

3.1.60**restrictions imposées par les voisins de l'installation**

description des voisins de l'installation susceptibles d'imposer des limites à la communication sans fil

EXEMPLE Une ou plusieurs radiosources à forte puissance.

3.1.61**topologie linéaire**

topologie de réseau linéaire

topologie dans laquelle les nœuds sont connectés en série, deux nœuds étant connectés à un seul autre nœud et tous les autres étant connectés à deux autres nœuds (en d'autres termes, la connexion forme une ligne)

Note 1 à l'article: Cette topologie correspond à celle d'un anneau ouvert.

[SOURCE: IEC 61918:2018, 3.1.51, modifié – Un terme admis a été ajouté.]

3.1.62**ligne visuelle**

LOS

chemin de propagation d'un signal radiofréquence (RF) qui n'est pas masqué (partiellement ou totalement) par des obstacles

Note 1 à l'article: L'abréviation "LOS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "line of sight".

3.1.63**fréquence de coupure inférieure**

première fréquence sous la fréquence de puissance maximale à laquelle la densité spectrale de puissance chute sous un niveau donné

3.1.64**nombre maximal de retransmissions**

nombre maximal de fois que la pile de communication peut retransmettre les données utilisateur automatiquement en raison d'erreurs de transmission

3.1.65**mécanismes d'adaptabilité**

mesures visant à modifier un ou plusieurs des paramètres d'exploitation des systèmes afin d'améliorer leur insensibilité aux brouillages et de réduire le plus possible l'utilisation du support

3.1.66**mécanisme de contrôle d'accès au support**

technique de transmission pour l'accès au support

Note 1 à l'article: Le CSMA et/ou le AMRT constituent des exemples d'un tel mécanisme.

3.1.67**coefficient d'utilisation du support**

mesure visant à évaluer la quantité de ressources (puissance et temps) utilisées par des équipements non adaptatifs

3.1.68

message

suite ordonnée d'octets destinée à communiquer des informations

Note 1 à l'article: Lors du transport des informations communiquées, les octets peuvent être répartis dans plusieurs paquets.

[SOURCE: ISO/IEC 2382-16:1996, 16.02.01, modifié – L'expression "suite de caractères" a été remplacée par "suite d'octets", une Note à l'article a été ajoutée.]

3.1.69

facteur de pertes de messages

rapport du nombre de messages, transférés de l'application vers l'interface de référence chez le producteur, et du nombre de messages transférés de l'interface de référence à l'application chez le client

3.1.70

topologie maillée

topologie de réseau maillée

topologie de réseau dans laquelle des chemins redondants d'acheminement physiquement différents sont disponibles entre chaque paire de nœuds du réseau

Note 1 à l'article: La topologie maillée sans fil est utilisable pour étendre la couverture par une fonctionnalité de sauts multiples et/ou pour faciliter la fiabilité des communications par la fourniture de chemins redondants entre les appareils.

[SOURCE: IEC 62734:2014, 3.1.2.95, modifié – Un terme admis a été ajouté.]

3.1.71

modulation

processus de variation d'une ou de plusieurs propriétés d'une forme d'onde périodique avec un signal de modulation contenant les informations à transmettre

3.1.72

condition environnementale naturelle

condition d'environnement de l'appareil sans fil et du système sans fil

Note 1 à l'article: Il s'agit, par exemple, de la température, de l'humidité, de la pression atmosphérique.

3.1.73

réseau

tous les supports, connecteurs, répéteurs, routeurs, passerelles et éléments de communication du nœud associés permettant d'interconnecter un ensemble donné d'appareils de communication

[SOURCE: IEC 61158-2:2014, 3.1.30]

3.1.74

topologie de réseau

topologie d'un réseau

configuration des positions relatives et des interconnexions des éléments individuels du réseau

[SOURCE: IEC 61918:2018, 3.1.81, modifié – La "Note 1 à l'article" a été supprimée et un terme admis a été ajouté.]

3.1.75

nœud

appareil physique ou logique adressable attaché au réseau

[SOURCE: IEC 62591:2016, 3.2.75]

3.1.76**sans visibilité directe****NLOS**

chemin de propagation d'un signal radiofréquence (RF) qui est masqué (partiellement ou totalement) par des obstacles, ce qui rend le passage du signal radio difficile

Note 1 à l'article: Les obstacles courants entre les émetteurs radio et les récepteurs radio sont les grands bâtiments, les arbres, le paysage physique et les conducteurs électriques à haute tension. Alors que certains obstacles absorbent le signal radio, d'autres le reflètent, mais tous limitent la capacité de transmission des signaux.

Note 2 à l'article: L'abréviation "NLOS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "non-line of sight".

3.1.77**nombre de messages consécutifs perdus**

nombre de messages qui n'ont pas été reçus dans l'intervalle entre la réception de deux messages

3.1.78**ligne visuelle obstruée****OLOS**

obstacles qui s'immiscent dans la première zone de Fresnel, mais qui ne bloquent pas le chemin de la ligne visuelle; le brouillage constructif ou destructif du front d'onde réfléchi est l'élément important

Note 1 à l'article: Une intrusion dans la zone la plus intérieure de la première zone Fresnel entraîne une diminution ou une atténuation du niveau du signal reçu. Au point où l'obstruction devient tangente au chemin de la ligne visuelle, les pertes de signal atteignent 6 dB ou plus. La meilleure pratique consiste à maintenir au moins 60 % du rayon de la première zone de Fresnel exempt d'obstructions afin d'éviter l'atténuation du signal reçu.

Note 2 à l'article: L'abréviation "OLOS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "obstructed line of sight".

3.1.79**durée de fonctionnement entre défaillances**

somme des durées de fonctionnement entre deux défaillances successives sur une liaison logique où le message est considéré comme un élément réparable dans le sens où il peut être répété dans la durée de survie

3.1.80**autre utilisateur de fréquence**

utilisateur qui génère et utilise l'énergie radioélectrique sans aucun objectif de télécommunication

Note 1 à l'article: Il s'agit, par exemple, d'une soudeuse, d'un moteur électrique ou d'un convertisseur de fréquence.

3.1.81**émission hors bande**

émission sur une ou des fréquences situées en dehors de la largeur de bande nécessaire mais en son voisinage immédiat, due au processus de modulation, à l'exclusion des rayonnements non essentiels

[SOURCE: Règlement des radiocommunications de l'UIT, édition 2020 – Art.1 §1.144] [31]

3.1.82**mouvement des objets**

spécification de la trajectoire des biens mobiles qui peuvent avoir une influence significative sur les conditions de propagation radioélectrique

Note 1 à l'article: Des véhicules, des grues ou des personnes sont des exemples d'objets mobiles.

3.1.83

période d'observation

durée de la supervision des événements

Note 1 à l'article: La réception de données utilisateur ou l'utilisation d'un support de transmission par un appareil sans fil sont des exemples pour lesquels la période d'observation est le paramètre de référence utilisé pour calculer la vitesse de transfert de données et le cycle de service.

3.1.84

paquet

bits regroupés et formatés émis simultanément à travers le support physique

[SOURCE: IEC 62591:2016, 3.2.77]

3.1.85

influence environnementale passive

influence des caractéristiques du lieu de fonctionnement, des dimensions de l'espace de fonctionnement, de l'intervisibilité, des objets mobiles et des conditions environnementales naturelles sur la propagation du signal

3.1.86

exigences de performances

exigences qui décrivent la réactivité et les défaillances nécessaires pour remplir l'objet de l'application d'automatisation

3.1.87

liaison physique

relation entre les émetteurs-récepteurs radio (points limites physiques) de deux appareils sans fil

3.1.88

installation

aménagement géré, qui comporte en général un périmètre de protection physique, hébergeant le procédé physique, le fonctionnement, le personnel et les équipements

3.1.89

topologie point à point

topologie de réseau point à point

topologie dans laquelle deux nœuds sont directement connectés l'un à l'autre

3.1.90

position de l'appareil sans fil

position géographique de l'espace tridimensionnel dans les coordonnées absolues ou relatives dans lesquelles se trouve l'appareil

3.1.91

densité spectrale de puissance

répartition en fonction de la fréquence de la puissance par unité de largeur de bande des composantes spectrales d'un signal ou d'un bruit à spectre continu et de puissance moyenne finie

[SOURCE: IEC 60050-713:1998, 713-09-12]

3.1.92

objet de l'application d'automatisation

récapitulatif de l'application d'automatisation prise en charge par le système sans fil dans la mesure nécessaire pour donner un aperçu utile des exigences imposées au système sans fil

3.1.93**canal radio**

modèle qui tient compte des caractéristiques du canal de fréquences, des conditions environnementales, de la distance entre les appareils sans fil, des caractéristiques d'antenne

3.1.94**environnement radioélectrique**

représente le support de transmission avec des influences environnementales passives et des influences environnementales actives

3.1.95**ressource radio**

moyen utilisé par de nombreuses solutions de communication sans fil pour leur transmission de signal radio

3.1.96**robustesse radio**

aptitude d'une communication sans fil à accomplir la fonction prévue malgré la présence du brouillage d'autres applications sans fil actives dans sa sphère d'influence

Note 1 à l'article: La signification de ce terme est identique à celle du terme "coexistence" défini dans l'IEEE 802.15.2:2003, 3.1.2 [27].

3.1.97**indication de puissance du signal reçu**

valeur relative de l'intensité de champ au niveau du récepteur des appareils sans fil, qui dépend de la mise en œuvre correspondante d'une technologie radio

3.1.98**blocage de récepteur**

effet d'un fort signal brouilleur sur la capacité du récepteur à détecter un signal utile faible

3.1.99**niveau maximal en entrée de récepteur**

puissance de signal maximale que le système puisse tolérer sans distorsion du signal

3.1.100**sensibilité de récepteur**

puissance de signal minimale pour recevoir des données avec un taux d'erreur sur les bits donné

3.1.101**interface de référence**

interface visible entre une application d'automatisation et la fonction de communication sans fil

Note 1 à l'article: Il n'existe pas d'interface unanimement définie pour le mesurage et l'automatisation. L'interface de l'appareil est susceptible d'être une interface matérielle série ou parallèle, une interface de bus de terrain, une interface logicielle ou une interface série, parallèle, discrète et analogique.

3.1.102**règlement régional des radiocommunications**

règlement relatif aux paramètres de coexistence importants, comme la bande de fréquences et la puissance de sortie, en fonction de la région dans laquelle il est prévu d'utiliser l'application sans fil

3.1.103**déplacement relatif**

position d'un appareil sans fil dans le temps

3.1.104

exigences influençant les caractéristiques des solutions sans fil

exigences de communication de l'application qui ont un impact sur les performances des solutions sans fil et, donc, sur l'état de la coexistence

3.1.105

temps de réponse

intervalle de temps entre l'instant où le premier bit ou octet de données utilisateur d'un message est transmis à l'interface de référence d'un émetteur et l'instant où le dernier bit ou octet du message de confirmation est transmis à l'interface de communication du même émetteur, qui peut être affecté à la demande

3.1.106

topologie en anneau

topologie de réseau en anneau

réseau actif dans lequel chaque nœud est connecté en série à deux autres nœuds

[SOURCE: IEC 61918:2018, 3.1.71, modifié – Le terme "anneau" a été remplacé par "topologie en anneau" et un terme admis a été ajouté.]

3.1.107

robustesse

capacité d'une entité à continuer à fonctionner correctement en cas de brouillage, jusqu'à un certain niveau de brouillages

Note 1 à l'article: La robustesse d'une entité peut être accrue en modifiant un ou plusieurs de ses paramètres de fonctionnement.

3.1.108

niveau de sécurité

catégorie d'exigences pour la cybersécurité

3.1.109

étendue spatiale de l'application

cuboïde défini par les positions et/ou le rayon de mouvement maximal des appareils d'automatisation d'un système d'automatisation réparti

3.1.110

support partagé

ressource de bande de fréquences dans une zone particulière partagée par plusieurs applications sans fil

Note 1 à l'article: Dans les bandes industrielle, scientifique et médicale (ISM), de nombreuses applications sans fil sont utilisées. En raison de ces utilisations conjointes, le terme "support partagé" est employé dans le présent document. Les bandes de fréquences sont utilisées par différentes applications ISM et applications de communication sans fil.

3.1.111

rapport signal sur brouillage et bruit

quotient de la puissance du signal utile et de la puissance des signaux non désirés, qui comporte le bruit et le brouillage

3.1.112

couverture spatiale du système de communication sans fil

couverture spatiale spécifiée par la longueur, la largeur et la hauteur d'un cuboïde qui englobe le système de communication sans fil

3.1.113**rayonnement non essentiel**

rayonnement sur une ou des fréquences situées en dehors de la largeur de bande nécessaire et dont le niveau peut être réduit sans affecter la transmission de l'information correspondante, y compris les rayonnements harmoniques, les rayonnements parasites, les produits d'intermodulation et de conversion de fréquence, à l'exclusion des émissions hors bande

[SOURCE: Règlement des radiocommunications de l'UIT, édition 2020 – Art.1 §1.145] [31]

3.1.114**réponse parasite**

sortie du récepteur en raison de signaux non désirés

Note 1 à l'article: Cela signifie que les fréquences sont hors du canal de fréquences réglé.

3.1.115**topologie en étoile**

topologie de réseau en étoile

topologie de réseau composé d'au moins trois appareils, chacun étant connecté à un appareil central

[SOURCE: IEC 61918:2018, 3.1.77, modifié – Le terme "topologie" a été ajouté, "point central (qui peut être actif ou passif)" a été remplacé par "appareil central" et un terme admis a été ajouté.]

3.1.116**durée de survie**

durée pendant laquelle une application qui utilise un service de communication continue sans recevoir de message anticipé

3.1.117**télécommunication**

toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toute nature, par fil, radioélectricité, optique ou autres systèmes électromagnétiques

[SOURCE: Règlement des radiocommunications de l'UIT, édition 2020 – Art.1 §1.3] [31]

3.1.118**puissance totale rayonnée**

densité de puissance spatiale intégrée sur la surface de la sphère

3.1.119**intervalle de transfert**

différence temporelle entre deux transferts consécutifs de données utilisateur depuis l'application d'automatisation par le biais de l'interface de référence vers la fonction de communication sans fil

3.1.120**écart d'émission**

écart entre deux utilisations successives de canal par un émetteur

3.1.121**puissance de sortie de transmission**

puissance totale rayonnée diminuée des pertes entre la sortie de l'émetteur et l'antenne

3.1.122

durée de transmission

intervalle de temps entre le début de la livraison du premier octet de données d'application d'un message à l'interface de communication de référence d'un producteur et la livraison du dernier octet de données d'application du même message depuis l'interface de communication de référence d'un client

3.1.123

séquence d'émetteur

durée pendant laquelle un émetteur utilise un canal de fréquences sans pouvoir être interrompu par un appareil sans fil du même système

3.1.124

gabarit spectral d'émetteur

enveloppe des valeurs maximales de la densité spectrale de puissance sur une plage de fréquences

3.1.125

topologie en arbre

topologie de réseau en arbre

topologie de réseau dans laquelle tous les nœuds sont connectés dans une combinaison de topologie linéaire et de topologie en étoile

3.1.126

temps d'actualisation

intervalle de temps entre la livraison du dernier octet de données utilisateur du message d'un producteur, depuis l'interface de référence d'un client vers l'application d'automatisation, et la livraison du dernier octet de données utilisateur du message suivant du même producteur

3.1.127

fréquence de coupure supérieure

première fréquence au-dessus de la fréquence de puissance maximale à laquelle la densité spectrale de puissance chute sous un niveau donné

3.1.128

application sans fil

toute utilisation d'ondes électromagnétiques par des appareils ou des équipements pour générer et utiliser l'énergie radioélectrique dans un environnement radioélectrique avec des influences environnementales actives et passives

Note 1 à l'article: La définition inclut les systèmes de communication sans fil avec des fonctions de communication sans fil qui représentent un ensemble de fonctions d'automatisation réparties dans l'espace, les systèmes d'automatisation répartis avec des fonctions locales et les systèmes physiques avec des fonctions systèmes physiques.

Note 2 à l'article: La définition inclut les équipements de localisation radio.

3.1.129

communication sans fil

communication dans laquelle le transfert d'information se fait au moyen de rayonnement électromagnétique, sans utilisation de câbles ni de fibres optiques

3.1.130

application de communication sans fil

partie d'une application d'automatisation industrielle qui utilise une communication sans fil

3.1.131

solution de communication sans fil

paramètres des solutions de communication sans fil qui sont des mises en œuvre des systèmes et appareils de communication sans fil

3.1.132**densité de solutions de communication sans fil**

rapport entre le nombre de solutions de communication sans fil et la couverture spatiale de l'installation

3.1.133**système de communication sans fil**

ensemble d'appareils de communication sans fil, d'appareils d'infrastructure et de liaisons physiques qui communiquent par radiofréquences à l'aide de différentes topologies

3.1.134**appareil sans fil**

appareil d'automatisation sans fil

équipement des applications de communication sans fil qui utilise les ondes radio pour la communication sans fil avec un autre équipement des applications de communication sans fil

3.1.135**densité d'appareils sans fil**

nombre d'appareils sans fil dans la couverture spatiale du système de communication sans fil

3.1.136**paramètres de réception de l'appareil sans fil**

spécification des caractéristiques du récepteur sans fil

3.1.137**solution à appareils sans fil**

paramètres relatifs aux différents nœuds d'un système qui mettent en œuvre une solution de communication sans fil

3.1.138**paramètres d'émission de l'appareil sans fil**

spécification des caractéristiques de l'émetteur sans fil

3.1.139**type d'appareil sans fil**

spécification d'un appareil selon les données de catalogue

3.1.140**réseau sans fil**

réseau de communication sans fil

réseau composé d'au moins deux appareils sans fil qui établissent une communication sans fil

3.1.141**solution réseau sans fil**

paramètres relatifs à un réseau utilisé dans son ensemble exécutant une solution de communication sans fil

3.1.142**solution sans fil**

solution de communication sans fil

mise en œuvre particulière ou exemple particulier d'un système de communication sans fil

Note 1 à l'article: Une solution sans fil peut se composer de produits issus d'un ou de plusieurs fabricants.

3.1.143

système sans fil

système de communication sans fil

ensemble d'éléments interdépendants qui permettent une communication sans fil

Note 1 à l'article: Un système sans fil est une représentation générique d'un système, tandis qu'une solution sans fil est une mise en œuvre pratique d'un système.

3.1.144

type de système sans fil

paramètres qui décrivent le type de système de communication sans fil

3.1.145

type de système sans fil et type d'appareil sans fil

paramètres qui caractérisent le modèle d'un système sans fil ou d'un appareil sans fil en fournissant les paramètres qui permettent de spécifier un type de système sans fil et un type d'appareil sans fil

3.1.146

norme ou technologie sans fil

dénomination de la norme ou de la technologie sans fil

EXEMPLE L'IEC 62591, l'IEC 62601 et l'IEC 62734 sont des exemples de normes qui spécifient un système de communication sans fil.

