

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# Y.4421

(10/2021)

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 –  
Cadres, architectures et protocoles

---

**Architecture fonctionnelle pour les aéronefs sans  
pilote et les contrôleurs des aéronefs sans pilote  
utilisant les réseaux IMT-2020**

Recommandation UIT-T Y.4421

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
<b>Cadres, architectures et protocoles</b>	<b>Y.4400–Y.4549</b>
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.4421

### Architecture fonctionnelle pour les aéronefs sans pilote et les contrôleurs des aéronefs sans pilote utilisant les réseaux IMT-2020

#### Résumé

Les aéronefs sans pilote (UAV) civils, qui sont largement utilisés, entraînent des besoins croissants en termes de capacités de communication et de réseau, notamment une couverture sans discontinuité, un faible temps de latence, un certain débit en Gbit/s et une grande précision de positionnement. Les aéronefs UAV civils qui existent actuellement dans le commerce utilisent une liaison radio directe, qui est limitée par la distance et la qualité du service. Par conséquent, les IMT-2020 peuvent être utilisées pour la communication des aéronefs UAV. Les aéronefs UAV exigent des services simultanés avec différentes caractéristiques, qui nécessitent un nouveau type de terminal d'utilisateur pour les IMT-2020. De même, les IMT-2020 constituent un réseau de communication nouveau pour les aéronefs UAV, dans la mesure où ces technologies étaient conçues à l'origine pour assurer une couverture au sol. Afin de prendre en charge le fonctionnement des aéronefs UAV civils dans les réseaux IMT-2020 et d'améliorer la qualité de service des applications des aéronefs UAV, un ensemble de fonctionnalités est nécessaire pour combler les lacunes et assurer l'interfonctionnement entre les systèmes d'aéronef sans pilote (UAS) et les réseaux IMT-2020. La Recommandation UIT-T Y.4421 décrit, d'une part, une architecture fonctionnelle pour les aéronefs UAV et les contrôleurs d'aéronefs UAV qui utilise les réseaux IMT-2020 et, d'autre part, les fonctionnalités définies dans la couche d'application et dans la couche de prise en charge des services et des applications, ainsi que dans les capacités de sécurité. L'objectif de la présente Recommandation est de trouver des solutions pour permettre aux aéronefs UAV civils d'accéder aux réseaux IMT-2020 et d'utiliser les capacités de transmission de ces réseaux pour communiquer.

#### Historique

Édition	Recommandation	Approuvé	Commission d'études	ID Unique*
1.0	UIT-T Y.4421	11-10-2021	20	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/14738">11.1002/1000/14738</a>

#### Mots clés

Architecture fonctionnelle, IMT-2020, aéronefs sans pilote.

---

\* 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 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

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références..... 1
3	Définitions ..... 2
3.1	Termes définis ailleurs ..... 2
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation ..... 2
4	Abréviations et acronymes ..... 2
5	Conventions ..... 3
6	Aperçu ..... 3
7	Exigences fonctionnelles ..... 5
7.1	Exigences concernant la couche d'application ..... 5
7.2	Exigences concernant la couche de prise en charge des services et des applications..... 6
7.3	Exigences concernant les capacités de sécurité..... 7
8	Architecture fonctionnelle ..... 8
8.1	Présentation de l'état de vol ..... 10
8.2	Présentation de la qualité de service..... 10
8.3	Diffusion d'informations publiques ..... 10
8.4	Gestion des services et de l'encombrement pour les aéronefs UAV et les contrôleurs ..... 10
8.5	Gestion des tâches UAV..... 11
8.6	Stockage de l'identité de l'aéronef UAV et du contrôleur ..... 11
8.7	Surveillance de l'état de l'aéronef UAV et du contrôleur ..... 11
8.8	Rapprochement aéronef UAV et contrôleur..... 12
8.9	Autorisation et authentification de l'aéronef UAV et du contrôleur..... 12
8.10	Autorisation et authentification de l'utilisateur ..... 12
9	Considérations relatives à la sécurité..... 12
Appendice I – Cas d'utilisation de l'enregistrement, du contrôle/de la surveillance des vols du point de vue de la sécurité et de la planification de l'itinéraire sur la base des réseaux IMT-2020 ..... 13	
I.1	Cas d'utilisation de l'enregistrement d'un aéronef UAV et de l'utilisateur sur la base des réseaux IMT-2020 ..... 13
I.2	Cas d'utilisation d'un processus de contrôle/surveillance d'un vol UAV du point de vue de la sécurité sur la base des réseaux IMT-2020 ..... 14
I.3	Cas d'utilisation de la planification de l'itinéraire d'un aéronef UAV sur la base des réseaux IMT-2020..... 16
Bibliographie..... 18	



# Recommandation UIT-T Y.4421

## Architecture fonctionnelle pour les aéronefs sans pilote et les contrôleurs des aéronefs sans pilote utilisant les réseaux IMT-2020

### 1 Domaine d'application

Le domaine d'application de la présente Recommandation est le suivant:

- **Architecture fonctionnelle:** architecture de référence offrant des fonctionnalités pour les aéronefs sans pilote (UAV) civils et les contrôleurs UAV utilisant les réseaux IMT-2020 comme des terminaux d'utilisateur.
- **Fonctionnalités:** fonctionnalités définies dans l'architecture fonctionnelle, y compris dans la couche d'application, dans la couche de prise en charge des services et des applications et dans les capacités de sécurité.

En outre, la présente Recommandation définit les exigences, les procédures, les considérations liées à la sécurité et les cas d'utilisation pour le déploiement pertinents aux fins de l'utilisation de cette architecture fonctionnelle.

NOTE 1 – Les fonctionnalités et capacités génériques existantes des IMT-2020, ainsi que les modules d'alimentation et de surveillance déjà intégrés dans les aéronefs UAV pour les vols n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

NOTE 2 – La réglementation des vols d'aéronefs sans pilote civils et la supervision de ces vols (par exemple, la spécification des catégories et la fonctionnalité définie pour l'enregistrement, l'identification et la gestion du trafic dont s'occupe l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)), n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation. Toute mise en œuvre fondée sur la présente Recommandation devrait être limitée par l'application des réglementations régionales et nationales.

### 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 se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des Recommandations et autres références énumérées ci-dessous. 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.2012]           Recommandation UIT-T Y.2012 (2010), *Prescriptions et architecture fonctionnelles du réseau de prochaine génération.*
- [UIT-T Y.3300]           Recommandation UIT-T Y.3300 (2014), *Cadre des réseaux pilotés par logiciel.*
- [UIT-T Y.3501]           Recommandation UIT-T Y.3501 (2016), *Informatique en nuage – Aperçu et exigences fonctionnelles pour la fédération du stockage des données.*
- [UIT-R M.1645]           Recommandation UIT-R M.1645 (2003), *Cadre et objectifs d'ensemble du développement futur des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.*
- [UIT-R M.2083-0]       Recommandation UIT-R M.2083-0 (2015), *Vision pour les IMT – Cadre et objectifs généraux du développement futur des IMT à l'horizon 2020 et au-delà.*

## 3 Définitions

### 3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

**3.1.1 application** [b-UIT-T Y.2091]: ensemble structuré de capacités, qui constituent une fonctionnalité à valeur ajoutée acceptée par un ou plusieurs services, pouvant être pris en charge par une interface API.

**3.1.2 capacité** [b-UIT-R M.1224-1]: aptitude d'un élément à satisfaire une demande de service concernant des caractéristiques quantitatives données dans des conditions internes données.

**3.1.3 aéronef sans pilote civil** [b-UIT-T F.749.10]: appareil volant sans pilote commandé par une station de commande au sol ou un télécontrôleur via divers moyens de communication hertziens. Il est généralement composé du corps de l'aéronef, d'un dispositif d'alimentation, d'équipements électriques et électroniques utilisés dans l'aviation et d'équipements liés à la charge utile de la mission, etc. et est utilisé dans des domaines d'application non militaires, par exemple dans le secteur industriel ou grand public, pour mener à bien l'exploitation et le transport particuliers de données, y compris, des données audio, des vidéos et des images.

**3.1.4 dispositif** [b-UIT-T Y.4000]: dans l'Internet des objets, équipement doté obligatoirement de capacités de communication et éventuellement de capacités de détection, d'actionnement, de saisie de données, de stockage de données et de traitement de données.

