

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.4214

(02/2022)

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE
L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET, RÉSEAUX
DE PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES
OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES

Internet des objets et villes et communautés intelligentes –
Exigences et cas d'utilisation

**Exigences applicables au système de
surveillance de l'état des infrastructures de
génie civil basé sur l'Internet des objets**

Recommandation UIT-T Y.4214

UIT-T



RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y
**INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET, RÉSEAUX DE
 PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES**

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION

Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899

ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET

Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
Télévision IP sur réseaux de prochaine génération	Y.1900–Y.1999

RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION

Cadre général et modèles architecturaux fonctionnels	Y.2000–Y.2099
Qualité de service et performances	Y.2100–Y.2199
Aspects relatifs aux services: capacités et architecture des services	Y.2200–Y.2249
Aspects relatifs aux services: interopérabilité des services et réseaux dans les réseaux de prochaine génération	Y.2250–Y.2299
Améliorations concernant les réseaux de prochaine génération	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Réseaux de transmission par paquets	Y.2600–Y.2699
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899
Environnement ouvert de qualité opérateur	Y.2900–Y.2999

RÉSEAUX FUTURS

INFORMATIQUE EN NUAGE

MÉGADONNÉES

RÉSEAUX DE DISTRIBUTION DE CLÉS QUANTIQUES

INTERNET DES OBJETS ET VILLES ET COMMUNAUTÉS INTELLIGENTES

Considérations générales	Y.4000–Y.4049
Termes et définitions	Y.4050–Y.4099
Exigences et cas d'utilisation	Y.4100–Y.4249
Infrastructure, connectivité et réseaux	Y.4250–Y.4399
Cadres, architectures et protocoles	Y.4400–Y.4549
Services, applications, calcul et traitement des données	Y.4550–Y.4699
Gestion, commande et qualité de fonctionnement	Y.4700–Y.4799
Identification et sécurité	Y.4800–Y.4899
Évaluation et analyse	Y.4900–Y.4999

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

Recommandation UIT-T Y.4214

Exigences applicables au système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'Internet des objets

Résumé

La surveillance de la sécurité et de l'intégrité des infrastructures de génie civil au moyen de données objectives recueillies auprès des infrastructures elles-mêmes, grâce aux capacités de l'Internet des objets (IoT), constitue un moyen efficace de compléter les travaux d'inspection et de diagnostic des infrastructures de génie civil, en vue d'assurer une maintenance efficace et avancée des infrastructures de génie civil. Dans la présente Recommandation, un système basé sur l'IoT qui est utilisé à cette fin est appelé système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil.

La Recommandation UIT-T Y.4214 décrit les exigences applicables au système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT pour la maintenance des infrastructures de génie civil.

Historique

Édition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	UIT-T Y.4214	03-02-2022	20	11.1002/1000/14824

Mots clés

Infrastructure de génie civil, surveillance de l'état des infrastructures, Internet des objets, IoT.

* 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 on 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.

À 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 ou par des droits d'auteur afférents à des logiciels, et dont l'acquisition pourrait être requise 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 responsables de la mise en œuvre de consulter les bases de données appropriées de l'UIT-T disponibles sur le site web de l'UIT-T à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2022

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

	Page	
1	Champ 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	Présentation générale du système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT	2
6.1	Nécessité d'une surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT.....	2
6.2	Modèle de référence pour le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT et sites associés.....	3
7	Exigences applicables au système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT	6
7.1	Exigences générales.....	7
7.2	Exigences applicables au dispositif capteur	8
7.3	Exigences applicables au dispositif passerelle	8
7.4	Exigences applicables à la plate-forme de surveillance	8
7.5	Exigences applicables au réseau.....	9
Appendice I – Cas d'utilisation de la surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT.....		10
Bibliographie.....		15

Recommandation UIT-T Y.4214

Exigences applicables au système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'Internet des objets

1 Champ d'application

Les termes "infrastructure civile" désignent une structure artificielle construite pour appuyer les activités humaines dans les villes et les communautés. Les termes "infrastructure de génie civil" utilisés dans la présente Recommandation renvoient expressément aux structures à grande échelle qui composent les routes, les ponts et les tunnels.

La maintenance des infrastructures de génie civil repose essentiellement sur des inspections visuelles périodiques et sur des diagnostics réalisés par des spécialistes pour maintenir la sécurité et l'intégrité de l'infrastructure. Ces spécialistes ont besoin d'un haut niveau d'expérience et de savoir-faire technique, car la maintenance nécessite une répartition des ressources humaines appropriée ainsi qu'une formation et des qualifications particulières. L'utilisation de données objectives recueillies auprès des infrastructures de génie civil, grâce aux capacités de l'Internet des objets (IoT), permet une maintenance avancée et plus efficace, tout en améliorant et en rationalisant le travail d'inspection et de diagnostic humain. Dans la présente Recommandation, un système basé sur l'IoT qui est utilisé à cette fin est appelé système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil.

Cette Recommandation traite des systèmes de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil en précisant:

- un modèle de référence pour le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil;
- les exigences applicables au système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT.

2 Références

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions de la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes les Recommandations et autres références étant sujettes à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références énumérées ci-dessous. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée périodiquement. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut de Recommandation.

- [UIT-T Y.4000] Recommandation UIT-T Y.4000/Y.2060 (2012), *Présentation générale de l'Internet des objets*.
- [UIT-T Y.4100] Recommandation UIT-T Y.4100/Y.2066 (2014), *Exigences communes relatives à l'Internet des objets*.
- [UIT-T Y.4113] Recommandation UIT-T Y.4113 (2016), *Exigences applicables au réseau pour l'Internet des objets*.