3.2 Abréviations

AFH (Adaptive Frequency Hopping)	Saut de fréquence adaptatif
CEPT	Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications
CP (Communication Profile)	Profil de communication conformément à l'IEC 61784-2
CSMA (Carrier Sense Multiple Access)	Accès multiple avec détection de porteuse
DAA (Detect And Avoid)	Détection et évitement
DAR (Detect And Reduce)	Détection et réduction
DAS (Detect And Suppress)	Détection et suppression
DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)	Système de télécommunications numériques améliorées sans cordon
ECO (European Communications Office)	Bureau européen des radiocommunications du comité des communications électroniques de la CEPT
PIRE	Puissance isotrope rayonnée équivalente
CEM	Compatibilité électromagnétique
EMI (Electromagnetic Interference)	Brouillage électromagnétique
PAR	Puissance apparente rayonnée
GSM (Global System for Mobile communications)	Système mondial de communications mobiles
FI	Fréquence intermédiaire
IP (Internet Protocol)	Protocole Internet
ISM	Industriel, scientifique et médical
TI	Technologie de l'information
UIT	Union Internationale des Télécommunications
LAN (Local Area Network)	Réseau local

LOS (Line Of Sight)	Ligne visuelle
MAC (Medium Access Control)	Contrôle d'accès au support
MLR (Message Loss Ratio)	Facteur de pertes de messages
NLOS (Non-Line Of Sight)	Sans visibilité directe
N/A	Non applicable
OLOS (Obstructed Line Of Sight)	Ligne visuelle obstruée
PCB (Printed Circuit Board)	Carte de circuit imprimé
PHY	Couche physique
DSP	Densité spectrale de puissance
RF	Radiofréquence
RFID (Radio Frequency Identification)	Identification par radiofréquence
RSSI (Received Signal Strength Indication)	Indication de puissance du signal reçu
SIR (Signal-to-Interference Ratio)	Rapport signal sur brouillage
AMRT	Accès multiple par répartition temporelle
PTR	Puissance totale rayonnée
UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)	Système universel de télécommunications mobiles
WD (Wireless Device)	Appareil sans fil
WIA-PA (Wireless Network for Industrial Automation – Process Automation)	Réseau sans fil pour automatisation industrielle – contrôle de procédés
WLAN (Wireless Local Area Network)	Réseau local sans fil
ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.)	Association des fabricants allemands de produits électriques et électroniques

3.3 Conventions

NOTE Les représentations graphiques des schémas des figures reposent sur l'ISO 5807.

Les conventions suivantes pour les modèles de paramètres de gestion de coexistence de l'Article 8 s'appliquent:

- la colonne "Paramètre" utilise des indentations pour catégoriser certains paramètres. Les paramètres les plus à droite appartiennent au paramètre le plus à gauche immédiatement au-dessus;
- la colonne "Utilisation" spécifie si le paramètre est obligatoire, facultatif ou un choix, si un seul paramètre sur plusieurs est choisi;
- la colonne "Valeur" peut contenir une plage ou une liste de valeurs, si le paramètre permet plusieurs options. Si un paramètre n'a pas d'unité, la case de la colonne "Unité" doit alors indiquer "non applicable" (N/A).

4 Concept de coexistence en automatisation industrielle

4.1 Vue d'ensemble

La communication sans fil permet une mise en œuvre plus économique, flexible et fiable de l'automatisation industrielle, tout en permettant l'utilisation de nouveaux concepts d'automatisation. Les exigences en matière de fiabilité et d'aptitude en temps réel des communications sans fil des applications d'automatisation industrielle sont généralement plus strictes que celles des applications domestiques ou bureautiques. Les applications d'automatisation industrielle peuvent également se trouver dans des installations industrielles qui présentent des niveaux de brouillage électromagnétique (EMI) ambiant supérieurs à ceux des domaines non industriels.

Il est également nécessaire de prendre en compte les sources d'émission radioélectrique supplémentaires lors de la gestion de coexistence.

NOTE Dans certains environnements industriels, d'autres sources d'émission radioélectrique peuvent être présentes dans les mêmes bandes que celles utilisées par les systèmes de communication sans fil. Ces émetteurs peuvent inclure les appareils à émissions involontaires (les appareils à souder à puissance élevée, qui génèrent de l'énergie électromagnétique à large bande, par exemple).

Du fait de ces exigences, différents systèmes sans fil sont utilisés. Il est fort probable que plusieurs systèmes sans fil puissent fonctionner simultanément en un même lieu. Etant donné que ces systèmes sans fil partagent un support commun, il peut être admis par hypothèse que des brouillages se produisent tout au long de leur cycle de vie. Cela a un impact sur les performances du système, y compris sa fiabilité et son aptitude à satisfaire aux exigences de réponse en temps réel. Le présent document a pour objet de faciliter l'identification des risques potentiels, et de recommander des mesures de maîtrise des risques en fonction des exigences de l'application d'automatisation. Le présent document montre également que, le plus souvent, la coexistence de plusieurs systèmes sans fil et parallèlement la gestion efficace du spectre des fréquences qui constitue une ressource limitée sont possibles sous réserve d'adopter une approche adaptée en tenant compte des exigences applicables. Pour cela, un processus tenant compte de tous les aspects de la coexistence de systèmes sans fil, depuis la conception jusqu'à l'exploitation, en passant par la mise en service et la maintenance, est nécessaire. Ce processus, appelé "gestion de coexistence des solutions sans fil", fait l'objet du présent document. Des actions et décisions associées permettent de satisfaire aux valeurs limites revendiquées pour l'application sur l'ensemble du cycle de vie de l'installation.

Ce processus peut être plus ou moins complexe, selon la pertinence des exigences de communication sans fil pour l'installation. Cette complexité dépend notamment des caractéristiques de l'application de communication sans fil desservie par chaque solution sans fil (commande accompagnée d'exigences strictes de réactivité en temps réel, par exemple), du nombre et de l'emplacement des solutions sans fil qui peuvent potentiellement interférer entre elles, et de la présence d'autres émetteurs radio dans les mêmes bandes.

S'il n'y a pas ou peu d'exigences relatives au système sans fil, la coexistence des solutions sans fil impose un effort plus modéré comparativement à celui nécessaire pour un système sans fil qui fait partie d'une application de commande accompagnée d'exigences strictes de réactivité en temps réel. Il est toutefois fortement recommandé d'envisager que d'autres systèmes sans fil soient susceptibles d'être ajoutés ultérieurement ou que les exigences relatives au système sans fil présent évoluent à l'avenir (en raison d'applications supplémentaires, par exemple). La conception de l'installation doit assurer que les mesures de coexistence appliquées correspondent aux exigences du système sans fil.

L'état de coexistence se caractérise par le respect, par toutes les applications de communication sans fil dans la zone étudiée, des valeurs limites de certains paramètres. Cet état de coexistence est obtenu par des actions appropriées en planification et exploitation. Il apparaît ainsi que la coexistence n'est pas une propriété immuable d'une solution sans fil, mais plutôt un état dans le cycle de vie d'une installation. A la suite de certains événements, cet état peut être quitté temporairement ou définitivement. Les valeurs limites des paramètres sont déterminées par l'application d'automatisation dans laquelle s'inscrit la communication sans fil.

Une autre implication est que la gestion de coexistence doit être évaluée et établie en contexte et en plein accord avec l'application d'automatisation.

En règle générale, la coexistence de plusieurs solutions sans fil peut être obtenue en rendant orthogonales les transmissions qui proviennent de sources différentes.

Il existe trois possibilités de gestion de coexistence, a) impliquant une quantité d'heures de travail plus importante pour établir et maintenir la gestion de coexistence, et b) et c) impliquant un niveau plus élevé d'automatisation:

- a) gestion de coexistence manuelle (niveau le plus bas);
- b) gestion de coexistence automatisée non collaborative;
- c) gestion de coexistence collaborative automatisée (niveau le plus élevé).

Les techniques automatisées, ainsi que les algorithmes sur lesquels elles s'appuient, sont généralement réparties en deux grandes catégories: les techniques collaboratives et les techniques non collaboratives.

4.2 Objectif

Le présent document porte sur les moyens qui permettent d'assurer la coexistence des systèmes sans fil pour des applications d'automatisation et de mesure. Ces applications d'automatisation industrielle peuvent être classées de différentes manières. Par exemple, dans le Tableau 1, elles sont classées selon le degré de criticité de l'application. Les efforts de gestion de coexistence peuvent varier en fonction de la classification décrite dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Exemple de classification des exigences de communication de l'application

Classe	Application	Exigences de communication de l'application
Sécurité fonctionnelle	Mise en œuvre d'un système lié à la sécurité dont la défaillance peut avoir des conséquences sur la sécurité des personnes et/ou de l'environnement et/ou des installations	Il convient que le protocole de communication prenne en charge la communication de sécurité fonctionnelle, et la gestion de coexistence doit être établie de manière à satisfaire à toutes les exigences du présent document.
Commande	Commande par boucle ouverte ou fermée	Il convient que le protocole de communication prenne en charge plus de disponibilité, fiabilité et criticité temporelle que dans d'autres secteurs comme celui des biens de consommation et des télécommunications. La gestion de coexistence doit être établie de manière à satisfaire à la plupart des exigences du présent document.
Surveillance	Visualisation de processus et alerte	Aucune extension particulière exigée pour le protocole de communication. En règle générale, l'application de surveillance peut reposer sur un ensemble d'exigences moins strictes. La gestion de coexistence doit être établie de manière à satisfaire à toutes ces exigences minimales.
NOTE Les termes relatifs "la plupart" et "minimales" reposent sur la description graphique donnée à la Figure 3.		

La classification des applications d'automatisation fournie avec le Tableau 1 s'appuie sur les exigences fonctionnelles de l'application de l'industrie de transformation à respecter. Cette classification peut également être adaptée dans d'autres domaines d'application.

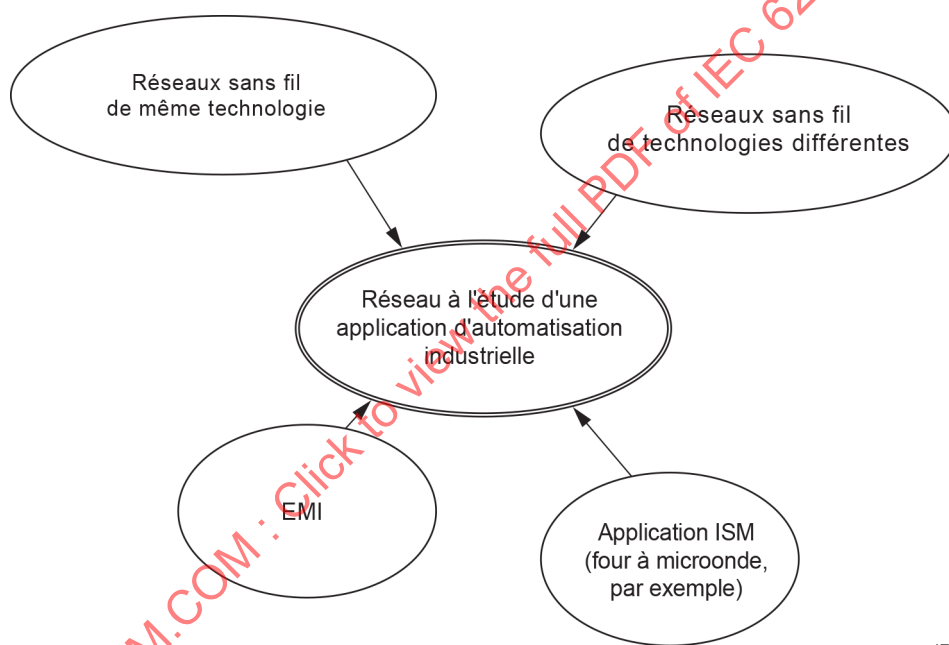
Cependant, la criticité et les exigences de communication associées de l'application doivent être déterminées au cas par cas par le gestionnaire de coexistence.

NOTE 1 Les exigences de communication de l'application sont décrites dans l'IEC 62657-1.

Des applications, allant du lecteur radio de code à barres aux applications de voix et vidéo par IP, peuvent être classées de la même manière, et peuvent être traitées conformément au présent document.

L'applicabilité du présent document ne se limite pas à une bande de fréquences particulière (la bande ISM 2,4 GHz, par exemple). Les systèmes de communication concurrents et les autres applications sans fil approuvées, comme les faisceaux hertziens pour le séchage ou le soudage du plastique, sont considérés comme des brouillages. En outre, d'autres brouillages peuvent être générés par de puissants champs électromagnétiques basse fréquence (transformateurs, moteurs puissants ou autres brouillages électromagnétiques [EMI], par exemple; voir Figure 1). Les sources de brouillages à prendre en considération sont décrites en 4.4.

NOTE 2 L'analyse des brouillages électromagnétiques (EMI) ne relève pas du domaine d'application du présent document, mais a néanmoins été prise en considération.



IEC

Figure 1 – Problèmes pris en compte

La Figure 2 décrit la relation entre l'application d'automatisation industrielle, l'application de communication sans fil, les brouillages électromagnétiques (EMI), l'application industrielle, scientifique et médicale (ISM) et l'application sans fil non industrielle. Le terme "application sans fil" est utilisé comme terme générique pour désigner l'application de communication sans fil, l'application ISM et la communication sans fil non industrielle (en gris sur la Figure 2). Les applications de communications sans fil font partie intégrante d'une application d'automatisation. Les autres parties des applications d'automatisation peuvent utiliser le spectre ISM (pour les processus de soudage, par exemple). De plus, les équipements des applications d'automatisation industrielle peuvent être une source de brouillages électromagnétiques (EMI). En outre, les applications sans fil non industrielles (les terminaux de poche ou les ordinateurs portables, par exemple) peuvent utiliser le spectre dans un environnement industriel.

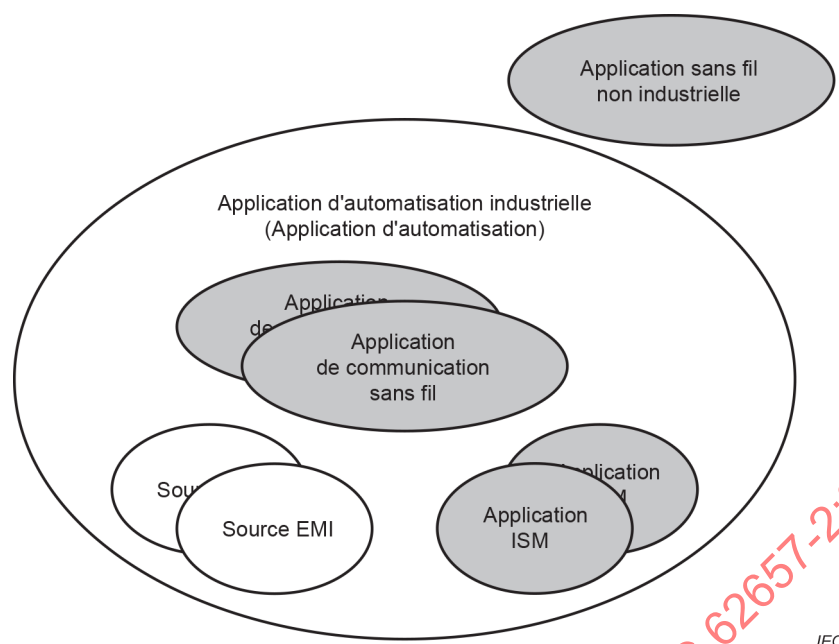


Figure 2 – Applications qui utilisent le spectre de fréquences

Le présent document traite de la gestion de coexistence à l'emplacement d'une entreprise. Toutefois, le gestionnaire doit tenir compte du fait qu'un brouillage peut provenir de l'extérieur de l'installation. Le gestionnaire doit identifier et caractériser les sources externes potentielles d'énergie radioélectrique et leur distance par rapport à l'entreprise. Il convient que des commandes soient en place pour assurer que des sources mobiles non autorisées ou non recensées ne sont pas admises dans la zone de l'entreprise.

Le postulat de départ est qu'en l'absence de brouillages, un système de communication sans fil satisfait aux exigences de l'application d'automatisation sans fil et que, en particulier, la réactivité et les défaillances sont prises en compte en planifiant les exigences de communication.

Les mesures ici décrites doivent assurer les performances exigées, même en présence d'autres applications sans fil.

4.3 Nécessité de mettre en œuvre une gestion de coexistence

Le spectre des fréquences est une ressource limitée précieuse qui s'épuise rapidement en cas d'utilisation non gérée.

La liste suivante présente un exemple d'appareils sans fil classique des environnements industriels:

- capteurs et actionneurs sans fil;
- points d'accès WLAN et clients;
- panneaux mobiles;
- appareils RFID et lecteurs RFID.

Des appareils peuvent également émettre de la puissance rayonnée dans les mêmes bandes que celles des appareils sans fil:

- appareils de production de chaleur industrielle par radiofréquence;
- appareils de soudage du plastique;
- lampes à plasma;
- appareils de soudage général; et
- autres appareils.

Il existe un risque important de brouillages où, dans certaines conditions, les exigences de disponibilité et de performances présumées ne peuvent pas être respectées. Pour prévenir ce cas de figure, ou plutôt pour réduire le risque de brouillage, un processus d'entreprise pour l'administration des applications sans fil de toutes les parties impliquées est vivement recommandé et, s'il est adopté, doit être mis en œuvre conformément au présent document. La gestion de coexistence est un processus intraentreprise qu'il convient d'adapter à la structure et aux processus internes de l'entreprise. D'une entreprise à l'autre, la structure et les processus peuvent être organisés différemment.

En outre, la définition du processus ou de ses phases peut varier en fonction des groupes d'utilisateurs concernés:

- applications de communication sans fil avec un débit de données élevé, mais avec des exigences de réactivité en temps réel moins strictes: la gestion de coexistence s'attache à la mise à disposition de la largeur de bande de fréquences adéquate;
- applications de communication sans fil sans exigence particulière de performance et de réactivité en temps réel: la gestion de coexistence vise à assurer la couverture spatiale;
- applications de communication sans fil avec des exigences strictes de réactivité en temps réel: la gestion de coexistence protège des problèmes de fonctionnement générés par l'influence d'autres applications sans fil (classes d'applications "sécurité fonctionnelle" ou "commande").

En outre, les mesures élémentaires suivantes sont recommandées pour mettre en œuvre la gestion de coexistence:

- désignation d'un gestionnaire de coexistence pour l'ensemble de l'entreprise;
- désignation d'un gestionnaire de coexistence local si l'entreprise possède plusieurs sites;
- constitution d'un comité composé d'interlocuteurs pour chaque service de l'entreprise qui utilise une application sans fil (il convient que les activités du comité répondent aux problèmes de la Figure 1 et de la Figure 2);
- inventaire de toutes les applications sans fil installées et, le cas échéant, planifiées, y compris la communication sans fil;
- établissement d'une politique d'enregistrement des nouvelles applications ou solutions sans fil et d'identification des applications ou solutions sans fil existantes;
- coordination et adoption de décisions concernant l'approbation et la mise en œuvre de systèmes sans fil au sein du comité;
- établissement d'une politique et des conséquences applicables pour l'introduction non autorisée de nouvelles applications ou solutions sans fil.