**3.1.5 Internet des objets (IoT)** [b-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, d'acquisition 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.

**3.1.6 point de référence** [UIT-T Y.2012]: point théorique à la jonction de deux entités fonctionnelles qui ne se chevauchent pas, pouvant servir à identifier le type d'information circulant entre ces entités.

**3.1.7 service** [b-UIT-T Y.2091]: ensemble de fonctions et de capacités offertes à un utilisateur par un fournisseur.

**3.1.8 objet** [b-UIT-T Y.4000]: dans l'Internet des objets, objet du monde physique (objet physique) ou du monde de l'information (objet virtuel), pouvant être identifié et intégré dans des réseaux de communication.

### 3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

Néant.

## 4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

4G quatrième génération (*fourth generation*)

eMBB services large bande mobiles évolués (*enhanced mobile broadband services*)

IMEI identité internationale d'équipement mobile (*international mobile equipment identity*)

IMSI identité internationale d'abonné mobile (*international mobile subscriber identity*)



IoT	Internet des objets ( <i>Internet of things</i> )
MTC	communications de type machine ( <i>machine type communications</i> )
mMTC	communications massives de type machine ( <i>massive machine type communications</i> )
NFV	virtualisation des fonctions de réseau ( <i>network function virtualization</i> )
QoS	qualité de service ( <i>quality of service</i> )
SDN	réseaux pilotés par logiciel ( <i>software defined networking</i> )
SIM	module d'identification de l'abonné ( <i>subscriber identity module</i> )
SON	réseau auto-organisé ( <i>self-organizing network</i> )
UAS	système d'aéronef sans pilote ( <i>unmanned aerial system</i> )
UAV	aéronef sans pilote ( <i>unmanned aerial vehicle</i> )
uRLLC	communications ultra-fiables et à faible temps de latence ( <i>ultra-reliable and low-latency communication</i> )

## 5 Conventions

Les conventions suivantes sont utilisées 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 à la présente Recommandation.
- 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.

## 6 Aperçu

Conformément à [UIT-R M.2083-0], on peut considérer que les IMT-2020 sont des "systèmes, composantes de système et éléments associés qui fournissent des capacités nettement améliorées par rapport à celles décrites dans [UIT-R M.1645]". Il est à noter que [UIT-R M.1645] définit le cadre et les objectifs d'ensemble associés au développement futur des IMT-2020 et des systèmes postérieurs aux IMT-2020 pour le réseau d'accès radioélectrique.

Les réseaux IMT-2020 se différencieront des réseaux de quatrième génération (4G) [UIT-T Y.2012] en ce qu'ils offriront non seulement une nouvelle évolution sur le plan de la performance radioélectrique, mais aussi une flexibilité de bout en bout bien plus grande. Cette flexibilité de bout en bout découlera en grande partie de l'introduction de la méthode de logiciellisation des réseaux dans les composants de réseau IMT-2020. Utilisées ensemble, des technologies telles que les réseaux pilotés par logiciel (SDN) [UIT-T Y.3300], la virtualisation des fonctions de réseau (NFV) [b-ETSI NFV-WP1], [b-ETSI NFV-WP5G] et l'informatique en nuage [UIT-T Y.3501] permettront une flexibilité sans précédent dans les réseaux IMT-2020. Cette flexibilité rendra possible un grand nombre de capacités nouvelles dans les réseaux IMT-2020, notamment le découpage de réseau [b-UIT-T Y-Sup.44].

Les services qui devraient être pris en charge par les réseaux IMT-2020 peuvent être répartis en trois catégories [UIT-R M.2083-0]: les services large bande mobiles évolués (eMBB), les services fondés sur des communications ultra-fiables et à faible temps de latence (uRLLC) et les services fondés sur des communications massives de type machine (mMTC).

- Les services eMBB permettent aux utilisateurs de profiter de services multimédia haut débit de grande qualité, par exemple la réalité virtuelle, la réalité augmentée, les vidéos à

ultra-haute définition 4K ou 8K et même des services d'hologrammes, n'importe où et n'importe quand.

- Les communications uRLLC permettent la fourniture de services sensibles au temps de transmission et d'importance critique qui exigent des temps de transmission de bout en bout très courts, par exemple l'Internet tactile, la commande à distance de robots médicaux ou industriels, les voitures sans conducteur et la régulation du trafic en temps réel.
- Les communications mMTC impliquent un nombre colossal de dispositifs MTC.

Grâce à leurs capacités améliorées par rapport aux réseaux IMT évolués et aux autres réseaux de communication mobiles en termes de débit, de temps de latence, de couverture, de positionnement, de sécurité et d'efficacité énergétique, les réseaux IMT-2020 seront plus adaptés pour les applications UAV et répondront à leurs exigences. En outre, avec la mise en place de nouvelles technologies comme le découpage de réseau, les antennes de grande dimension et les réseaux auto-organisés (SON), ils garantiront également une couverture réseau aérienne, la qualité de service de bout en bout et l'identification et le contrôle efficaces pour les aéronefs UAV connectés.

Dans la plupart des applications et services UAV, il est nécessaire d'avoir un retour vidéo haute définition de l'aéronef UAV vers le centre de service ou le contrôleur. Par exemple, les inspections des conduites et des stations de base à l'aide d'aéronefs UAV, les missions de recherche et de sauvetage et les services de divertissement exigent un débit de transmission en liaison montante allant jusqu'à 30 Mbit/s, qui peut être assuré dans le scénario de couverture type des IMT-2020 dans les zones urbaines et rurales. Certaines applications spécialisées comme la vidéo panoramique, la réalité virtuelle, la surveillance agricole et forestière peuvent exiger des débits supérieurs à 100 Mbit/s, lesquels peuvent être pris en charge dans les réseaux IMT-2020 grâce à leur couverture coordonnée associant des fréquences élevées et basses.

Le contrôle à distance de la gestion des équipements de mission et des contre-mesures d'urgence est un autre besoin type des applications et services UAV pour pouvoir assurer la stabilisation et l'ajustement de l'attitude des aéronefs UAV. Les exigences concernant le temps de latence de bout en bout peuvent varier en fonction du scénario d'application et des caractéristiques du service, avec, par exemple, les services de divertissement ou l'inspection des conduites et des stations de base qui requièrent un temps de latence ne dépassant pas 500 ms pour le contrôle à distance, tandis que les activités de recherche, de secours et de surveillance exigent un temps de latence pour le contrôle à distance ne dépassant pas 100 ms. Cette exigence peut être prise en charge par les réseaux IMT-2020 grâce à leur mécanisme de qualité de service (QoS) et des conceptions souples en termes de trames et de programmation.

Les besoins des aéronefs UAV en matière de positionnement augmentent progressivement avec la diversification des applications. Les services classiques de surveillance et de divertissement exigent une précision de positionnement de l'ordre de 50 m seulement, alors que les activités d'inspection des conduites et des stations de base, de recherche et de sauvetage ainsi que de retour et d'atterrissage automatiques exigent une précision plus grande, de l'ordre de 1 m voire de 0,1 m. Avec leur technologie de positionnement hybride associant un réseau cellulaire et le système GNSS différentiel, les réseaux IMT-2020 peuvent offrir cette précision de positionnement et, ainsi, répondre aux besoins des applications et services UAV.

En plus de nécessiter d'une couverture des réseaux de communication étendue, les UAV connectés ont également besoin d'une couverture en altitude. Cette exigence concernant l'altitude de couverture est d'environ 100 m pour les services de divertissement, les opérations de recherche et de sauvetage et la surveillance, et peut aller de 300 m à 1 000 m pour les inspections des conduites et des stations de base et les activités de sondage et de cartographie. Grâce à l'utilisation d'antennes de grande dimension et de technologies de suppression des brouillages, les réseaux IMT-2020 peuvent accroître considérablement l'efficacité de la couverture aérienne pour les applications et services UAV.