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

3.1.1 Internet des objets (IoT) [UIT-T Y.4000]: infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution.

NOTE 1 – En exploitant les capacités d'identification, de saisie de données, de traitement et de communication, l'IoT tire pleinement parti des objets pour offrir des services à toutes sortes d'applications, tout en garantissant le respect des exigences de sécurité et de confidentialité.

NOTE 2 – Dans une optique plus large, l'IoT peut être considéré comme un concept ayant des répercussions sur les technologies et la société.

3.1.2 réseau local IoT [UIT-T Y.4113]: réseau de dispositifs pour l'IoT et de passerelles interconnectés au moyen de connexions locales.

NOTE – Cette définition se fonde sur la Recommandation UIT-T Y.4000, *Présentation générale de l'Internet des objets*, qui énonce dans son paragraphe 6.2 que "des dispositifs peuvent communiquer avec d'autres dispositifs au moyen d'une liaison directe sur un réseau local (c'est-à-dire un réseau assurant une connectivité locale entre les dispositifs eux-mêmes et entre ceux-ci et une passerelle, comme un réseau ad hoc)".

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

Aucun.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

3D	trois dimensions (<i>three dimensions</i>)
IAN	réseau local IoT (<i>IoT area network</i>)
IoT	Internet des objets (<i>Internet of things</i>)
SC&C	ville et communautés intelligentes (<i>smart cities and communities</i>)
WAN	réseau étendu (<i>wide area network</i>)

5 Conventions

Dans la présente Recommandation:

L'expression "il est nécessaire" indique une exigence qui doit être strictement suivie et par rapport à laquelle aucun écart n'est permis pour pouvoir déclarer la conformité au présent document.

L'expression "il est recommandé" indique une exigence qui est recommandée mais qui n'est pas absolument nécessaire. Cette exigence n'est donc pas indispensable pour déclarer la conformité.

Les expressions "peut, à titre d'option" et "peut" indiquent une exigence optionnelle qui est admissible, sans pour autant être en quoi que ce soit recommandée. Elles ne doivent pas être interprétées comme l'obligation pour le fabricant de mettre en œuvre l'option et la possibilité pour l'opérateur de réseau de l'activer ou non, mais comme la possibilité pour le fabricant de fournir ou non cette option, sans que cela n'ait d'incidence sur la déclaration de conformité.

6 Présentation générale du système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT

6.1 Nécessité d'une surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT

La maintenance des infrastructures de génie civil repose essentiellement sur des inspections visuelles périodiques et sur des diagnostics réalisés par des spécialistes. Si des détériorations ou des dommages sont constatés lors de ces inspections, des diagnostics pertinents et des mesures appropriées sont mis

en œuvre pour maintenir l'infrastructure en bon état et minimiser les coûts de l'entretien. Cela requiert un haut niveau d'expérience et de savoir-faire technique et nécessite d'affecter et de former des ressources humaines.

Surveiller l'état des infrastructures de génie civil consiste à mesurer l'état de ces infrastructures, en recueillant et en comparant les données pour comprendre l'apparition et la progression de la détérioration au fil du temps. La surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT est un moyen efficace pour obtenir les informations nécessaires à l'inspection et au diagnostic des infrastructures, et l'on s'attend à ce que la rationalisation des travaux de maintenance et de gestion des infrastructures vienne compléter les travaux d'inspection et d'investigation.

6.2 Modèle de référence pour le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT et sites associés

Le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT (appelé ci-après "le système") collecte, accumule et traite les données objectives relatives aux infrastructures de génie civil soumises à une surveillance et fournit ces données aux applications qui prennent en charge la maintenance et l'exploitation des infrastructures. Le système présente deux caractéristiques spécifiques par rapport aux autres systèmes IoT.

La première caractéristique est que les données mesurées par un capteur seul n'ont de sens que si les informations de la structure surveillée sont associées aux données mesurées. La seconde caractéristique est que les infrastructures de génie civil sont exploitées sur une très longue durée, allant généralement jusqu'à plusieurs décennies. Au cours de cette phase, le système est tenu d'accumuler des données en continu.

La Figure 1 montre un modèle de référence pour le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT et les sites associés.

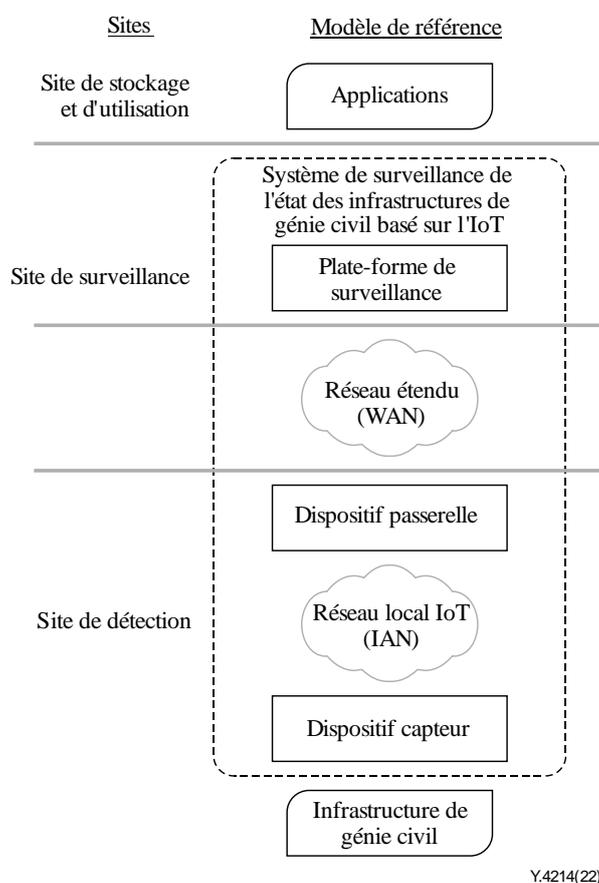


Figure 1 – Modèle de référence pour le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT et sites associés

6.2.1 Modèle de référence

Le modèle de référence pour le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT se compose de cinq éléments: un dispositif capteur, un dispositif passerelle, une plate-forme de surveillance et les réseaux qui interconnectent ces éléments, à savoir le réseau local IoT (IAN) et le réseau étendu (WAN). La ligne pointillée de la Figure 1 délimite le modèle de référence pour le système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT. La ou les infrastructures de génie civil et les applications ne font pas partie de ce système.

- Infrastructure de génie civil: fait référence aux structures à grande échelle telles que les routes, ponts et tunnels, qui sont soumis à une surveillance.
- Dispositif capteur: dispositif qui mesure les indicateurs de surveillance (incluant les données d'origine qui peuvent être converties en indicateurs). Le dispositif de détection n'est pas seulement un capteur dans le sens où il inclut également des dispositifs d'assistance pour la communication, le stockage temporaire des données, le traitement des données et la mesure de la position (à savoir un marqueur physique ou un équipement d'irradiation laser pour calculer une position absolue à partir d'une position relative dans des données d'image).
- Dispositif passerelle: dispositif de communication qui agrège les données mesurées par un ou plusieurs dispositifs capteur et les transmet à la plate-forme de surveillance. Un dispositif passerelle n'est pas toujours situé en permanence sur le site de détection. Il y a des cas où un véhicule avec un dispositif de passerelle patrouille le site de détection et des cas où l'inspecteur transporte manuellement les données temporairement stockées dans le dispositif capteur hors ligne.

- Plate-forme de surveillance: fait référence aux serveurs qui accumulent les données mesurées sur le site de détection, recherchent et affichent les données accumulées, lancent une détection d'alerte simple telle qu'un franchissement de seuil et convertissent cela en données pouvant être analysées par des applications.
- Applications: fait référence aux serveurs qui comparent/analysent les données recueillies par ordre chronologique sur un site de détection sur la base des données de référence disponibles (par ex. données recueillies sur d'autres sites de détection dans des conditions similaires), afin de prévoir les détériorations et/ou d'évaluer la méthode de réparation.

NOTE – La technologie des jumeaux numériques peut être utilisée pour que ces objectifs soient atteints.

- Réseau IAN: réseau qui comprend un dispositif passerelle et plusieurs dispositifs capteur. La technologie utilisée pour la transmission dans le réseau IAN n'entre pas dans le champ d'application de la présente Recommandation.
- Réseau WAN: réseau utilisé pour transmettre les données mesurées sur le site de détection au site de surveillance. La technologie utilisée pour la transmission dans le réseau WAN n'entre pas dans le champ d'application de la présente Recommandation.

Ce modèle de référence est conforme au modèle de base IoT spécifié dans [UIT-T Y.4113]. Le dispositif capteur, le dispositif passerelle, la plate-forme de surveillance, les applications et le réseau WAN dans la présente Recommandation peuvent être mappés sur le dispositif, la passerelle, la plate-forme IoT, le serveur d'applications IoT et la combinaison du réseau central et du réseau d'accès dans [UIT-T Y.4113].

6.2.2 Sites associés au modèle de référence

Les emplacements de responsabilité opérationnelle pour une partie du système sont appelés "sites" et peuvent être classés en trois catégories: site de détection; site de surveillance; site de stockage et d'utilisation.

- Site de détection: ce site gère une ou plusieurs parties d'une ou plusieurs infrastructures de génie civil et mesure des données objectives pour la surveillance de l'état de l'infrastructure par des dispositifs capteur. Il transmet les données mesurées le cas échéant à un site de surveillance correspondant. Un site de détection a sous son contrôle une ou plusieurs infrastructures de génie civil. La Figure 2 montre la relation d'agrégation entre le site de détection et l'infrastructure de génie civil.

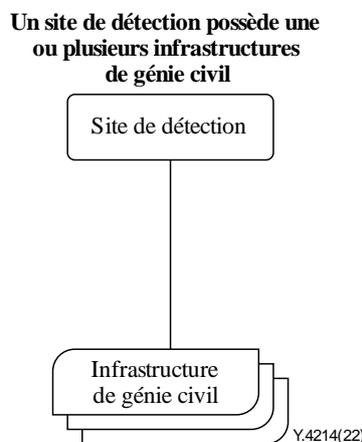


Figure 2 – Relation d'agrégation entre le site de détection et l'infrastructure de génie civil

- Site de surveillance: ce site gère un ou plusieurs sites de détection et assure la maintenance de parties d'infrastructures soumises à une surveillance. Le site de surveillance a un ou plusieurs sites de surveillance sous observation. La Figure 3 montre la relation d'agrégation entre le site de surveillance et le site de détection.

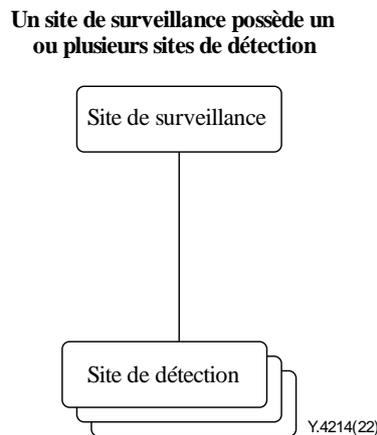


Figure 3 – Relation d'agrégation entre le site de surveillance et le site de détection

- Site de stockage et d'utilisation: ce site fournit les données aux applications et assure le stockage des données sur le long terme, le cas échéant. Un site de stockage et d'utilisation collecte les données d'un ou plusieurs sites de surveillance placés sous son contrôle. Un site de surveillance n'est pas nécessairement connecté à un site de stockage et d'utilisation (par exemple, lorsque les fonctionnalités mises en œuvre dans le site de surveillance sont suffisantes pour les utilisateurs) ou peut être référencé à partir d'un ou plusieurs sites de stockage et d'utilisation. La Figure 4 montre la relation d'agrégation entre un site de stockage et d'utilisation et les sites de surveillance.

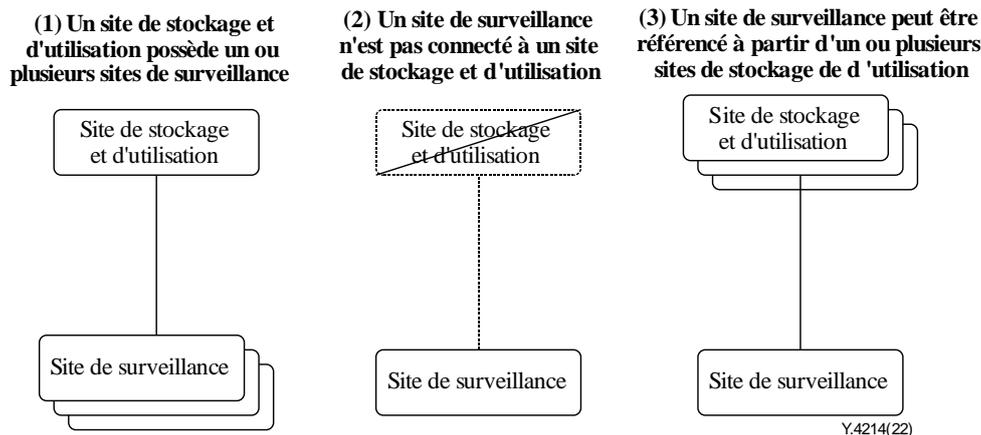


Figure 4 – Relation d'agrégation entre un site de stockage et d'utilisation et les sites de surveillance

7 Exigences applicables au système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT

Les exigences de haut niveau relatives à l'Internet des objets sont définies dans la Recommandation [UIT-T Y.4000]. Les exigences communes relatives à l'Internet des objets sont spécifiées dans la Recommandation [UIT-T Y.4100]. Les exigences applicables au réseau pour l'Internet des objets sont identifiées dans la Recommandation [UIT-T Y.4113].

La présente Recommandation traite des exigences applicables au système de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT.

7.1 Exigences générales

7.1.1 Exploitation sur le long terme

- Il est recommandé que le système soit conçu pour une utilisation à long terme.
NOTE – Des infrastructures de génie civil telles que les routes, les ponts et les tunnels sont utilisées depuis plus de 50 ans. De ce fait, il est recommandé que la durée de vie opérationnelle du système de surveillance soit nettement plus longue que celle des systèmes IoT généraux.
- Il est recommandé que la sémantique des données ne dépende pas d'une technologie, d'une architecture de plate-forme, ou encore d'un fabricant en particulier.
- La continuité des données doit être maintenue en cas de remplacement ou de changement de modèle de dispositifs capteur pendant la période d'exploitation.

7.1.2 Données mesurées

- Le système doit disposer de fonctionnalités permettant de collecter et de stocker les données utilisées pour la surveillance de l'état des infrastructures, telles que la longueur, la fréquence, l'angle d'inclinaison, la luminosité, l'infrarouge, le rayonnement, l'image, la voix, les données météorologiques, etc.
- Le système doit collecter et stocker non seulement les données brutes recueillies par le dispositif capteur, mais également les données traitées calculées ou converties à partir des données brutes par le dispositif capteur, le dispositif passerelle ou la plate-forme de surveillance.
- Les données mesurées dans le même but doivent être traitées de la même façon, même si les méthodes de mesure ne sont pas les mêmes. En effet, plusieurs méthodes existent pour mesurer les données utilisées aux fins de la surveillance, mais quelle que soit la méthode utilisée, ces données seront traitées (ou converties) de la même façon. Par exemple, le déplacement peut être mesuré au moyen d'une jauge de déplacement ou sur la base d'un calcul à partir d'un laser, d'une image, d'un accéléromètre, etc. Cet équipement doit produire le même type de données en utilisant les mêmes unités de mesure et avec la même précision.
- Les données mesurées doivent être traitées de la même façon, même si les technologies de transmission ou de plate-forme diffèrent. Les données doivent être traitées de la même manière, que le dispositif capteur installé sur le site de détection envoie des données à la plate-forme de surveillance via un réseau ou que le support de stockage contenant les données soit transporté manuellement.
- Le système doit associer des ensembles de données liés au même événement si les données cibles sont composées d'éléments de données mesurés par plusieurs appareils. Par exemple, dans le cas de l'utilisation d'un dispositif auxiliaire pour spécifier des informations de position relative lors de l'installation d'un dispositif capteur, les informations concernant la relation entre le dispositif et la position doivent être stockées.

7.1.3 Modèle d'information

- Pour assurer la continuité et le partage des données avec les applications ou les différents systèmes, il importe de suivre les spécifications du modèle d'information utilisé pour le traitement et le stockage des données.
NOTE – Le modèle d'information utilisé n'est pas spécifié dans la présente Recommandation, et les formats de données de même que les protocoles de communication sont spécifiques à la mise en œuvre de chaque système.

7.1.4 Localisation et installation

- Le système doit enregistrer les informations relatives à l'installation, telles que la position, la direction et la méthode d'installation du dispositif capteur.
- Le système doit enregistrer l'association entre un dispositif capteur et un élément de l'infrastructure de génie civil.
- Il est recommandé que le système enregistre l'association entre un dispositif capteur et un élément de l'infrastructure de génie civil en utilisant la représentation du modèle 3D créée lors de la construction de l'infrastructure de génie civil.

7.2 Exigences applicables au dispositif capteur

- Le dispositif capteur est nécessaire pour mesurer les données utilisées aux fins de la surveillance. Par exemple, les données prises en compte pour la surveillance des infrastructures sont généralement classées selon les catégories suivantes:
 - Quantité physique: longueur, fréquence, angle d'inclinaison, etc.
 - Quantité électromagnétique: luminosité, image, infrarouge, rayonnement, etc.
 - Quantité électrique: courant, voltage, etc.
 - Données média: voix, image, vidéo, etc.
- Le dispositif capteur peut éventuellement avoir des fonctions de communication, de stockage de données temporaires, de traitement de données et d'analyse primaire telles que la conversion de données de capteur.

NOTE – Le dispositif capteur peut mettre en œuvre toutes les fonctionnalités ci-dessus dans un ou plusieurs dispositifs physiques.

7.3 Exigences applicables au dispositif passerelle

- Le dispositif passerelle est nécessaire pour agréger les données mesurées par le dispositif capteur installé sur le site de détection via le réseau IAN et pour transmettre ces données à la plate-forme de surveillance via le réseau WAN.

NOTE 1 – Le dispositif passerelle ne sera pas utilisé si le dispositif capteur communique directement avec le réseau WAN ou si les données temporairement stockées dans le dispositif capteur sont recueillies manuellement.

- Le dispositif passerelle doit recevoir les instructions de la plate-forme de surveillance et doit assurer la gestion du réseau IAN et des dispositifs capteur.
- Le dispositif passerelle peut éventuellement avoir des fonctions de mobilité.

NOTE 2 – Le dispositif passerelle est généralement installé sur un emplacement fixe d'un site de détection. Mais il peut être déplacé vers d'autres emplacements dans certaines circonstances, par exemple lorsqu'il se trouve embarqué à bord d'un véhicule qui patrouille les sites de détection.

- Le dispositif passerelle peut éventuellement avoir des fonctions de stockage de données temporaires, de traitement des données et d'analyse primaire telle que la conversion des données des capteurs.

7.4 Exigences applicables à la plate-forme de surveillance

- La plate-forme de surveillance doit pouvoir sauvegarder les données dans un format bien précis.
- La plate-forme de surveillance doit pouvoir rechercher des données par n'importe quelle clé.
- La plate-forme de surveillance peut éventuellement avoir une fonction d'affichage des données sur écran ou sur papier dans un format lisible par l'homme tel que graphes ou tableaux.

- La plate-forme de surveillance doit pouvoir gérer le dispositif capteur, le dispositif passerelle et le réseau IAN sur le site de détection et doit pouvoir envoyer des instructions au dispositif passerelle et/ou des notifications à l'administrateur le cas échéant.
- La plate-forme de surveillance peut éventuellement avoir des fonctions de simple détection d'alerte, par exemple en cas de dépassement d'un seuil spécifique, ou de notification à l'administrateur.
- La plate-forme de surveillance peut éventuellement avoir des fonctions de conversion des données collectées sur le site de détection dans un format spécifique qui peut être analysé par l'application.

7.5 Exigences applicables au réseau

- Le réseau IAN et le réseau WAN sont nécessaires pour assurer les fonctions requises par le système et fonctionner de manière fiable.

NOTE – Le réseau IAN et le réseau WAN peuvent être un réseau privé, un réseau public ou une combinaison des deux.

Appendice I

Cas d'utilisation de la surveillance de l'état des infrastructures de génie civil basé sur l'IoT

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

La paragraphe 8.9 de [b-UIT-T Y-Sup.56] cite en exemple quatre cas d'utilisation de dispositifs de surveillance de l'état des infrastructures de génie civil dans les villes et communautés intelligentes (SC&C).

- 1) La surveillance des fissures par images de caméra
- 2) La surveillance des fissures via un capteur de déplacement
- 3) La surveillance des fissures ou des efforts sur les fibres optiques
- 4) La surveillance des déformations par accéléromètres

Cet appendice présente des exemples de configuration de système lorsque le modèle de référence de la présente Recommandation est appliqué à ces cas d'utilisation.

- 1) La surveillance des fissures par images de caméra

Lors de la surveillance des fissures à l'aide d'images de caméra, la surface inférieure de la dalle de plancher de la route est capturée depuis le sol sous le pont avec une caméra, et l'état de la ou des fissures sur la surface inférieure de la dalle de plancher est enregistré. Le système peut surveiller la progression des fissures et évaluer l'état des dommages en comparant plusieurs clichés pris à intervalles.

- On utilise une caméra numérique comme dispositif capteur pour capturer une image du bas de la dalle de la route depuis le sol sous le pont.
- La taille de la fissure étant de très petite taille par rapport à l'infrastructure de génie civil, des dizaines voire des centaines d'images sont prises pour chaque élément de l'infrastructure.
- Chaque image capturée contient une distorsion et doit être convertie en une image de projection orthographique pour un contrôle quantitatif. Des dispositifs auxiliaires tels que des marqueurs physiques, des points caractéristiques structurels et des irradiateurs laser sont utilisés comme points de référence pour cette conversion. Ces dispositifs auxiliaires sont traités comme des dispositifs capteurs.
- La plate-forme de surveillance applique la conversion de projection orthographique à chaque image capturée, comme décrit ci-avant, et fusionne ces images qui se chevauchent en une seule image.
- La plate-forme de surveillance lit et stocke la forme et la largeur de la fissure à partir de l'image fusionnée du bas de la dalle de plancher.
- L'application peut utiliser et analyser les informations sur les fissures stockées dans la plate-forme de surveillance pour détecter les dommages, calculer le niveau de détérioration, prédire l'évolution future des dommages et partager des données avec d'autres systèmes.

La Figure I.1 illustre la surveillance des fissures par images de caméra.

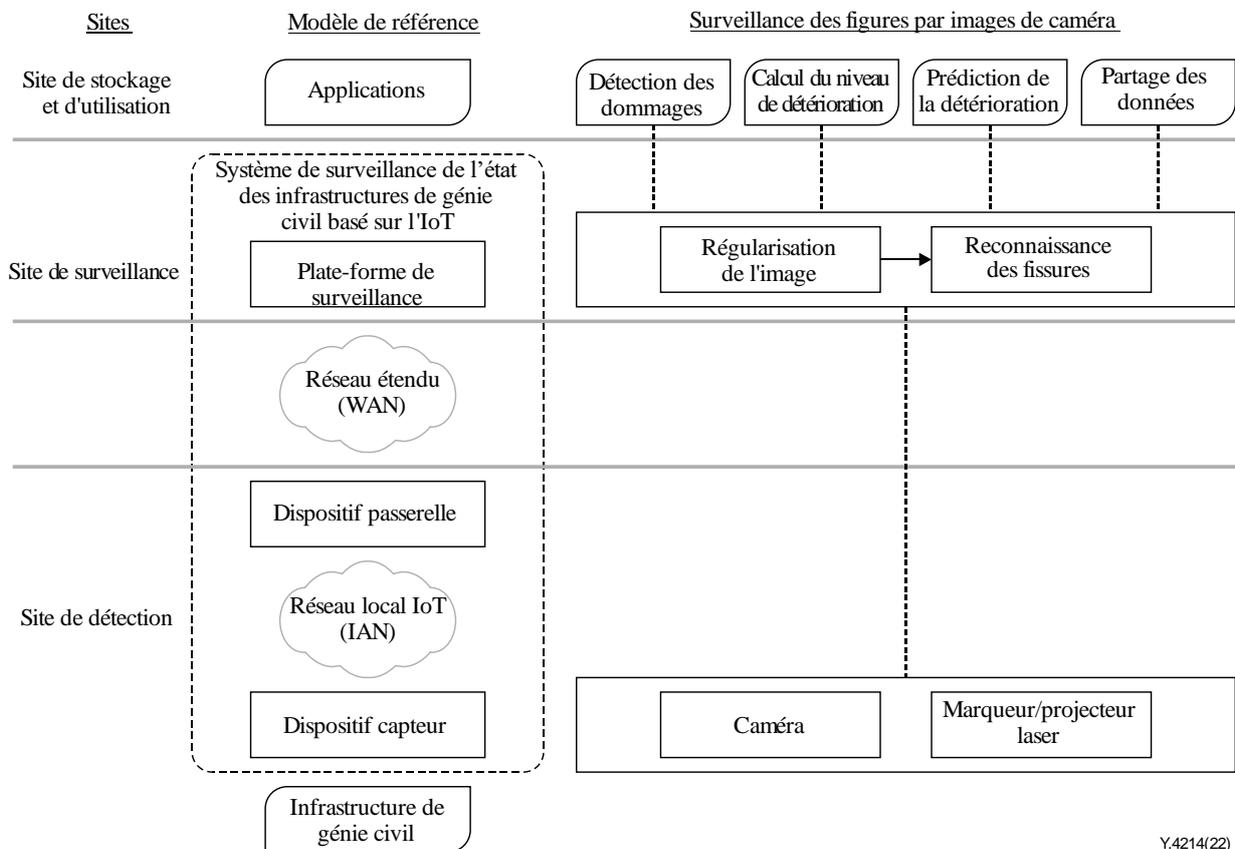


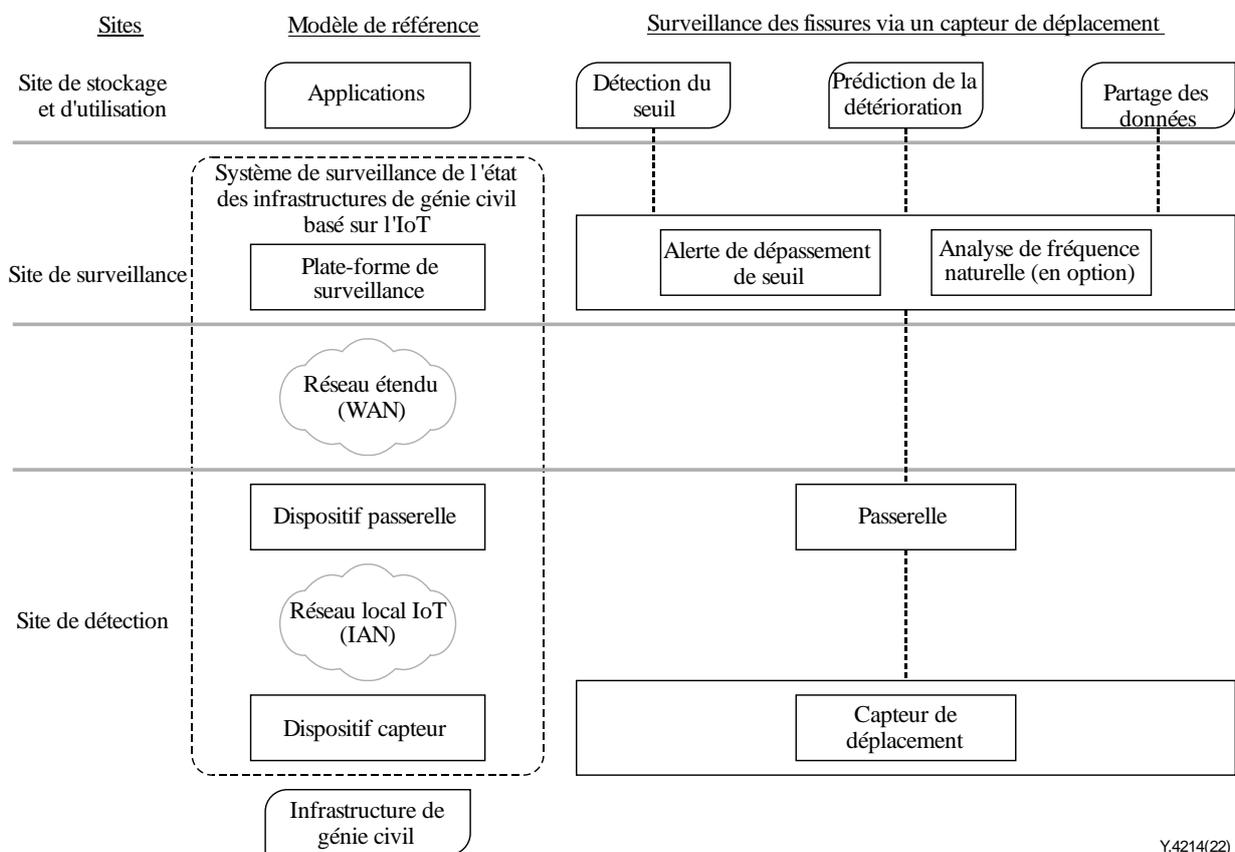
Figure I.1 – Surveillance des fissures par images de caméra

2) La surveillance des fissures via un capteur de déplacement

La surveillance des fissures au moyen d'un capteur de déplacement mesure le déplacement entre la dalle de plancher où des dommages sont constatés et la poutre fixe installée sous le pont. Cette surveillance indique l'état d'endommagement de la dalle de plancher par la détermination du seuil de prévention des accidents.

- Un capteur de déplacement est utilisé comme dispositif capteur pour mesurer le déplacement entre la dalle de plancher et la poutre fixe.
- La plate-forme de surveillance peut stocker des données de déplacement de séries chronologiques et alerter lorsque le déplacement dépasse un certain seuil. Pour détecter les changements au niveau de la performance structurelle, la plate-forme de surveillance peut effectuer une analyse de fréquence naturelle à partir des données de déplacement.
- L'application peut utiliser et analyser les informations sur les déplacements stockées dans la plate-forme de surveillance pour prédire l'évolution future des dommages, déterminer les seuils d'alerte et partager des données avec d'autres systèmes.

La Figure I.2 illustre la surveillance des fissures via un capteur de déplacement.



Y.4214(22)

Figure I.2 – Surveillance des fissures via un capteur de déplacement

3) La surveillance des fissures ou des efforts sur les fibres optiques

La surveillance des fissures ou des efforts sur les fibres optiques détecte la détérioration et la distorsion dues aux changements de la quantité de lumière transmise mesurée par les fibres optiques entièrement installées sur la face inférieure de la dalle de plancher.

- Le dispositif capteur est un appareil de mesure optique qui transmet des impulsions lumineuses sur une fibre optique à intervalles réguliers pour mesurer le temps de retour de réflexion diffuse.
- La plate-forme de surveillance convertit les résultats de mesure en grandeurs physiques (déplacement, déformation, etc.) et stocke les données.
- L'application peut utiliser et analyser les données stockées dans la plate-forme de surveillance pour prédire l'évolution future des dommages, déterminer les seuils d'alerte et partager des données avec d'autres systèmes.

La Figure I.3 illustre la surveillance des fissures ou des efforts sur les fibres optiques.

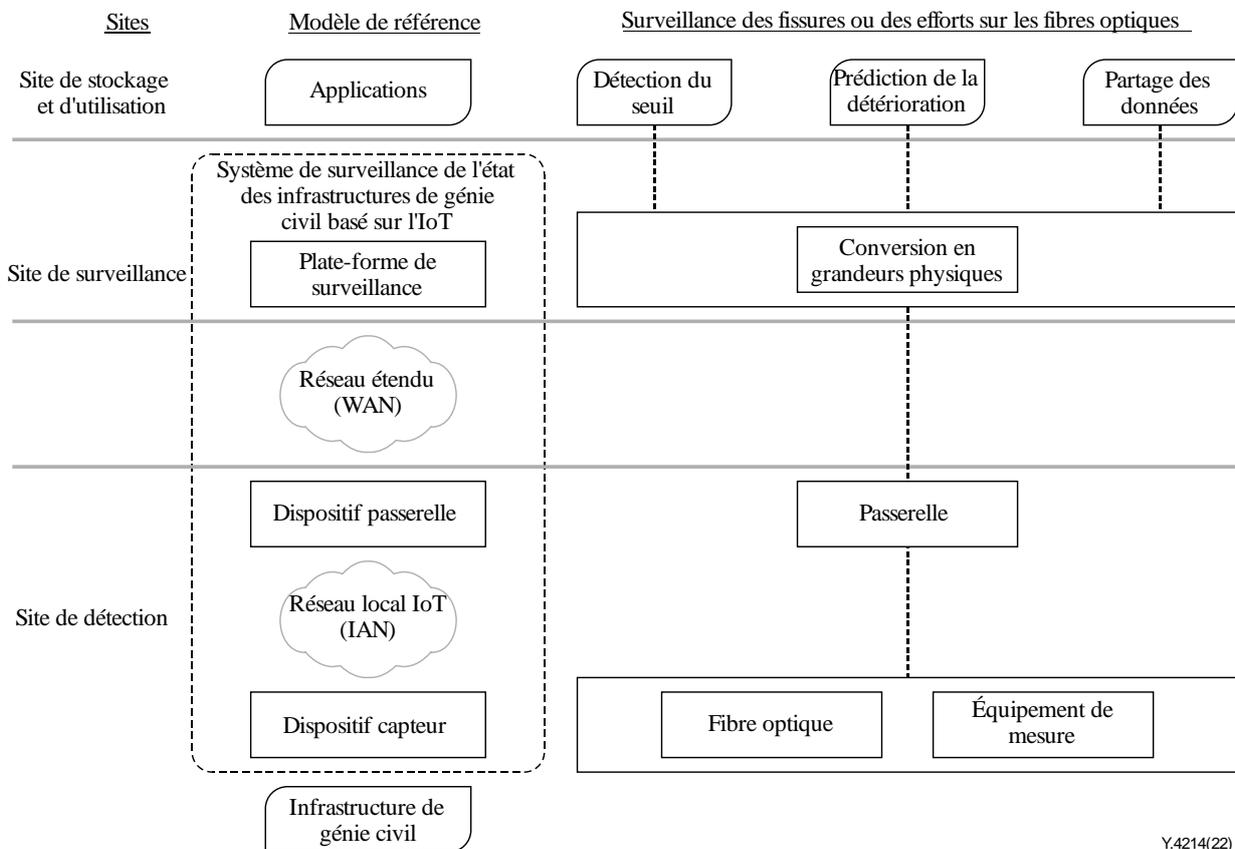


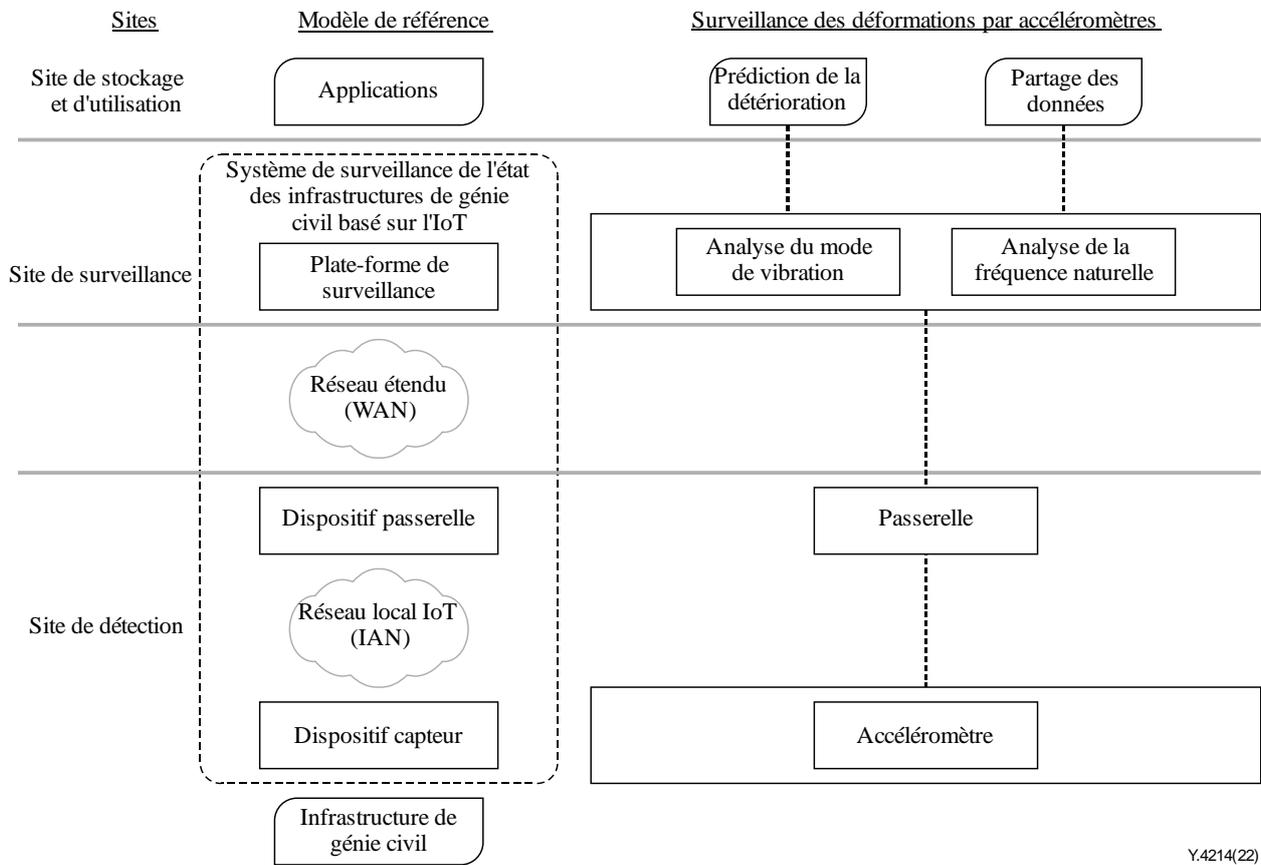
Figure I.3 – Surveillance des fissures ou des efforts sur les fibres optiques

4) Surveillance des déformations par accéléromètres

La surveillance des déformations par accéléromètres consiste à surveiller les changements dans la performance structurelle par la mesure de la fréquence naturelle ou du mode de vibration de la structure au moyen d'accéléromètres installés dans la structure.

- Un ou plusieurs accéléromètres sont utilisés comme dispositifs capteurs.
- La plate-forme de surveillance analyse les données d'accélération mesurées par l'accéléromètre et effectue une analyse de la fréquence naturelle ou une analyse du mode de vibration.
- L'application peut utiliser et analyser les données stockées dans la plate-forme de surveillance, prédire l'évolution future des dommages et partager des données avec d'autres systèmes.

La Figure I.4 illustre la surveillance des déformations par accéléromètres.



Y.4214(22)

Figure I.4 – Surveillance des déformations par accéléromètres

Bibliographie

- [b-UIT-T Y.4213] Recommandation UIT-T Y.4213 (2021), *IoT requirements and capability framework for monitoring physical city assets (Exigences IoT et cadre de capacités pour surveiller les actifs physiques des villes)*.
- [b-UIT-T Y-Sup.56] Supplément 56 (2019) aux Recommandations UIT-T de la série Y – *Cas d'utilisation pour les villes et communautés intelligentes*.

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
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
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