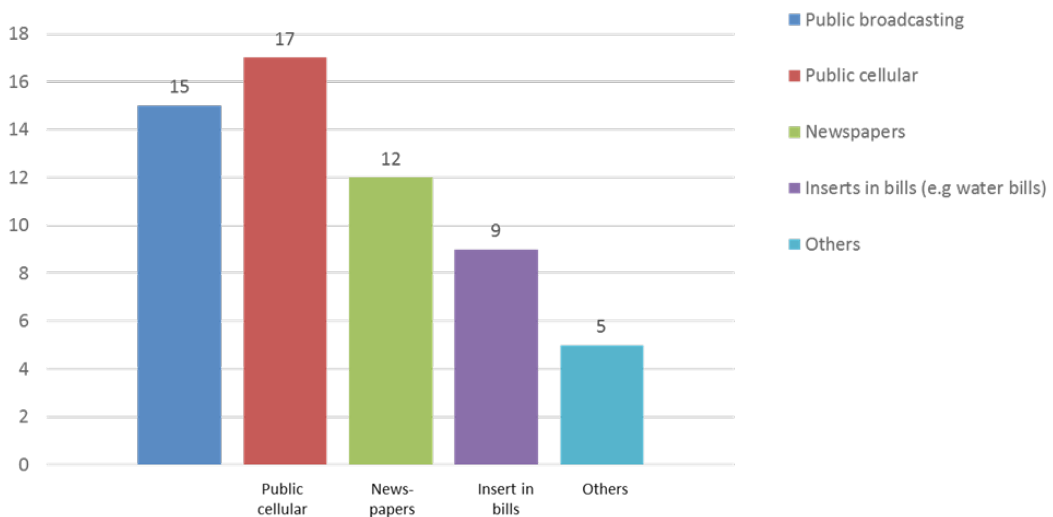
Q10 What information communication technologies and standards are used by your administration to disseminate information about climate change to those who need it (e.g. in broadcast, Satellite systems)?

Answers are illustrated in the following figure. Terrestrial systems still represent about 70% of the answers regarding technologies and standards used by administrations to disseminate information about climate change.



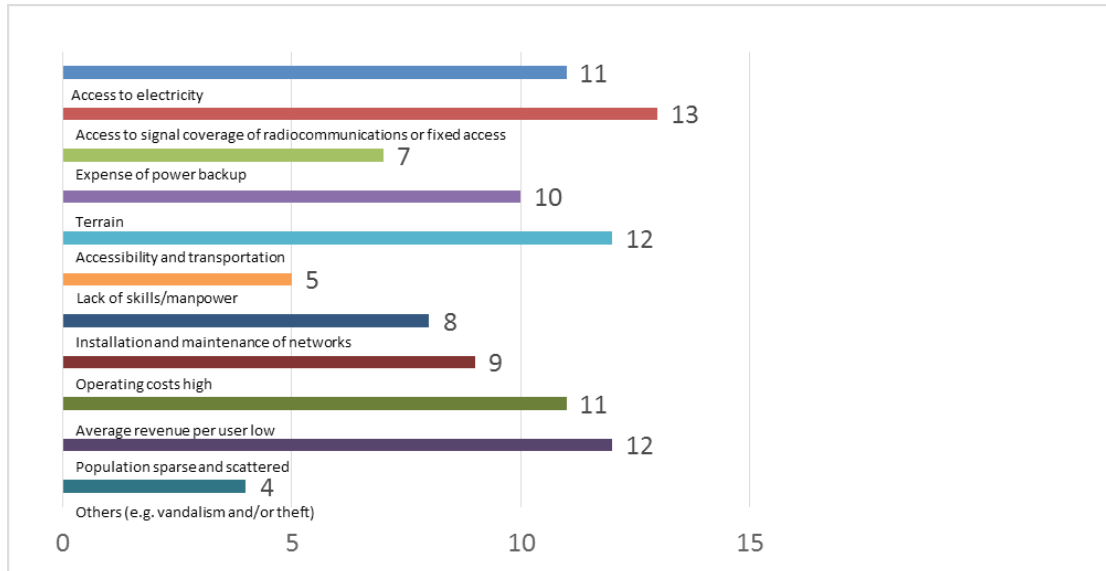
Q11 What technologies and/or standards could enhance the dissemination of information about climate change to those who need it?