Dans cette perspective, les réseaux IMT-2020 (dont le déploiement commercial vient tout juste de débiter) pourront répondre aux exigences susmentionnées et joueront un rôle essentiel dans la fourniture d'une couverture ubiquitaire et de services durables pour les systèmes d'aéronef sans pilote (UAS) [b-UIT-R M.2171]. La présente architecture fonctionnelle a vocation à permettre aux aéronefs UAV civils et aux contrôleurs UAV d'accéder aux réseaux IMT-2020 et de communiquer dans ces réseaux en utilisant leurs capacités de transport et de transmission et à fournir les éléments manquants en vue d'assurer l'interfonctionnement entre les systèmes UAS et les réseaux IMT-2020. Les informations d'utilisateur des aéronefs UAV et des contrôleurs, y compris, les données d'application, les commandes de contrôle, le statut de vol et les informations d'identité, sont transparentes pour les réseaux IMT-2020.

## 7 Exigences fonctionnelles

Les paragraphes 7.1 à 7.3 décrivent les exigences fonctionnelles, y compris concernant la couche d'application, la couche de prise en charge des services et des applications et les capacités de sécurité.

### 7.1 Exigences concernant la couche d'application

On trouvera ci-après une description des exigences fonctionnelles dans la couche d'application. La couche d'application fournit des applications qui font apparaître des fonctionnalités destinées aux aéronefs UAV, aux contrôleurs UAV et aux autres utilisateurs autorisés en utilisant les capacités de la couche de prise en charge des services et des applications.

**Présentation de l'état de vol:** fournit la fonction consistant à présenter l'état de vol d'un ou de plusieurs aéronefs UAV pour les contrôleurs et les autres utilisateurs autorisés de cette application.

- Il est nécessaire de présenter l'altitude (au-dessus du niveau du sol) de l'aéronef UAV.
- Il est nécessaire de présenter la vitesse (horizontale et/ou verticale) et la direction de l'aéronef UAV.
- Il est recommandé de présenter la vitesse de rotation de l'hélice de l'aéronef UAV.
- Il est recommandé de présenter le niveau de charge de la batterie de l'aéronef UAV et la durée de vol restante.
- Il est recommandé de présenter l'attitude de vol (par exemple au niveau du fuselage) de l'aéronef UAV.
- Il est recommandé de présenter la procédure de vol en cours (par exemple, décollage, croisière et atterrissage) pour l'aéronef UAV.
- Il est recommandé de présenter les points de cheminement (par exemple, coordonnées en trois dimensions) de l'aéronef UAV.

**Présentation de la qualité de service:** fournit la fonction consistant à présenter la qualité de service pour les aéronefs UAV, les contrôleurs et les autres utilisateurs autorisés de cette application.

- Il est nécessaire de présenter le temps de latence de bout en bout entre l'aéronef UAV et le contrôleur UAV ou le centre de contrôle UAV.
- Il est nécessaire de présenter un débit de transmission entre l'aéronef UAV et le contrôleur UAV ou le centre de contrôle UAV.
- Il est nécessaire de présenter le taux de perte de paquets de données entre l'aéronef UAV et le contrôleur UAV ou le centre de contrôle UAV.

**Diffusion d'informations publiques:** fournit la fonction consistant à communiquer les informations publiques aux aéronefs UAV, aux contrôleurs et aux autres utilisateurs autorisés de cette application.

- Il est nécessaire de communiquer à l'aéronef UAV et au contrôleur UAV les informations relatives à la régulation du trafic aérien.

- Il est nécessaire de communiquer à l'aéronef UAV et au contrôleur UAV les informations relatives aux zones dans lesquelles des restrictions sont appliquées ou des alertes sont en cours pour les aéronefs UAV en vol.
- Il est recommandé de communiquer à l'aéronef UAV et au contrôleur UAV les informations météorologiques.
- Il est recommandé de communiquer à l'aéronef UAV et au contrôleur UAV les informations relatives aux catastrophes.
- Il est recommandé de communiquer à l'aéronef UAV et au contrôleur UAV les informations de nature commerciale (par exemple, informations sur la qualité de réseau).

**Gestion des services et de l'encombrement pour les aéronefs UAV et les contrôleurs:** fournit la fonction de programmation au niveau des applications et de traitement des priorités sur la base du type et de l'importance des services. La fonction de gestion des services et de l'encombrement pour les aéronefs UAV et les contrôleurs garantit la qualité de service au-dessus de la couche réseau. Elle fait partie de la qualité de service de bout en bout qui comprend les mécanismes QoS IMT-2020 et elle peut invoquer des tranches de réseau telles que définies dans les IMT-2020 pour différentes applications.

- Il est nécessaire de prendre en charge la programmation statique (dans un ordre absolu) et le traitement des priorités concernant les services destinés aux aéronefs UAV et aux contrôleurs UAV.
- Il est recommandé de prendre en charge la programmation dynamique (dans un ordre relatif) et le traitement des priorités pour les services destinés aux aéronefs UAV et aux contrôleurs UAV.

**Gestion des tâches UAV:** fournit la fonction de gestion des applications liées aux tâches et/ou liées au vol pour les aéronefs UAV.

- Il est nécessaire de prendre en charge l'exécution des commandes de contrôle pour l'aéronef UAV et le contrôleur UAV.
- Il est nécessaire de prendre en charge la connexion en vol pour l'aéronef UAV.
- Il est recommandé de prendre en charge la planification de l'itinéraire pour l'aéronef UAV.
- Il est recommandé de prendre en charge la navigation pour l'aéronef UAV.
- Il est recommandé de prendre en charge la programmation des tâches pour l'aéronef UAV et le contrôleur UAV.
- Il est recommandé de prendre en charge les regroupements UAV pour les aéronefs UAV.
- Il est recommandé de prendre en charge le traitement des données audio/vidéo/moniteur pour l'aéronef UAV et le contrôleur UAV.

## 7.2 Exigences concernant la couche de prise en charge des services et des applications

On trouvera ci-après une description des exigences fonctionnelles dans la couche de prise en charge des services et des applications. Cette couche est composée de capacités qui peuvent fournir des interfaces d'application permettant de collecter des données pour différentes applications dans la couche d'application.

**Stockage de l'identité de l'aéronef UAV et du contrôleur:** stocke les informations d'identité de l'aéronef UAV et du contrôleur aux fins d'autorisation et d'authentification pour l'accès aux réseaux IMT-2020. Les informations d'identité stockées peuvent être utilisées pour faire apparaître des fonctionnalités liées à l'identité définies dans la couche d'application et dans les capacités de sécurité.

- Il est nécessaire de prendre en charge le stockage de l'identité permanente pour l'aéronef UAV et le contrôleur UAV.

- Il est nécessaire de prendre en charge le stockage de l'identité temporaire pour l'aéronef UAV et le contrôleur UAV.

**Surveillance de l'état de l'aéronef UAV et du contrôleur:** surveille les informations relatives à l'état de vol et à la qualité de service en vue de leur présentation. Il est possible d'obtenir les informations requises par la couche d'application en surveillant les paramètres et systèmes pertinents, par exemple, le système d'alimentation et le système de motorisation de l'aéronef UAV. L'opération de surveillance peut être déclenchée par l'aéronef UAV lui-même ou à la demande des contrôleurs ou des autres utilisateurs autorisés.

- Il est nécessaire de prendre en charge la surveillance déclenchée par l'aéronef UAV.
- Il est nécessaire de prendre en charge la surveillance déclenchée par le contrôleur UAV.
- Il est recommandé de prendre en charge la surveillance déclenchée par les autres utilisateurs autorisés.

**Rapprochement aéronef UAV et contrôleur:** stocke la relation de rapprochement pour l'aéronef UAV autorisé et le contrôleur. La relation de rapprochement peut être utilisée pour faire apparaître des fonctionnalités d'homologue à homologue (par exemple, d'aéronef UAV à son contrôleur UAV associé) définies dans la couche d'application et dans les capacités de sécurité.

- Il est nécessaire de prendre en charge l'ajout, la suppression et la modification des relations d'association entre l'aéronef UAV et le contrôleur UAV.

### 7.3 Exigences concernant les capacités de sécurité

On trouvera ci-après une description des exigences fonctionnelles dans les capacités de sécurité. Les capacités de sécurité des IMT-2020, y compris le chiffrement et la protection de l'intégrité pour la transmission des données des utilisateurs, peuvent être réutilisées pour la couche réseau et les couches inférieures.