La gestion efficace de coexistence est un processus concerté impliquant des représentants de toutes les parties de l'entreprise concernées (divisions, services, technologies). Ces parties concernées sont celles qui sont impliquées dans la planification, l'approvisionnement, l'installation, la mise en service, l'exploitation et la maintenance des applications sans fil. Par exemple: la planification de processus, les TI, l'automatisation, l'exploitation (production), le développement, les achats, la gestion des locaux.

La gestion de coexistence présente de nombreux avantages:

- réduction ou élimination des brouillages menant à des indisponibilités fortuites;
- réduction ou élimination des recherches de panne pénibles, coûteuses et chronophages;
- réduction ou élimination des désinvestissements dans les solutions sans fil qui ne peuvent pas être exploitées dans l'environnement radioélectrique actuel de l'entreprise.

NOTE Ici, le terme "solution sans fil" est utilisé à la place du terme "système sans fil" afin de tenir compte des différentes propriétés d'un produit qui sont importantes pour la gestion de coexistence.

4.4 Potentiel de brouillage

Pour les applications de communication sans fil, des brouillages se produisent en un point de l'espace (correspondant à un emplacement d'antenne, à de l'énergie reçue, à des caractéristiques et une polarisation d'antenne) si les signaux reçus:

- se chevauchent dans le domaine fréquentiel;
- se chevauchent dans le domaine temporel; et
- se chevauchent pour le codage.

NOTE Dans le cas des bâtiments et zones proches d'aéroports, de ports, de pylônes émetteurs et d'autres lieux où sont installés des systèmes sans fil puissants, le potentiel de brouillage est très élevé.

Cela entraîne des brouillages entre les solutions sans fil et, par exemple, la répétition d'un paquet transféré. La réaction du système à de tels brouillages dépend de plusieurs facteurs, par exemple de la norme sans fil, de la mise en œuvre du matériel et des logiciels ou de la classe d'application que le système sans fil utilise pour le transfert (voir Tableau 1).

La séparation des canaux de fréquences qui ne se chevauchent pas est une méthode qui permet d'assurer la coexistence. Des brouillages peuvent toutefois se produire entre des systèmes sans fil utilisant des canaux différents dans une même bande de fréquences, à cause d'un brouillage dans le canal adjacent, par exemple. Il s'agit d'un brouillage intercanal. En particulier, les systèmes sans fil analogiques présentent un fort potentiel de brouillage avec les systèmes sans fil numériques compte tenu de leur forte occupation de canal.

De plus, les systèmes sans fil utilisant des bandes de fréquences différentes peuvent interférer les uns avec les autres. Au-dessous du signal principal, un système sans fil émet aussi des signaux hors bande susceptibles de pénétrer dans le canal de fréquences du système sans fil menacé et de perturber ainsi le signal utile.

La qualité du signal reçu par un récepteur en fonction des brouillages d'autres systèmes sans fil est généralement mesurée par le rapport signal sur brouillage (SIR) qui correspond au rapport de la puissance du signal utile sur la puissance résiduelle totale des signaux non désirés. Le récepteur ne peut correctement interpréter les données entrantes que si le SIR dépasse un seuil défini.

La valeur de ce seuil dépend de la modulation adoptée, tandis que la valeur réelle du SIR dépend de la superposition des brouilleurs sur la communication désirée dans les deux domaines suivants: temporel et fréquentiel.

Les performances peuvent varier en fonction du degré de superposition complète ou partielle (c'est-à-dire des brouillages) dans ces deux domaines.

Pour le domaine temporel, étant donné que le trafic des systèmes sans fil victimes et brouilleurs peut varier très rapidement, il convient de définir un intervalle de temps sur lequel le brouillage est constant avant de déterminer le SIR.

Pour le domaine fréquentiel, il convient que la détermination du SIR prenne au moins en compte les effets combinés des gabarits spectraux des émetteurs brouilleurs et du récepteur victime. En effet, les émetteurs brouilleurs peuvent avoir des rayonnements non essentiels même en dehors du canal de fréquences adopté. Par ailleurs, le gabarit de blocage du récepteur peut rejeter les signaux brouilleurs, limitant ainsi les effets.

Pour prévoir/estimer les effets des brouilleurs, des modèles analytiques, des simulations et des bancs d'essai expérimentaux peuvent être utilisés. Ces trois approches présentent des complexités (croissantes) différentes et, donc, des niveaux d'exactitude différents (croissants).

Afin de déterminer s'il existe un risque de brouillage ou non, sans preuve de la robustesse radio des applications sans fil, il convient de toujours admettre par hypothèse un risque de brouillage si elles fonctionnent en parallèle dans la même bande de fréquences.

NOTE 1 Le terme "application sans fil" est plus exhaustif que le terme "système sans fil", car la puissance rayonnée ne sert pas uniquement au transfert d'informations dans les applications sans fil.

NOTE 2 L'utilisation de l'énergie électromagnétique peut être soit intentionnelle (pour alimenter l'application spécifique) soit involontaire/accidentelle.

Toutefois, un risque de brouillage ne signifie pas que le fonctionnement en parallèle de systèmes sans fil concurrents soit impossible. Ils peuvent coexister si les exigences relatives aux solutions sans fil impliquées sont respectées. Il convient de s'appuyer sur ce critère pour prendre des décisions concernant l'application des systèmes sans fil.

Si possible, il convient également d'envisager les modifications ultérieures des exigences qui induiront des variations du potentiel de brouillage. En automatisation industrielle, le cycle de vie d'une solution sans fil est généralement supérieur à 5 ans. Pendant cette période, de nouvelles applications pour le système sans fil existant peuvent être développées et diffusées. La détermination, la coordination et la maîtrise de ces changements font partie de la gestion de coexistence.

Les brouillages électromagnétiques (EMI) rayonnés sont une autre influence à prendre en compte. Les règlements régionaux, en particulier, peuvent autoriser une puissance rayonnée significative pour les applications sans fil particulières dans le spectre sans licence, générant potentiellement de fortes intensités du champ à proximité d'un système sans fil.

Une solution sans fil présente une certaine résilience aux brouillages par rapport à ces brouillages rayonnés. Cependant, cette valeur limite peut être dépassée par le signal d'une application sans fil puissante.

EXEMPLE En Europe, les applications RFID sont autorisées à utiliser 4 W dans la bande de 2,4 GHz, tandis que les autres appareils de courte portée sont limités à 100 mW.

Même si les solutions sans fil possèdent souvent une résilience aux brouillages supérieure à celle revendiquée par les normes et qu'un dépassement de la valeur limite ne provoque pas toujours de brouillages dangereux, les solutions sans fil doivent être conçues de sorte que le niveau de bruit sur le récepteur ne dépasse pas cette valeur limite. Des brouillages provenant de la même bande de fréquences sont bien plus probables que ceux provenant d'autres bandes de fréquences. Néanmoins, les potentiels de brouillage d'autres bandes de fréquences doivent aussi être pris en compte.

Il convient que les brouillages électromagnétiques (EMI) causés par des appareils défectueux dépassant les limites de fonctionnement normal n'aient aucune incidence sur la gestion de coexistence. Il convient plutôt de réparer l'appareil défectueux pour revenir à des conditions de fonctionnement normal.

4.5 Conditions annexes

Pour la communication sans fil, les ressources de communication disponibles sont limitées, ce qui exige une planification soigneusement réfléchie. Plus les exigences (réactivité, disponibilité, dimensions, etc.) de la classe d'application du système sans fil sont élevées, plus les efforts techniques et organisationnels exigés pour assurer la coexistence sont importants. Les coûts augmentent de façon disproportionnée, comme cela est représenté à la Figure 3. Ils sont en partie imputables à la complexité des solutions sans fil (une liaison simple de point à point ou bien un réseau linéaire, en anneau, en étoile, cellulaire, en arbre ou maillé, par exemple), ainsi qu'au nombre de facteurs d'influence à prendre en considération (la charge du support, la puissance de l'émetteur, par exemple). Plus le spectre est exploité efficacement, plus l'écart entre les deux courbes s'accroît. Cette règle est valable pour:

- les dépenses de gestion de coexistence lors de la phase de planification de coexistence; et
- les coûts de développement de solutions sans fil appropriées.

La flèche en gras de la Figure 3 montre que les courbes s'élèvent au fur et à mesure de l'augmentation des efforts de gestion de coexistence pour obtenir une exploitation plus efficace du spectre.

L'effort peut être réduit au moyen de régulations stratégiques pour la gestion de coexistence. L'une des régulations possibles consiste à limiter le nombre de facteurs d'influence pris en compte, par exemple par l'assignation exclusive de fréquences à des applications sans fil précises. Il est essentiel de tenir compte du fait que les décisions stratégiques dans la phase de planification de coexistence ont des conséquences sur les dépenses ultérieures et, par là même, sur les coûts du cycle de vie de l'installation. Les dépenses techniques et organisationnelles pour la gestion de coexistence lors de la phase d'exploitation peuvent multiplier les coûts de planification de la coexistence sur l'ensemble du cycle de vie d'une installation.

Il est par conséquent important d'analyser si les exigences de l'application planifiée correspondent à celles nécessaires pour l'application. En allégeant les exigences, un emploi plus efficace de la ressource peut être obtenu. Si la ressource est épuisée, il est nécessaire de trouver d'autres solutions.

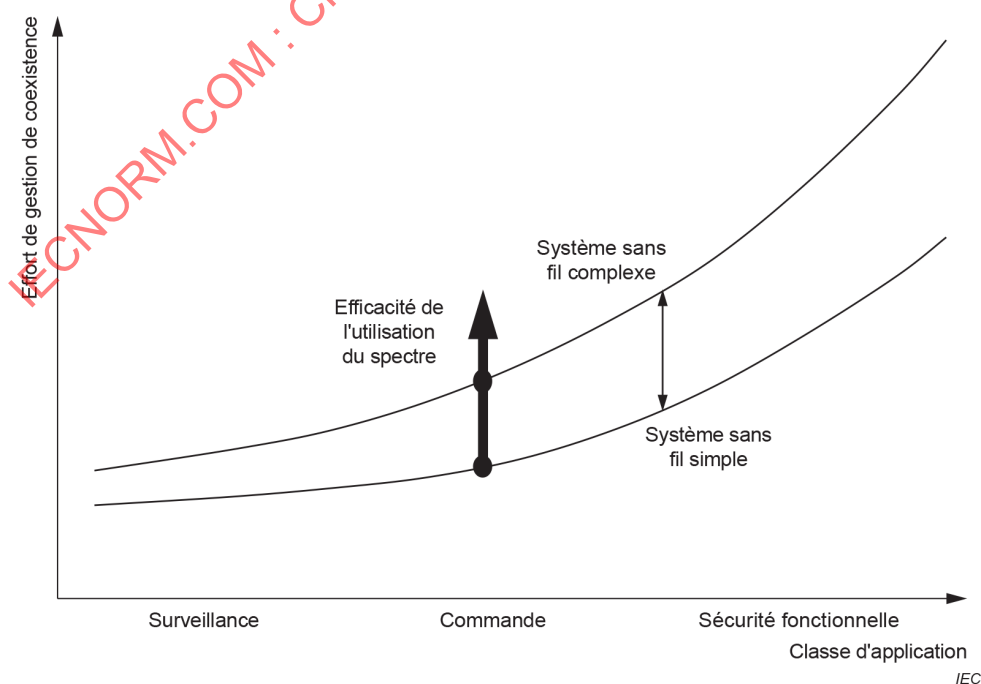


Figure 3 – Evolution des dépenses pour atteindre la coexistence en fonction des classes d'applications

4.6 Exigences relatives aux appareils sans fil pour la prise en charge de la gestion de coexistence

Les appareils sans fil doivent être en mesure de varier les paramètres comme cela est spécifié à l'Article 5 afin d'assurer la gestion de coexistence en réduisant le potentiel de brouillage, comme cela est spécifié en 4.4.

EXEMPLE L'appareil est construit de sorte que certaines fréquences peuvent être bloquées ou que la puissance peut être réglée sous le seuil des services/applications titulaires.

4.7 Concepts

4.7.1 Gestion de coexistence manuelle

Dans le cas d'une gestion de coexistence manuelle, le gestionnaire de coexistence (voir 7.2.1) doit définir une planification fixe des solutions sans fil destinées à prévenir les recouvrements de transmissions. Le gestionnaire doit mettre en œuvre les mesures manuelles pour réagir aux modifications qui influencent l'état de coexistence sans fil. Il s'agit de la méthode de gestion la plus simple, en particulier si plusieurs solutions sans fil employant des technologies différentes et provenant de plusieurs fournisseurs entrent en jeu ou si plusieurs bandes de fréquences doivent être gérées.

Cette méthode peut être utilisée si des émetteurs radio ingérables sont utilisés dans les mêmes bandes que les solutions sans fil.

Cependant, les fonctionnalités de la gestion de coexistence manuelle sont limitées si certains paramètres de gestion de coexistence ne peuvent être configurés.

4.7.2 Gestion de coexistence automatisée non collaborative

Dans une gestion de coexistence automatisée non collaborative, les différentes solutions sans fil sont incapables d'échanger des informations. Elles sont totalement indépendantes et ne reposent que sur la détection et l'estimation des brouillages. En d'autres termes, chaque solution sans fil impactée classe le comportement des solutions qui ont un impact et essaye en conséquence d'adapter son propre comportement à la nouvelle situation estimée. C'est la raison pour laquelle les techniques non collaboratives sont plus généralistes, mais moins efficaces que les collaboratives. Par exemple, les algorithmes non collaboratifs modifient de façon dynamique les stratégies de communication (la bande de fréquences, la programmation des durées par lot/paquet, etc.) à la suite d'une évaluation des exigences d'application sans fil par rapport à la solution d'application sans fil capable d'établir la performance de communication exigée.

Ces méthodes sont proposées pour traiter la coexistence dans des espaces publics non contrôlés. Toutefois, elles ne sont pas efficaces pour la gestion des appareils d'automatisation industrielle sans fil qui doivent satisfaire à des exigences de performances.

NOTE Certaines métriques sont décrites dans l'IEEE 802.15.2 [27].

4.7.3 Gestion de coexistence collaborative automatisée

4.7.3.1 Généralités

Dans une gestion de coexistence collaborative automatisée, les différentes solutions sans fil doivent être capables d'échanger des paramètres caractéristiques.

La condition préalable pour qu'une gestion de coexistence collaborative de systèmes sans fil utilisant différentes technologies proposées par des fournisseurs différents soit collaborative est que, parmi ces solutions, il existe une liaison de communication normalisée commune. Cette liaison peut être:

- un canal pilote établi entre le gestionnaire de coexistence collaborative et les appareils coordonnés à l'aide d'un protocole de communication et d'un ensemble de services normalisés communs, comme cela est par exemple spécifié dans l'IEC 62657-4, en vue de faciliter la tâche du gestionnaire de coexistence collaborative;
- une solution sans fil d'appareils coordonnés également comprise par le gestionnaire de coexistence collaborative, ce qui signifie que ce dernier doit parler le langage de tous les appareils coordonnés qui participent à la gestion de coexistence collaborative automatisée;
- une liaison filaire établie entre les appareils coordonnés et le gestionnaire de coexistence collaborative à l'aide d'un protocole de communication et d'un ensemble de services normalisés communs.

Une gestion de coexistence collaborative automatisée peut imposer un certain nombre de restrictions sur le matériel adopté; par exemple parce que les méthodes collaboratives sont généralement mises en œuvre au moyen d'un arbitre/ordonnanceur centralisé. Les informations échangées permettent à chaque solution sans fil impactée d'adapter efficacement son propre comportement à la nouvelle situation réelle, en tenant compte des exigences de sa propre application et des applications des autres systèmes sans fil. Ces modifications dynamiques peuvent influencer le déterminisme ou la fiabilité de la communication et peuvent donc être inadaptées aux différentes applications de communication sans fil.

Un point de coordination central (CCP, *Central Coordination Point*) est un exemple de ce type de gestion de coexistence collaborative automatisée (voir l'IEC 62657-1:2017, 4.3.4.3). Les aspects nationaux, régionaux et réglementaires sont également décrits.

Il existe trois cas d'utilisation d'application différents pour le gestionnaire de coexistence collaborative automatisée:

- a) pour le partage des mêmes fréquences avec d'autres services/applications titulaires (voir 4.7.3.2, 4.7.3.3 et 4.7.3.4);
- b) pour la coexistence interne au système dans un environnement commandé;
- c) pour la coexistence interne au système dans un espace public.

Une approche possible de la gestion de coexistence collaborative automatisée pour l'automatisation industrielle est spécifiée dans l'IEC 62657-4.

4.7.3.2 Point de coordination central simple

Un gestionnaire de coexistence collaborative est chargé de détecter les utilisateurs principaux et d'identifier les appareils qui sont coordonnés. Le point de coordination central doit alors informer les appareils coordonnés sous-jacents qu'ils doivent réagir pour répondre aux techniques d'atténuation exigées de l'utilisateur principal. Aucune reconfiguration des fréquences assignées n'est exigée. Pour savoir comment les appareils coordonnés pourraient réagir, il suffit de diminuer la puissance transmise ou d'arrêter la transmission.

4.7.3.3 Point de coordination central interne au système

La totalité ou au moins la plupart des équipements radio dans l'espace sont connus avec leurs exigences dynamiques. Les appareils installés sont par hypothèse considérés comme étant statiques. Les appareils nomades sont connus et, en tant que tels, considérés comme étant statiques dans la configuration. Le gestionnaire de coexistence collaborative est chargé de détecter les utilisateurs principaux et d'indiquer aux appareils coordonnés sous-jacents (services/applications titulaires) s'ils sont susceptibles d'interférer avec eux. Le gestionnaire de coexistence collaborative peut décider si les appareils coordonnés doivent réagir pour répondre aux techniques d'atténuation exigées de l'utilisateur principal ou peut attribuer un spectre différent aux appareils coordonnés. Le gestionnaire de coexistence collaborative peut également organiser la synchronisation temporelle ou influencer d'autres paramètres spécifiés en 4.4.

4.7.3.4 Point de coordination central public

Tous les comportements décrits en 4.7.1 et en 4.7.2 ainsi qu'en 4.7.3.2 et en 4.7.3.3 peuvent être pris en charge. De plus, les appareils inconnus peuvent demander au gestionnaire de coexistence collaborative d'être également gérés.

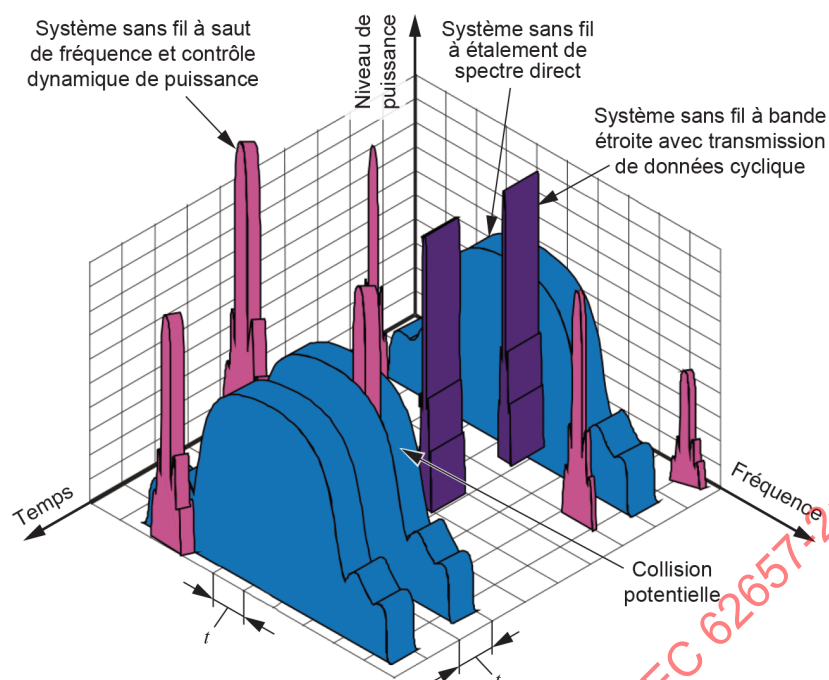
La gestion de coexistence coordonnée augmente l'efficacité du spectre et la qualité de service.

4.8 Meilleures pratiques pour atteindre la coexistence

L'établissement de la coexistence est une combinaison de mesures techniques et/ou organisationnelles qui permet d'assurer un fonctionnement sans brouillages des applications de communication sans fil dans leurs environnements. Les principaux critères pris en compte lors du choix des mesures appropriées pour atteindre la coexistence sont l'efficacité, la faisabilité, l'efficacité économique et la perte de performance acceptable pour l'application si la solution de communication sans fil doit partager son support avec d'autres systèmes sans fil. Il convient également de prendre en considération les développements futurs d'applications de communication sans fil dans l'entreprise.

D'un point de vue technique, les signaux de communication sans fil en un point de l'espace (correspondant à un emplacement d'antenne, à de l'énergie reçue, à des caractéristiques et une polarisation d'antenne) peuvent être séparés en fonction:

- de la fréquence;
- du temps;
- du codage.



IEC

Figure 4 – Séparation des systèmes sans fil selon la fréquence et le temps

La séparation dans le domaine fréquentiel (voir Figure 4) cause généralement moins de pertes de performance et au départ moins de frais. Toutefois, ces mesures occupant fortement le support, il convient de les réserver à des classes d'applications spécifiques de l'installation (la sécurité fonctionnelle et la commande, par exemple). Une séparation dans le temps peut être réalisée en configurant la demande de communication selon les exigences de communication de l'application.

Pour les applications avec une certaine dynamique, il convient que le cycle de communication soit aussi long que possible et/ou qu'une communication événementielle soit utilisée. Il convient que des technologies sans fil avec des mécanismes automatiques adaptatifs de partage de support soient également utilisées.

Une séparation spatiale est rarement possible avec une application de communication sans fil. La propagation radioélectrique ne peut être limitée dans l'espace que difficilement. La séparation spatiale peut s'obtenir par des conditions structurales (murs de béton armé de grandes dimensions, par exemple) et une réduction de la puissance rayonnée (en réglant la puissance de sortie de l'émetteur radio et en choisissant bien la caractéristique de rayonnement de l'antenne). Pour les installations plus importantes, la commande des niveaux de puissance peut être une approche viable. Si la puissance est réduite, il convient d'ajuster en conséquence la puissance de tous les appareils sans fil connexes (station de base, répéteurs, appareils terminaux, par exemple).

Si les émetteurs-récepteurs possèdent plusieurs antennes, il est alors possible d'utiliser un traitement spatial (des techniques de rejet des bruits, par exemple) pour séparer dans l'espace des transmissions simultanées.

La séparation par polarisation met en jeu l'aptitude particulière d'une antenne à soumettre ses ondes radio à une polarisation orthogonale (transpolarisation). Par exemple, une antenne à polarisation horizontale d'un récepteur de signal peut atténuer un signal brouilleur à polarisation verticale. Cependant, à l'intérieur des bâtiments ou dans d'autres environnements fortement réfléchissants, les effets d'une séparation de polarisation sont relativement limités.

En outre, des antennes pill-box ou d'autres nouveaux types d'antennes peuvent permettre de restreindre la propagation radioélectrique à une certaine zone.

Les mesures organisationnelles s'appliquent au fonctionnement du système sans fil et ont des conséquences indirectes sur le mécanisme de séparation décrit à la Figure 4. Il s'ensuit que l'application d'un système sans fil peut, par exemple, être limitée dans l'espace ou dans le temps ou que seuls les services d'une solution sans fil satisfaisant aux exigences de coexistence peuvent être approuvés. Il convient que les mesures organisationnelles (en particulier celles concernant les systèmes sans fil liés au processus métier ou à la sécurité) évaluent par avance dans quelle mesure la conformité aux spécifications peut être assurée et contrôlée.

L'impact des caractéristiques de propagation radioélectrique non idéale classiques dans la plupart des environnements industriels peut avoir des conséquences sur la réactivité et les défaillances d'une solution sans fil. Cela doit être pris en compte lors de la planification de systèmes sans fil.

Pour la phase d'exploitation, les mécanismes d'amélioration de l'agilité des applications de communication sans fil en réponse à l'apparition de brouillages inattendus doivent être étudiés (au moyen de techniques de diversité et de méthodes cognitives d'accès au support radio, par exemple).

Afin de définir des mesures adéquates et d'évaluer leur efficacité, l'assistance d'experts de la communication sans fil est recommandée.

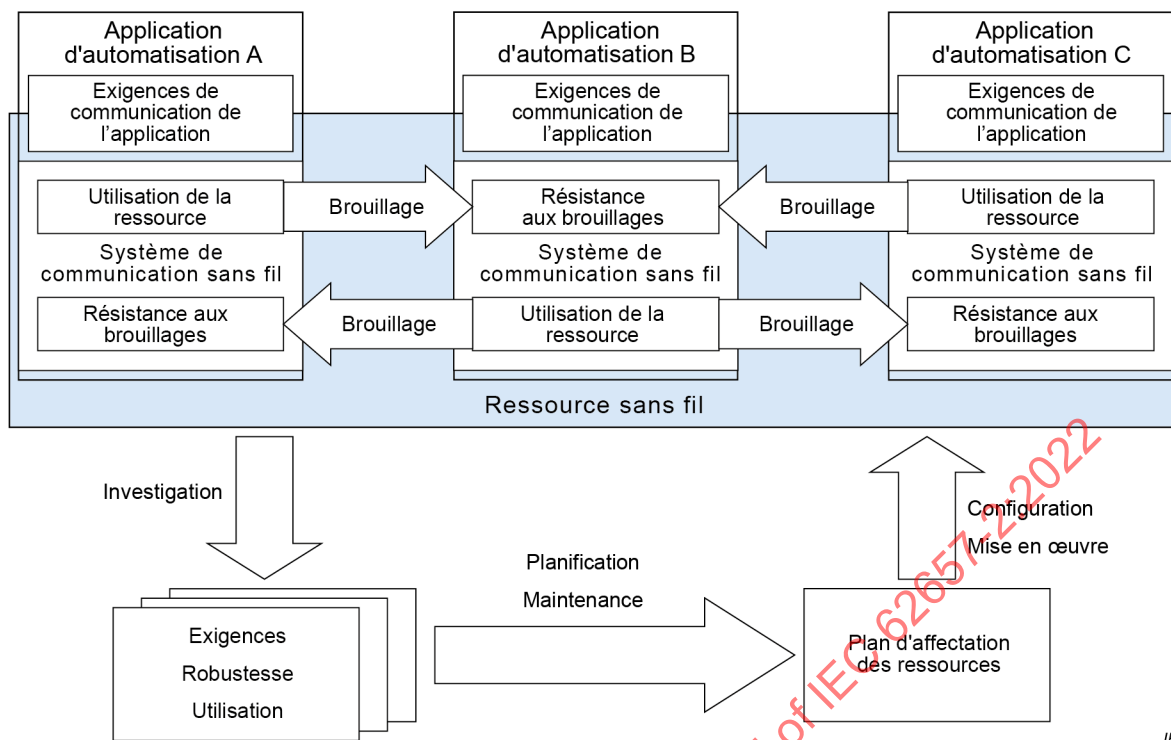
4.9 Modèle conceptuel de coexistence

La Figure 5 montre le modèle conceptuel de coexistence. Une application de communication sans fil (Application d'automatisation A) a des exigences à respecter pour accomplir les tâches pour lesquelles elle est conçue. Cette application de communication sans fil A se compose en partie du système sans fil A sélectionné, qui présente une certaine immunité aux brouillages des autres systèmes de communication sans fil et dont l'utilisation des ressources peut interférer avec d'autres systèmes de communication sans fil.

Le modèle conceptuel de coexistence peut être considéré comme un processus de contrôle. La gestion de coexistence ne se limite pas à une activité réalisée lors de la planification du système, il s'agit d'un processus itératif tout au long du cycle de vie du système.

NOTE L'IEC 62890 donne des détails supplémentaires relatifs à la gestion du cycle de vie.

Une investigation des exigences, des caractéristiques des systèmes de communication sans fil et du coefficient d'utilisation du support doit être consignée dans un inventaire. Selon la phase du cycle de vie (voir 7.4), la planification ou la maintenance de la coexistence qui en résulte doit être effectuée. En découle un plan d'affectation des ressources actuelles, ce qui doit constituer la base de la configuration ou de la mise en œuvre des applications de communication sans fil.



IEC

Figure 5 – Modèle conceptuel de coexistence

La Figure 6 représente une partie du contenu de la Figure 5 sous forme d'organigramme pour indiquer les relations à la Figure 7, à la Figure 29 et à la Figure 30. La spécification du système de gestion de coexistence n'est représentée à la Figure 6 qu'au début afin de ne pas surcharger la figure. A chaque phase, la documentation doit être complétée et mise à jour. Si les exigences d'une phase donnée ne sont pas respectées, il convient que le processus recommence depuis le départ (voir les traits de la Figure 6 qui vont de la sortie d'une phase au chemin de retour). La documentation est spécifiée en 7.1.2.

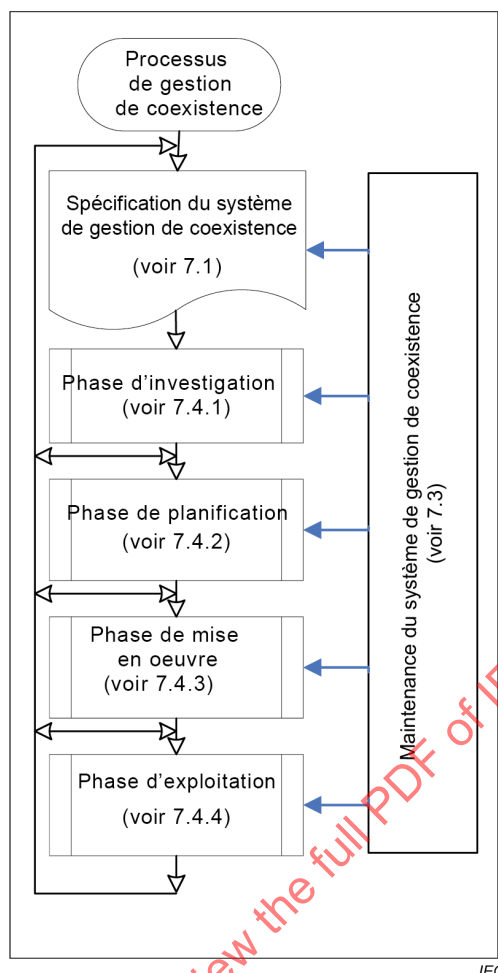


Figure 6 – Organigramme du modèle conceptuel de coexistence

4.10 Gestion de coexistence et choix d'une solution sans fil

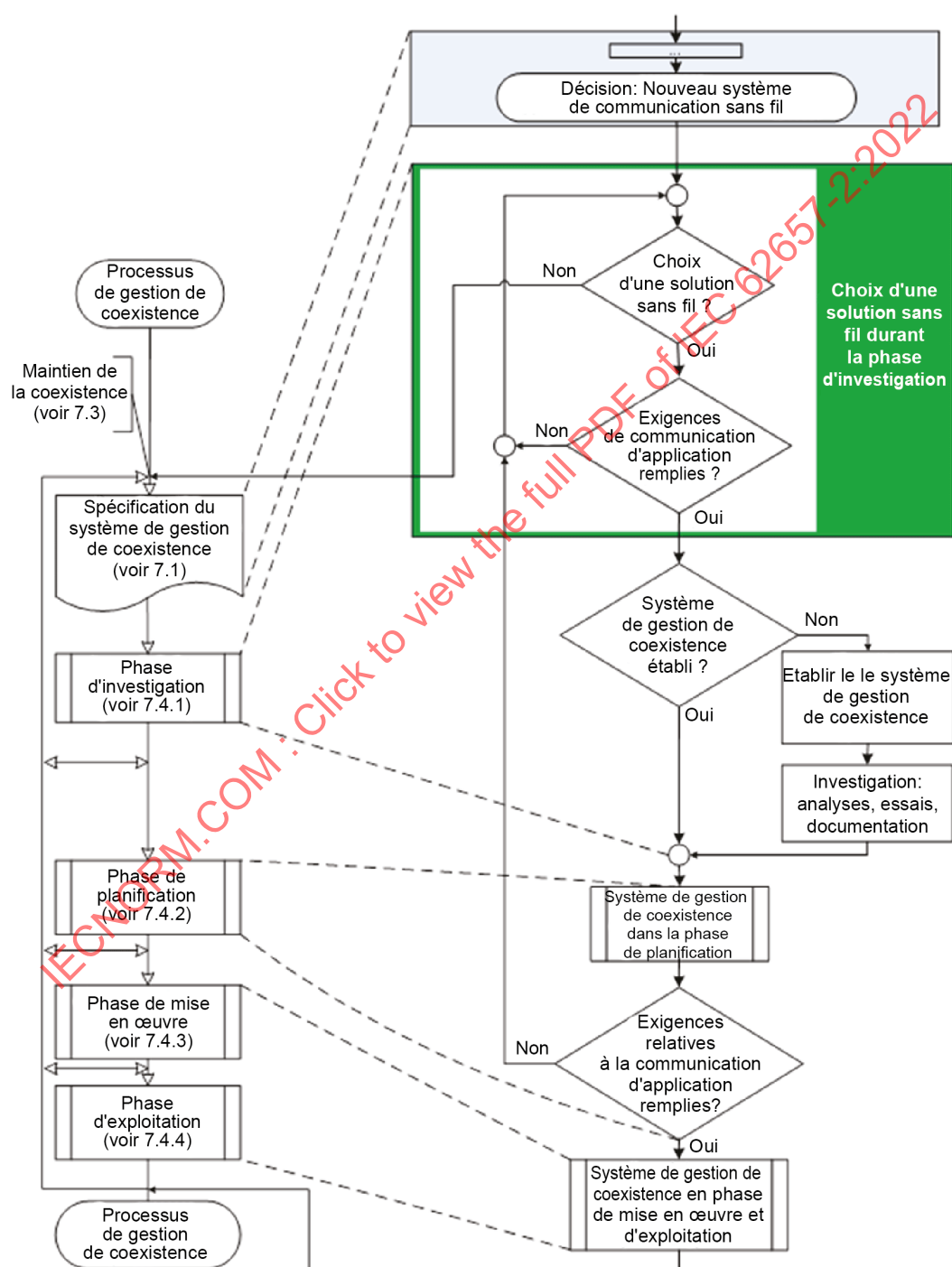
La conformité de la solution sans fil aux exigences constitue le point de départ et la condition préalable pour la phase de mise en œuvre. La phase d'investigation commence par un examen des exigences du système sans fil et par une enquête afin de déterminer si le système est en mesure de satisfaire aux exigences de communication de l'application. Dans le cadre de ce processus, de nouveaux systèmes sans fil peuvent être évalués par rapport aux exigences de communication de l'application. La Figure 7 met en correspondance les décisions et les actions avec l'organigramme représenté à la Figure 6.

Tout en vérifiant si une solution sans fil satisfait aux exigences d'une application d'automatisation, la transmission radio doit être analysée pour voir s'il s'agit d'une approche raisonnable compte tenu des efforts exigés pour atteindre la coexistence. A cet égard, le processus de sélection d'une solution sans fil fait déjà partie du processus de gestion de coexistence.

La décision d'installer un système sans fil doit être suivie de la décision de mettre en œuvre un processus de gestion de coexistence (voir Article 7). Le processus de gestion de coexistence comprend la planification, l'installation, l'exploitation et la maintenance de la coexistence de systèmes sans fil. La phase de planification de coexistence (voir 7.4.2.2) commence avec l'inventaire de toutes les applications sans fil, car elles peuvent être considérées comme étant des brouilleurs potentiels (voir 7.3).

Lors de la phase de planification de coexistence, il peut apparaître qu'une solution sans fil choisie ne peut pas être intégrée à l'installation existante. Une autre solution sans fil peut être choisie ou bien l'idée d'un système sans fil peut tout simplement être abandonnée. Si, lors de la phase de planification de coexistence, il est établi que toutes les applications de communication sans fil satisfont à leurs exigences respectives, le processus de gestion de coexistence de la phase d'exploitation peut être initié (voir 7.4.4).

NOTE 1 Les processus dans la phase de planification et dans la phase d'exploitation sont spécifiés plus en détail plus loin dans le présent document.



IEC

Figure 7 – Choix d'un système sans fil dans le processus de gestion de coexistence

NOTE 2 La case "Maintenance d'un système de gestion de coexistence (voir 7.3)" représentée à la Figure 6 n'apparaît pas dans la Figure 7 afin de ne pas surcharger la figure.

4.11 Système de gestion de coexistence

Le système de gestion de coexistence consiste en une structure organisationnelle et en des documents procéduraux. L'exécution de la gestion de coexistence amène le système dans un état de "gestion de coexistence en phase d'exploitation". La spécification du système de gestion de coexistence doit inclure les informations suivantes:

- le périmètre de la gestion de coexistence;
- l'engagement de l'organisation en faveur de la gestion de coexistence;
- la procédure de maintenance des spécifications du système de gestion de coexistence;
- les questions organisationnelles, notamment la structure de l'organisation, les fonctions du personnel, la communication avec des organisations externes et la formation du personnel;
- les procédures de gestion de coexistence.

La spécification du système de gestion de coexistence doit être documentée (voir 7.1.2) et tenue à jour (voir 7.3).

5 Paramètres de gestion de coexistence

5.1 Généralités

5.1.1 Définition et utilisation des paramètres

L'Article 5 spécifie les paramètres d'un processus de gestion de coexistence. Ces paramètres ont rapport aux exigences de communication de l'automatisation et aux conditions existantes dans la zone de fonctionnement et caractérisent les appareils et systèmes sans fil.

Leur utilisation est spécifiée à l'Article 6. L'Article 8 contient, quant à lui, les modèles relatifs à certains de ces paramètres.

Les paramètres sont énumérés dans l'ordre alphabétique anglais. Tous les paramètres ont également une définition en 3.1. Etant donné qu'il y a plus de définitions que de paramètres, la numérotation est différente.

Les types de données des paramètres peuvent être définis dans le dictionnaire de données communes (CDD, *Common Data Dictionary*) ou dans d'autres outils, où les paramètres font partie du répertoire électronique.

5.1.2 Liaison physique

Le concept de liaison physique est utilisé dans la définition de plusieurs paramètres de coexistence.

Une liaison physique est la relation entre les émetteurs-récepteurs radio (points limites physiques) de deux appareils sans fil. L'ensemble des liaisons physiques d'un système sans fil constitue sa topologie physique. Une liaison physique peut utiliser des canaux de fréquences différents pour assurer les transmissions. Les conditions de transmission sans fil peuvent être décrites avec un modèle de canal radio. Ce modèle tient compte des caractéristiques du canal de fréquences, des conditions environnementales, de la distance entre les appareils sans fil, des caractéristiques d'antenne, etc. Dans la mesure où les systèmes d'antenne des appareils sans fil peuvent être différents et où les conditions de propagation dépendent de la position des appareils sans fil, le canal radio est en principe différent pour les deux directions d'une liaison physique.

Si les appareils sans fil disposent de modules sans fil redondants (pour des canaux de fréquences différents, par exemple), les liaisons physiques correspondantes doivent être comptées séparément. Il n'est pas exigé qu'un appareil sans fil dispose d'une liaison physique vers tous les autres appareils sans fil. Il peut y avoir des raisons physiques, technologiques ou liées à l'application pour cela. La charge de communication d'une liaison physique est déterminée par les liaisons logiques qui utilisent cette liaison physique. Une liaison logique peut utiliser plusieurs liaisons physiques, en séquence (par l'intermédiaire d'un répéteur) ou en parallèle (pour la redondance). Plusieurs liaisons logiques peuvent utiliser une seule liaison physique (services de communication différents).

5.2 Sélectivité pour le canal adjacent

La sélectivité pour le canal adjacent est la plus basse valeur (des canaux adjacents supérieur et inférieur) des rapports, en décibels, des niveaux de signal non désiré, exprimé sous forme d'intensité du champ, sur un niveau de signal utile spécifié, exprimée aussi sous forme d'intensité du champ, qui produit un signal de données avec un taux d'erreur sur les bits de 10^{-2} . La sélectivité pour le canal adjacent permet d'estimer l'immunité de l'équipement par rapport à des systèmes dans des canaux adjacents.

NOTE Cela concorde avec la spécification de la sélectivité pour le canal adjacent de l'ETSI TR 100 027 [21].

L'unité de ce paramètre doit être le décibel (dB) sur la plage de fréquences considérée.

5.3 Gain d'antenne

Le gain d'antenne est une valeur qui décrit la concentration d'un signal émis ou reçu. Les valeurs sont données par rapport à un doublet demi-onde ou une antenne isotrope théorique. Puisque le gain isotrope d'un doublet demi-onde est de 2,15 dBi, le gain d'antenne d'un doublet demi-onde est de 2,15 dBi inférieur au gain d'antenne d'une antenne isotrope.

Avec les valeurs de puissance d'émission, la sensibilité du récepteur et en tenant compte des conditions de propagation, le gain d'antenne peut servir à optimiser l'emplacement et la direction de l'équipement ou des antennes.

L'unité de ce paramètre doit être le décibel par rapport à une antenne isotrope (dBi).

5.4 Caractéristique de rayonnement d'antenne

Une caractéristique de rayonnement représente la dépendance directionnelle (angulaire) de l'intensité des ondes radio d'une antenne. Elle est généralement représentée graphiquement pour les conditions de champ lointain, soit dans le plan horizontal, soit dans le plan vertical. Cette information peut servir à optimiser l'emplacement et l'orientation de l'appareil sans fil ou de l'antenne.

Ce paramètre doit être représenté sous forme de figure ou de tableau.

5.5 Type d'antenne

Les appareils sans fil peuvent utiliser différents types d'antennes pour recueillir ou rayonner des ondes électromagnétiques. Il s'agit, par exemple, des antennes omnidirectionnelles, des antennes directionnelles, des batteries d'antennes, des antennes intelligentes et des antennes PCB. Les antennes peuvent être intégrées à l'appareil sans fil (internes) ou être montées de façon externe au moyen de connecteurs. Si l'appareil dispose d'un connecteur d'antenne, des systèmes d'antennes particuliers, comme des câbles radio rayonnants coaxiaux ou des antennes à guide d'ondes fendu, peuvent également être connectés. De plus, l'antenne peut être montée indépendamment de l'appareil dans une position favorable à une transmission sans erreur. Si un appareil sans fil peut uniquement être utilisé avec un seul type d'antenne, il s'agit alors d'une antenne dédiée. Les informations relatives au type d'antenne peuvent servir à estimer la qualité de la liaison physique et la sensibilité aux brouillages.

Le paramètre doit être une liste indexée des éléments suivants: antennes omnidirectionnelles, antennes directionnelles, batteries d'antennes, antennes intelligentes et antennes PCB; la liste est extensible par des entrées de nouveaux types d'antennes.

5.6 Disponibilité de communication

La disponibilité de communication est une mesure qui permet de quantifier la sûreté de fonctionnement de la communication sans fil. Les exigences en matière de disponibilité de la communication sans fil doivent être spécifiées.

D'autres solutions sans fil peuvent dégrader la disponibilité de l'application de communication sans fil ciblée. Il convient donc de clarifier les niveaux de disponibilité tolérables pour l'application. Selon la granularité de la gestion de coexistence, le paramètre peut faire référence à une liaison logique ou, plus généralement, à une application locale ou à une application de communication sans fil. La disponibilité de communication est le rapport entre la durée de fonctionnement et la période d'observation. Elle peut également être exprimée par le rapport des messages transmis avec succès sur tous les messages.

L'unité de ce paramètre doit être le pourcentage (%).

5.7 Fiabilité des communications

La fiabilité des communications d'une liaison physique et des nœuds correspondants est une mesure qui permet de quantifier la sûreté de fonctionnement de la communication sans fil. Les exigences en matière de fiabilité de la communication sans fil doivent être spécifiées pour un intervalle de temps donné pendant lequel les services de communication doivent fonctionner sans erreur dans les conditions données.

L'unité de ce paramètre doit être la seconde (s).

5.8 Débit binaire de la liaison physique

Le débit binaire de la liaison physique est le nombre d'éléments binaires qu'elle transfère par seconde. Les données étant souvent combinées par modulation ou codage, l'utilisation temporelle d'un télégramme ne peut pas toujours être calculée en divisant le nombre de chiffres binaires (ou bits) du télégramme par le débit binaire. Il est aussi à préciser que le débit binaire de la liaison physique n'est en principe pas identique à celui de l'interface de référence. Un débit binaire élevé de la liaison physique n'implique pas nécessairement une qualité de service élevée.

L'unité doit être le bit par seconde (bit/s).

5.9 Liste de fréquences bloquées

La première mesure de prévention des brouillages consiste à éviter l'utilisation des mêmes plages de radiofréquences pour plusieurs systèmes de communication sans fil. Pour les systèmes de communication sans fil qui utilisent la technologie de modulation par étalement de spectre à saut de fréquence (FHSS), cela signifie que les plages de fréquences de la séquence de saut qui sont utilisées par d'autres systèmes de communication sans fil sont bloquées et ne sont donc pas utilisées. Une liste des canaux de fréquences qui ne doivent pas être utilisés, appelée liste de fréquences bloquées, doit être spécifiée pour le système sans fil.

Des fréquences de blocage peuvent également être utilisées dans des systèmes sans FHSS avec l'affectation de fréquences dynamique.

Le paramètre doit être une liste de canaux de fréquences conformément au 5.22.

5.10 Fréquence centrale

Certaines normes pour appareils sans fil définissent les canaux de fréquences au moyen de la fréquence centrale et de la largeur de bande de fréquences. Ainsi, la fréquence centrale indique la position d'un canal de fréquences dans le spectre des fréquences. Cette fréquence centrale doit être calculée à partir des fréquences de coupure correspondantes. Il s'agit de la moyenne géométrique de la fréquence de coupure inférieure et de la fréquence de coupure supérieure.

L'unité de ce paramètre doit être le hertz (Hz).

5.11 Lieu de fonctionnement

Les lieux de fonctionnement suivants doivent être examinés:

- en intérieur;
- en extérieur;
- en intérieur et extérieur.

Pour les lieux de fonctionnement intérieurs, il est judicieux de définir si la communication est concentrée dans une machine ou cellule de production ou si elle se fait sur la totalité de l'atelier de production ou de l'usine de transformation.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.12 Charge de communication

La charge de communication désigne l'exigence que l'application d'automatisation transfère une certaine quantité de données utilisateur sur une période donnée, comme cela est représenté à la Figure 8. Il s'agit du rapport de la longueur des données utilisateur sur l'intervalle de transfert. La charge de communication (L_c) est déterminée comme suit:

$$L_c = \sum_i \frac{DL_{U_i}}{T_i}$$

où

DL_U est le nombre de données utilisateur transférées par appareil i ;

T_i est l'intervalle de transfert par appareil i .

Selon la granularité de la gestion de coexistence, la charge de communication et ses paramètres peuvent faire référence à une liaison logique ou, plus généralement, à une application.

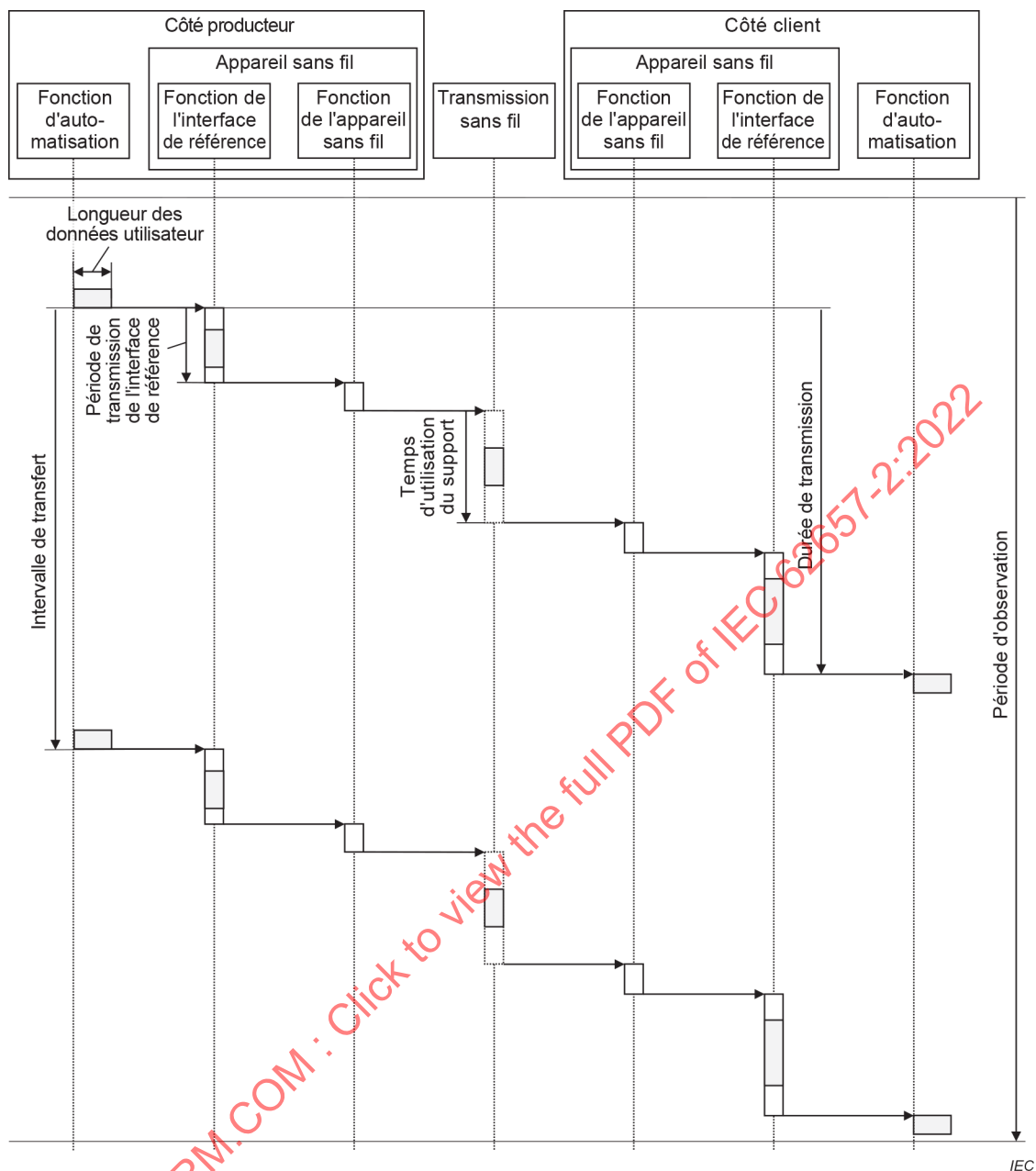
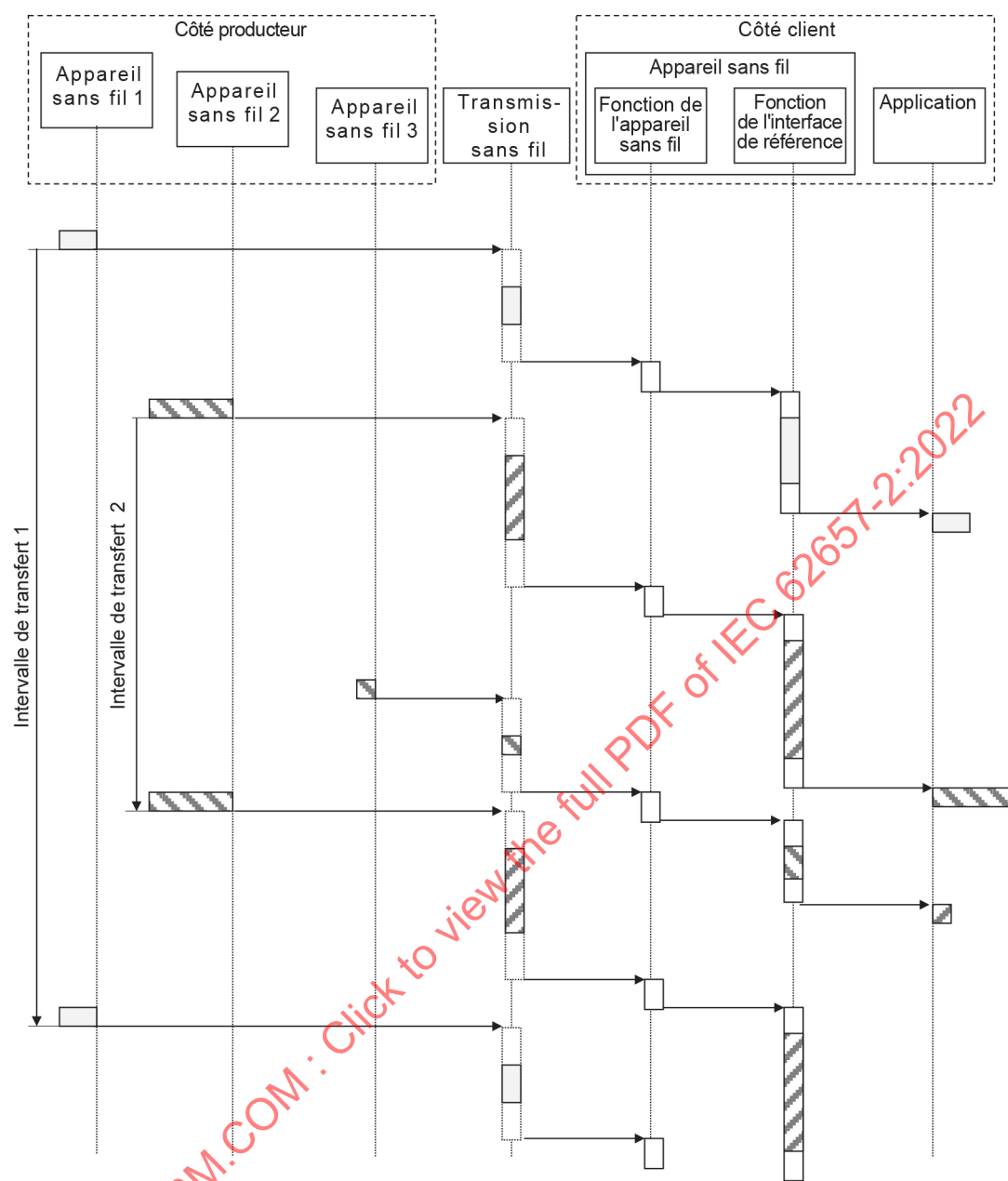


Figure 8 – Charge de communication avec deux appareils sans fil

Toutefois, l'utilisation effective du support dépend de la solution sans fil employée. Dans l'exemple de la Figure 9, la charge de communication est représentée pour plus de deux appareils sans fil.

L'unité de ce paramètre doit être le bit par seconde (bits/s).



IEC

Figure 9 – Charge de communication avec plusieurs appareils sans fil

5.13 Fréquence de coupure

En principe, il y a deux fréquences de coupure. La fréquence de coupure supérieure est la fréquence impliquée la plus élevée de la partie du spectre concernée. La fréquence de coupure inférieure est la fréquence impliquée la plus basse de la partie du spectre concernée. Toutefois, la signification du mot "impliquée" dépend de la norme ou de la technologie sans fil.

Il existe deux approches principales:

- La première approche est représentée à la Figure 10 à l'aide d'un système LAN sans fil. Le niveau de référence est la densité spectrale de puissance émise maximale. Une certaine valeur est retranchée de ce niveau maximal (20 dB, par exemple). La fréquence immédiatement au-dessus de la fréquence à laquelle la densité spectrale de puissance chute sous le niveau résultant est appelée "fréquence de coupure inférieure". De la même manière, la fréquence immédiatement au-dessous de la fréquence à laquelle la densité spectrale de puissance chute sous le niveau résultant est appelée "fréquence de coupure supérieure".
- La seconde approche définit les fréquences de coupure par rapport à un niveau donné de rayonnements non essentiels.

Les fréquences de coupure déterminent la largeur de bande de fréquences d'un système et ainsi l'utilisation du support dans le domaine fréquentiel. En outre, elles peuvent servir à calculer la fréquence centrale.

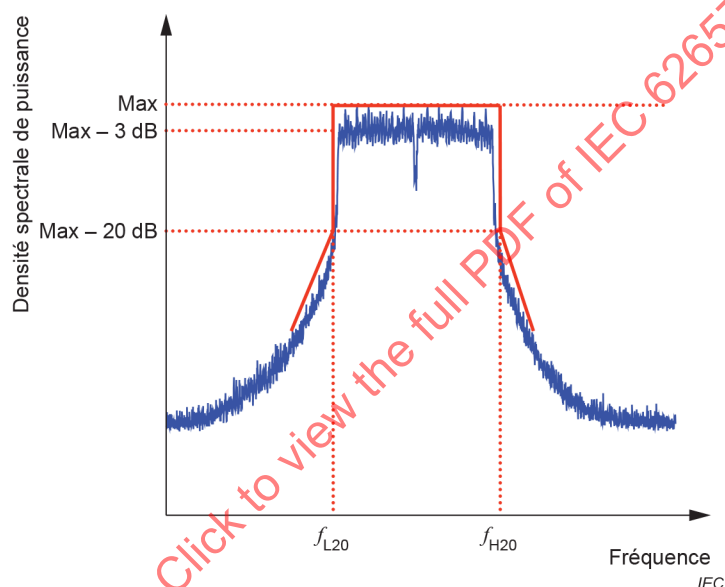


Figure 10 – Fréquences de coupure déduites du niveau de puissance maximal

L'unité de ce paramètre doit être le hertz (Hz).

5.14 Débit de données

Le débit de données est important pour le transfert de grandes quantités de données (la transmission de lourds ensembles de données de paramétrage à des variateurs ou le téléchargement de programmes dans des appareils de terrain complexes, par exemple). Selon la granularité de la gestion de coexistence, le paramètre peut faire référence à une liaison logique ou, plus généralement, à une application.

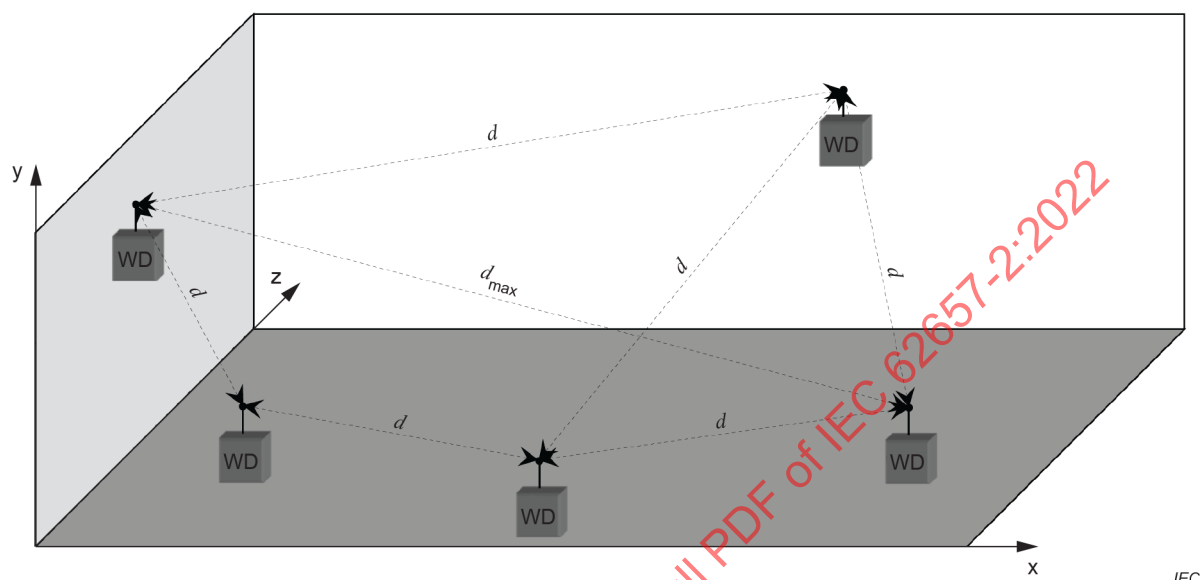
Le débit de données est le nombre d'octets ou de bits de données utilisateur transférés chez un client, de l'interface de référence vers l'application, par unité de temps.

La valeur moyenne d'une série de mesures peut être utilisée pour évaluer la coexistence, en la comparant à une valeur donnée par l'application d'automatisation.

L'unité de ce paramètre doit être le bit par seconde (bits/s).

5.15 Distance entre des appareils sans fil

La distance entre des appareils sans fil détermine l'atténuation et l'évanouissement, qui ont un impact important sur les caractéristiques du canal de fréquences. Elle dépend de la position des appareils sans fil, essentiellement déterminée par l'application d'automatisation. La Figure 11 montre les distances entre les appareils sans fil dans un espace tridimensionnel. Ces distances peuvent varier de façon dynamique dans le cas des appareils sans fil mobiles.



Légende

d distance (m)
WD appareil sans fil

Figure 11 – Distance entre les appareils sans fil

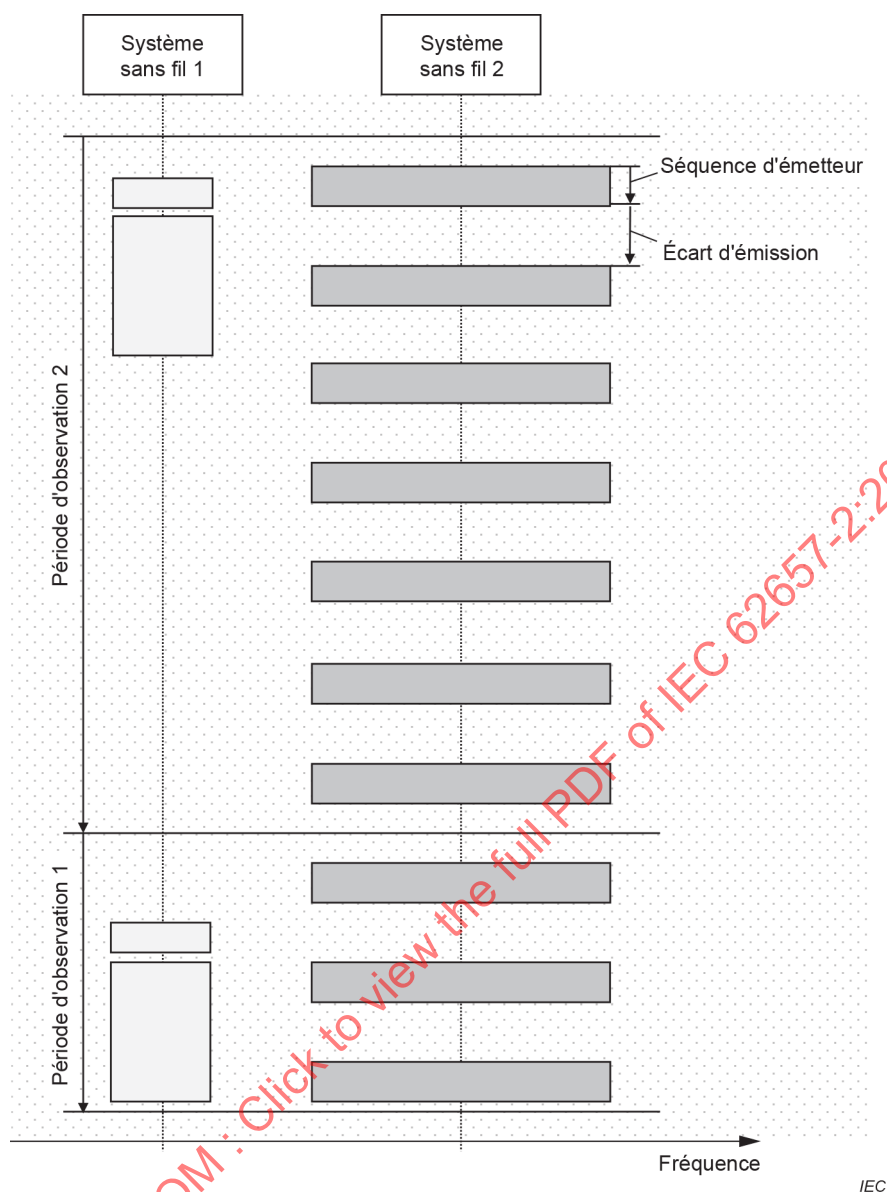
Afin d'améliorer la robustesse du système, il convient, si possible, de choisir entre les appareils sans fil d'un système sans fil des distances permettant des niveaux de puissance de signal optimaux. Il convient en outre de choisir la distance entre des appareils sans fil d'autres systèmes sans fil de façon à réduire autant que possible les niveaux de puissance des signaux brouilleurs. Le brouillage des autres systèmes sans fil est ainsi réduit.

Il convient d'indiquer au moins la distance maximale dans un système sans fil.

L'unité de ce paramètre doit être le mètre (m).

5.16 Cycle de service

Le cycle de service est le rapport de la séquence de l'émetteur sur une période d'observation donnée pour le canal de fréquences utilisé. Le choix de la période d'observation influence la valeur du cycle de service. Cela est représenté à la Figure 12. Sur la période d'observation 1, le cycle de service du système 1 est supérieur à celui du système 2. En revanche, sur la période d'observation 2, le cycle de service du système 1 est inférieur.



Légende

Gris clair = Emission du système sans fil 1

Gris foncé = Emission du système sans fil 2

Figure 12 – Cycle de service

Il est raisonnable de spécifier la période d'observation par rapport aux profils d'application. Il convient que sa durée soit égale à 10 fois l'intervalle de transfert classique d'un profil d'application, comme cela est indiqué dans le Tableau 2. L'intervalle de transfert est ainsi l'écart temporel entre deux transferts de données utilisateur depuis l'application d'automatisation. La période d'observation des spécifications du cycle de service est parfois dictée par des normes.

Tableau 2 – Valeurs de période d'observation en fonction du profil d'application

Profil d'application	Machine	Atelier de production	Usine de transformation
Intervalle de transfert	100 ms	250 ms	4 s
Période d'observation	1 s	2,5 s	40 s

Le cycle de service est le paramètre clé pour l'évaluation de l'utilisation du support dans le temps. Un cycle de service court donne une faible utilisation du support et par voie de conséquence une influence réduite sur les autres utilisateurs de fréquence.

Le contenu de ce paramètre doit être exprimé en pourcentage (%).

5.17 Temps de tenue

Le temps de tenue spécifie l'agilité d'un système à sauts de fréquence. Le temps de tenue et le nombre de canaux de fréquences peuvent être utilisés ensemble pour estimer la fréquence d'apparition du système dans un canal donné. Le nombre de canaux à sauts de fréquence est implicitement donné avec la séquence de saut de fréquence du paramètre (voir 5.23).

Le temps de tenue est la durée pendant laquelle un système est assigné à un canal donné. Si le système exige une réaction immédiate, ce paramètre et le temps mort doivent être examinés. Il n'est pertinent que pour les systèmes à sauts de fréquence. Pour prendre en compte un scénario le plus défavorable, le temps de tenue maximal doit être déclaré pour un appareil sans fil ou un système sans fil. Le temps de tenue maximal est représenté à la Figure 13 par $t_{Dw, \max}$.

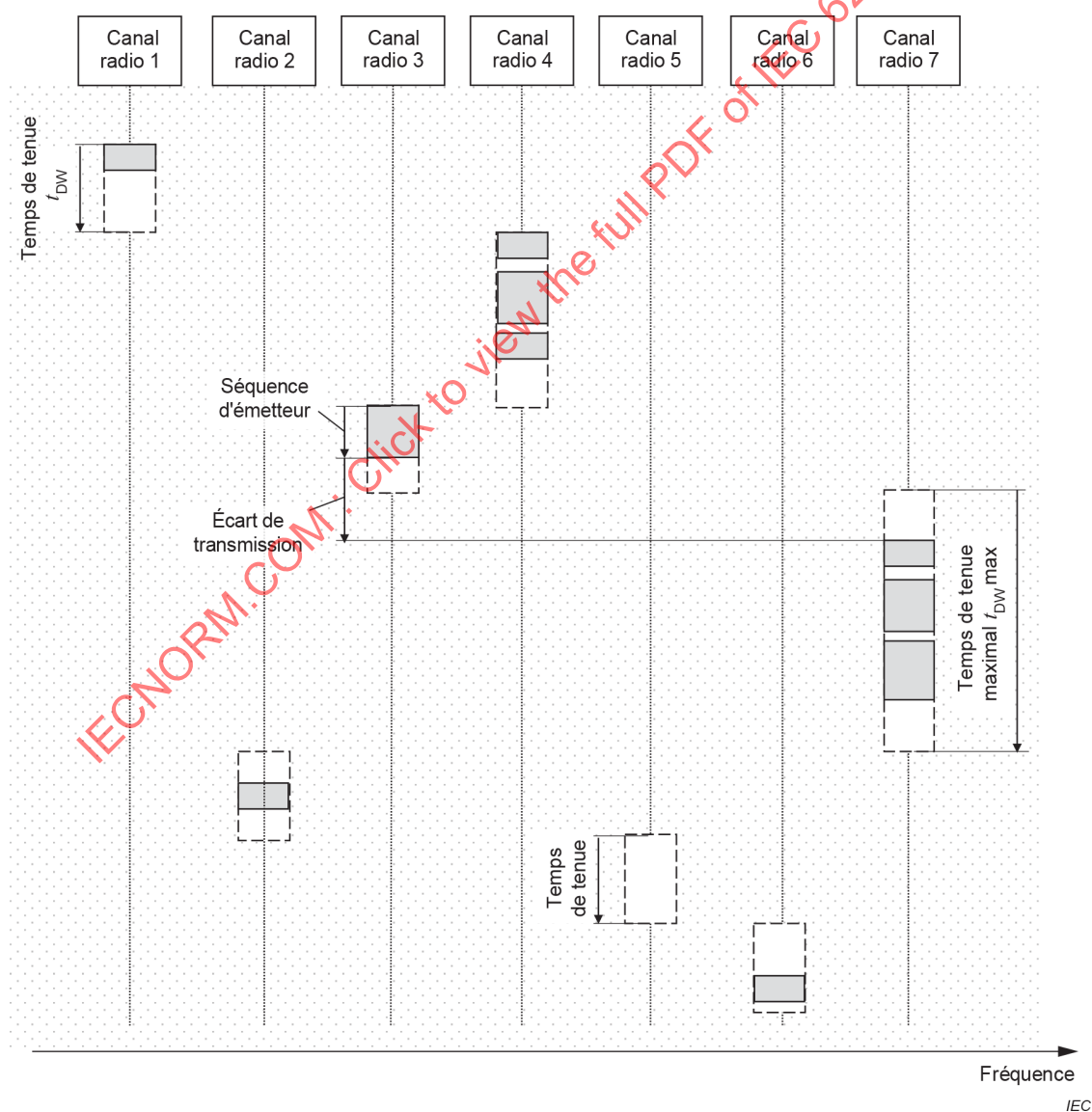


Figure 13 – Temps de tenue maximal

L'unité de ce paramètre doit être la seconde (s).

5.18 Puissance isotrope rayonnée équivalente

La puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) est le produit de la puissance fournie à l'antenne (puissance totale rayonnée) par le gain d'antenne G_i dans une direction donnée par rapport à une antenne isotrope (gain absolu ou isotrope). Voir l'UIT-R BS.561-2 [20].

Le gain isotrope d'un doublet demi-onde étant de 2,15 dBi, les valeurs de PIRE sont supérieures de 2,15 dB aux valeurs de PAR.

La PIRE est l'un des paramètres fondamentaux permettant d'estimer le niveau de puissance en un endroit précis.

EXEMPLE En admettant par hypothèse l'utilisation d'une antenne qui présente un gain d'antenne de 3 dBi (voir également 5.3), pour satisfaire à l'exigence d'une $\leq$ PIRE de 20 dBm, la puissance totale rayonnée de l'antenne ne peut pas dépasser 17 dBm.

L'unité de ce paramètre doit être le watt (W).

5.19 Puissance rayonnée équivalente

La puissance rayonnée équivalente (PAR) est le produit de la puissance fournie à l'antenne (puissance totale rayonnée) par son gain par rapport à un doublet demi-onde dans une direction donnée (voir également l'UIT-R BS.561-2 [20]). Si la direction d'une antenne n'est pas spécifiée, la direction du gain maximal est alors admise par hypothèse. La PAR tient compte des pertes de la ligne de transmission et des connecteurs.

L'unité de ce paramètre doit être le watt (W).

5.20 Bande de fréquences

Une bande de fréquences est un segment du spectre de fréquences qui est attribué à une ou plusieurs applications sans fil par des règlements de radiocommunication. Les règlements caractérisent l'application sans fil et décrivent les conditions d'utilisation (puissance ou accès au support, par exemple). Une bande de fréquences donnée peut être divisée en canaux de fréquences. Les spécifications ou normes relatives aux systèmes sans fil précisent le nombre de canaux dans la bande de fréquences, sa largeur de bande de fréquences et la séparation de canal. Selon la technologie sans fil et la mise en œuvre d'un type d'appareil sans fil, une bande de fréquences et au moins un canal de fréquences peuvent être sélectionnés lors de la configuration. De plus, il est possible de changer la bande de fréquences ou le canal de fréquences pendant le fonctionnement. Par définition, ces systèmes à sauts de fréquence utilisent plusieurs canaux de fréquences. La bande de fréquences et le nombre de canaux de fréquences qui sont sélectionnés ou qui sont réellement utilisés font partie des paramètres essentiels d'une gestion de coexistence.

L'unité de ce paramètre doit être le hertz (Hz).

5.21 Largeur de bande de fréquences

La largeur de bande de fréquences est la plage de fréquences occupée par un signal porteur modulé. La valeur de la largeur de bande de fréquences dépend du niveau de puissance spectrale de référence (voir 5.46). Le débit binaire d'un canal de communication est proportionnel à la largeur de bande de fréquences du signal utilisé pour la communication. Du point de vue de la gestion de coexistence, la largeur de bande de fréquences indique l'utilisation du spectre des fréquences par l'équipement sans fil. Les systèmes peuvent également rayonner accidentellement hors de la largeur de bande de fréquences définie. Cela est susceptible de provoquer un brouillage dans le canal adjacent (pour un canal contigu) voire un brouillage dans le second canal adjacent (pour un canal derrière le canal contigu).

L'unité de ce paramètre doit être le hertz (Hz).

5.22 Canal de fréquences

Le canal de fréquences (radioélectriques) fait partie de la bande de fréquences et de la partie physique d'une liaison logique. Ainsi, il est utilisé pour transmettre une onde radio entre deux modules de communication sans fil. Dans un appareil sans fil, ce paramètre peut être utilisé comme suit:

- plage de canaux de fréquences: tous les canaux possibles;
- canaux de fréquences opérationnels: configurés pour un usage courant;
- canaux de fréquences bloqués: configurés pour ne pas être utilisés.

Le canal de fréquences doit être exprimé sous la forme d'un nombre entier non signé sans unité selon une spécification ou une norme. Si aucun numéro de canal n'est spécifié, des combinaisons de fréquence centrale et de largeur de bande de fréquences ou de fréquence de coupure inférieure et de fréquence de coupure supérieure doivent être données en hertz (Hz).

Le Tableau 3 décrit le choix des unités.

Tableau 3 – Options de paramètre pour le canal de fréquences

Nom de l'option	Paramètre	Unité
ChannelNumber	ChannelNumber	—
CutoffFrequency	UpperCutOffFrequency	Hz
	LowerCutOffFrequency	Hz
CentreFrequency	CentreFrequency	Hz
	FrequencyBandwidth	Hz

La présentation dans le CDD de l'IEC peut

- avoir la structure de canal de fréquences <ChannelNumber>, <UpperCutOffFrequency, LowerCutOffFrequency>, <CentreFrequency, FrequencyBandwidth>, où seule l'une de ces trois options peut être utilisée et où la valeur des deux options restantes doit être définie sur 0; ou
- être exprimée en fonction de paramètres; ou
- utiliser le polymorphisme pour décrire le choix des différentes formes de description facultatives du Tableau 3.

5.23 séquence de saut de fréquence

La description de la procédure de saut de fréquence doit inclure la séquence des canaux de fréquences utilisés pour la transmission (séquence de saut) et le temps de tenue. La procédure peut être décrite conformément à la norme sans fil applicable, par exemple au moyen d'une table de paramètres ou d'une règle mathématique. La description peut inclure des mécanismes d'adaptation, comme une liste de canaux de fréquences à ne pas utiliser (appelée plage de fréquences bloquées).

Le paramètre peut être exprimé de différentes manières selon la technologie sans fil utilisée.

- a) Les canaux de fréquences doivent être conformes au 5.22 et le temps de tenue doit être conforme au 5.17. Ces deux paramètres peuvent
 - être exprimés par une liste de valeurs des deux paramètres: canal de fréquences et temps de tenue; ou
 - être exprimés en fonction de paramètres; ou
 - utiliser le polymorphisme pour décrire le choix des deux formes de description facultatives.
- b) Formule qui inclut les canaux de fréquences et le temps de tenue.

5.24 Plan d'extension future

Il convient de tenir compte des plans d'extension future. L'installation de nouvelles solutions sans fil et les changements d'environnements physiques (bâtiments, par exemple) peuvent avoir une incidence sur les conditions de communication sans fil. Par exemple, la réserve de ressources peut permettre d'éviter de modifier la base installée lors de l'ajout d'autres appareils sans fil. Le paramètre doit être une chaîne à plusieurs octets avec texte.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.25 Dimensions géographiques de l'installation

Pour les besoins de la coexistence de communications sans fil, la dimension géographique de l'installation doit être spécifiée par la longueur, la largeur et la hauteur de l'espace dans lequel les systèmes sans fil peuvent être installés. Il convient également de prendre en compte la zone de fonctionnement (l'atelier de production pour une machine, par exemple).

Plusieurs systèmes sans fil qui présentent une couverture spatiale différente (voir 5.55) peuvent fonctionner dans cet espace. La dimension géographique de l'installation détermine les influences passives sur la propagation radioélectrique (par réflexion, par exemple).

Le contenu de ce paramètre doit être la longueur, la largeur et la hauteur. L'unité doit être le mètre (m).

5.26 Appareil d'infrastructure

Les appareils d'infrastructure sont des appareils comme des routeurs ou des stations de base, sans interface avec l'application d'automatisation, par exemple des réseaux industriels filaires. Ils sont nécessaires à la construction du système sans fil conformément à la technologie ou la norme sans fil. Ils peuvent certes améliorer la robustesse d'un réseau, mais peuvent également interférer avec d'autres systèmes sans fil. Par conséquent, les appareils d'infrastructure ne font pas partie de l'application d'automatisation, mais du système sans fil.

Les routeurs ou stations de base qui ont une interface avec des réseaux industriels filaires ou mettent en œuvre des fonctions d'application d'automatisation ne comptent pas parmi les appareils d'infrastructure. Ils font partie de l'application d'automatisation sans fil et, à ce titre, comptent parmi les appareils d'automatisation sans fil.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.27 Initiation de la transmission de données

Ce paramètre spécifie la manière dont l'application lance le transfert de données pour une liaison logique: de manière périodique, apériodique ou stochastique. Un transfert périodique est susceptible de donner lieu à une plus forte charge de communication qu'un transfert apériodique, les mêmes valeurs pouvant être transmises fréquemment. L'initiation de la transmission de données influence la charge de communication et peut contribuer à une séparation temporelle des systèmes sans fil.

Le paramètre doit être une chaîne à plusieurs octets avec texte.

5.28 Type de brouillage

Ce paramètre décrit les utilisateurs du spectre qui émettent une énergie due à des émissions, à un rayonnement, à une induction ou à une combinaison de ces éléments, qui se manifeste par une dégradation, une déformation ou une perte d'information au niveau du récepteur d'un appareil sans fil qui ne se produirait pas en l'absence de cette énergie. Conformément à la Figure 2, ces utilisateurs de fréquences constituent des sources de brouillages électromagnétiques (EMI), des applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM) ou des applications sans fil non industrielles. Le type de brouillage et son coefficient d'utilisation du support doivent être connus.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.29 Intervisibilité

Ce paramètre décrit la liaison logique entre deux appareils d'automatisation logiques mis en œuvre. L'intervisibilité tient compte de la ligne visuelle (LOS), de la ligne sans visibilité directe (NLOS) et de la ligne visuelle obstruée (OLOS) entre ces appareils. L'intervisibilité influence la propagation du signal radio. La spécification de ce paramètre est importante pour définir les conditions de mesure et de modélisation des canaux radio.

La valeur exigée prend en compte la topologie logique de l'application d'automatisation. La valeur promise peut exiger des mesures spécifiques du système de communication sans fil. Il peut s'agir de différences de position des appareils de communication par rapport aux positions exigées des appareils d'automatisation reliés par des câbles, de positions d'antennes différentes, de types d'antennes spécifiques ou d'appareils sans fil qui comportent des fonctions de communication sans fil (points d'accès, par exemple).

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une liste indexée: LOS, NLOS ou OLOS.

5.30 Application ISM

Ce paramètre correspond aux utilisateurs de fréquence qui émettent des ondes radio sans transférer de données (les soudeuses, les fours microonde qui fonctionnent au même endroit, par exemple). Le type des autres utilisateurs de fréquence et leur coefficient d'utilisation du support doivent être connus.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.31 Longueur des données utilisateur par intervalle de transfert

La longueur des données utilisateur est le nombre d'octets transportés dans la charge utile d'un paquet sans fil. En principe, les données utilisateur sont transférées par l'intermédiaire de l'interface de référence. Toutefois, dans certains cas, un événement au niveau de l'interface de référence lance la transmission d'un certain nombre de données utilisateur. La longueur des données utilisateur détermine l'utilisation du support. Toutefois, il peut y avoir une relation complexe ou non linéaire entre la longueur des données utilisateur et l'utilisation du support. Selon la granularité de la gestion de coexistence, le paramètre peut faire référence à une liaison logique ou, plus généralement, à une application.

L'unité de ce paramètre doit être le bit.

5.32 Restrictions imposées par les voisins de l'installation

Les voisins de l'installation sont susceptibles d'imposer des limites à la communication sans fil. Il s'agit, par exemple, des radiosources à forte puissance et des équipements sensibles.

Le fait de documenter les éventuels éléments brouilleurs du voisinage permet au concepteur de bien appréhender les contraintes potentielles imposées aux systèmes sans fil par les voisins.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte, exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.33 Nombre maximal de retransmissions

Ce paramètre décrit la fréquence de retransmission automatique des données utilisateur par la pile de communication à la suite d'erreurs de transmission. Les retransmissions peuvent être engagées par des couches de protocole différentes. Par conséquent, le nombre maximal de retransmissions doit être spécifié pour chaque couche en question. Dans la mesure du possible, il convient également d'expliquer les détails du mécanisme (temps d'attente, par exemple). Ce paramètre peut avoir un impact significatif sur l'utilisation du support.

Selon le cas d'utilisation, le nombre maximal de retransmissions de l'appareil (type d'appareil sans fil) ou le nombre maximal configuré de retransmissions (solution de communication sans fil) doit être spécifié.

Le contenu de ce paramètre doit être exprimé par un nombre non signé.

5.34 Mécanismes d'adaptabilité

Des mécanismes d'adaptabilité peuvent servir à modifier un ou plusieurs des paramètres fonctionnels d'un système afin d'améliorer sa robustesse aux brouillages et de réduire le plus possible le coefficient d'utilisation du support. Pour modifier de façon dynamique les paramètres fonctionnels d'un système, des mécanismes de communication adaptatifs peuvent utiliser automatiquement des retours d'information en provenance du système lui-même ou de signaux portés par un système. Il est également possible de prévoir les paramètres fonctionnels par avance et de configurer les systèmes en conséquence.

Les mécanismes d'adaptabilité sont les suivants:

- détection et évitement (DAA): si le canal est occupé, changer de canal (AFH, par exemple);
- détection et suppression (DAS): si le canal est occupé, ne pas émettre ("listen before talk", à savoir "écoute du canal avant d'émettre", par exemple);
- détection et réduction (DAR): si le canal est occupé, réduire la puissance de sortie et/ou l'utilisation du canal.

En fonction du nombre de systèmes qui utilisent des mécanismes d'adaptabilité et des paramètres adaptés, ces mesures peuvent contribuer à l'amélioration de la coexistence ou induire un comportement instable et peu fiable du système.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.35 Mécanisme de contrôle d'accès au support

Le contrôle d'accès au support permet de s'assurer, par exemple, qu'une demande de communication est respectée tant que le support est libre (voir CSMA, par exemple, dans l'IEEE 802.3 [24]) ou qu'il attribue la demande à des intervalles de temps bien définis (voir AMRT, par exemple, dans l'IEEE 802.15.4 [28]). Il est possible de combiner ces deux mécanismes d'accès, ainsi que d'autres. Ces mécanismes ont pour principal objet de contrôler l'accès au support au sein d'un système sans fil. Toutefois, ils influencent l'immunité et l'utilisation du support du système et doivent donc être pris en compte dans le processus de gestion de coexistence.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.36 Coefficient d'utilisation du support

Le coefficient d'utilisation du support (MU) est une mesure visant à évaluer la quantité de ressources (puissance et temps) utilisées par des équipements non adaptatifs. Le coefficient MU est défini par la formule (1).

$$MU = (P_{\text{out}} / 100 \text{ mW}) \times DC \quad (1)$$

où

MU est le coefficient d'utilisation du support en pourcentage;

P_{out} est la puissance de sortie de l'émetteur en mW;

DC est le cycle de service exprimé en pourcentage.

L'équipement peut avoir un comportement dynamique en ce qui concerne le cycle de service et le niveau de puissance correspondant.

En ce qui concerne les appareils qui utilisent la modulation par étalement de spectre à saut de fréquence pour bloquer une ou plusieurs fréquences de saut, ces fréquences bloquées sont considérées comme des fréquences d'émission actives dans le calcul du coefficient de MU.

La valeur de ce paramètre doit être exprimée en pourcentage (%).

5.37 Message

D'après le modèle de couche OSI, un paquet indique l'unité de données qui est utilisée dans la couche du réseau. Il convient par conséquent que les données utilisateur de l'application ne soient pas désignées par le terme "paquet". Le terme "message" est donc utilisé, en complément du terme "données utilisateur", pour le paramètre "facteur de pertes de messages", par exemple. En fonction de la technologie sans fil utilisée et de la longueur des données utilisateur de l'application, des messages peuvent être transmis dans un paquet, plusieurs messages peuvent être regroupés dans un paquet ou des messages peuvent être répartis dans plusieurs paquets.

Le contenu de ce paramètre doit être exprimé par un type de matrice qui comporte deux éléments de type mesure d'entier; le premier élément est le nombre d'octets du message et le deuxième élément est le nombre de paquets dans lesquels le message est réparti. Le nombre de paquets doit être défini sur 0 si aucun paquet n'est utilisé pour le transfert du message. Le nombre de paquets doit être défini sur -1 si la longueur de paquet est variable.

5.38 Modulation

Un signal obtient son contenu informationnel en modifiant l'amplitude, la fréquence ou la phase d'une onde. Cela s'effectue en modulant l'onde. Des modulations analogiques et numériques sont utilisées. Les modulations numériques peuvent être combinées à des schémas d'étalement afin d'améliorer la robustesse d'un signal physique.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.39 Conditions environnementales naturelles

Les conditions environnementales naturelles, comme la température, l'humidité ou la pression atmosphérique, peuvent influencer les conditions de propagation.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.40 Topologie de réseau

La topologie décrit la structure et la composition d'un réseau de communication sans fil dans une application de communication sans fil.

NOTE Voir l'IEC 62657-1 pour connaître les cas d'utilisation des différentes topologies. Les définitions de ces topologies sont données dans l'IEC 61918.

Les topologies applicables sont les suivantes:

- point à point;
- linéaire;
- en anneau;
- en étoile;
- en arbre;
- maillée;
- cellulaire.

Il est possible de combiner ces topologies. Cette information peut servir à évaluer la couverture prévue d'une solution sans fil.

Le contenu de ce paramètre doit être une liste indexée des topologies suivantes: point à point, linéaire, en anneau, en étoile, en arbre, maillée, cellulaire, autre.

5.41 Nombre de messages consécutifs perdus

Ce paramètre spécifie le nombre de messages d'un lien logique fourni pour la transmission qui n'ont pas été reçus dans l'intervalle entre la bonne réception de deux messages. Cela signifie que dans l'intervalle entre deux messages qui ont été reçus, la réception d'un message ou d'une suite de messages a partiellement ou complètement échoué.

Le contenu de ce paramètre doit être exprimé par un nombre non signé.

5.42 Mouvement des objets

Les objets mobiles comme les lève-palette ou les charges montées sur des grues en mouvement peuvent avoir une influence significative sur les conditions de propagation radioélectrique. Les objets mobiles provoquent des fluctuations temporelles et sélectives en fréquence de la puissance du signal radio, ce qui a des conséquences sur la réception du signal utile et/ou le brouillage.

Le mouvement doit être spécifié comme une trajectoire dans le scénario le plus défavorable par rapport à la propagation du signal. La spécification d'une trajectoire correspond à une liste de paires de position cible et de vitesse à la position cible.

L'unité de la position est le mètre (m) pour chaque dimension; l'unité pour la vitesse est le mètre par seconde (m/s).

5.43 Durée de fonctionnement entre défaillances

La durée de fonctionnement entre défaillances d'une liaison logique est la somme des durées de fonctionnement entre deux défaillances successives. La liaison logique est considérée comme un élément réparable dans le sens où un message peut être répété dans la durée de survie. La moyenne des temps de bon fonctionnement permet d'évaluer une liaison logique.

L'unité doit être la seconde (s).

5.44 Facteur de pertes de messages

Le facteur de pertes de messages (MLR) indique le nombre de paquets, transférés de l'application vers l'interface de référence chez le producteur, émis de l'interface de référence vers l'application chez le client.

Le MLR est déterminé comme suit:

$$MLR = \frac{N_t - N_r}{N_t}$$

où

N_t est le nombre de messages émis;

N_r est le nombre de messages correctement reçus.

Si une application attend un message au plus tard à l'instant t_{DL} , tous les messages avec une durée de transmission supérieure à t_{DL} doivent être considérés comme perdus et compter au nombre des messages non reçus ($N_t - N_r$). Pour évaluer la coexistence, le nombre de messages consécutifs perdus toléré avant la défaillance d'une application de communication sans fil doit être démontré. Selon la granularité de la gestion de coexistence, le paramètre peut faire référence à une liaison logique ou, plus généralement, à une application. Les indisponibilités cumulées de l'application de communication sans fil par intervalle d'observation définissent la disponibilité de communication, qui est le critère de qualité primordial de la communication sans fil.

La valeur de ce paramètre doit être exprimée en pourcentage (%).

5.45 Position des appareils sans fil

La position des appareils sans fil (ou de leurs antennes) a un impact sur les caractéristiques du canal de fréquences. Des obstacles proches, des équipements mobiles ou des couloirs étroits peuvent dégrader les conditions de propagation. Cela est valable pour la position absolue d'un appareil sans fil ou pour la position par rapport à d'autres appareils sans fil. Cela signifie que la position des appareils sans fil doit être choisie de manière à obtenir des conditions optimales de propagation pour la transmission sans fil. Il peut donc s'avérer avantageux de séparer la mise en œuvre des fonctions d'automatisation de celle des fonctions de communication sans fil, et de connecter les appareils au moyen d'une communication filaire. Une autre option consiste à séparer uniquement l'antenne (lorsque l'appareil d'automatisation est monté dans une armoire électrique, par exemple). Pour les appareils sans fil mobiles, la trajectoire du mouvement est importante.

La position d'un appareil sans fil est spécifiée dans un espace tridimensionnel.

L'unité de chaque dimension de ce paramètre doit être le mètre (m).

5.46 Densité spectrale de puissance

La densité spectrale de puissance (DSP) décrit la manière dont la puissance d'un signal est répartie sur la fréquence. Communément, l'aire sous la courbe de DSP est appelée "spectre du signal". L'unité de mesure de la densité spectrale de puissance est le watt par hertz (W/Hz). La DSP doit être fournie, par exemple, comme cela est représenté à la Figure 14 pour un système IEEE 802.15.4 [28].

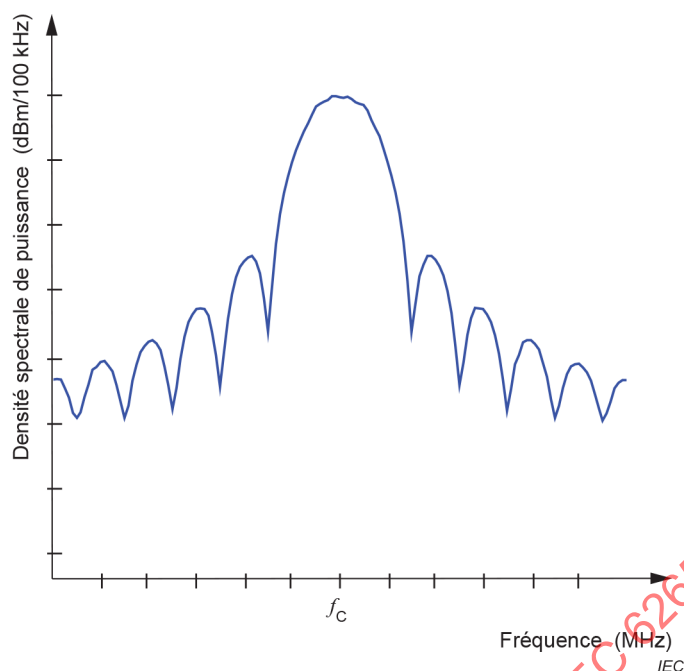


Figure 14 – Densité spectrale de puissance d'un système IEEE 802.15.4

La DSP représentée à la Figure 14 donne une image globale de la puissance du signal dans le spectre de fréquences pour la gestion de coexistence.

L'unité de ce paramètre doit être le décibel-milliwatt par hertz (dBm/Hz) sur la plage de fréquences considérée.

5.47 Objet de l'application d'automatisation

La description de l'application d'automatisation prise en charge par le système sans fil doit être récapitulée dans la mesure nécessaire pour donner un aperçu utile des exigences imposées au système sans fil.

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.48 Blocage de récepteur

Le blocage de récepteur est un indicateur du bon fonctionnement du récepteur en présence de signaux hors canal.

La réponse (ou niveau de performance) de blocage de récepteur est définie comme le niveau de signal brouilleur maximal, exprimé en dBm, qui réduit la sensibilité spécifiée du récepteur d'un nombre donné de dB (généralement 3 dB). En conséquence, la réponse de blocage de récepteur est normalement évaluée à un niveau de signal utile situé 3 dB au-dessus de la sensibilité du récepteur et à des fréquences qui diffèrent de celle du signal utile (informations complémentaires dans le document ZVEI [30]).

Le blocage de récepteur reflète des effets comme la réponse parasite, la sensibilité d'intermodulation et la sélectivité pour le canal adjacent.

L'unité de ce paramètre doit être le décibel-milliwatt (dBm).

5.49 Niveau maximal en entrée de récepteur

Les signaux reçus dont les niveaux sont supérieurs au niveau maximal en entrée de récepteur peuvent perturber ou interrompre la réception des données. Le niveau maximal en entrée de récepteur doit être utilisé pour estimer ou évaluer la distance minimale recommandée par rapport à d'autres appareils sans fil. A cet effet, les valeurs de puissance transmise des appareils sans fil et des brouilleurs, ainsi que les conditions de propagation doivent être prises en compte.

L'unité de ce paramètre doit être le décibel-milliwatt (dBm).

5.50 Sensibilité de récepteur

La sensibilité de récepteur détermine dans quelle mesure un récepteur peut accepter des signaux utiles en l'absence de brouillages (voir également l'ETSI TR 100 027 [21]). Elle définit la puissance minimale du signal reçu exigée par le récepteur pour atteindre un taux spécifié d'erreur sur les bits selon la mise en œuvre donnée. Lorsqu'elle est associée aux valeurs de puissance transmise du système et des brouilleurs, et en tenant compte des conditions de propagation, la marge de puissance du système peut être estimée.

L'unité de ce paramètre doit être le décibel-milliwatt (dBm).

5.51 Règlements régionaux des radiocommunications

Les règlements régionaux des radiocommunications spécifient des paramètres de coexistence importants, comme la bande de fréquences et la puissance de sortie. Ces spécifications doivent être prises en compte dans le processus de gestion de coexistence.

NOTE Cette liste de paramètres de coexistence peut être réduite en retenant les normes de règlements régionaux en matière de radiocommunications auxquelles le système ou l'appareil se conforme, par exemple l'ETSI EN 300 328 [23].

Le contenu de ce paramètre doit être du texte exprimé par une chaîne à plusieurs octets.

5.52 Déplacement relatif

La trajectoire d'un appareil sans fil modifie la distance avec d'autres appareils sans fil ou brouilleurs. Cela peut augmenter ou diminuer la valeur du signal utile ou le brouillage. Le mouvement lui-même et la vitesse relative entre les appareils sans fil qui communiquent peuvent dégrader les conditions de propagation et, de ce fait, augmenter le brouillage.

Le mouvement d'un appareil sans fil doit être spécifié comme une trajectoire. La spécification d'une trajectoire correspond à une liste de paires de position cible et de vitesse à la position cible.

L'unité de la position est le mètre (m) pour chaque dimension; l'unité pour la vitesse est le mètre par seconde (m/s).

5.53 Temps de réponse

Le temps de réponse est particulièrement important dans les services confirmés, par exemple dans la transmission orientée application des données de procédé ou des données de paramétrage, mais également dans les communications en temps réel (voir l'IEC 62657-1:2017, 5.3.1).

Le temps de réponse est l'intervalle de temps entre l'instant de livraison du premier bit ou octet de données utilisateur d'un message à l'interface de référence d'un émetteur et l'instant où le dernier bit ou octet du message de confirmation est livré à l'interface de communication du même émetteur, qui peut être affecté à la demande.

Cela implique que le temps de réponse est composé d'au moins une durée de transmission entre l'émetteur et le récepteur et une durée de transmission entre le récepteur et l'émetteur. Le temps de traitement dans le récepteur doit être ajouté.

La communication entre l'émetteur et le récepteur peut être impactée directement par un appareil d'infrastructure (station de base, par exemple) ou par d'autres nœuds réseau (réseaux de capteurs, par exemple).

Les brouillages influencent le temps de réponse. La coexistence existe tant que la valeur limite imposée par l'application d'automatisation est respectée. Autrement, la transmission correspondante doit être évaluée comme une perte de message.

Le temps de réponse est une variable aléatoire. Cela est important, car les temps de réponse dépendent plus fortement des conditions externes de transmissions en comparaison à la communication filaire. Etant donné que le temps de réponse est essentiellement déterminé par les valeurs temporelles de deux transmissions, la répartition des valeurs aléatoires correspond à la Figure 17.

L'unité de ce paramètre doit être la seconde (s).

5.54 Niveau de sécurité

Les exigences de cybersécurité peuvent avoir une incidence sur la gestion de coexistence. Pour certaines solutions sans fil sensibles, il peut être nécessaire de les séparer physiquement des autres types de systèmes sans fil ou de les maintenir à une distance d'isolement par rapport aux limites du site. La définition et l'utilisation des niveaux de sécurité doivent être conformes à l'IEC 62443.

Un système peut exiger des mesures techniques et organisationnelles pour assurer un certain niveau de sécurité. Les mesures techniques peuvent augmenter le temps de traitement, introduire des transmissions supplémentaires et rallonger le paquet. Par conséquent, la durée de transmission et la durée d'utilisation du support peuvent augmenter. Le système de communication peut devenir plus sujet aux brouillages si la gestion de coexistence ne tient pas compte de ces mesures.

Le contenu de ce paramètre doit être exprimé par un nombre non signé.

5.55 Couverture spatiale du système de communication sans fil

La couverture spatiale du système de communication sans fil dépend des exigences de communication de l'application. Toutefois, il s'agit d'une donnée essentielle à la séparation spatiale des applications sans fil. Lors du positionnement de plusieurs appareils sans fil, la hauteur de montage de l'antenne doit être prise en compte. La couverture spatiale est spécifiée par la longueur, la largeur et la hauteur d'un cuboïde qui englobe le système de communication sans fil.

Le contenu de ce paramètre doit être la longueur, la largeur et la hauteur. L'unité doit être le mètre (m).

5.56 Etendue spatiale de l'application

L'étendue spatiale d'une application est déterminée par les appareils d'automatisation qui appartiennent à un système d'automatisation réparti. Les appareils d'automatisation définissent, par leurs positions, un cuboïde qui doit être couvert par une solution de communication sans fil. Pour les appareils d'automatisation mobiles, le rayon de mouvement maximal doit être pris en compte.

Le contenu de ce paramètre doit être la longueur, la largeur et la hauteur. L'unité doit être le mètre (m).

5.57 Réponse parasite

La réponse parasite est un paramètre de récepteur qui indique la robustesse contre les signaux non désirés, c'est-à-dire dont les fréquences sont hors du canal de fréquences réglé. Il s'agit d'une réponse dans la fréquence intermédiaire (FI) du récepteur produite par une émission indésirable dans laquelle la fréquence fondamentale (ou les harmoniques au-dessus de la fréquence fondamentale) de l'émission indésirable se mélange avec la fondamentale ou l'harmonique de l'oscillateur local du récepteur.

L'unité de ce paramètre doit être le décibel (dB).

5.58 Durée de survie

La durée de survie est la durée pendant laquelle une application qui utilise des services de communication peut continuer sans recevoir de message anticipé.

L'unité de ce paramètre doit être la seconde (s).

5.59 Puissance totale rayonnée

La puissance totale rayonnée (PTR) est la puissance fournie à une antenne, diminuée des pertes de l'antenne. Dans les normes les plus récentes, la PTR est souvent spécifiée. Elle peut être mesurée au moyen d'une platine tridimensionnelle qui permet d'intégrer la densité de puissance spatiale sur 360°.

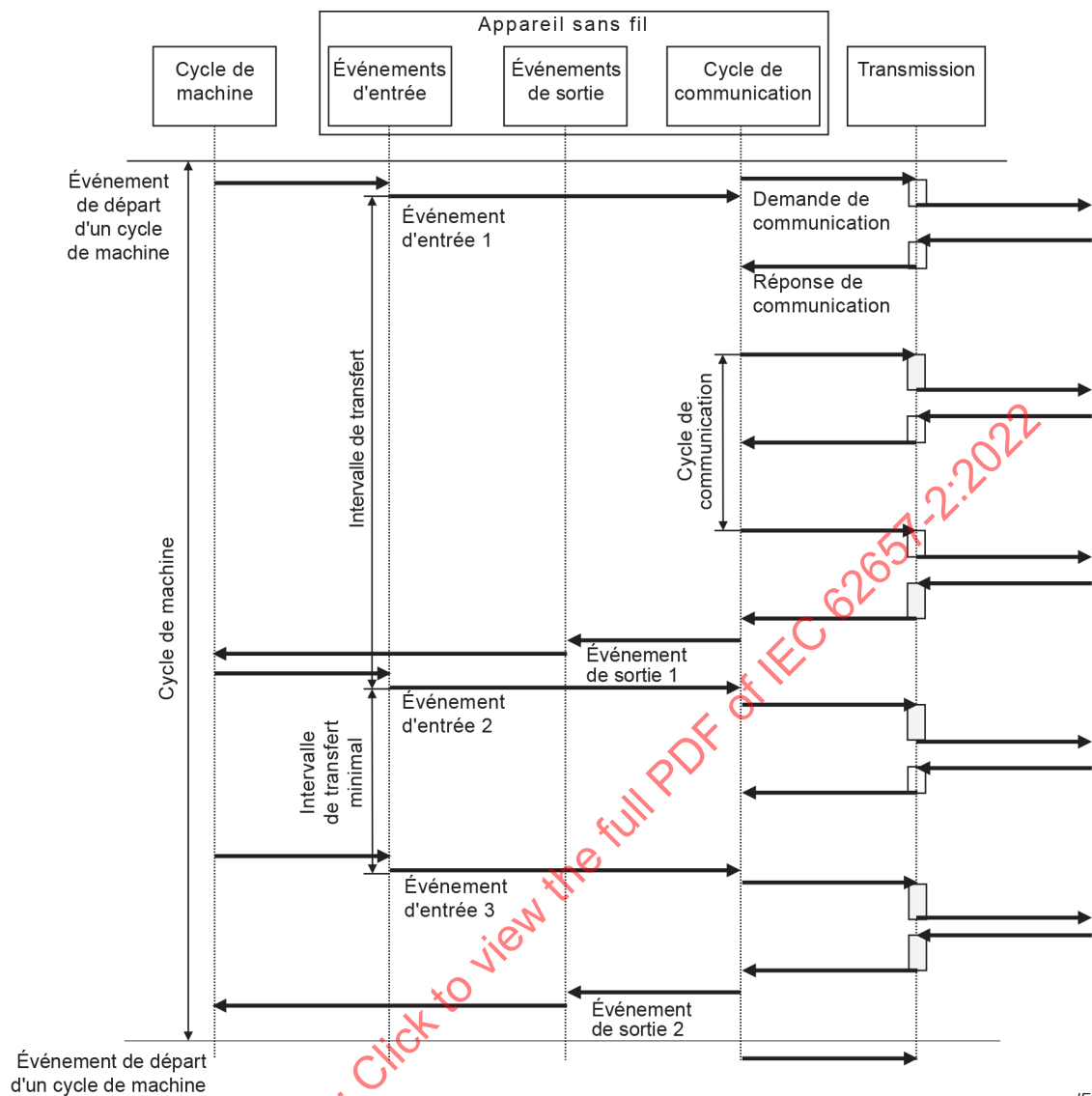
L'unité de ce paramètre doit être le watt (W).

5.60 Intervalle de transfert

L'intervalle de transfert a un effet sur la charge de communication et peut contribuer à une séparation temporelle. Pour un transfert aperiodique, la valeur minimale est prise en compte comme scénario le plus défavorable. Pour les transferts stochastiques, les paramètres de la fonction de répartition sont pertinents. Selon la granularité de la gestion de coexistence, le paramètre peut faire référence à une liaison logique ou, plus généralement, à une application.

La Figure 15 décrit la relation entre le cycle de la machine ou de l'installation, l'intervalle de transfert et le cycle de communication. Généralement, les applications d'automatisation industrielle suivent les cycles du processus de production. Lors d'un tel cycle de machine ou d'installation, un certain nombre d'événements se produit; ceux-ci doivent être transmis par un support de communication sans fil. Dans le cas d'une transmission périodique, le cycle de communication doit être plus rapide que l'intervalle de transfert. Pour une transmission de données aperiodique, l'intervalle de transfert est la durée la plus courte possible entre deux demandes de transfert.

L'unité de ce paramètre doit être la seconde (s).



IEC

Figure 15 – Cycle de communication, intervalle d'événements d'application et cycle de machine

5.61 Ecart d'émission

L'écart d'émission est l'intervalle de temps entre deux utilisations successives de canal par un émetteur. Si une demande exige une réponse immédiate, le temps mort n'est pas pris en compte. A la Figure 16, l'écart d'émission est indiqué par t_{TG} .

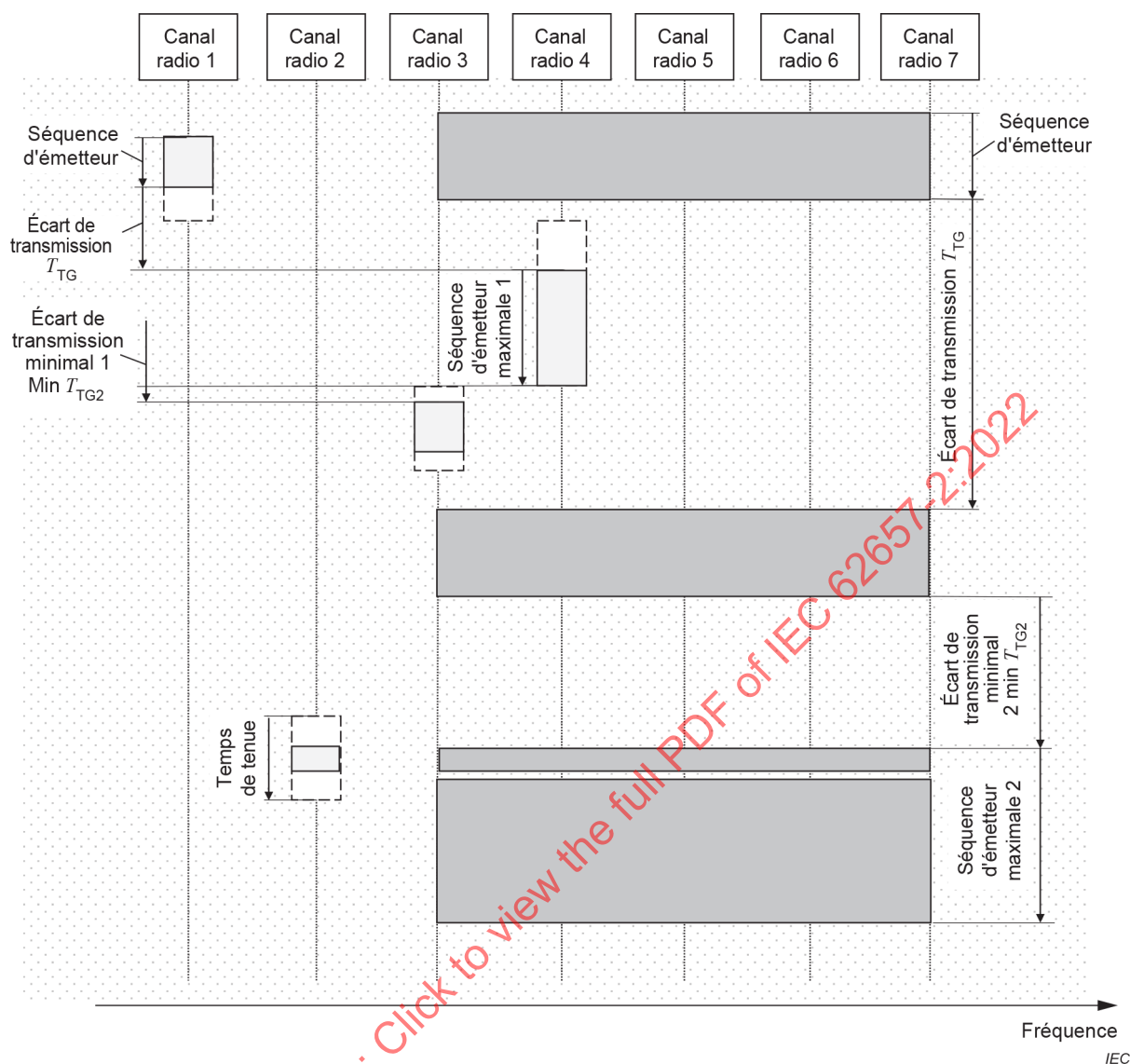


Figure 16 – Ecart d'émission

Pour les systèmes à sauts de fréquence, l'écart d'émission s'applique aux canaux utilisés et non entre des émissions de canaux différents. L'écart d'émission minimal donne une idée du temps disponible minimal pour permettre à d'autres appareils sans fil d'émettre. En réalité, les applications peuvent laisser des écarts plus grands. Par conséquent, il convient de tenir compte aussi du cycle de service.

L'unité de ce paramètre doit être la seconde (s).

5.62 Durée de transmission

La durée de transmission est un instrument adéquat pour évaluer la coexistence pour les applications d'automatisation avec transfert événementiel. Il s'agit par exemple de la transmission d'un changement d'état dans un capteur de proximité et de l'application en temps réel (voir l'IEC 62657-1:2017, 5.3.1.2.3.1).

La durée de transmission est l'intervalle de temps entre le début de la livraison du premier octet de données utilisateur d'un message à l'interface de référence d'un producteur et la livraison du dernier octet de données utilisateur du même message depuis l'interface de référence d'un client.