Answers are illustrated in the following figure. Public cellular was the most often quoted (30%), followed by Public broadcasting and Newspaper.



Q12 Access to information is important for communities needing to adapt to climate change. What are the challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/remote areas in your region? Please indicate those that affect you most from the following examples:

As shown in the following **figure**, there were many challenges to deploying Telecommunication infrastructure in rural/remote areas, almost all equally important. These challenges included Average revenue per user, Access to electricity, Accessibility and transportation, Access to signal coverage of radiocommunications or fixed access, Population scarce or scattered, Expense of power backup, Terrain, Lack of skills/manpower, Installation and maintenance of networks, Operating costs high, Average revenue per user low, Population sparse and scattered, Others (e.g. vandalism and/or theft)



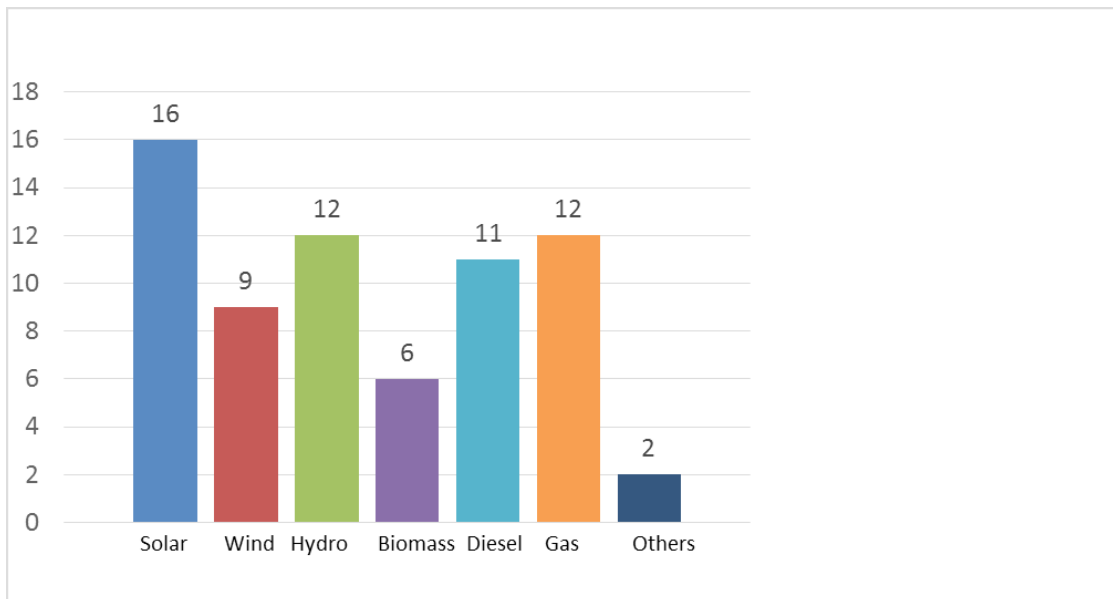
Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> <i>Unofficial translation:</i> Not having the necessary electrical energy, the culture of the population.
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<i>GSM Association, International</i> See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/ .
Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> The US economic boycott on systems, equipment, devices and spare parts.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications du Congo (A.R.P.T.C.)</i> <i>Unofficial translation:</i> Lack of road infrastructure to access rural and remote areas and insufficient deployment and/or lack of electricity distribution network
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation:</i> The main obstacles found are: <ul style="list-style-type: none"> – Access to electricity: it is not only that the network is not extended but also the power cuts are frequent. – Access to radio signal or fixed access: rugged terrain. – Accessibility and transport: low density of the transport network. – Natural hazards: high frequency of natural disasters due to climate events.

Country	Entity
Republic of Armenia	<i>Ministry of Transport and Communication</i> Because of the factors/challenges mentioned above, possible investments by private operators in telecommunication projects in rural/remote areas are less cost-effective and require longer payback periods than similar investments in urban areas
State of Palestine	<i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i> Other challenges include the presence of military occupation, resulting in lack of control over territory and of full control over crossing points and imports
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> Municipal authorization for the installation of towers, supports of antennas and telecommunications networks. Installation of telecommunication infrastructures in national protected areas. Opposition of some people in urban areas.
Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. Overcome the differences and difficulties of this reality, especially those related to access to information for people in remote areas, it is a major challenge for the national strategy related to climate change.

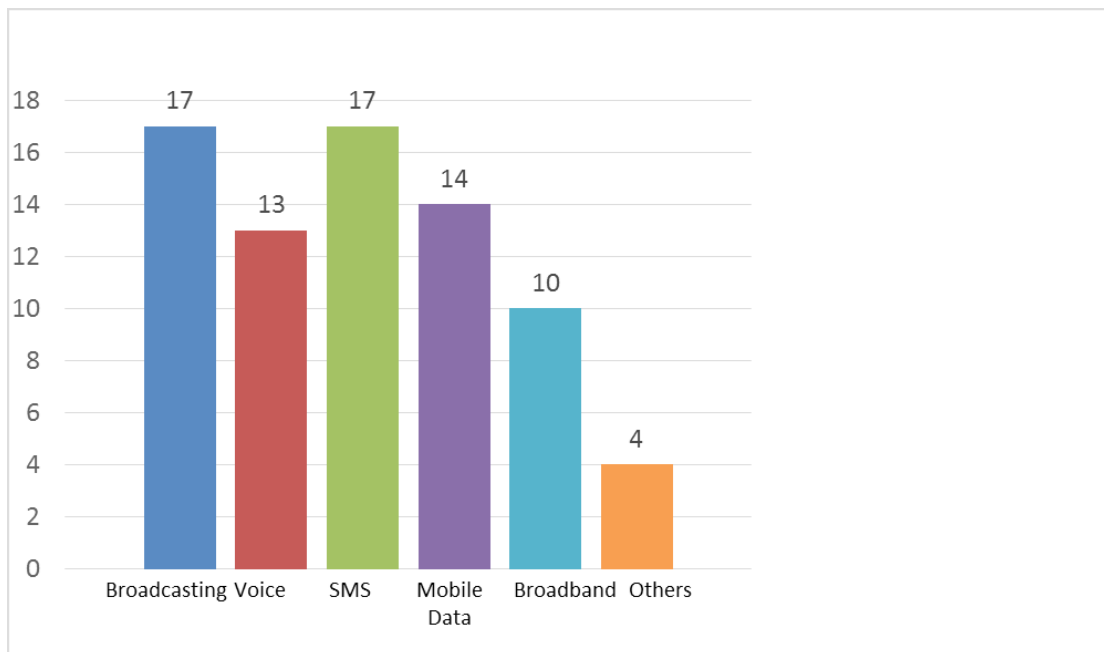
Q13 What primary and backup energy sources are available in your rural/remote areas?

As evidenced in the following figure, solar was the most often quoted (24%), followed by Hydro and Gas (18%). Diesel was 16% of the quotes.



Q14 What types of broadcasting/telecom/mobile systems are needed to allow enhanced access to information concerning climate change or extreme weather events in rural/remote regions?

SMS and Broadcasting were the most often quoted (23%), followed by mobile data and voice



Further information was provided as follows:

Country	Entity
Chile	<i>SERMECOOP</i> <i>Unofficial translation: electric energy.</i>
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation: Fax.</i>
Republic of Colombia	<i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> <i>Unofficial translation: Television.</i>

Country	Entity
United States of America	<p><i>U.S. Department of State, Bureau of Economic, and Business Affairs Communication and Information Policy, Multilateral Affairs</i></p> <p>Some examples of systems in the United States for extreme weather events or other emergency alerts:</p> <p>Emergency Alert System (EAS): The Emergency Alert System (EAS) is a national public warning system that requires broadcasters, cable television systems, wireless cable systems, Satellite Digital Audio Radio Service (SDARS) providers, and Direct Broadcast Satellite (DBS) providers to provide the communications capability to the President to address the American public during a national emergency.</p> <p>Additionally, EAS equipment can directly monitor the National Weather Service for local weather and other emergency alerts, which local broadcast stations, cable systems, and other EAS participants can then rebroadcast, providing an almost immediate relay of local emergency messages to the public.</p> <p>Wireless Emergency Alerts (WEA): WEA is a public safety system that allows customers who own certain wireless phones and other enabled mobile devices to receive geographically-targeted, text-like messages alerting them of imminent threats to safety in their area. The technology ensures that emergency alerts will not get stuck in highly congested areas, which can happen with standard mobile voice and texting services. Wireless companies volunteer to participate in WEA.</p> <p>WEA enables government officials to target emergency alerts to specific geographic areas through cell towers that broadcast the emergency alerts for reception by WEA-enabled mobile devices.</p> <p>The alerts from authenticated public safety officials are sent through the Federal Emergency Management Agency's (FEMA's) Integrated Public Alert and Warning System (IPAWS) to participating wireless carriers, which then push the alerts from cell towers to mobile devices in the affected area. The alerts appear like text messages on mobile devices.</p> <p>Both EAS and WEA are part of FEMA's IPAWS, which is a modernization and integration of the nation's alert and warning infrastructure. IPAWS provides public safety officials with an effective way to alert and warn the public about serious emergencies using the EAS, WEA and other public alerting systems from a single interface.</p>

Q15 What are the educational means in rural/remote regions to train individuals for the use of ICTs for adaptation to climate change?

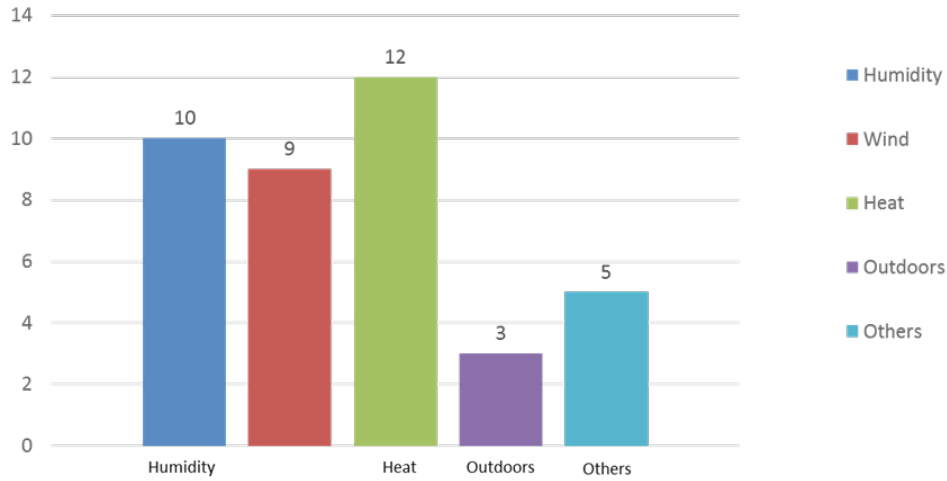
The following answers were received:

Country	Entity
Chile	<p><i>SERMECOOP</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> There are several possibilities, but a good motivation is required, based on the advantages and/or benefits for them to adapt themselves to those effects. Given the culture of these areas it is not useful to talk about benefits for the country and/or the world.</p>
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	<p><i>GSM Association (International)</i></p> <p>See our Mobile for Development activities: http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/.</p>
Republic of Uruguay	<p><i>Universidad de Montevideo</i></p> <p><i>Unofficial translation:</i> Rare or none.</p>

Country	Entity
Republic of the Sudan	<i>National Telecommunications Corporation (NTC)</i> <ul style="list-style-type: none"> – Universal access services. – Awareness-raising and educational campaigns.
Republic of Korea	<i>Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP)</i> Providing necessary facilities.
Republic of Mali	<i>Autorité Malienne de Régulation des Télécommunications/TIC e (Mali)</i> <i>Unofficial translation:</i> Existence of strategy documents, existence of technical services of the State, NGOs etc.
Democratic Republic of the Congo	<i>Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications (Dem. Rep. of the Congo)</i> <i>Unofficial translation:</i> <ul style="list-style-type: none"> – Installation of telecenters for the community; – Churches; – Schools.
Republic of Cameroon	<i>Ministère des Postes et des Télécommunications</i> <i>Unofficial translation:</i> seminars; broadcasts/community radio and television; awareness campaigns; associations and religious networks; written materials (leaflets, posters, banners, technical sheets...).
Republic of Colombia	<i>Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> There are good possibilities to the extent that strategies are designed taking into account the local needs and conditions of vulnerability and having a component of social ownership. In Colombia, we have worked on some pilot projects of this type from which important lessons have been learned. In addition, it would be necessary to ensure the coverage of data networks in such remote areas and the capacity of national and local institutions to generate the necessary data in a sustainable manner over time.
Republic of Armenia	<i>Ministry of Transport and Communication</i> E-Learning tools, booklets, leaflets, etc.
State of Palestine	<i>Ministry of Telecommunications & Information Technology</i> Educational and training workshops; Instructional materials (leaflets, compact discs).
Plurinational State of Bolivia	<i>Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda Viceministerio de Telecomunicaciones</i> <i>Unofficial translation:</i> The training should be carried out by the Plurinational Authority of Mother Earth [Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra] under the Ministry of Environment and Water as the head of sector on the issue of climate change.
Federative Republic of Brazil	<i>Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL</i> As already mentioned, Brazil is a country with vast territory, where geographical, economic, social and environmental conditions are very different. In rural / remote areas, educational facilities are also very different, but we believe that the recent spread of modern media (such as Internet, mobile and social networks) is presented as a viable option to be used as appropriate educational means.

Q16 Some systems are specifically developed for developing countries; most of them have some features that are not essential enough to justify their cost and/or lack the required specification to meet the existing conditions in developing countries. What are the conditions requiring specific features that are essential in rural/remote regions in your country?

Heat was the most often quoted condition (31%), followed by Humidity (25%) and Wind (23%).



Annex 2: List of contributions received for Question 6/2 during study period 2014-2017

The contributions received for consideration by Question 6/2 are listed below.

Question 6/2 contributions for Rapporteur Group and Study Group meetings

Web	Received	Source	Title
2/466 +Ann.1	2017-03-23	Argentine Republic	Pursuing UN Sustainable Development Goals through IoT for irrigation systems
2/443	2017-01-19	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group meeting on Question 6/2, Geneva, 19 January 2017
2/418 [OR]	2017-02-17	Rapporteur for Question 6/2	Final Report for Question 6/2
RGQ/237 + Ann.1	2016-12-22	Rapporteur for Question 6/2	Proposed Annex 1 to Question 6/2 final report
RGQ/232	2016-12-08	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change
RGQ/223	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.3 on submarine systems for climate change monitoring
RGQ/222	2016-11-29	Rapporteur for Question 6/2	Proposed text for clause 2.1 on terrestrial systems for climate change monitoring
RGQ/214 [OR]	2016-11-25	Rapporteur for Question 6/2	Draft Final Report for Question 6/2
2/372	2016-09-13	Telecommunication Development Bureau	Overview of input received through the ITU-D Study Group 2 consolidated survey for Questions 6/2, 7/2 and 8/2
2/363	2016-09-13	France	Proposed revision of report on question 6/2 on ICT and climate change
2/356	2016-09-07	Qualcomm, Inc.	India- Stove Trace Case Study
2/336	2016-08-09	The ITU Association of Japan	Proposal for recycling method of lead acid battery
2/331 (Rev.1)	2016-08-12	Alcatel-Lucent France, Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG	Revised outline of output report for Question 6/2 - Section 4
2/327	2016-08-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
2/324	2016-08-11	Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG, Alcatel-Lucent France	Revised outline of output report for Question 6/2

Web	Received	Source	Title
2/275	2016-06-29	Orange (France)	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux mobiles des pays en développement
2/267 [OR]	2016-04-27	Rapporteur for Question 6/2	Draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
2/262	2016-04-25	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 25 April 2016
RGQ/167	2016-04-26	Rapporteur for Question 6/2	Working document: draft Question 6/2 report following the 25 April 2016 Q6/2 meeting
RGQ/165 +Ann.1	2016-04-25	France	COP21- Résultats et prochaines étapes
RGQ/160	2016-04-08	France	Proposal for the Question 6/2 output report
RGQ/154	2016-04-05	United States of America	Proposed revision of clause 1 of the Q6/2 report
RGQ/153	2016-04-05	United States of America	Proposed editorial revision of clause 2.2 of the Q6/2
RGQ/152	2016-04-05	United States of America	Proposed text for clause 2.4 of the Q6/2 report
RGQ/151	2016-04-05	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
RGQ/134	2016-03-30	Orange	Utilisation de l'énergie solaire pour les réseaux des pays en développement
RGQ/109	2016-03-02	France	Réduire la consommation énergétique des TIC
2/248	2015-09-14	Rapporteur for Question 6/2	Outline of output report for Question 6/2
2/226	2015-08-19	Democratic Republic of the Congo	Initiatives internationales sur les changements climatiques
2/195	2015-07-26	United States of America	Proposed initial text for clause 2.2 of the Q6/2 report
2/194	2015-07-26	United States of America	Comments on the draft outline of the Q6/2 report
2/168	2015-07-22	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and Climate Change
2/162	2015-07-21	France	Éléments scientifiques sur le changement climatique
2/161	2015-07-21	France	The connected and sustainable city
2/152	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft Questionnaire on ICT and Climate Change
2/151	2015-07-06	Rapporteur for Question 6/2	Draft table of contents for Question 6/2: ICT and climate change

Web	Received	Source	Title
2/138	2015-05-08	Rapporteur for Question 6/2	Report of the Rapporteur Group Meeting on Question 6/2, Geneva, 28 April 2015
RGQ/68	2015-04-14	KDDI Corporation	Mobile base stations with tribrid electric control technology
RGQ/53 Rev.1	2015-03-21	France	Éléments scientifiques sur le changement climatique
RGQ/49	2015-03-12	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and climate change? Trends in telecommunication reform 2010 Chapter on climate change
RGQ/39	2015-03-11	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on the ICTs and climate change
RGQ/10	2014-12-15	Rapporteur for Question 6/2	Draft work plan for Question 6/2
2/89	2014-09-09	General Secretariat	WSIS Stocktaking: Success stories
2/87	2014-09-08	General Secretariat	Report on WSIS Stocktaking 2014
2/85	2014-09-08	Alcatel-Lucent France	Proposal for initial work plan for Question 6/2
2/47	2014-08-14	BDT Focal Point for Question 6/2	Work of ITU in the area of ICTs and Climate Change
2/33	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the Working Party 3 of ITU-T Study Group 5 meeting (Geneva, 19-23 May 2014)
2/32	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	Executive summary of the ITU-T Study Group 5 meeting (Lima, 2-13 December 2013)
2/31	2014-08-04	Telecommunication Standardization Bureau	ITU-T activities on ICTs, the environment and climate change

Liaison Statements

Web	Received	Source	Title
1/272	2016-05-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study 1 and 2 on updates on ITU-T SG 5 activities relevant to ITU-D study groups
1/268	2016-04-11	ITU-R Working Party 7C	Liaison Statement from ITU-R Working Party 7C to ITU-D SG2 on Response on ICT and climate change
RGQ/87	2015-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 on ITU-D SG2 Q6/2 work for the 2014-2017 study period

Web	Received	Source	Title
RGQ/33	2015-03-03	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 on the Executive Summary of the ITU-T Study Group 5 Meeting
RGQ/21	2015-02-09	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 on Inviting ITU-D Study Group 2 Question 6 to provide information to Question 15/5 "ICTs and adaptation to the effects of climate change" with respect to work item: Recommendation ITU-T L.1500 Supplement on Adaptation

Union internationale des télécommunications (UIT)
Bureau de développement des télécommunications (BDT)
Bureau du Directeur
Place des Nations
CH-1211 Genève 20 – Suisse
Courriel: bdttdirector@itu.int
Tél.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

**Adjoint au directeur et
Chef du Département de
l'administration et de la
coordination des opérations (DDR)**
Courriel: bdtdeputydir@itu.int
Tél.: +41 22 730 5784
Fax: +41 22 730 5484

**Département de l'environnement
propice aux infrastructures et
aux cyberapplications (IEE)**
Courriel: bdtiee@itu.int
Tél.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

**Département de l'innovation et des
partenariats (IP)**
Courriel: bdtip@itu.int
Tél.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

**Département de projets et de la gestion
des connaissances (PKM)**
Courriel: bdtipkm@itu.int
Tél.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

Afrique

Ethiopie
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau régional
P.O. Box 60 005
Gambia Rd., Leghar ETC Building
3rd floor
Addis Ababa – Ethiopie
Courriel: ituaddis@itu.int
Tél.: +251 11 551 4977
Tél.: +251 11 551 4855
Tél.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

Cameroun
**Union internationale des
télécommunications (UIT)**
Bureau de zone de l'UIT
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé – Cameroun
Courriel: itu-yaounde@itu.int
Tél.: + 237 22 22 9292
Tél.: + 237 22 22 9291
Fax: + 237 22 22 9297

Sénégal
**Union internationale des
télécommunications (UIT)**
Bureau de zone de l'UIT
8, Route du Méridien Immeuble
Rokhaya B.P. 29471 Dakar-Yoff/Dakar
– Sénégal
Courriel: itu-dakar@itu.int
Tél.: +221 33 859 7010
Tél.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

Zimbabwe
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792 Belvedere
Harare – Zimbabwe
Courriel: itu-harare@itu.int
Tél.: +263 4 77 5939
Tél.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

Amériques

Brésil
**União Internacional de
Telecomunicações (UIT)**
Bureau régional
SAUS Quadra 06, Bloco "E"
10^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
70070-940 Brasília, DF – Brazil
Courriel: itubrasilia@itu.int
Tél.: +55 61 2312 2730-1
Tél.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

La Barbade
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown – Barbados
Courriel: itubridgetown@itu.int
Tél.: +1 246 431 0343/4
Fax: +1 246 437 7403

Chili
**Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)**
Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Casilla 50484 – Plaza de Armas
Santiago de Chile – Chili
Courriel: itusantiago@itu.int
Tél.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

Honduras
**Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)**
Oficina de Representación de Área
Colonia Palmira, Avenida Brasil
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso
P.O. Box 976
Tegucigalpa – Honduras
Courriel: itutegucigalpa@itu.int
Tél.: +504 22 201 074
Fax: +504 22 201 075

Etats arabes

Egypte
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau régional
Smart Village, Building B 147, 3rd floor
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo – Egypte
Courriel: itu-ro-arabstates@itu.int
Tél.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asie-Pacifique
Thaïlande
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau régional
Thailand Post Training
Center, 5th floor,
111 Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210 – Thaïlande
Adresse postale:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210 – Thaïlande
Courriel: itubangkok@itu.int
Tél.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

Indonésie
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
Sapta Pesona Building, 13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110 – Indonésie
Adresse postale:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110 – Indonésie
Courriel: itujakarta@itu.int
Tél.: +62 21 381 3572
Tél.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 05521

Pays de la CEI
Fédération de Russie
**International Telecommunication
Union (ITU)**
Bureau de zone
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Fédération de Russie
Adresse postale:
P.O. Box 47 – Moscow 105120
Fédération de Russie
Courriel: itumoskow@itu.int
Tél.: +7 495 926 6070
Fax: +7 495 926 6073

Europe

Suisse
**Union internationale des
télécommunications (UIT)**
**Bureau de développement des
télécommunications (BDT)**
Bureau de zone
Place des Nations
CH-1211 Genève 20 – Suisse
Courriel: eurregion@itu.int
Tél.: +41 22 730 6065

Union Internationale des Télécommunications
Bureau de Développement des Télécommunications
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse
www.itu.int

ISBN 978-92-61-23122-4



9 789261 231224

Imprimé en Suisse
Genève, 2017