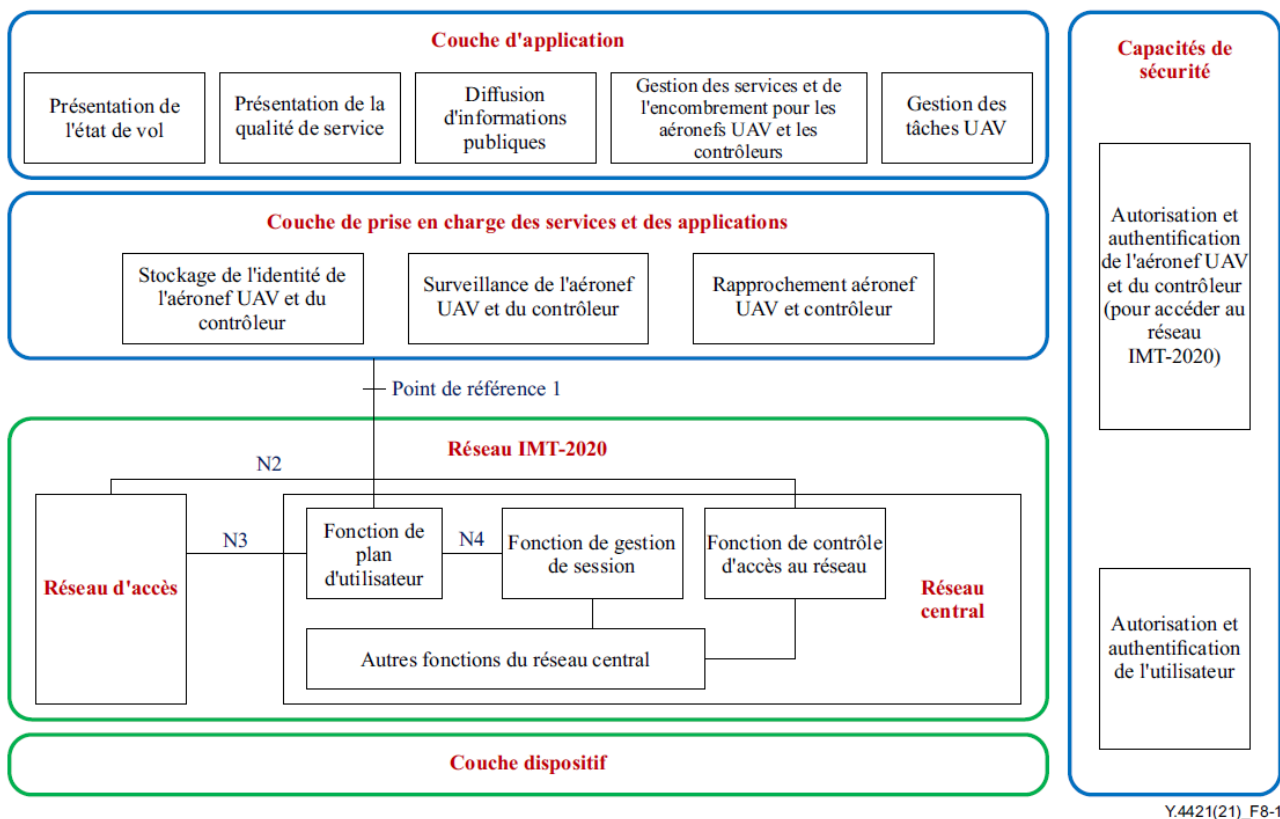
**Autorisation et authentification de l'aéronef UAV et du contrôleur:** fournit la fonction permettant d'autoriser et d'authentifier un aéronef UAV ou un contrôleur UAV pour qu'il puisse accéder aux réseaux IMT-2020. Les règles et procédures d'autorisation et d'authentification des utilisateurs IMT-2020 peuvent être utilisées comme référence. Il est possible d'élaborer des règles et des procédures d'autorisation et d'authentification additionnelles et spécifiques au niveau de l'application sur la base des identités des aéronefs UAV et des contrôleurs UAV.

- Il est nécessaire de prendre en charge l'ajout, la suppression et la modification de l'association entre la certification ou la licence d'un aéronef UAV ou d'un contrôleur UAV pour l'accès aux réseaux IMT-2020 et ses informations d'identité ou d'abonnement utilisées dans les réseaux IMT-2020.

**Autorisation et authentification de l'utilisateur:** fournit la fonction permettant d'autoriser et d'authentifier un utilisateur autre qu'un aéronef UAV ou un contrôleur UAV afin qu'il puisse utiliser les fonctionnalités définies aux § 7.1 et 7.2. Les règles et procédures d'autorisation et d'authentification des utilisateurs IMT-2020 peuvent être utilisées comme référence. Il est possible d'élaborer des règles et des procédures d'autorisation et d'authentification additionnelles et spécifiques au niveau de l'application.

- Il est nécessaire de prendre en charge l'ajout, la suppression et la modification de l'association entre la certification ou de la licence d'un utilisateur autre qu'un aéronef UAV ou un contrôleur UAV pour l'accès à tout ou partie des fonctionnalités et ses informations d'identité ou d'abonnement utilisées dans les réseaux IMT-2020.

## 8 Architecture fonctionnelle



Y.4421(21)\_F8-1

**Figure 8-1 – Architecture fonctionnelle des aéronefs UAV et des contrôleurs UAV utilisant les réseaux IMT-2020**

Le point de référence 1 est situé entre la couche de prise en charge et la fonction de plan d'utilisateur dans le réseau central d'un réseau IMT-2020. Pour référence, la position est située entre la "fonction de plan d'utilisateur" et le "réseau de données" dans la Figure 8-1 de [b-UIT-T Y.3102]. Ce point est également défini comme étant le point N6 dans [b-3GPP TS 23.501]. Par exemple, les informations météorologiques, les informations relatives aux catastrophes et les informations de nature commerciale peuvent être diffusées par les opérateurs de réseaux à destination des aéronefs UAV, des contrôleurs UAV et des autres utilisateurs autorisés via le point de référence 1. Selon les règles applicables aux IMT-2020, l'autorisation et l'authentification des aéronefs UAV, des contrôleurs UAV et des utilisateurs peuvent être menées à bien grâce à l'interaction entre les réseaux IMT-2020 et les aéronefs UAV. En particulier, l'identificateur numérique peut être intégré dans le message transmis au réseau via le point de référence 1. Les informations susmentionnées permettent d'associer une certification ou une licence aux aéronefs UAV, contrôleurs UAV et aux utilisateurs.

Le point de référence 1 fait partie des réseaux IMT-2020. Aucune autre définition ou modification du point de référence 1 n'est nécessaire dans la présente Recommandation.

Néanmoins, l'architecture fonctionnelle définie a un caractère universel pour divers réseaux de communication (par exemple, IMT-2000) et les raisons techniques justifiant l'utilisation de fonctions des IMT-2020 par l'architecture décrite dans la présente Recommandation sont notamment, mais non exclusivement, les suivantes:

### Fonction de plan d'utilisateur

Cette fonction est l'élément clé pour mettre en œuvre le nouveau mécanisme QoS développé pour les réseaux IMT-2020. À la différence des autres réseaux de communication (par exemple, IMT-2000), les réseaux IMT-2020 utilisent un mécanisme QoS à deux niveaux pour le réseau central et le réseau

d'accès, par exemple le réseau central effectue le mappage des flux de données dans les flux QoS en fonction de leurs exigences QoS, tandis que le réseau d'accès effectue ensuite le mappage des flux QoS dans les supports radioélectriques de données en fonction de l'état et de la charge du canal hertzien. Le mécanisme délègue au réseau d'accès une partie des droits concernant la garantie de la qualité de service et, par conséquent, réussit à s'adapter de manière plus souple en fonction de la demande de service et de la capacité de transmission. Grâce à ce mécanisme QoS, le réseau d'accès est en mesure de garantir des services UAV critiques, comme le contrôle à distance à charge maximale, et d'appliquer un premier ajustement du support de données afin de réduire le temps de latence et d'éviter les interruptions.

### **Fonction de gestion de session**

En plus du nouveau mécanisme QoS mis en œuvre par la fonction de plan d'utilisateur, la fonction de gestion de session garantit également la programmation appropriée des services vers les différentes destinations en traitant les sessions en fonction des priorités. Il s'agit d'un élément vital pour les services UAV, en particulier pour garantir l'efficacité du contrôle à distance tout en maintenant la continuité d'autres services comme le retour vidéo. De plus, cette fonction permet de suspendre et de reprendre les sessions, ce qui permet de passer un service UAV en cours en mode économie d'énergie et de le rétablir rapidement si nécessaire.

### **Fonction de contrôle d'accès au réseau**

Avec la fonction de contrôle d'accès au réseau, les réseaux IMT-2020 s'appuient sur les technologies de sécurité existantes tout en mettant en œuvre de nouveaux protocoles de sécurité pour remédier aux menaces auparavant sans réponse. Plutôt que d'authentifier les utilisateurs grâce à des cartes de module d'identification de l'abonné (SIM), ce qui est difficile pour fournir les différents services demandés par les aéronefs UAV et satisfaire leurs exigences, les réseaux IMT-2020 offrent une solution à ce problème en attribuant une identité unique à chaque dispositif. Par ailleurs, ils assurent également un chiffrement plus efficace (256 bits au lieu de 128), en particulier pour la procédure de vérification de première étape afin d'éviter les fuites des informations d'identité ou de localisation des aéronefs UAV.

### **Autres fonctions du réseau central**

Le réseau central IMT-2020 est conçu sur la base d'une architecture fondée sur les services. Au lieu d'intégrer des fonctions dans les éléments de réseaux physiques, cette architecture permet au réseau central IMT-2020 d'invoquer des fonctions en se fondant sur des interfaces logiques. Elle met en œuvre le partage dynamique de la charge de réseaux, le rétablissement après une catastrophe, une extension des capacités plus simples et des fonctions de réseau ouvertes qui permettent de prendre en charge plus efficacement un grand nombre d'aéronefs UAV et de services UAV.

Les tranches de réseau constituent un autre élément important pour les services UAV. Les réseaux IMT-2020 définissent un ensemble de fonctions liées aux tranches comprenant la fonction de sélection de tranche de réseau, la fonction de référentiel de réseau et la fonction d'analyse des données de réseau. Grâce à la fonction de sélection de tranche de réseau, un aéronef UAV dans le réseau IMT-2020 peut constituer un ou plusieurs types de locataires en fonction de ses propres attributs, industries d'application ou exigences de fonctionnement. En attribuant (ou en permettant d'utiliser) un ensemble de tranches dédiées pour les aéronefs UAV, il est possible de faire une distinction logique entre les politiques de service des aéronefs UAV et celle des autres utilisateurs. En affinant l'identification de la tranche dédiée pour les aéronefs UAV, il est possible de faire la différence entre les aéronefs UAV dans les différentes industries d'application, ainsi qu'entre les services de données de contrôle et les services de données d'application de types multiples, ce qu'il est possible de garantir en utilisant des tranches différentes.

## **8.1 Présentation de l'état de vol**

Cette fonction assure la capacité de présentation de l'état de vol des aéronefs UAV. La fonction de présentation de l'état de vol peut être utilisée pour le partage d'informations ou les applications/services. Elle comprend l'un ou plusieurs des paramètres décrits dans le § 7.1.

Cette fonction rassemble les informations sur l'état de vol provenant de la fonction de gestion des tâches UAV définie au § 8.5 et de la fonction de surveillance de l'état de l'aéronef UAV et du contrôleur définie au § 8.7. Elle traduit les informations rassemblées en paramètres qui peuvent être présentés et communiqués aux contrôleurs UAV ou aux autres utilisateurs autorisés. Les relations de rapprochement entre les aéronefs UAV et les contrôleurs UAV ou les autres utilisateurs autorisés peuvent être déterminées en utilisant les relations de rapprochement fournies par la fonction de rapprochement UAV et contrôleur définie au § 8.8 ou en autorisant l'utilisation de cette fonction assurée par la fonction d'autorisation et d'authentification de l'utilisateur définie au § 8.10.

## **8.2 Présentation de la qualité de service**

Cette fonction assure la capacité de présentation de la qualité de service des aéronefs UAV depuis/vers les contrôleurs UAV ou les centres de contrôle. La fonction de présentation de la qualité de service peut être utilisée pour le partage d'informations ou les applications/services. Elle comprend l'un ou plusieurs des paramètres décrits au § 7.1.

Cette fonction rassemble les informations sur la qualité de service provenant de la fonction de surveillance de l'état de l'aéronef UAV et du contrôleur définie au § 8.7. Elle traduit les informations rassemblées en paramètres qui peuvent être présentés et communiqués aux contrôleurs UAV ou aux autres utilisateurs autorisés. Les relations de rapprochement entre les aéronefs UAV et les contrôleurs UAV ou les autres utilisateurs autorisés peuvent être déterminées en utilisant les relations de rapprochement fournies par la fonction de rapprochement UAV et contrôleur définie au § 8.8 ou en autorisant l'utilisation de cette fonction assurée par la fonction d'autorisation et d'authentification de l'utilisateur définie au § 8.10.

## **8.3 Diffusion d'informations publiques**

Cette fonction assure la capacité de communication d'informations publiques aux contrôleurs UAV ou aux autres utilisateurs autorisés. La fonction de diffusion d'informations publiques peut être utilisée pour le partage d'informations ou pour les services/applications. Elle comprend l'un ou plusieurs des paramètres décrits au § 7.1.

Cette fonction rassemble des informations publiques provenant des départements de l'administration, par exemple gestion de l'aviation civile, sécurité publique ou alerte en cas de catastrophe, ou des informations de nature commerciale provenant d'entreprises (par exemple, opérateurs de réseau). Elle traduit les informations rassemblées en paramètres qui peuvent être communiqués aux contrôleurs UAV ou aux autres utilisateurs autorisés. Les relations de rapprochement entre les aéronefs UAV et les contrôleurs UAV ou les autres utilisateurs autorisés peuvent être déterminées en utilisant les relations de rapprochement fournies par la fonction de rapprochement aéronef UAV et contrôleur définie au § 8.8 ou en décidant d'utiliser cette fonction assurée par la fonction d'autorisation et d'authentification de l'utilisateur définie au § 8.10 ou en utilisant les informations relatives à la localisation ou à l'itinéraire fournies par la fonction de gestion des tâches UAV définie au § 8.5.

## **8.4 Gestion des services et de l'encombrement pour les aéronefs UAV et les contrôleurs**

Cette fonction assure la capacité de programmation des services et de traitement des priorités au niveau de l'application. Les services peuvent faire l'objet d'une programmation statique ou dynamique comme décrit au § 7.1.

Cette fonction rassemble les informations relatives aux services provenant de la fonction de gestion des tâches UAV définie au § 8.5. Elle définit ensuite l'ordre des services (ordre absolu ou relatif)



selon le type et l'importance des services, l'objectif étant de garantir la qualité de service pour les tâches prioritaires et d'éviter de possibles encombrements de transmission.

## **8.5 Gestion des tâches UAV**

Cette fonction assure la capacité de gestion des tâches ou du vol pour les aéronefs UAV. Elle prend en charge l'une ou plusieurs des applications décrites au § 7.1.

Cette fonction rassemble les informations liées aux tâches ou au vol ou les informations de commande de vol provenant des contrôleurs UAV, des centres de contrôle ou des départements de l'administration (par exemple, gestion de l'aviation civile). Elle peut fournir des fonctions comprenant la retransmission des commandes de contrôle, la connexion au vol, la planification de l'itinéraire ou la programmation des tâches en conséquence pour l'UAV concerné, etc.

Cette fonction est également capable d'obtenir des informations sur la qualité de réseau (par exemple, charge de service, intensité du signal, brouillage ou absence de couverture dans certaines zones) auprès des réseaux IMT-2020 via des interfaces ouvertes si elles sont prises en charge. Elle peut planifier l'itinéraire de vol ou un point de cheminement en conséquence pour les aéronefs UAV sur la base des informations sur la qualité de réseau provenant des réseaux IMT-2020 pour garantir la qualité de service.

Cette fonction fournit en outre les informations nécessaires, comprenant l'état de vol et le type et l'importance des services, à la fonction de présentation de l'état de vol de l'aéronef UAV définie au § 8.1 et à la fonction de gestion des services et de l'encombrement pour le contrôleur définie au § 8.4.

## **8.6 Stockage de l'identité de l'aéronef UAV et du contrôleur**

Cette fonction assure la capacité de stockage des identités des aéronefs UAV et des contrôleurs UAV qui sont définies pour les fonctions de prise en charge des applications et des services ou pour les autres fonctionnalités liées à l'identité définies dans la présente architecture fonctionnelle.

Cette fonction rassemble les informations relatives à l'identité des dispositifs provenant de l'aéronef UAV et du contrôleur ou des informations relatives à la certification ou à la licence provenant des fabricants ou des départements de l'administration. À partir des informations rassemblées, elle génère, via des algorithmes particuliers, les identités des aéronefs UAV et des contrôleurs UAV à utiliser dans la présente architecture fonctionnelle. Chaque identité d'aéronef UAV ou de contrôleur générée sera stockée et utilisée comme identificateur dédié pour l'opération de rapprochement définie au § 8.8 et l'opération d'association avec les informations d'identité ou d'abonnement utilisées dans les IMT-2020 définie au § 8.9.

## **8.7 Surveillance de l'état de l'aéronef UAV et du contrôleur**

Cette fonction assure la capacité de surveillance des informations relatives à l'état du vol et à la qualité de service déclenchée par les aéronefs UAV ou les contrôleurs UAV. Elle peut également être déclenchée par les autres utilisateurs autorisés (par exemple, le centre de commande).

Cette fonction rassemble les informations relatives à l'état (en grande majorité, des paramètres mesurés) provenant des capteurs ou des logiciels installés à bord des aéronefs UAV ou dans les contrôleurs UAV. Elle traduit les informations rassemblées en paramètres surveillés comme demandé par les autres fonctions (par exemple, vitesse pour la présentation de l'état de vol ou temps de latence des transmissions pour la présentation de la qualité de service) et transmet les résultats.

Cette fonction est également capable de fournir les informations rassemblées ou les éléments surveillés aux réseaux IMT-2020 via des interfaces ouvertes, si elles sont prises en charge. Avec les informations provenant de cette fonction, les réseaux IMT-2020 peuvent configurer les relations entre cellules, les rapports des mesures et les règles de sélection de cellule en fonction des informations relatives à l'altitude ou à la vitesse des aéronefs UAV.

## **8.8 Rapprochement aéronef UAV et contrôleur**

Cette fonction assure la capacité de gestion de la relation de rapprochement pour les aéronefs UAV et les contrôleurs UAV. Les relations de rapprochement peuvent être utilisées pour garantir l'origine et la destination de la communication via les réseaux IMT-2020 ou pour faire apparaître des fonctionnalités liées au couplage définies dans la couche d'application.

Cette fonction rassemble les informations relatives au rapprochement provenant des aéronefs UAV et des contrôleurs UAV ou de leurs fabricants ou des départements de l'administration. Elle génère une table de rapprochement comprenant les identités des aéronefs UAV et des contrôleurs UAV mis en correspondance, qui sont générées par la fonction de stockage de l'identité des aéronefs UAV et des contrôleurs définie au § 8.6. La table de rapprochement peut également être utilisée pour déterminer la destination des informations relatives à l'état de vol ou des informations publiques à communiquer comme décrit aux § 8.1, 8.2 et 8.3.

## **8.9 Autorisation et authentification de l'aéronef UAV et du contrôleur**

Cette fonction assure la capacité d'autorisation et d'authentification des aéronefs UAV ou des contrôleurs UAV pour l'accès aux réseaux IMT-2020 moyennant l'utilisation des règles et procédures d'autorisation et d'authentification des utilisateurs existantes pour les IMT-2020.

Cette fonction rassemble les informations relatives aux certifications et aux licences des aéronefs UAV et des contrôleurs UAV provenant de leurs fabricants ou des départements de l'administration. Sur la base des informations rassemblées, elle déduit le paramétrage des permissions en vue d'autoriser les aéronefs UAV et les contrôleurs UAV à accéder aux réseaux IMT-2020. Elle est également chargée de procéder à l'authentification en vérifiant les permissions lorsque les aéronefs UAV ou les contrôleurs UAV demandent un accès.

Cette fonction fournit en outre les informations relatives aux certifications et aux licences aux réseaux IMT-2020 afin de faciliter le déploiement de réseau dédié, la programmation ou la garantie QoS pour les aéronefs UAV et les contrôleurs UAV.

## **8.10 Autorisation et authentification de l'utilisateur**

Cette fonction assure la capacité d'autorisation et d'authentification des utilisateurs autres que les aéronefs UAV ou les contrôleurs UAV pour l'utilisation des fonctionnalités définies au § 8 au niveau de l'application.

Cette fonction rassemble les informations relatives aux certifications et aux licences des utilisateurs autres que les aéronefs UAV et les contrôleurs UAV auprès de leurs fabricants ou des départements de l'administration. Sur la base des informations rassemblées, elle déduit le paramétrage des permissions en vue d'autoriser les utilisateurs à accéder à certaines fonctionnalités. Elle est également chargée de procéder à l'authentification en vérifiant les permissions lorsque les utilisateurs demandent à accéder à telle ou telle fonctionnalité.

## **9 Considérations relatives à la sécurité**

Les capacités de sécurité IMT-2020 y compris le chiffrement et la protection de l'intégrité pour la transmission des données des utilisateurs peuvent être utilisées pour la prise en charge des exigences de sécurité de la couche d'application, de la couche de prise en charge des services et des applications et des capacités de sécurité définies dans la présente Recommandation.

NOTE – Les considérations relatives à la sécurité des vols qui se rapportent aux règlements et contrôles sont traités et garantis par les Recommandations de l'OACI et n'entrent donc pas dans le cadre de la présente Recommandation.

## Appendice I

### Cas d'utilisation de l'enregistrement, du contrôle/de la surveillance des vols du point de vue de la sécurité et de la planification de l'itinéraire sur la base des réseaux IMT-2020

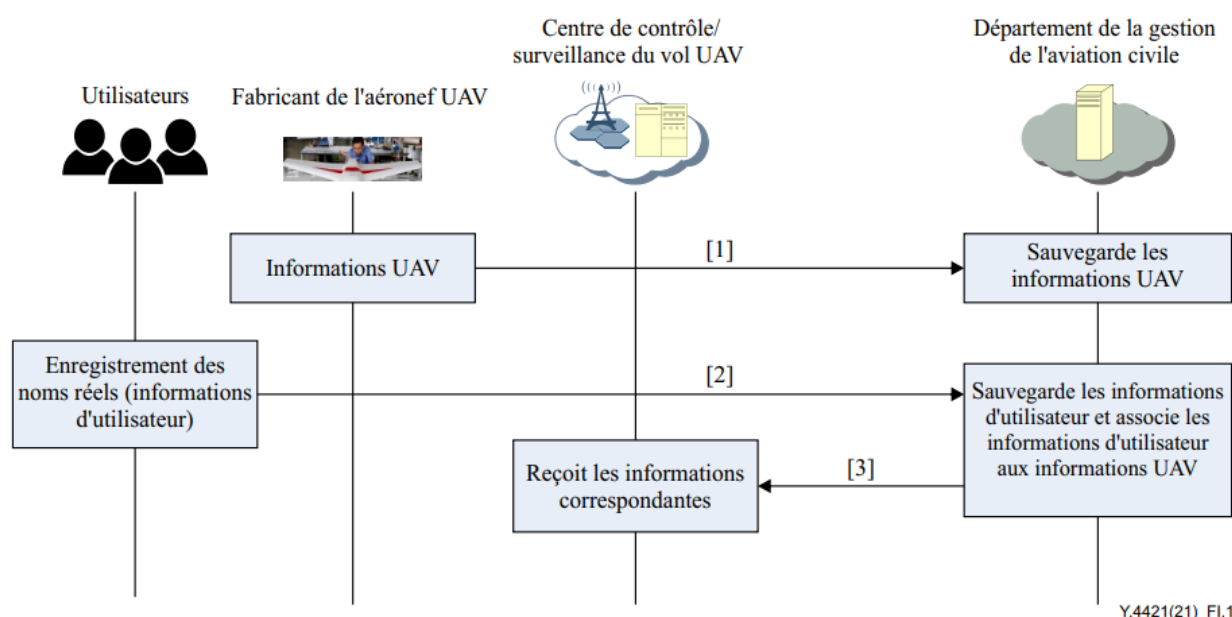
(Cet Appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

NOTE – Les cas d'utilisation présentés dans l'Appendice I sont uniquement des exemples théoriques de mise en œuvre afin d'utiliser la présente Recommandation.

#### I.1 Cas d'utilisation de l'enregistrement d'un aéronef UAV et de l'utilisateur sur la base des réseaux IMT-2020

Sur la base des fréquences qu'ils sont autorisés à utiliser, les réseaux IMT-2020 peuvent fournir des services de communication offrant une grande largeur de bande, des temps de transmission court et une grande fiabilité, et prendre en charge la régulation efficace et correcte du trafic aérien des aéronefs UAV dans l'avenir. Chaque aéronef UAV dispose d'un identificateur numérique unique et d'un numéro de série composé du code du pays, du code du secteur d'activité, du code correspondant au nom de l'entreprise et d'un code défini par l'entreprise elle-même. Un aéronef UAV doit être enregistré auprès du département de la gestion de l'aviation civile avant de pouvoir voler. Chaque aéronef UAV doit avoir au moins un module de communication IMT-2020 associé à l'identificateur numérique (par exemple, identité internationale d'équipement mobile (IMEI)). Le module de communication peut, à titre d'option, utiliser une carte SIM avec un numéro d'identité internationale d'abonné mobile (IMSI).

La Figure I.1 présente un cas d'utilisation de l'enregistrement d'un aéronef UAV et de l'utilisateur sur la base des réseaux IMT-2020.



**Figure I.1 – L'aéronef UAV et l'utilisateur sont enregistrés sur la base des réseaux IMT-2020**

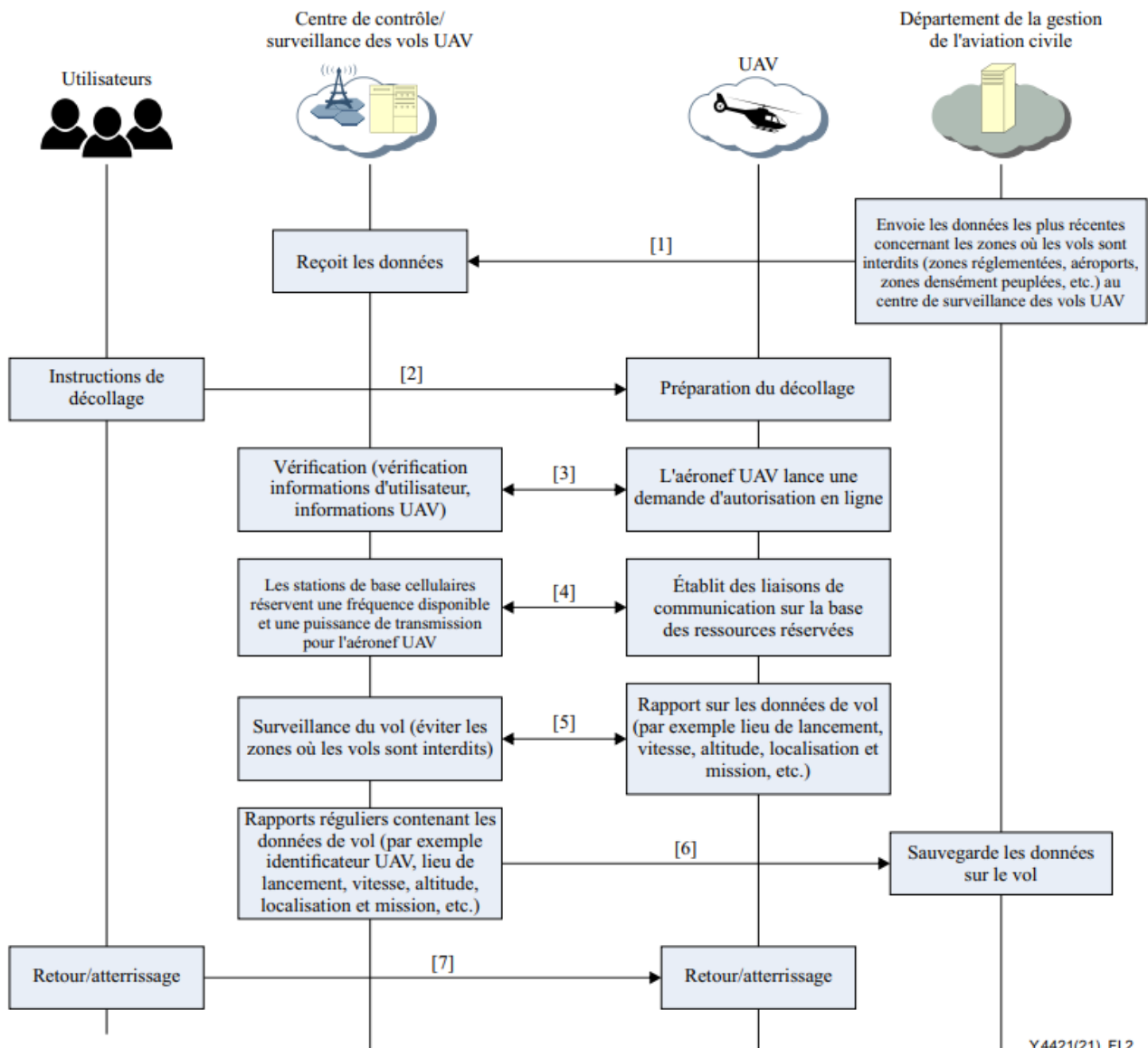
- 1) Les informations UAV, tels que le numéro UAV, l'identificateur numérique UAV et la carte SIM/module de communication, sont transmises au département de la gestion de l'aviation civile.

- 2) Les informations d'utilisateur, tels que l'identifiant, le nom et le numéro de mobile de l'utilisateur, sont transmises au département de la gestion de l'aviation civile. Le département de la gestion de l'aviation civile associe les informations d'utilisateur aux informations UAV après vérification et contrôle.
- 3) Le département de la gestion de l'aviation civile envoie les informations d'utilisateur et les informations UAV au centre de contrôle/surveillance des vols UAV et celui-ci sauvegarde ces informations.

## **I.2 Cas d'utilisation d'un processus de contrôle/surveillance d'un vol UAV du point de vue de la sécurité sur la base des réseaux IMT-2020**

Le processus d'enregistrement ci-dessus permet le suivi et la surveillance des vols du point de vue de la sécurité, mais le département de la gestion de l'aviation civile est un département chargé de la gestion, et non de contrôler/surveiller les vols. Par conséquent, un centre/une entité de contrôle/surveillance (cette entité peut à titre d'option être composée d'opérateurs de télécommunication), s'appuyant sur un réseau de communication offrant une grande fiabilité, des temps de transmission courts et une couverture étendue, est nécessaire pour contrôler/surveiller en temps réel les vols des aéronefs UAV du point de vue de la sécurité et collecter les données de vol pour le département de la gestion de l'aviation civile.

La Figure I.2 présente un cas d'utilisation du processus de contrôle/surveillance des vols UAV du point de vue de la sécurité sur la base des réseaux IMT-2020.



Y.4421(21)\_FI.2

**Figure I.2 – Processus de surveillance des vols UAV du point de vue de la sécurité sur la base des réseaux IMT-2020**

- 1) Avant le vol, le département de la gestion de l'aviation civile doit envoyer les données les plus récentes concernant les zones où les vols sont interdits (zones réglementées, aéroports, zones densément peuplées, etc.) au centre de contrôle/surveillance des vols UAV. Ces données seront utilisées pour surveiller le vol de l'aéronef UAV.
- 2) L'utilisateur envoie les instructions de décollage et l'aéronef UAV se prépare à décoller.
- 3) L'aéronef UAV lance une demande d'autorisation en ligne à destination du centre de contrôle/surveillance des vols UAV qui vérifie que le dispositif (numéro de série, identificateur numérique et identité IMEI) correspond au numéro de téléphone et à la localisation de confiance de l'utilisateur. Le centre de contrôle/surveillance des vols UAV vérifie et teste les informations UAV avec les informations d'utilisateur.
- 4) Si l'opération d'autorisation et d'authentification est réussie, les stations de base cellulaires réservent une fréquence disponible et une puissance de transmission pour l'aéronef UAV et envoient une notification à l'aéronef UAV pour qu'il établisse les liaisons de communication

sur la base des ressources réservées. Si l'opération échoue, l'aéronef UAV est verrouillé jusqu'à réception des bonnes informations UAV correspondant aux informations d'utilisateur ou le vol est interdit dans l'attente des instructions de décollage suivantes.

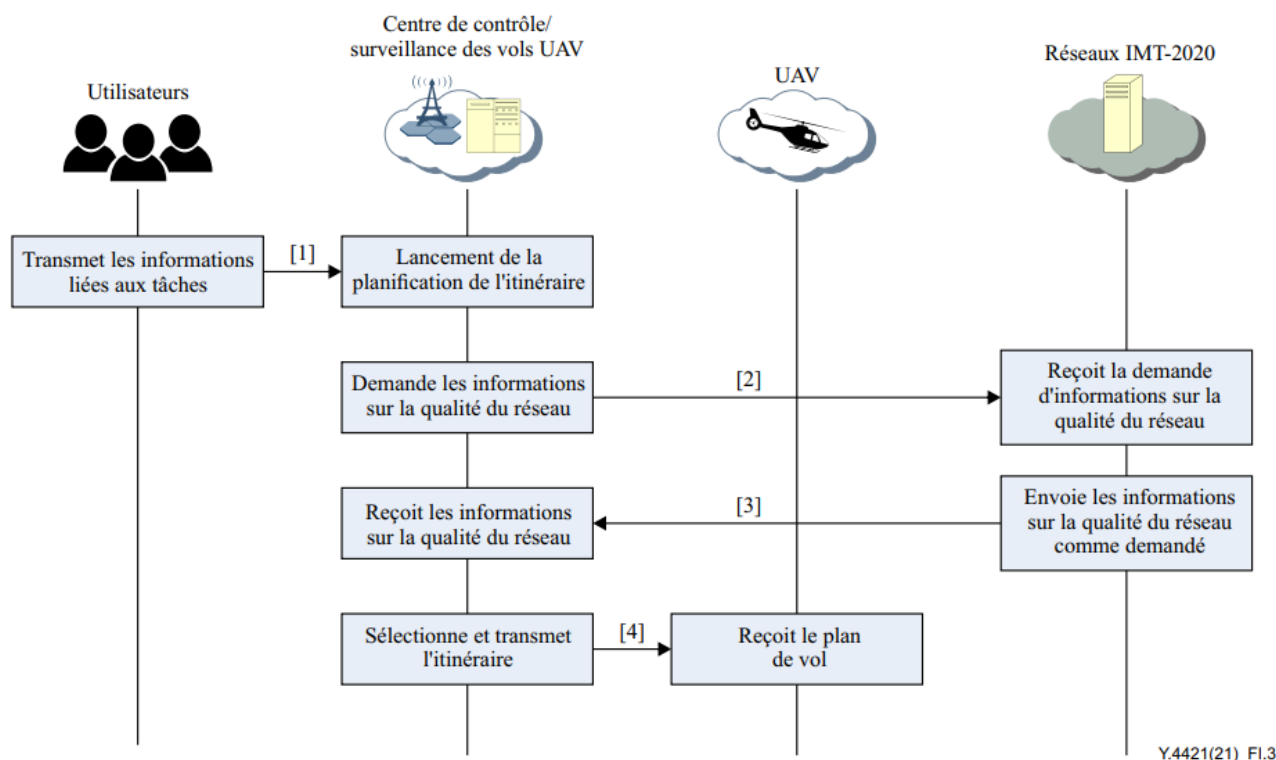
- 5) Après le lancement, l'aéronef UAV envoie les données de vol en temps réel (par exemple vitesse, altitude, localisation et mission, etc.) au centre de contrôle/surveillance des vols UAV. Le centre de contrôle/surveillance des vols UAV surveille le processus de vol de l'aéronef UAV afin d'éviter les zones où les vols sont interdits grâce à l'utilisation d'un réseau de communication offrant une grande fiabilité, des temps de transmission courts et une couverture étendue.
- 6) Le centre de contrôle/surveillance des vols UAV envoie à intervalles réguliers les données de vol (par exemple identificateur UAV, vitesse, altitude, localisation et mission, etc.) au département de la gestion de l'aviation civile.

Lorsqu'une mission est terminée, l'utilisateur demande à l'aéronef UAV de revenir/d'atterrir.

### I.3 Cas d'utilisation de la planification de l'itinéraire d'un aéronef UAV sur la base des réseaux IMT-2020

Un centre de contrôle/surveillance des vols, qui peut être composé d'opérateurs de télécommunication, peut planifier les itinéraires de vol pour les aéronefs UAV sur la base des informations relatives à la qualité de réseau fournies par les réseaux IMT-2020 afin de garantir la qualité de service.

La Figure I.3 présente un cas d'utilisation de la planification de l'itinéraire d'un aéronef UAV sur la base des réseaux IMT-2020.



Y.4421(21)\_FI.3

**Figure I.3 – Planification de l'itinéraire d'un aéronef UAV sur la base des réseaux IMT-2020**

- 1) Avant le vol, l'utilisateur (comme le contrôleur UAV) envoie les informations liées aux tâches au centre de contrôle/surveillance des vols UAV et le centre génère dans un premier temps un ou plusieurs itinéraires.

- 2) Le centre de contrôle/surveillance des vols UAV demande aux réseaux IMT-2020 des informations sur la qualité du réseau le long des itinéraires initiaux planifiés.
- 3) Les réseaux IMT-2020 enverront les informations sur la qualité du réseau (par exemple, intensité du signal, temps de latence moyen, débit de transmission, charge du service, etc.) comme demandé. Ces données seront utilisées pour ajuster les itinéraires initiaux de l'aéronef UAV ou pour établir un ordre entre ces itinéraires.
- 4) Le centre de contrôle/surveillance des vols UAV pourra ajuster les itinéraires initiaux sur la base des informations sur la qualité de réseau. L'itinéraire optimal sélectionné à partir des itinéraires initiaux ou des itinéraires modifiés sont transmis à l'aéronef UAV. L'aéronef UAV effectue la tâche sur la base du plan d'itinéraire reçu.

## Bibliographie

- [b-UIT-T F.749.10] Recommandation UIT-T F.749.10 (2019), *Exigences pour les services de communication pour les aéronefs sans pilote civils*.
- [b-UIT-T Y.2091] Recommandation UIT-T Y.2091 (2011), *Réseaux de prochaine génération: termes et définitions*.
- [b-UIT-T Y.3102] Recommandation UIT-T Y.3102 (2018), *Cadre applicable aux réseaux IMT-2020*.
- [b-UIT-T Y.4000] Recommandation UIT-T Y.4000/Y.2060 (2012), *Présentation générale de l'Internet des objets*.
- [b-UIT-T Y Sup.44] Recommandation UIT-T Y Suppl.44 (2017), *Normalisation et activités sur le code source ouvert relatives à la logiciellisation des réseaux IMT-2020*.
- [b-UIT-R M.1224-1] Recommandation UIT-R M.1224-1 (2012), *Terminologie des télécommunications mobiles internationales (IMT)*.
- [b-UIT-R M.2171] Rapport UIT-R M.2171 (2009), *Caractéristiques des systèmes d'aéronef sans pilote (UAS) et besoins de spectre pour assurer la sécurité de leur exploitation dans un espace aérien non réservé*.
- [b-3GPP TS 23.501] 3GPP TS 23.501 (2019), *3rd Generation Partnership Project – Technical Specification Group Services and System Aspects – System architecture for the 5G System (5GS); Stage 2*.
- [b-ETSI NFV-WP1] ETSI NFV-WP1 (2012), *Network Functions Virtualisation – Introductory White Paper*. Disponible [consulté le 24 avril 2021] à l'adresse: <[https://portal.etsi.org/NFV/NFV\\_White\\_Paper.pdf](https://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf)>
- [b-ETSI NFV-WP5G] ETSI NFV-WP5G (2017), *Network Functions Virtualisation – White Paper on Network Operator Perspectives On NFV priorities for 5G*. Disponible [consulté le 24 avril 2021] à l'adresse: <[https://portal.etsi.org/NFV/NFV\\_White\\_Paper\\_5G.pdf](https://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper_5G.pdf)>





## 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	Équipements 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
<b>Série Y</b>	<b>Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes</b>
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication