

Union internationale des télécommunications

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**F.747.2**

(06/2012)

SÉRIE F: SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION NON  
TÉLÉPHONIQUES

Service multimedia

---

**Lignes directrices relatives au déploiement  
d'applications et de services de réseaux de  
capteurs ubiquitaires pour l'atténuation des  
effets des changements climatiques**

Recommandation UIT-T F.747.2

UIT-T



RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE F  
SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION NON TÉLÉPHONIQUES

<b>SERVICE TÉLÉGRAPHIQUE</b>	
Méthodes d'exploitation pour le service télégraphique public international	F.1–F.19
Le réseau gentex	F.20–F.29
Commutation de messages	F.30–F.39
Le service international de télémessagerie	F.40–F.58
Le service télex international	F.59–F.89
Statistiques et publications des services télégraphiques internationaux	F.90–F.99
Services de télécommunication à location et à heures prédéterminées	F.100–F.104
Services phototélégraphiques	F.105–F.109
<b>SERVICE MOBILE</b>	
Service mobile et services multide destination par satellite	F.110–F.159
<b>SERVICES TÉLÉMATIQUES</b>	
Service public de télécopie	F.160–F.199
Service télétext	F.200–F.299
Service vidéotex	F.300–F.349
Dispositions générales relatives aux services télématiques	F.350–F.399
<b>SERVICES DE MESSAGERIE</b>	F.400–F.499
<b>SERVICES D'ANNUAIRE</b>	F.500–F.549
<b>COMMUNICATION DE DOCUMENTS</b>	
Communication de documents	F.550–F.579
Interfaces de communication de programmation	F.580–F.599
<b>SERVICES DE TRANSMISSION DE DONNÉES</b>	F.600–F.699
<b>SERVICE MULTIMEDIA</b>	<b>F.700–F.799</b>
<b>SERVICES DU RNIS</b>	F.800–F.849
<b>TÉLÉCOMMUNICATIONS PERSONNELLES UNIVERSELLES</b>	F.850–F.899

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

## Recommandation UIT-T F.747.2

### Lignes directrices relatives au déploiement d'applications et de services de réseaux de capteurs ubiquitaires pour l'atténuation des effets des changements climatiques

#### Résumé

La Recommandation UIT-T F.747.2 contient des lignes directrices relatives au déploiement d'applications et de services de réseaux de capteurs ubiquitaires (USN) pour l'atténuation des effets des changements climatiques.

#### Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	ITU-T Y.4700/F.747.2	2012-06-29	16	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11666">11.1002/1000/11666</a>

#### Mots clés

Changements climatiques, GES, gaz à effet de serre, réseau de capteurs ubiquitaire, USN.

---

\* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 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

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références..... 1
3	Définitions ..... 1
3.1	Termes définis ailleurs ..... 1
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation ..... 2
4	Abréviations et acronymes ..... 2
5	Conventions ..... 2
6	Aperçu de la surveillance des changements climatiques ..... 2
6.1	Réseau de surveillance des émissions de gaz à effet de serre dans le monde ..... 2
6.2	Réseau local de surveillance des émissions de gaz à effet de serre..... 3
7	Analyse de l'impact environnemental des applications et des services USN ..... 4
7.1	Éléments utilisés pour le déploiement de réseaux USN ..... 4
7.2	Incidences positives sur l'environnement ..... 4
7.3	Incidences négatives sur l'environnement ..... 7
8	Exigences relatives au déploiement d'applications et de services USN pour atténuer les effets des changements climatiques ..... 8
8.1	Ressources respectueuses de l'environnement..... 8
8.2	Efficacité énergétique ..... 9
8.3	Conditions de fonctionnement des capteurs de gaz à effet de serre ..... 10
	Bibliographie..... 11



## Recommandation UIT-T F.747.2

### Lignes directrices relatives au déploiement d'applications et de services de réseaux de capteurs ubiquitaires pour l'atténuation des effets des changements climatiques

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation contient des lignes directrices relatives au déploiement d'applications et de services de réseaux de capteurs ubiquitaires (USN) pour l'atténuation des effets des changements climatiques. Le domaine d'application de la présente Recommandation est le suivant:

- aperçu de la surveillance des changements climatiques;
- analyse de l'impact environnemental des applications et services USN; et
- exigences relatives au déploiement d'applications et de services USN pour l'atténuation des effets des changements climatiques.

La surveillance des changements climatiques comprend la surveillance du niveau des émissions de gaz à effet de serre (GES), ainsi que la surveillance des changements climatiques par le suivi de l'évolution dans le temps des émissions de gaz à effet de serre.

#### 2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

[UIT-T Y.2221]      Recommandation UIT-T Y.2221 (2010), *Prescriptions de prise en charge pour les applications et services de réseaux de capteurs ubiquitaires dans l'environnement des réseaux de prochaine génération.*

#### 3 Définitions

##### 3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

**3.1.1 changement climatique** [b-IPCC]: variation de l'état du climat, que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels, à des forçages externes ou à des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres. On notera que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son article premier, définit les changements climatiques comme des "changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables". La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles.

**3.1.2 gaz à effet de serre** [b-ISO 14064-1]: constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, qui absorbent et émettent un rayonnement à des longueurs d'onde données du spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages.

**3.1.3 capteur** [UIT-T Y.2221]: dispositif électronique qui détecte une condition physique ou un composé chimique et fournit un signal électronique proportionnel à la caractéristique observée.

**3.1.4 réseau de capteurs** [UIT-T Y.2221]: réseau constitué de nœuds capteurs interconnectés échangeant par communication filaire ou sans fil les données détectées.

**3.1.5 nœud capteur** [UIT-T Y.2221]: dispositif constitué d'un ou plusieurs capteurs et, éventuellement, d'un ou plusieurs actionneurs ayant des capacités de traitement des données détectées et de réseautage.

**3.1.6 réseau de capteurs ubiquitaire** [UIT-T Y.2221]: réseau conceptuel bâti sur les réseaux physiques existants, qui utilise les données détectées et fournit des services de connaissance à n'importe qui, n'importe où et n'importe quand, les informations étant générées sur la base de la prise en compte du contexte.

**3.1.7 intergiciel USN** [UIT-T Y.2221]: ensemble de fonctions logiques permettant la prise en charge d'applications et de services USN.

## **3.2 Termes définis dans la présente Recommandation**

Aucun.

## **4 Abréviations et acronymes**

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

API	interface de programme d'application ( <i>application program interface</i> )
CPU	unité centrale de traitement ( <i>central processing unit</i> )
GES	gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
RX	récepteur
TX	émetteur
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
USN	réseau de capteurs ubiquitaire
VAG	Veille de l'atmosphère global

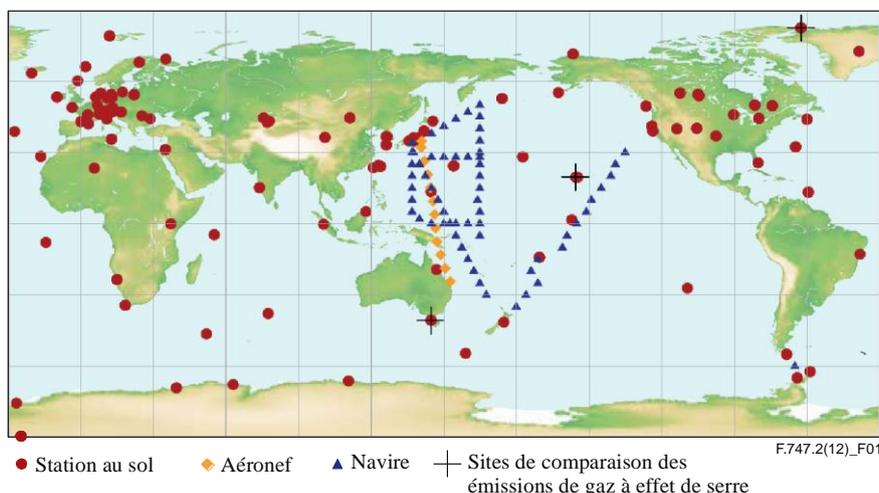
## **5 Conventions**

Aucune.

## **6 Aperçu de la surveillance des changements climatiques**

### **6.1 Réseau de surveillance des émissions de gaz à effet de serre dans le monde**

La surveillance des émissions de gaz à effet de serre et des changements climatiques suppose l'installation de capteurs, de nœuds capteurs et de réseaux de capteurs de gaz à effet de serre au niveau national et/ou mondial. Un réseau national de surveillance des émissions de gaz à effet de serre peut interfonctionner avec un réseau mondial de surveillance, par exemple avec celui du programme "Veille de l'atmosphère globale" de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) [b-GAW programme] décrit dans la Figure 1.



**Figure 1 – Réseau mondial du programme VAG de l'OMM pour la surveillance des émissions de gaz à effet de serre**

## 6.2 Réseau local de surveillance des émissions de gaz à effet de serre

[b-IPCC Guidelines] définit trois niveaux pour estimer les émissions de gaz à effet de serre imputables à la combustion des combustibles fossiles:

- La méthode de Niveau 1 se base sur le combustible, étant donné que les émissions imputables à toutes les sources de combustion peuvent être estimées sur la base des quantités de combustibles brûlés (généralement obtenues grâce aux statistiques nationales sur l'énergie) et les facteurs d'émission moyens. Des facteurs d'émission de Niveau 1 sont disponibles pour tous les gaz à effet de serre directs pertinents.
- La méthode de Niveau 2 consiste à estimer les émissions imputables à la combustion sur la base de statistiques similaires sur les combustibles, telles que celles utilisées pour la méthode de Niveau 1, mais les facteurs d'émission spécifiques au pays sont utilisés au lieu des facteurs d'émission par défaut du Niveau 1, car des différences en ce qui concerne les combustibles spécifiques, les technologies de combustion ou même les usines individuelles peuvent donner lieu à des facteurs d'émission spécifiques au pays différents.
- La méthode de Niveau 3 utilise des modèles d'émission détaillés ou des mesures et des données détaillées au niveau de l'usine individuelle, le cas échéant. Lorsqu'ils sont appliqués de manière appropriée, ces modèles et ces mesures doivent donner de meilleures estimations principalement pour les gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub>, bien que cela soit au coût d'informations plus détaillées et d'efforts plus conséquents.

La méthode de Niveau 3 permet à une entreprise de mesurer ses émissions réelles de gaz à effet de serre, afin d'éviter une possible surestimation due au principe de prudence. Dans ce dernier cas, des hypothèses, des valeurs et des procédures fondées sur la prudence sont utilisées lorsque les données et les hypothèses sont incertaines et que le coût des mesures permettant de réduire les incertitudes est élevé par rapport aux gains sur le plan de l'exactitude. Les résultats d'une comptabilisation prudente des émissions de gaz à effet de serre ont ainsi davantage tendance à être surestimés que sous-estimés.

Les entreprises peuvent installer un réseau local de surveillance des émissions de gaz à effet de serre au niveau de leurs usines.

## 7 Analyse de l'impact environnemental des applications et des services USN

### 7.1 Éléments utilisés pour le déploiement de réseaux USN

Selon la définition donnée dans [UIT-T Y.2221], un réseau USN est un réseau conceptuel et une infrastructure de l'information qui fournissent des données détectées et des services de connaissance à n'importe qui, n'importe où et n'importe quand. Dans les réseaux USN, l'acquisition d'informations et de connaissances se fait grâce à l'utilisation de techniques tenant compte du contexte.

Les applications et services USN sont mis en place moyennant l'intégration de services de réseaux de capteurs dans une infrastructure de réseau. Ces applications et services peuvent être appliqués dans la vie de tous les jours sans que cela se voie, puisque tout est lié virtuellement par des réseaux omniprésents reliant les utilisateurs (machines et humains) et les noeuds capteurs, et relayé par des entités de réseau intermédiaires, comme les serveurs d'application, les entités intergicielles, les entités de réseau d'accès et les passerelles USN. L'intégration d'équipements matériels, de logiciels, d'applications USN et de services USN peut avoir de nombreuses applications civiles, par exemple l'automatisation industrielle, la domotique, la surveillance de l'agriculture, les soins de santé, l'environnement, la surveillance de la pollution et des risques de catastrophe, ou encore la sécurité.

La Figure 2 montre les éléments utilisés pour déployer des applications et des services USN pour atténuer les effets des changements climatiques. Ces éléments peuvent avoir un impact à la fois positif et négatif sur l'environnement.

Applications et services USN			
Réseau dorsal			
Réseau de capteurs (filaire, hertzien)			
Passerelle		Noeud capteur	
Matériel	Logiciel	Matériel	Logiciel

**Figure 2 – Éléments utilisés pour le déploiement des applications et services USN**

### 7.2 Incidences positives sur l'environnement

Les réseaux USN sont des technologies essentielles pour atténuer les effets des changements climatiques, en ce sens qu'ils permettent de surveiller différents types de données environnementales et de commander les sources de consommation d'énergie en fonction de ces données.

Les nœuds capteurs peuvent mesurer et fournir différents types de données environnementales, comme la pression, l'humidité, la température, la luminosité, la composition chimique, la tension et l'inclinaison, la vitesse et l'accélération, les champs magnétiques, les vibrations, les mouvements, la détection des métaux et le son.

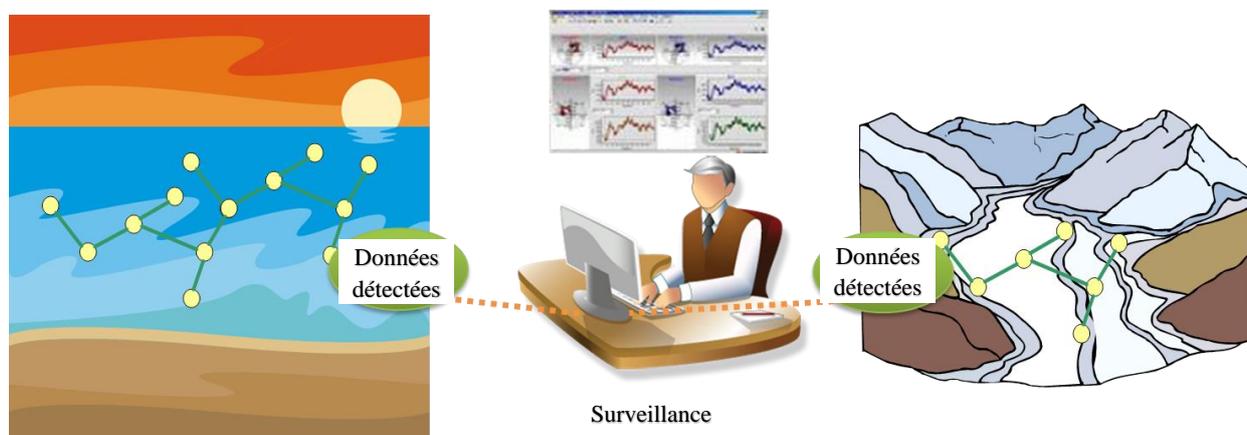
Les paramètres de détection sont utilisés pour repérer les changements climatiques et pour comprendre les phénomènes climatiques. Il s'agit maintenant de savoir comment fournir les données détectées et comment gérer, présenter et exploiter ces données pour en déduire des informations ayant une valeur ajoutée pour lutter contre les changements climatiques. Les paragraphes ci-après présentent de manière succincte des exemples d'utilisation des réseaux USN pour atténuer les effets des changements climatiques.

#### 7.2.1 Surveillance directe des changements climatiques

Les applications et les services USN permettent une surveillance directe en vue de l'acquisition de données climatiques. Par exemple, la surveillance du milieu marin et la surveillance de l'état des glaciers aident à suivre les évolutions continues de l'environnement.

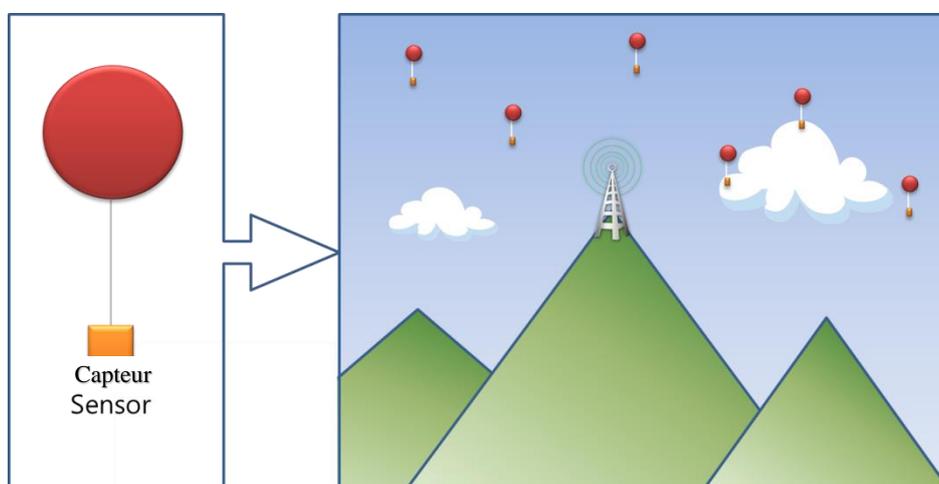
Pour contribuer à lutter contre les changements climatiques, il est important de surveiller le climat afin de déterminer si les modifications que connaît l'environnement sont dues à l'homme ou à des phénomènes naturels. L'utilisation de réseaux de capteurs pour surveiller le climat fait l'objet de recherches depuis des décennies, recherches qui permettent d'élaborer des technologies et des techniques viables pour surveiller les changements climatiques. De nombreuses expériences ont démontré que les systèmes de surveillance fondés sur des réseaux USN fournissent de précieuses données.

Le système de surveillance du milieu marin présenté dans la Figure 3 est un exemple de surveillance directe de l'environnement. Les données sont recueillies par des nœuds capteurs utilisés pour surveiller en temps réel l'état du milieu marin et des glaciers, puis transmises au système local de surveillance et de gestion.



**Figure 3 – Exemple de surveillance du milieu marin et des glaciers**

La Figure 4 montre un système de surveillance des courants dans la haute atmosphère et de l'état de l'atmosphère, qui est un autre exemple de surveillance directe du climat. Ce système comprend des fonctionnalités légèrement différentes de celles de la surveillance du climat en général. Les changements en altitude, la température, l'humidité et les courants atmosphériques sont des informations indispensables pour comprendre les changements climatiques dans une région donnée.



**Figure 4 – Exemple de système de surveillance des courants dans la haute atmosphère et de l'état de la haute atmosphère**

### 7.2.2 Surveillance et limitation des émissions de gaz à effet de serre

Il est possible de développer des applications USN afin de surveiller et de limiter automatiquement les niveaux de consommation d'énergie. Diverses applications USN sont capables de surveiller la consommation électrique et la pollution de l'air en vue d'alerter les utilisateurs dès que leurs systèmes dépassent des seuils établis.

Les systèmes de gestion des différents composants de l'infrastructure urbaine, comme le réseau routier, le réseau d'assainissement et les réseaux de distribution d'eau et de gaz, sont un excellent exemple de cette catégorie d'applications USN. Lorsqu'un système USN détecte une anomalie, il active le système de maintenance correspondant afin de corriger le dysfonctionnement. Par exemple, un système de gestion du réseau routier enregistre les conditions de circulation et transmet les informations correspondantes aux automobilistes, avec d'autres informations sur les conditions météorologiques. En outre, les applications USN peuvent aider à réduire les émissions de gaz à effet de serre dues aux embouteillages en redirigeant les automobilistes vers des itinéraires moins encombrés.

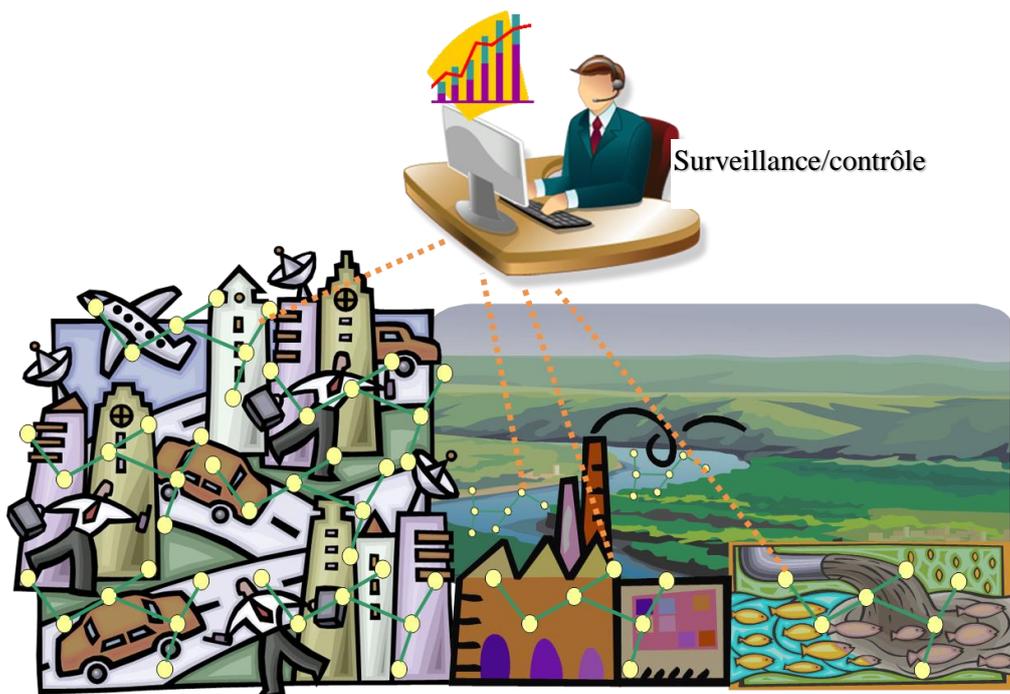
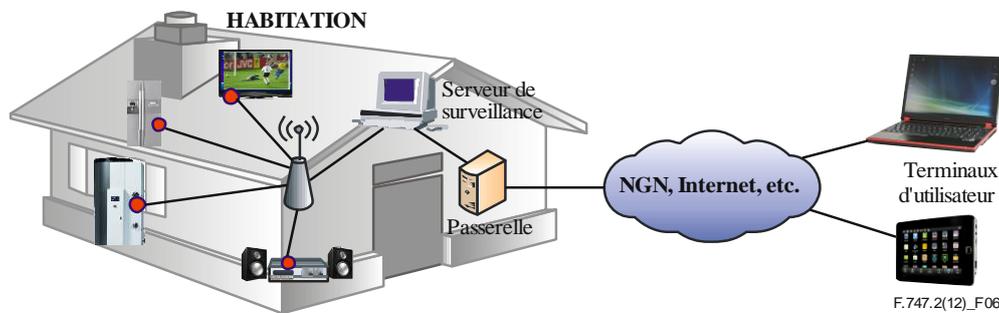


Figure 5 – Exemple de gestion des installations urbaines

La domotique pour les habitations et les bâtiments commerciaux est un autre exemple de surveillance de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Les ampoules peuvent adapter automatiquement la luminosité en fonction d'informations communiquées par des détecteurs de mouvements et de la lumière ambiante. Les appareils électroménagers et autres équipements électroniques peuvent passer en mode économie d'énergie lorsqu'ils ne sont pas utilisés. La maîtrise des niveaux de consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre est beaucoup plus complexe pour les bâtiments commerciaux que pour les habitations. Toutefois, il est possible d'utiliser le même type d'équipements d'automatisation ou des concepts de systèmes analogues dans les bâtiments commerciaux. Les serveurs utilisés pour la surveillance des habitations et des bâtiments sont capables de montrer les niveaux de consommation d'énergie pour permettre aux propriétaires d'ajuster les niveaux d'utilisation en conséquence. Il est établi que ces systèmes de surveillance et de contrôle permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 10% en moyenne.



**Figure 6 – Exemple de surveillance des émissions de gaz à effet de serre produites par une habitation**

### 7.2.3 Surveillance indirecte pour connaître les caractéristiques du climat

De nombreuses applications USN permettent une surveillance indirecte en vue de l'acquisition de données climatiques. Ce type d'applications USN est essentiel car il permet aux chercheurs d'analyser et de comprendre les changements climatiques. La compréhension de ces changements est la première étape pour pouvoir élaborer des stratégies afin de faire face à des crises imminentes qui pourraient menacer l'approvisionnement global en eau potable, les services d'assainissement et les systèmes d'irrigation.

Il est possible de déployer de nombreuses applications USN afin de surveiller tous les changements se produisant dans l'environnement et d'aider à en comprendre les causes. Les résultats obtenus à partir des données ainsi recueillies peuvent être utilisés pour prévoir les changements futurs.

Une application USN de veille hydrologique établit des réseaux de capteurs hertziens pour examiner de plus près le cycle de l'eau et peut être utilisée pour comprendre les phénomènes climatiques. Des nœuds capteurs peuvent être installés dans des serres ou à l'air libre, et une application de réseau de capteurs surveille l'environnement agricole et recueille des informations sur l'habitat des végétaux, afin d'aider à assurer des conditions optimales pour leur culture.

## 7.3 Incidences négatives sur l'environnement

Alors que le secteur des TIC prend conscience des changements climatiques, on assiste également à une prise de conscience croissante concernant les incidences environnementales des produits électriques et électroniques, les restrictions appliquées à l'utilisation des matières dangereuses et le recours à l'écoconception. En outre, des émissions de gaz à effet de serre sont produites tout au long du cycle de vie de toutes les matières premières, qui comprend le traitement, la fabrication, la distribution, l'utilisation, la réparation et la maintenance, ainsi que l'élimination ou le recyclage des produits. Même si les réseaux USN ne font pas exception en la matière, ils peuvent être utilisés dans de nombreux domaines et avoir des incidences nettes positives sur l'environnement.

### 7.3.1 Utilisation des matières dangereuses

Les éléments d'un réseau USN sont composés d'équipements physiques, comme des passerelles, des nœuds capteurs, des capteurs et des batteries. On trouve notamment des petits nœuds capteurs qui fonctionnent le plus souvent sur batteries, lesquelles renferment des métaux lourds, comme le mercure, le plomb, le cadmium et le nickel, qui peuvent polluer l'environnement si la destruction des batteries ne se fait pas de manière adéquate. Si le nœud capteur usagé ne peut être collecté, le risque est que les cendres produites lors du processus de combustion contiennent des éléments dangereux provenant des déchets des équipements électroniques physiques du réseau USN et de certains métaux. Par conséquent, les activités visant à éviter la pollution de l'environnement par les déchets d'équipements électroniques génèrent des émissions de gaz à effet de serre supplémentaires.

### **7.3.2 Emissions indirectes de gaz à effet de serre**

Les applications et services USN auront un impact sur l'environnement à chaque phase du cycle de vie d'un produit. Toutefois, cet impact sur l'environnement est surtout dû au fait que la phase d'utilisation suppose une consommation électrique. Cette consommation entraîne des émissions indirectes de gaz à effet de serre, les usines de production de cette électricité (par exemples, usines thermoélectriques) émettant elles-mêmes des gaz à effet de serre.

## **8 Exigences relatives au déploiement d'applications et de services USN pour atténuer les effets des changements climatiques**

Même si les applications et les services USN ont surtout un effet positif pour l'atténuation des effets des changements climatiques dans différentes régions, ils produisent tout de même des gaz à effet de serre (voir les § 7.2 et 7.3). Par conséquent, il est important de les déployer et de les utiliser de manière écologique. En outre, il est impératif de concevoir et d'exploiter de manière écologique les passerelles de réseau de capteurs et les autres serveurs dédiés, comme les nœuds capteurs.

### **8.1 Ressources respectueuses de l'environnement**

On conçoit et fabrique des nœuds capteurs de petite taille, avec des petites mémoires et une faible puissance de traitement, qui consomment très peu d'énergie et fonctionnent grâce à des batteries non rechargeables. Grâce à ces principes de conception de base (petite taille et faible puissance de traitement), les applications et les services USN offrent une solution efficace pour diminuer les émissions de dioxyde de carbone. Toutefois, de nombreux aspects doivent encore être examinés, comme les matériaux composant les éléments, les batteries, le recyclage, etc. En particulier, l'utilisation de batteries fonctionnant à l'énergie solaire ou à d'autres sources d'énergie alternatives propres doit être prise en considération.

#### **8.1.1 Matériaux entrant dans la composition des éléments**

La charge environnementale des capteurs utilisés pour surveiller les conditions météorologiques ou recueillir des informations sur l'environnement doit être réduite au minimum. En général, un produit entraîne des émissions de gaz à effet de serre tout au long de son cycle de vie, de l'acquisition des matières premières servant à sa fabrication à son élimination finale, sans oublier la charge environnementale liée à l'utilisation de matières premières dangereuses pour la santé. Par conséquent, lorsqu'il est possible de collecter les nœuds capteurs qui ne sont plus en service, on peut réduire les émissions de gaz à effet de serre en réutilisant ou en recyclant ces nœuds. Lorsque cette collecte n'est pas possible, on peut réduire au minimum la charge environnementale en utilisant des matériaux écologiques pour fabriquer les nœuds capteurs. Par conséquent, les points ci-après devraient être pris en considération en ce qui concerne les éléments USN:

- utiliser des matériaux écologiques pour les nœuds capteurs et les équipements associés;
- utiliser des matériaux recyclables pour les nœuds capteurs et/ou les nœuds capteurs réutilisables;
- éviter les matériaux dangereux pour les nœuds capteurs et les équipements associés;
- tenir à jour les informations sur la localisation des nœuds capteurs pour permettre leur collecte.

#### **8.1.2 Batteries**

Les batteries et les alimentations contenant des matières dangereuses ont de graves incidences non seulement sur les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi sur l'environnement. Parce qu'ils sont souvent utilisés dans un contexte mobile et que leurs batteries nécessitent de fréquentes opérations de maintenance, les nœuds capteurs peuvent avoir une empreinte carbone importante qui pourrait être évitée. Par ailleurs, des solutions d'économie d'énergie ou de production d'électricité grâce à des énergies propres (par exemple l'énergie solaire) permettent de réduire cette empreinte carbone. Par

conséquent, les points ci-après devraient être pris en considération en ce qui concerne l'utilisation des batteries dans les nœuds capteurs:

- utiliser des batteries écologiques ou rechargeables;
- utiliser des batteries à grande capacité pour réduire les déchets d'équipements électroniques;
- utiliser des sources d'énergie écologiques (par exemple, énergie solaire, électromagnétique, thermique).

## 8.2 Efficacité énergétique

La Figure 7 montre la consommation d'énergie type d'un nœud capteur. L'énergie totale utilisée par un nœud capteur est la somme de l'énergie utilisée dans chaque élément de ce nœud. Ce sont surtout les communications qui consomment de l'énergie. L'énergie utilisée pour les calculs et les autres tâches est relativement faible. La Figure 7 montre qu'il est possible d'améliorer considérablement l'efficacité énergétique globale en concevant des modes de communication basse consommation et en les exploitant de manière efficace sur le plan énergétique.

Les paragraphes ci-après définissent trois domaines dans lesquels l'efficacité énergétique devrait entrer en ligne de compte, pour ce qui est des réseaux de capteurs hertziens, mais aussi des réseaux de capteurs filaires.

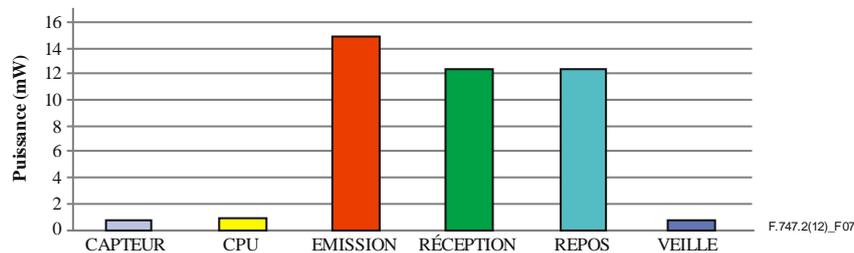


Figure 7 – Consommation d'énergie d'un capteur type décrite dans [b-IEEE VTC]

### 8.2.1 Efficacité énergétique de la configuration du matériel

La durée de vie des nœuds capteurs dépend principalement de petites batteries, tous les programmes doivent être mis en œuvre avec des codes courts et nécessitent une consommation d'énergie minimum. La prise en compte de la consommation d'énergie pour l'établissement de réseaux et la fourniture de données est une caractéristique indispensable pour assurer la longévité des nœuds et de leurs batteries et réduire les déchets d'équipements électroniques. Ainsi, les considérations ci-après s'appliquent à la configuration matérielle des nœuds capteurs:

- Déployer un nombre suffisant de dispositifs: la densité et le rayon de couverture d'un réseau varie d'une application et d'un service à l'autre. Des moyens de communication redondants risquent d'entraîner une consommation électrique inutile, tandis qu'un déploiement trop clairsemé risque de se traduire par une augmentation des retransmissions qui pourrait être évitée, synonyme de gaspillage énergétique.
- Tenir compte de la puissance et des brouillages radioélectriques, en particulier des obstacles gênant les transmissions radioélectriques en intérieur.

### 8.2.2 Efficacité énergétique des protocoles

Pour optimiser la consommation d'énergie, différents modes (par exemple veille, repos ou sommeil) et leur fonctionnement efficace doivent être pris en charge. La fréquence à laquelle les données sont recueillies peut être différente pour chaque application et service. Ainsi, les protocoles utilisés pour les nœuds capteurs et les réseaux de capteurs doivent tenir compte des éléments suivants:

- Prise en charge de différents modes de fonctionnement (par exemple, veille, repos et sommeil).

- Codes de mise en œuvre aussi courts que possible.
- Réduction au minimum des opérations de détection, de calcul et de communication.
- Répartition égale de la consommation d'énergie entre les nœuds capteurs d'un même réseau.
- Prise en charge de l'autorétablissement, des réseaux insensibles aux perturbations et de la gestion à distance (éviter les déplacements pour assurer de fréquentes opérations de maintenance).

### **8.2.3 Efficacité énergétique des applications et des services**

On développe actuellement des applications et des services USN ayant des vocations différentes, par exemple des systèmes de surveillance du climat ou des systèmes domotiques pour les habitations ou les bâtiments. Les applications et les services USN existants permettent de créer d'autres nouveaux services par convergence, qui peuvent être utilisés pour atténuer les effets des changements climatiques. Par conséquent, les applications et les services USN doivent tenir compte des considérations suivantes:

- Réduction du nombre d'opérations effectuées par le nœud capteur.
- Charge de traitement assurée par le serveur.
- Réutilisation des applications et des services USN déjà déployés (lorsque possible).
- Elaboration d'applications et de services USN permettant de multiples utilisations des données détectées (par exemple, système de base de données, interface API, intergiciel USN).
- Intégration de la fonction de gestion du réseau de capteurs dans les applications et les services USN pour permettre la vérification automatique et le redémarrage à distance en cas de dysfonctionnement d'un élément USN.
- Analyse de l'utilisation des applications et de services USN pour faire des économies d'énergie (par exemple, contrôle de l'éclairage, de la ventilation, de la climatisation et du chauffage).

NOTE – La question des économies d'énergie devrait faire l'objet d'une attention toute particulière lorsque les applications et les services USN sont utilisés pour des installations dont dépend directement la vie de personnes (par exemple, bloc opératoire, unité de soins intensifs, service d'urgence, couveuse).

### **8.3 Conditions de fonctionnement des capteurs de gaz à effet de serre**

Il faudra peut-être adopter une réglementation nationale ou des normes nationales ou internationales pour mettre en place un réseau de capteurs national permettant de surveiller les émissions de gaz à effet de serre. Ces réglementations et normes pourront contenir un ensemble de spécifications définissant différentes conditions: implantation géographique, gaz à effet de serre mesurés, fréquences de détection, gaz à effet de serre de référence types, formules de calcul, configuration des appareils de mesure, emplacements des dispositifs, etc. Ces conditions devraient être vérifiées par des professionnels avant que les applications et les services USN soient déployés.

## Bibliographie

- [b-GAW programme] Page d'accueil du programme Veille de l'atmosphère globale de l'OMM  
<[http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw\\_home\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html)>
- [b-IEEE VTC] Ding, M., Cheng, X., et Xue, G. (2003), *Aggregation tree construction in sensor networks*, Vehicular Technology Conference, 2003. Vol.4, No., p. 2168- 2172, IEEE.
- [b-ISO 14064-1] ISO 14064-1 (2006) – Gaz à effet de serre – Partie 1: *Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre.*
- [b-IPCC] Rapport du Groupe de travail I du GIEC (2007), *Glossaire des termes employés dans le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC.*
- [b-IPCC Guidelines] Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (2006).





## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
<b>Série F</b>	<b>Services de télécommunication non téléphoniques</b>
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation et mesures et tests associés
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication