

Ersetzt / Remplace / Replaces:
SN EN 13757-4:2013

Ausgabe / Edition: 2019-12
ICS-Code: 33.200
35.100.10
35.100.20

Systèmes de communication pour compteurs - Partie 4: Communication sans fil M-Bus

Kommunikationssysteme für Zähler - Teil 4: Drahtlose M-Bus-Kommunikation

Communication systems for meters - Part 4: Wireless M-Bus communication

In der vorliegenden Schweizer Norm ist die EN 13757-4:2019 identisch abgedruckt.
Dans la présente Norme Suisse le EN 13757-4:2019 est reproduit identiquement.
In this Swiss standard EN 13757-4:2019 is reprinted identically.



Für diese Norm ist das Normen-Komitee INB/NK 153 << Durchflussmessungen in geschlossenen Leitungen >> des interdisziplinären Normenbereichs zuständig.

La présente Norme est de la compétence du comité de normalisation INB/CN 153 << Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées >> du secteur interdisciplinaire de normalisation.

The standardization committee INB/NK 153 << Measurement of fluid flow in closed conduits >> of the interdisciplinary sector is in charge of the present standard.

Ref Nr. / No. de réf / No ref.:	Herausgeber / Editeur / Editor	Vertrieb / Distribution	Anzahl Seiten / Nombre de pages / Number of pages:
SN EN 13757-4:2019 fr	Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) Sulzerallee 70 CH-8404 Winterthur © SNV	Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) Sulzerallee 70 CH-8404 Winterthur	104
Gültig ab / Valide de / Valid from			Preisklasse / Classe de prix / Price class
2019-12-01			0022 SNV

Norme (Norme Suisse SN)

Publication normative élaborée par des spécialistes suivant une procédure internationale reconnue.

Règle (Règle Suisse SNR)

Publication à caractère normatif élaborée par des spécialistes moyennant une enquête publique facultative ou restreinte. La durée de validité des règles suisses est limitée.

Guide (Guide Suisse SNG)

Publication à caractère informatif destinée à renseigner sur l'élaboration et l'utilisation de normes et de règles.

Exclusion de responsabilité

L'éditeur décline toute responsabilité pour des dommages pouvant résulter de l'utilisation des présentes publications.

Version Française

Systèmes de communication pour compteurs - Partie 4 : Communication sans fil M-Bus

Kommunikationssysteme für Zähler - Teil 4: Drahtlose
M-Bus-Kommunikation

Communication systems for meters - Part 4: Wireless
M-Bus communication

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 25 février 2019.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion du CEN-CENELEC ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos européen	6
Introduction	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions.....	11
4 Abréviations et symboles.....	12
4.1 Abréviations.....	12
4.2 Symboles	13
5 Généralités.....	13
5.1 Modes de fonctionnement.....	13
5.2 Types de communications de compteur.....	15
5.3 Classes de performances	17
6 Mode S	18
6.1 Propriétés des canaux	18
6.2 Émetteur	19
6.3 Récepteur	20
6.4 Codage des données et préambule	20
6.4.1 Codage des données	20
6.4.2 Ordre d'émission des données codées	20
6.4.3 Préambule et mot de synchronisation	20
7 Mode T.....	21
7.1 Propriétés des canaux	21
7.2 Émetteur	21
7.3 Récepteur (T2 uniquement)	23
7.4 Codage des données et préambule	23
7.4.1 Généralités.....	23
7.4.2 Émission en provenance du compteur : codage des données « 3 parmi 6 »	23
7.4.3 Émission de l'autre dispositif, codage Manchester	25
8 Mode R2	25
8.1 Propriétés des canaux	25
8.2 Émetteur	26
8.3 Récepteur	27
8.4 Codage des données et préambule	28
8.4.1 Codage des données	28
8.4.2 Ordre d'émission des données codées	28
8.4.3 Préambule et mot de synchronisation	28
9 Mode C.....	28
9.1 Propriétés des canaux	28
9.2 Émetteur.....	29
9.3 Récepteur	30
9.4 Codage des données et préambule	30

9.4.1	Codage.....	30
9.4.2	Préambule et mot de synchronisation.....	30
10	Mode N.....	31
10.1	Propriétés des canaux.....	31
10.2	Paramètres de liaison physique.....	32
10.3	Sensibilité du récepteur.....	35
10.4	Codage des données et préambule.....	35
10.4.1	Codage.....	35
10.4.2	Préambule et mot de synchronisation.....	35
11	Mode F.....	36
11.1	Propriétés des canaux.....	36
11.2	Paramètres de liaison physique.....	37
11.3	Sensibilité du récepteur.....	38
11.4	Codage des données et préambule.....	38
11.4.1	Codage des données.....	38
11.4.2	Préambule et mot de synchronisation.....	38
12	Couche liaison de données.....	38
12.1	Généralités.....	38
12.2	Ordre des champs à octets multiples.....	39
12.3	Format de trame A.....	39
12.4	Format de trame B.....	40
12.5	Définitions des champs.....	40
12.5.1	Généralités.....	40
12.5.2	Champs à octets multiples.....	40
12.5.3	Champ de longueur (champ L).....	40
12.5.4	Champ de commande (champ C).....	41
12.5.5	Identificateur du fabricant (champ M).....	43
12.5.6	Adresse (champ A).....	44
12.5.7	Contrôle par redondance cyclique (champ CRC).....	44
12.5.8	Champ d'informations de commande (champ CI).....	44
12.6	Temporisation.....	44
12.6.1	Temporisation des messages d'installation.....	44
12.6.2	Émissions synchrones des messages de compteur.....	45
12.6.3	Temporisation d'accès.....	47
12.7	Messages répétés ou dupliqués.....	48
12.8	Correction d'erreur directe (FEC).....	48
12.8.1	Présentation générale.....	48
12.8.2	Structure d'un datagramme.....	49
12.8.3	Algorithme de FEC.....	50
13	Connexion à des couches de protocole supérieures.....	50
13.1	Le champ d'informations de commande (champ CI).....	50
13.2	Champs CI pour la couche liaison étendue.....	52
13.2.1	Généralités.....	52
13.2.2	Champ CI = 8C _h	52
13.2.3	Champ CI = 8D _h	52
13.2.4	Champ CI = 8E _h	53
13.2.5	Champ CI = 8F _h	53
13.2.6	Champ CI = 86 _h	53
13.2.7	Champ Commande de Communication (champ CC).....	54
13.2.8	Champ Numéro d'accès (champ ACC).....	55
13.2.9	Champ ID 2 du fabricant (champ M2).....	56

13.2.10 Adresse 2 (champ A2)	56
13.2.11 Champ de numéro de session (champ SN)	56
13.2.12 Cryptage en mode compteur AES-128.....	57
13.2.13 Champ Retard d'exécution (champ RTD)	58
13.2.14 Champ Niveau de réception (champ RXL)	59
13.2.15 Champ de somme de contrôle de la charge utile (champ PayloadCRC).....	60
13.3 Champs CI pour la couche transport.....	60
13.3.1 Généralités.....	60
13.3.2 Couche transport courte.....	61
13.3.3 Couche transport longue	61
14 Fonctions de gestion pour le contrôle de la liaison	61
14.1 Généralités.....	61
14.2 Définir les paramètres radio.....	65
14.2.1 Généralités.....	65
14.2.2 Commande	65
14.2.3 Réponse	68
14.3 Interrogation des paramètres radio	70
14.3.1 Généralités.....	70
14.3.2 Commande.....	71
14.3.3 Réponse	71
14.4 Définir les paramètres radio limités.....	73
14.4.1 Généralités.....	73
14.4.2 Commande	73
14.4.3 Réponse	75
14.5 Confirmer les paramètres radio	75
14.5.1 Généralités.....	75
14.5.2 Commande.....	75
14.5.3 Réponse	76
14.6 Définir les paramètres spécifiques au fabricant.....	77
14.6.1 Généralités.....	77
14.6.2 Commande	77
14.6.3 Réponse	78
Annexe A (informative) Bande de 868 MHz : attribution des fréquences et occupation de la bande	79
Annexe B (informative) Attribution des fréquences dans la bande de 169 MHz	80
B.1 Fréquences et niveaux de puissance autorisés	80
B.2 Fréquences et taux d'occupation autorisés	80
Annexe C (informative) Exemples de trames	81
C.1 Exemple de trame en provenance d'un compteur en mode S.....	81
C.1.1 Conditions.....	81
C.1.2 Contenu des blocs.....	81
C.1.3 Chaîne de bits	82
C.2 Exemple de trame en provenance d'un compteur en mode T1	83
C.2.1 Condition.....	83
C.2.2 Contenu des blocs.....	83
C.2.3 Chaîne de bits	84
C.3 Exemple de trame en provenance d'un compteur en mode C1	84
C.3.1 Conditions.....	84
C.3.2 Contenu des blocs.....	85
C.3.3 Chaîne de bits	86
Annexe D (informative) Exemple de réception prédictive de messages synchrones.....	87

Annexe E (informative) Diagrammes de temporisation.....88

Annexe F (informative) Flux en mode compteur 103

Bibliographie..... 104

Avant-propos européen

Le présent document (EN 13757-4:2019) a été élaboré par le Comité technique CEN/TC 294 « Systèmes de communication pour compteurs », dont le secrétariat est tenu par DIN.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en **novembre 2019**, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en **novembre 2019**.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CEN ne saurait être tenu pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Le présent document remplace l'EN 13757-4:2013.

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission européenne et l'Association européenne de libre-échange.

Les principales modifications apportées depuis l'EN 13757-4:2013 sont les suivantes :

- mise à jour des références normatives aux versions les plus récentes ;
- le mode N, dans la bande 169 MHz, a été étendu pour couvrir davantage de fréquences, voir Article 10 ;
- ajout d'un nouveau code de fonction du champ C (« Send User Data – No reply »), voir 12.5.4 ;
- tolérances de temporisation étendues pour les émissions synchrones, voir 12.6.2 ;
- ajout de la correction d'erreur directe facultative dans la couche liaison, voir 12.8 ;
- ajout du champ CI pour la couche liaison étendue sélectionnable, voir 13.2 ;
- ajout de fonctions de gestion pour le contrôle de la liaison, voir Article 14.

La norme n'est pas affectée par l'une quelconque des exigences de la Directive 2004/22/CE, car elle couvre uniquement l'émission d'informations basiques du compteur à une entité externe. La norme garantit qu'aucune modification non détectable ne puisse être apportée aux données émises. La confidentialité, l'intégrité et l'authenticité sont fournies par les capacités spécifiées dans les autres parties de la série de normes EN 13757. La norme ne spécifie aucune des capacités de mesure du compteur, ni les capacités métrologiques du compteur.

La norme permet le transfert de données cryptées soit directement, soit de la manière spécifiée dans les autres parties de la série de normes EN 13757. Le cryptage garantit la confidentialité de toutes données personnelles.

La norme fournit des capacités d'interopérabilité des compteurs telles qu'elles sont exigées dans le document M/441 et qui peuvent être utilisées pour améliorer la sensibilisation de l'utilisateur à la consommation réelle.

Selon le Règlement Intérieur du CEN-CENELEC les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Ancienne République Yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

Introduction

La présente de Norme européenne fait partie de la série EN 13757, qui couvre les systèmes de communication pour compteurs.

L'EN 13757-1 contient les descriptions génériques et un protocole de communication.

L'EN 13757-2 contient une couche physique et une couche liaison pour le bus de compteur (M-Bus) en paire torsadée.

L'EN 13757-3 décrit les protocoles de la couche application (souvent appelée M-Bus).

L'EN 13757-5 décrit le réseau sans fil utilisé pour la répétition, le relais et le routage pour les différents modes de l'EN 13757-4.

L'EN 13757-6 décrit un bus local à paire torsadée pour une courte distance (Lo-Bus).

L'EN 13757-7 décrit les services de transport et de sécurité.

Ces couches de protocole M-Bus supérieures peuvent être utilisées avec diverses couches physiques ainsi qu'avec des couches liaison et des couches réseau qui prennent en charge l'émission de messages transparents binaires de longueur variable. Les couches physiques et liaison de l'EN 13757-2 (paire torsadée) et de l'EN 13757-4 (sans fil) ainsi que de l'EN 13757-5 (sans fil avec fonction de routage) ou les variantes décrites dans l'EN 13757-1 sont fréquemment utilisées.

Les différentes parties de la présente norme sont complétées par le document CEN/TR 17167 qui contient des exemples et des informations complémentaires en rapport avec l'EN 13757-2, l'EN 13757-3 et l'EN 13757-7.

Ces couches de protocole M-Bus supérieures ont été optimisées pour une consommation minimale de l'énergie de la batterie par les compteurs et assurer ainsi une longue autonomie de celle-ci, notamment dans les cas des communications sans fil. Deuxièmement, elles sont optimisées pour une longueur de message minimale afin de réduire le plus possible le taux d'occupation du canal et ainsi le taux de collisions. Troisièmement, elles sont optimisées pour imposer des exigences minimales au processeur du compteur en matière de taille de RAM, de longueur de code et de puissance de calcul.

La présente norme se concentre sur les communications du compteur. Le compteur communique avec un (ou occasionnellement plusieurs) partenaires de communication fixes ou mobiles qui peuvent, à leur tour, faire partie d'un réseau privé ou public. Ces systèmes de communication additionnels peuvent employer des méthodes identiques ou différentes de protocoles de couche application, de sécurité, de confidentialité, d'authentification et de gestion.

Le Comité Européen de Normalisation (CEN) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité au présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet concernant la correction d'erreur directe figurant en 12.8.

Le CEN ne s'engage pas sur les preuves, la validité et le domaine d'application de ce droit de brevet.

Le détenteur de ce droit de brevet a assuré au CEN qu'il/elle consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit gratuites, soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À cet égard, la déclaration du détenteur des droits de brevet est enregistrée auprès du CEN. Des informations peuvent être demandées à :

Kamstrup A/S
Rasmus Søren Dupont, IP Manager, Technology
Industrivej 28, Stilling
8660 Skanderborg
Danemark

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. Le CEN ne doit pas être tenu responsable de l'identification de ces droits de propriété.

Le CEN et le CENELEC tiennent à jour des listes en ligne des brevets en lien avec leurs normes. Les utilisateurs sont invités à consulter les listes pour obtenir les informations les plus à jour sur les brevets (<ftp://ftp.cenelec.eu/EN/IPR/Patents/IPRdeclaration.pdf>).

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences applicables aux paramètres de la couche physique et de la couche liaison associées aux systèmes de télérelevé de compteurs par radio. Elle est centrée essentiellement sur l'utilisation des bandes de télémessure libres pour dispositifs à courte portée (SRD). Elle traite à la fois des systèmes de relevé mobile à pied ou par véhicule et des installations fixes. La présente Norme européenne peut s'appliquer, par extension, à diverses couches application.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

EN 13757-1, *Systèmes de communication pour compteurs — Partie 1 : Échange de données*

EN 13757-2, *Systèmes de communication pour compteurs — Partie 2 : Communication M-Bus filaire*

EN 13757-3:2018, *Systèmes de communication pour compteurs — Partie 3 : Protocoles d'application*

EN 13757-5:2015, *Systèmes de communication pour compteurs — Partie 5 : Relais de transmission sans fil M-Bus*

EN 13757-7:2018, *Systèmes de communication pour compteurs — Partie 7 : Services de transport et de sécurité*

EN 60870-5-1, *Matériels et systèmes de téléconduite — Partie 5 : Protocoles de transmission — Section 1 : Formats de trames de transmission (IEC 60870-5-1)*

EN 60870-5-2, *Matériels et systèmes de téléconduite — Partie 5 : Protocoles de transmission — Section 2 : Procédures de transmission de liaison de données (IEC 60870-5-2)*

ETSI EN 300-220-1, V3.1.1:2017-02, *Dispositifs à courte portée (SRD) fonctionnant dans la plage de fréquences de 25 MHz à 1 000 MHz — Partie 1 : Caractéristiques techniques et méthodes de mesure*

ETSI EN 300-220-2, V3.2.1:2018-04, *Dispositifs à courte portée (SRD) fonctionnant dans la plage de fréquences de 25 MHz à 1 000 MHz — Partie 2 : Norme harmonisée couvrant les exigences essentielles de l'Article 3, paragraphe 2, de la Directive 2014/53/UE pour les équipements radioélectriques non spécifiques*

ETSI EN 300-220-4, V1.1.1:2017, *Dispositifs à courte portée (SRD) fonctionnant dans la plage de fréquences de 25 MHz à 1 000 MHz — Partie 4 : Norme harmonisée couvrant les exigences essentielles de l'Article 3, paragraphe 2, de la Directive 2014/53/UE ; Dispositifs de mesure fonctionnant dans la bande de fréquences désignée de 169,400 MHz à 169,475 MHz*

Projet ETSI EN 301 489-1, V2.2.0:2017, *Norme de compatibilité électromagnétique (CEM) pour les équipements et services radioélectriques — Norme harmonisée couvrant les exigences essentielles de l'article 3, paragraphe 1(b), de la Directive 2014/53/UE et les exigences essentielles de l'article 6 de la Directive 2014/30/UE — Partie 1 : Exigences techniques communes*

ETSI EN 301-489-3, *Compatibilité électromagnétique et spectre radioélectrique (ERM) — Norme de compatibilité électromagnétique (CEM) pour les équipements et les services radioélectriques — Partie 3 : Conditions spécifiques pour les dispositifs à courte portée (SRD) fonctionnant à des fréquences comprises entre 9 kHz et 246 GHz*

CCSDS 131.0-B-2 (*Norme recommandée par le Comité consultatif pour les systèmes de données spatiales (CCSDS, Consultative Committee for Space Data Systems) pour la synchronisation TM et le codage des canaux, édition 2, août 2011*)

Recommandation ERC/REC 70-03, relative à l'utilisation de dispositifs à courte portée (SRD), publiée par le Comité des communications électroniques de la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT) le 05/10/2018

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes :

- IEC Electropedia : disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/> ;
- ISO Online browsing platform : disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>.

3.1

BER

taux d'erreur sur les bits (Bit Error Rate)

3.2

FEC

correction d'erreur directe (Forward Error Correction)

3.3

trame

unité d'émission sur la couche liaison de données

3.4

FSK

modulation par déplacement de fréquence (Frequency Shift Keying)

3.5

GFSK

modulation par déplacement de fréquence avec filtrage gaussien (Gaussian Frequency Shift Keying)

3.6

intervalle d'émission individuel

temps exact entre deux émissions synchrones ou périodiques successives, lequel varie à chaque émission

3.7

LSB

octet de poids faible (Least Significant Byte)

3.8

LSBit

bit de poids faible (Least Significant Bit)

3.9

message

ensemble de données sur la couche application

3.10

MSB

octet de poids fort (Most Significant Byte)

3.11

MSBit

bit de poids fort (Most Significant Bit)

3.12

intervalle d'émission nominal

intervalle d'émission individuel moyen entre tous les messages synchrones ou périodiques (contenant de nouvelles données, d'anciennes données ou aucunes données) pour les compteurs sans fil

3.13

NRZ

non-retour à zéro

3.14

autre dispositif

terminal échangeant des informations avec un compteur

Note 1 à l'article : Un répéteur n'est pas un « autre dispositif », car il n'échange pas d'informations mais se contente de les transférer. Un contrôleur de communications (passerelle) est un « autre dispositif ». Un compteur physique peut remplir ce rôle s'il prend en charge des fonctions de réseau supplémentaires.

3.15

PER

taux d'erreur sur les paquets (Packet Error Rate)

3.16

PN9

mot pseudo-aléatoire de neuf bits

Note 1 à l'article : Le PN9 doit être conçu conformément à la Recommandation de l'UIT-T. O.150.

4 Abréviations et symboles

4.1 Abréviations

CI	Champ d'informations de commande
N° ident.	Numéro d'identification (numéro de série) (élément de l'adresse du compteur)
Fabric.	Acronyme du fabricant (élément de l'adresse du compteur)
Ver.	Version (élément de l'adresse du compteur)

Type de dispositif	Type du dispositif (élément de l'adresse du compteur)
ACC	Numéro d'accès (voir l'EN 13757-7)
STS	État (voir l'EN 13757-7)
Champ conf.	Champ de configuration (voir l'EN 13757-7)
M-2-O	Compteur en direction de l'autre dispositif (sens de l'émission)
O-2-M	Autre dispositif en direction du compteur (sens de l'émission)
Min.	Valeur minimale
Typ.	Valeur typique
Max.	Valeur maximale
RFU	Réservé pour un usage futur

4.2 Symboles

La notation hexadécimale est désignée par le suffixe « _h ».

Les nombres binaires sont désignés par le suffixe « _b ».

Les nombres décimaux n'ont pas de suffixe.

5 Généralités

5.1 Modes de fonctionnement

Les « compteurs » peuvent communiquer avec d'autres composants système, comme les dispositifs de relevé mobiles, les récepteurs fixes, les enregistreurs de données ou les composants de réseau système. Dans le présent document, de tels dispositifs sont appelés « autres dispositifs ». Côté compteur, il est pris pour hypothèse que la fonction de communication ne nécessite ni l'intervention de l'opérateur, ni le remplacement de pile(s) ou de batterie(s) tout au long de la durée de vie de la partie radio du compteur. D'autres composants, comme le matériel de relevé mobile ou l'équipement réseau fixe, peuvent être caractérisés par une autonomie réduite ou exiger une source d'alimentation externe, suivant les paramètres techniques et l'utilisation.

Plusieurs modes de fonctionnement distincts sont définis pour les communications avec le compteur. Le fait qu'une grande partie des paramètres de couche physique et de couche liaison de ces différents modes soient identiques permet d'utiliser des équipements et des logiciels communs. Certains paramètres différeront toutefois en raison des exigences opérationnelles et techniques de ces modes.

Le nom d'un mode est spécifié par une lettre et un chiffre. La lettre indique le mode et le chiffre précise si ce mode prend en charge le transfert de données unidirectionnel (= 1) ou bidirectionnel (= 2).

- a) Le mode « fixe », ou mode S, est destiné aux communications unidirectionnelles ou bidirectionnelles entre le compteur et un dispositif fixe ou mobile. Un sous-mode spécial S1, « émission seule », est optimisé pour les dispositifs fixes fonctionnant sur pile ou batterie avec un en-tête long, tandis que le sous-mode S1-m est destiné spécialement aux récepteurs mobiles.
- b) Mode « émission fréquente », ou mode T. Dans ce mode, le compteur émet une trame très courte (généralement de 3 ms à 8 ms) à quelques secondes d'intervalle, permettant ainsi de procéder à des relevés à pied et/ou par véhicule.

Sous-mode T1 émission seule. Il s'agit de l'émission minimale de l'identificateur (ID) d'un compteur, plus une valeur de relevé, qui est émise périodiquement.

Le sous-mode bidirectionnel T2 émet fréquemment une trame très courte contenant au moins son ID, puis attend très brièvement la réception d'une réponse après chaque émission. La réception d'une réponse ouvrira un canal de communication bidirectionnel. En variante, la trame initiale contient également la valeur de relevé et la réponse est un canal de retour utilisé uniquement pour des services spéciaux.

- c) Mode « réception fréquente », ou mode R. Dans ce mode, seul le sous-mode R2 est pertinent (R1 n'ayant aucun sens). Le compteur se met, à intervalle de quelques secondes, en attente de réception d'un message de réveil en provenance d'un émetteur-récepteur mobile. À réception du signal de réveil, le dispositif se prépare en vue d'un dialogue de quelques secondes avec l'émetteur-récepteur initiateur. Dans ce mode, un mode « réception multicanal » permet de procéder simultanément au relevé de plusieurs compteurs fonctionnant chacun sur un canal de fréquences distinct. Ce mode s'applique également aux autres dispositifs fixes.
- d) Mode « compact », ou mode C. Ce mode est similaire au mode T, mais il permet l'émission d'un plus gros volume de données avec le même bilan énergétique et le même taux d'occupation. Il prend en charge les sous-modes C1 et C2 pour les équipements unidirectionnels et bidirectionnels. Il convient pour les relevés mobiles à pied et/ou par véhicule. Il est possible de procéder à la réception commune de trames mode T et mode C sur un même récepteur.
- e) Mode « VHF à bande étroite », ou mode N. Optimisé pour le mode de fonctionnement bande étroite dans la bande de fréquences 169 MHz attribuée au relevé de compteurs et à quelques autres services. La gamme des sous-modes peut être étendue en utilisant des répéteurs. La sous-bande A est destinée, entre autres, aux communications secondaires à longue portée basées sur l'utilisation de répéteurs à plusieurs bonds.
- f) Mode « réception et émission fréquente », ou mode F. Utilisé dans la bande de fréquences de 433 MHz pour les communications à longue portée. Dans les sous-modes bidirectionnels F2-m, le compteur, à intervalle de quelques secondes, se met en attente de réception d'un message de réveil en provenance d'un émetteur-récepteur fixe ou mobile. À réception du signal de réveil, le dispositif se prépare en vue d'un dialogue de quelques secondes avec l'émetteur-récepteur initiateur. Le sous-mode bidirectionnel F2 émet une trame et attend brièvement la réception d'une réponse. La réponse ouvrira un canal de communication bidirectionnel.

Certains compteurs ou autres équipements de communication peuvent prendre en charge un seul, plusieurs, ou l'ensemble des modes décrits.

NOTE D'autres modes prenant en charge la répétition et le routage de données sont spécifiés dans l'EN 13757-5.

La présente norme ne spécifie pas le traitement détaillé des émissions en diffusion et en multidiffusion. Si aucune couche liaison étendue ou couche transport n'est utilisée, l'émission doit être interprétée comme se déroulant en multidiffusion.

5.2 Types de communications de compteur

Le Tableau 1 présente les principales caractéristiques de chaque mode et sous-mode.

Tableau 1 — Types de communications de compteur (1 sur 3)

Modes et sous-modes	DIR	Application typique	Débit des chips kc/s	Taux d'occupation maximal ^a	Codage des données et en-tête	Description
S1	1	Compteur émetteur seul pour relevé en mode fixe	32,768	0,02 % ^b	Manchester et en-tête long	Émission seule ; émet plusieurs fois par jour à destination d'un point de réception fixe. Émet dans la bande de fréquences à taux d'occupation de 1 %. En raison de l'en-tête long, convient également pour les récepteurs équipés d'un économiseur de batterie.
S1-m	1	Compteur émetteur seul pour relevé en mode mobile ou fixe	32,768	0,02 % ^b	Manchester et en-tête court	Émission seule ; émet avec un taux d'occupation limité à 0,02 % par heure, à destination d'un point de réception mobile ou fixe. Émet dans une bande de fréquences à taux d'occupation de 1 %. Exige un récepteur activé en continu.
S2	2	Tous types de compteurs. Relevé en mode fixe	32,768	1 %	Manchester et en-tête court ou en-tête long en option	Unité de comptage munie d'un récepteur activé en continu ou synchronisé ne nécessitant pas de préambule étendu pour le réveil. Également adapté pour les transpondeurs de nœuds ou les concentrateurs. Un en-tête long est facultatif.
T1	1	Émission fréquente (compteurs à trames courtes)	100	0,1 %	3 à 6 et en-tête court	Émet uniquement par rafales de données brèves, généralement de 3 ms à 8 ms à intervalle de quelques secondes ; fonctionne dans la bande de fréquences à taux d'occupation de 0,1 %.
T2	2	Émission fréquente (compteur à trames courtes avec capacité de communication bidirectionnelle)	M-2-O : 100 O-2-M : 32,768	0,1 %	3 à 6 et en-tête court Manchester et en-tête court	L'unité de comptage émet régulièrement comme le type T1 ; son récepteur est activé brièvement à l'issue de chaque émission et se verrouille en cas de réception d'un accusé de réception S2 (à 32,768 kc/s). Une communication bidirectionnelle additionnelle employant le mode mixte T1 – S2 peut suivre.

Modes et sous-modes	DIR	Application typique	Débit des chips	Taux d'occupation maximal ^a	Codage des données et en-tête	Description
R2	2	Réception fréquente (longue portée)	4,8	1 %	Manchester et en-tête moyen	Le récepteur du compteur peut être équipé d'un économiseur de batterie. Nécessite un préambule étendu pour le réveil. En option, il peut posséder jusqu'à 10 canaux de fréquences avec multiplexage par répartition en fréquence de haute précision. Le compteur répond par un réveil à 4,8 kc/s suivie d'un en-tête à 4,8 kc/s.
C1	1	Compteur à émission fréquente pour relevé en mode mobile ou fixe	100	0,1 %	NRZ et en-tête court	Émission seule, régulière, par rafales de données brèves < 22 ms ; fonctionne dans la bande de fréquences à taux d'occupation de 0,1 %.
C2	2	Compteur à émission fréquente pour relevé en mode mobile ou fixe	M-2-O : 100 O-2-M : 50	M-2-O : 0,1 % O-2-M : 10 %	M-2-O : NRZ, en-tête court O-2-M : NRZ, en-tête court	L'unité de comptage émet régulièrement comme le type C1 ; son récepteur est activé brièvement à l'issue de chaque émission et se verrouille en cas de détection d'un préambule et d'un mot de synchronisation appropriés. Les trames de données reçues par le compteur sont utilisées pour les mises à jour de protocole et les commandes.
N1	1	Émission de longue portée pour relevé en mode fixe.	2,4, 4,8, 6,4 ou 19,2	10 % ou moins ^c	NRZ	Émission seule ; émet régulièrement à destination d'un point de réception fixe.
N ₂	2	Communication bidirectionnelle de longue portée pour relevé en mode fixe.	2,4, 4,8, 6,4 ou 19,2	10 % ou moins ^c	NRZ	L'unité de comptage émet régulièrement comme le mode N1 ; son récepteur est activé brièvement à l'issue de chaque émission. Il se verrouille en cas de détection d'un préambule et d'un mot de synchronisation appropriés.
F2-m	2	Communication bidirectionnelle de longue portée	2,4	10 %	NRZ	Le récepteur du compteur peut être équipé d'un économiseur de batterie. Nécessite un préambule étendu pour le réveil.
F2	2	Communication bidirectionnelle de longue portée pour relevé en mode fixe.	2,4	10 %	NRZ	L'unité de comptage émet régulièrement. Son récepteur est activé brièvement à l'issue de chaque émission. Il se verrouille en cas de détection d'un préambule et d'un mot de synchronisation appropriés.

Modes et sous-modes	DIR	Application typique	Débit des chips	Taux d'occupation maximal ^a	Codage des données et en-tête	Description
Tous						Un composant système peut fonctionner simultanément, séquentiellement ou sur commande dans plusieurs modes dans la mesure où il satisfait à toutes les exigences de chacun de ces modes.
^a Le taux d'occupation doit être limité pour être conforme à la répartition des fréquences définie pour fonctionnement dans les bandes de fréquences applicables selon la Recommandation ERC/REC 70-03. ^b Le taux d'occupation total du canal doit être limité à < 10 %. Cela implique que le taux d'occupation par compteur doit être limité à 0,02 % par heure avec 500 dispositifs de comptage installés dans la limite de la portée d'émission. ^c Le taux d'occupation dépend de la sous-bande. Les limites sont conformes à la Décision d'exécution 2013/752/UE de la Commission.						

5.3 Classes de performances

Les émetteurs doivent faire partie de l'une des trois classes de performances de puissance rayonnée (basse, moyenne ou haute) indiquées dans le Tableau 2.

La puissance rayonnée maximale admissible pour l'émetteur est définie conformément à la Recommandation ERC/REC 70-03 ou conformément à ce qui est autorisé par la réglementation locale des radiocommunications. La puissance d'émission doit être mesurée comme la puissance apparente rayonnée (PAR) selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.2.

Le cas échéant, le récepteur doit faire partie de l'une des trois classes de performances en matière de sensibilité et de blocage (basse, moyenne ou haute) représentées dans le Tableau 3. La classe de performances des récepteurs et des émetteurs définit leur puissance, leur sensibilité et leur sélectivité. L'émetteur et le récepteur peuvent être de classes de performances différentes.

La sensibilité maximale utilisable doit être mesurée conformément à l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.14.

Tableau 2 — Classes de performances d'émetteurs

Classe d'émetteur	Application type	Description	Direction	PAR minimale P_{erp}
L_T	Basses performances	Puissance d'émission limitée	Les deux	−5 dBm (hors mode N) 0 dBm (mode N)
M_T	Moyennes performances	Puissance d'émission moyenne	Les deux	0 dBm (hors mode N) 10 dBm (mode N)
H_T	Hautes performances	Puissance d'émission la plus élevée	M-2-O	+5 dBm (mode R, S, T, C) +3 dBm (mode F) 20 dBm (mode N, sous-bande A)
			O-2-M	+8 dBm (mode R, S, T, C) +7 dBm (mode F) +20 dBm (mode N sous-bande A)

Tableau 3 — Classes de performances de récepteurs

Classe de récepteur	Application type	Description	Niveau de sensibilité exigé P_0
L_R	Basses performances	Sensibilité limitée, performances de blocage minimales	−80 dBm (mode R, S, T, C) −90 dBm (mode N) −105 dBm (mode F)
M_R	Moyennes performances	Sensibilité moyenne, bonnes performances de blocage	−90 dBm (mode R, S, T, C) −100 dBm (mode N) −110 dBm (mode F)
H_R	Hautes performances	Sensibilité et performances de blocage optimales	Voir Tableau 6, Tableau 9, Tableau 13, Tableau 16, Tableau 20 et Tableau 23

6 Mode S

6.1 Propriétés des canaux

Pour tous les paramètres, la partie radio d'un compteur doit satisfaire au moins aux exigences de l'ETSI EN 300-220-1 et l'ETSI EN 300-220-2, même si certaines applications exigent une plage de températures ou de tensions étendue. Les exigences spécifiques relatives au taux d'occupation de la bande de fréquences sont spécifiées dans le Tableau 4.

Tableau 4 — Mode S, propriétés des canaux

Caractéristique	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences ^a	868,0	868,3	868,6	MHz
Taux d'occupation de l'émetteur dans le mode S2 ^b		0,02	1	%
Taux d'occupation de l'émetteur dans les modes S1 et S1-m ^c			0,02	%
^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 868 MHz à 870 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.				
^b Taux d'occupation tel que défini par l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.4.				
^c Le taux d'occupation est limité à 0,02 % par heure afin de limiter le taux d'occupation total du canal (voir Tableau 1, note b).				

NOTE Voir la Figure A.1 pour des informations complémentaires sur la fréquence et la puissance recommandées.

6.2 Émetteur

Les paramètres relatifs à l'émetteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 5 ci-dessous :

Tableau 5 — Mode S, émetteur

Caractéristique	Mode	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Fréquence centrale (compteur émetteur seul ; sous-mode S1)			868,25	868,30	868,35	MHz	±60 ppm
Fréquence centrale (autre dispositif et mode S2)			868,278	868,300	868,322	MHz	±25 ppm
Excursion FSK			±40	±50	±80	kHz	
Débit des chips en émission		f_{chip}		32,768		kc/s	
Tolérance de débit des chips					±1,5	%	
Stabilité numérique des bits ^a					±3	µs	
Débit de données (Manchester) ^b				$f_{\text{chip}} \times 1/2$		b/s	
Longueur de préambule, incluant les bits/octets de synchronisation, dans les deux directions	S2, S1-m		48			chips	
Longueur de préambule, synchronisation des bits/octets comprise	S1	PL	576			chips	Facultatif pour S2
Longueur de postambule (queue) ^c			2		8	chips	
Délai de réponse ^{d h} (communication O-2-M)		t_{RO}	3		15	ms	
Retard d'émission FAC ^{e f}	S2	t_{TxD}	$N \times 1\,000 - 0,5$	$N \times 1\,000$	$N \times 1\,000 + 0,5$	ms	$N = 2, 3 \text{ ou } 5$
Délai d'attente FAC ^g	S2	t_{TO}	25		30	s	

^a La stabilité des bits doit être mesurée à la sortie du microcontrôleur ou du circuit codeur.

^b Chaque bit doit être codé sous la forme de 2 chips (codage Manchester).

^c Le postambule (queue) doit consister en $n = 1$ à 4 « un », ce qui veut dire que la séquence de chips est $n \times (01)$.

^d Délai de réponse : le récepteur doit être prêt à recevoir une réponse dans un intervalle de temps inférieur au délai de réponse minimal, et doit être en réception pendant au moins la durée du délai de réponse maximal (en référence à la fin de l'émission précédente).

^e Retard d'émission FAC : définit de combien de temps un compteur doit retarder la première réponse à un message reçu en provenance d'un autre dispositif par rapport à sa dernière émission. Ce retard doit également être appliqué entre la première réponse du compteur et la réponse répétée suivante du compteur et toutes les réponses répétées suivantes au cours du cycle d'accès fréquent (FAC). L'instant de référence doit être la fin du préambule (fin de la séquence de synchronisation) de l'émission du compteur. Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

^f Le créneau temporel sélectionné, N , doit être le même sur l'ensemble du cycle d'accès fréquent.

^g Délai d'attente FAC : correspond à l'intervalle de temps entre la dernière réception réussie d'une trame en provenance de l'autre dispositif au cours du cycle d'accès fréquent (FAC) et le moment où la répétition de la dernière réponse du compteur doit être arrêtée (fin du cycle d'accès fréquent).

^h L'EN 13757-4:2013 applique une durée de réponse maximale O-2-M de 50 ms.

6.3 Récepteur

Les paramètres relatifs au récepteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 — Récepteur

Caractéristique	Classe	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou ($PER < 0,8$) ^a	H_R	P_o	-100	-105		dBm	
Performance de blocage ^b	L_R		2 ^e			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c}	M_R		2			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c d}	H_R		2			Catégorie	
Tolérance acceptable sur le débit des chips		D_{fchip}			± 2	%	
Débit des chips (compteur)		f_{chip}		32,768		kc/s	
^a Avec des trames de 20 octets. ^b Performances de blocage du récepteur selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.18. ^c Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe M_R et de classe H_R : l'équipement doit satisfaire aux exigences d'immunité telles que spécifiées dans le projet ETSI EN 301 489-1, V2.2.0:2017. ^d Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe H_R : la sélectivité au canal adjacent doit être supérieure à 40 dB lorsqu'elle est mesurée selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.15. ^e La catégorie 3 de performance de blocage n'est plus suffisante.							

6.4 Codage des données et préambule

6.4.1 Codage des données

Le codage Manchester doit être utilisé dans ce mode pour faciliter le codage/décodage et limiter le taux d'occupation de la bande de base. Chaque bit doit être codé soit sous la forme d'une séquence de chips « 10_b » représentant un « zéro », soit d'une séquence de chips « 01_b » représentant un « un ». La fréquence la plus basse doit correspondre à une valeur de chip de « 0_b ».

6.4.2 Ordre d'émission des données codées

Chaque octet de données doit être émis avec le bit de poids fort en premier. L'ordre des champs à octets multiples est défini au paragraphe 12.2.

6.4.3 Préambule et mot de synchronisation

La séquence de chips totale en préambule (en-tête + synchronisation) pour ce mode doit être $n \times (01)000111011010010110$:

avec $n \geq 279$ pour le sous-mode S1 (en-tête long) ;

avec $n \geq 15$ pour le sous-mode S2 (en-tête court) ;

avec $n \geq 279$ pour l'en-tête long facultatif du sous-mode S2.

Tous les chips de chaque trame, y compris le préambule et le postambule, doivent former une suite ininterrompue. Une trame de format A doit suivre ce préambule.

NOTE Dans le codage de type Manchester, la séquence de chips 000111 n'est pas valide, mais elle est utilisée à proximité de la fin de l'en-tête pour permettre au récepteur de détecter le début d'une nouvelle émission ou d'une émission plus puissante. Cela s'applique même pendant la réception d'une émission plus faible. L'effet de capture (absorption) assure l'efficacité des communications, même sur un canal où un grand nombre d'émetteurs de faible puissance répartis sur une zone étendue pourraient sinon bloquer la réception d'un émetteur plus proche/puissant. De plus, il permet aux récepteurs en régime d'impulsions de faire la distinction entre le début d'une trame valide et la détection d'une séquence de « synchronisation » accidentelle dans une émission en cours.

7 Mode T

7.1 Propriétés des canaux

Pour tous les paramètres, la partie radio d'un compteur doit satisfaire au moins aux exigences de l'ETSI EN 300-220-1 et l'ETSI EN 300-220-2, même si certaines applications exigent une plage de températures ou de tensions étendue. Les exigences spécifiques relatives aux bandes de fréquences sont spécifiées dans le Tableau 7.

Tableau 7 — Mode T, propriétés des canaux

Caractéristique	Mode	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences : M-2-O ^a	T1, T2	868,7	868,95	869,2	MHz
Bande de fréquences : O-2-M	T2	868,0	868,3	868,6	MHz
^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 868 MHz à 870 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.					

NOTE Voir la Figure A.1 pour des informations complémentaires sur la fréquence et la puissance recommandées.

7.2 Émetteur

Les paramètres relatifs à l'émetteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 8.

Tableau 8 — Mode T, émetteur

Caractéristique	Mode	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Fréquence centrale (M-2-O)	T1, T2		868,900	868,950	869,000	MHz	±60 ppm
Fréquence centrale (O-2-M)	T2		868,278	868,300	868,322	MHz	±25 ppm
Excursion FSK (M-2-O)	T1, T2		±40	±50	±80	kHz	
Excursion FSK (O-2-M)	T2		±40	±50	±80	kHz	
Débit des chips en émission (M-2-O)	T1, T2	$f_{\text{chip}2}$	90	100	110	kc/s	
Variation de débit dans les limites de l'en-tête + la trame (compteur)	T1, T2	D_{fchip}		0	±1	%	
Débit de données ^a (M-2-O, codage 3 parmi 6)	T1, T2	$f_{\text{chip}2}$		$f_{\text{chip}} \times 2/3$		b/s	
Débit des chips en émission (O-2-M)	T2			32,768		kc/s	

Caractéristique	Mode	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Tolérance de débit des chips (O-2-M)	T2				$\pm 1,5$	%	
Stabilité numérique des bits ^b	T2				± 3	μs	
Débit de données (O-2-M, codage Manchester)	T2			$f_{\text{chip2}} \times 1/2$		b/s	
Longueur de préambule, incluant les bits/octets de synchronisation, dans les deux directions	T1, T2	PL	48			chips	
Longueur de postambule (queue) ^c	T1, T2		2		8	chips	
Délai de réponse ^d (communication O-2-M)	T2	t_{RO}	2		3	ms	
Retard d'émission FAC ^{e f}	T2	t_{TXD}	$N \times 1\,000 - 0,5$	$N \times 1\,000$	$N \times 1\,000 + 0,5$	ms	$N = 2, 3 \text{ ou } 5$
Délai d'attente FAC ^g	T2	t_{TO}	25		30	s	

^a Chaque quartet (4 bits) doit être codé sous la forme de 6 chips (voir Tableau 10).

^b La stabilité des bits doit être mesurée à la sortie du microcontrôleur ou du circuit codeur.

^c Le postambule (queue) doit consister en au moins deux chips alternés. Si le dernier chip du champ CRC est un zéro, alors le postambule minimal doit être « 10 » ; sinon il doit être « 01 ».

^d Délai de réponse : le récepteur doit être prêt à recevoir une réponse dans un intervalle de temps inférieur au délai de réponse minimal, et doit être en réception pendant au moins la durée du délai de réponse maximal (en référence à la fin de l'émission précédente).

^e Retard d'émission FAC : définit de combien de temps un compteur doit retarder la première réponse à un message reçu en provenance d'un autre dispositif par rapport à sa dernière émission. Ce retard doit également être appliqué entre la première réponse du compteur et la réponse répétée suivante du compteur et toutes les réponses répétées suivantes au cours du cycle d'accès fréquent (FAC). L'instant de référence doit être la fin du préambule (fin de la séquence de synchronisation) de l'émission du compteur. Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

^f Le créneau temporel sélectionné, N, doit être le même sur l'ensemble du cycle d'accès fréquent.

^g Délai d'attente FAC : correspond à l'intervalle de temps entre la dernière réception réussie d'une trame en provenance de l'autre dispositif au cours du cycle d'accès fréquent (FAC) et le moment où la répétition de la dernière réponse du compteur doit être arrêtée (fin du cycle d'accès fréquent).

7.3 Récepteur (T2 uniquement)

Les paramètres relatifs au récepteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 9.

Tableau 9 — Récepteur (T2 uniquement)

Caractéristique	Mode/Classe	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou ($PER < 0,8$) ^a	H_R	P_o	-100	-105		dBm	
Performance de blocage ^b	L_R		2 ^e			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c}	M_R		2			Catégorie	
Performance de blocage ^{c d}	H_R		2			Catégorie	
Plage acceptable de débits des chips d'en-tête : (autre dispositif)	T1, T2	f_{chip}	88	100	112	kc/s	±12 %
Variation acceptable du débit des chips pendant l'en-tête et la trame : (autre dispositif)	T1, T2	D_{fchip}		0	±2	%	
Débit des chips : (Compteur)	T2	f_{chip}		32,768		kc/s	
Variation acceptable du débit des chips (compteur)	T2	D_{fchip2}		0	±2	%	
^a Avec des trames de 20 octets. ^b Catégorie de récepteur selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 4.2.5. ^c Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe M_R et de classe H_R : l'équipement doit satisfaire aux exigences d'immunité telles que spécifiées dans le projet ETSI EN 301 489-1, V2.2.0:2017, 9.2. ^d Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe H_R : la sélectivité au canal adjacent doit être supérieure à 40 dB lorsqu'elle est mesurée selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.15. ^e La catégorie 3 de performance de blocage n'est plus suffisante.							

7.4 Codage des données et préambule

7.4.1 Généralités

Pour garantir une vitesse d'émission optimale dans le mode T1 et le mode T2, les données allant du compteur au dispositif de lecture (autre dispositif) doivent être codées à l'aide du code « 3 parmi 6 » dont l'efficacité est largement reconnue. Dans le mode T2, le lecteur peut renvoyer un message au compteur. Ce message doit être codé à l'aide du code Manchester (voir le paragraphe 8.4.1).

7.4.2 Émission en provenance du compteur : codage des données « 3 parmi 6 »

7.4.2.1 Règles de codage

Le codage « 3 parmi 6 » doit être utilisé dans le mode T1 et le mode T2 car il offre une efficacité renforcée par rapport au codage Manchester. Des codes uniques doivent être utilisés pour des fonctions de commande spécifiques telles que le préambule, le début de message, etc. Le codage doit être appliqué conformément aux indications du Tableau 10.

Chaque quartet de données doit être codé sous la forme d’un mot de 6 bits. Parmi les 64 combinaisons possibles, seuls les mots ayant un nombre égal de zéros et de un, et un minimum de deux transitions, ont été sélectionnés.

La fréquence la plus basse doit correspondre à une valeur de chip de « 0_b ».

Tableau 10 — Mode T, émission du compteur, codage des données « 3 parmi 6 »

Code NRZ	Décimal	Code 6 bits	Décimal	Nbre de transitions
0000 _b	0	010110 _b	22	4
0001 _b	1	001101 _b	13	3
0010 _b	2	001110 _b	14	2
0011 _b	3	001011 _b	11	3
0100 _b	4	011100 _b	28	2
0101 _b	5	011001 _b	25	3
0110 _b	6	011010 _b	26	4
0111 _b	7	010011 _b	19	3
1000 _b	8	101100 _b	44	3
1001 _b	9	100101 _b	37	4
1010 _b	10	100110 _b	38	3
1011 _b	11	100011 _b	35	2
1100 _b	12	110100 _b	52	3
1101 _b	13	110001 _b	49	2
1110 _b	14	110010 _b	50	3
1111 _b	15	101001 _b	41	4

7.4.2.2 Ordre d’émission des données codées

Les données codées selon le codage « 3 parmi 6 » doivent être émises avec le bit de poids fort (MSB, bit de gauche du code à 6 bits) en premier et le quartet de poids fort (MSN) en premier.

Chaque octet de données doit être émis avec le bit de poids fort en premier.

L’ordre des champs à octets multiples est défini au paragraphe 12.2.

7.4.2.3 Préambule et mot de synchronisation

La séquence de chips totale en préambule (en-tête + synchronisation) pour ce mode doit être :

$n \times (01) 0000111101_b$ avec $n \geq 19$.

Une trame de format A doit suivre ce préambule.

La séquence de chips 0101010101_b a été réservée pour le préambule d'émission de façon à ce que le récepteur puisse lancer l'échantillonnage au débit maximal des chips, puis déterminer le débit réel des chips à partir de ces mots. En outre, le grand nombre de transitions permet d'optimiser la détection du débit réel des chips. Dans la trame, le nombre maximal de zéros ou de un contigus est de quatre, mais le mot « 00001111_b » comme le mot « 11110000_b » n'apparaîtront jamais dans une séquence de chips codée « 3 parmi 6 ». Il est donc possible d'utiliser le mot à des fins de synchronisation.

La séquence de chips 0101010101_b n'apparaîtra jamais dans le cadre d'une séquence de chips normale. Le décodeur peut se servir de cela pour détecter que le récepteur a capturé une autre émission. Dans ce cas, le récepteur doit arrêter l'analyse de la trame en cours et lancer la détection d'une nouvelle trame. Cette fonction de « détection de capture » renforce la capacité de communication du système en présence d'un grand nombre d'utilisateurs.

7.4.3 Émission de l'autre dispositif, codage Manchester

7.4.3.1 Règles de codage

Le codage Manchester doit être utilisé dans ce mode pour faciliter le codage/décodage et limiter le taux d'occupation de la bande de base. Chaque bit doit être codé soit sous la forme d'une séquence de chips « 10_b » représentant un « zéro », soit d'une séquence de chips « 01_b » représentant un « un ». La fréquence la plus basse doit correspondre à une valeur de chip de « 0_b ».

7.4.3.2 Préambule et mot de synchronisation

La séquence de chips totale en préambule (en-tête + synchronisation) pour ce mode doit être $n \times (01)000111$ 0110 1001 0110_b avec $n \geq 15$. Tous les chips de chaque trame, y compris le préambule et le postambule, doivent former une suite ininterrompue. Une trame de format A doit suivre ce préambule.

NOTE 1 Dans le codage Manchester, la séquence de chips 000111_b n'est pas valide, mais elle est utilisée à proximité de la fin de l'en-tête pour permettre au récepteur de détecter le début d'une nouvelle émission ou d'une émission plus puissante. Cela s'applique même pendant la réception d'une émission plus faible. L'effet de capture (absorption) assure l'efficacité des communications, même sur un canal où un grand nombre d'émetteurs de faible puissance répartis sur une zone étendue pourraient sinon bloquer la réception d'un émetteur plus proche/puissant. De plus, il permet aux récepteurs en régime d'impulsions de faire la distinction entre le début d'une trame valide et la détection d'une séquence de « synchronisation » accidentelle dans une émission en cours.

NOTE 2 Le codage des données est le même que celui utilisé dans le mode S et le mode R2.

8 Mode R2

8.1 Propriétés des canaux

Pour tous les paramètres, la partie radio d'un compteur doit satisfaire au moins aux exigences de l'ETSI EN 300-220-1 et l'ETSI EN 300-220-2, même si certaines applications exigent une plage de températures ou de tensions étendue. Les exigences spécifiques relatives à la bande de fréquences et à l'espacement entre canaux sont spécifiées dans le Tableau 11.

Tableau 11 — Mode R2, propriétés des canaux

Caractéristique	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences ^a	868,00	868,33	868,60	MHz
Espacement entre canaux		60		kHz
^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 868 MHz à 870 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.				

NOTE Voir la Figure A.1 pour des informations complémentaires sur la fréquence et la puissance recommandées.

8.2 Émetteur

Les paramètres relatifs à l'émetteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 12.

Tableau 12 — Mode R2, émetteur

Caractéristique	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Fréquence centrale (autre dispositif)			868,330		MHz	
Fréquence centrale (Compteur)			868,030 $+n \times 0,06$		MHz	
Tolérance de fréquence (Compteur/autre dispositif)			0	± 17	kHz	± 20 ppm
Excursion FSK		$\pm 4,8$	± 6	$\pm 7,2$	kHz	
Débit des chips (réveil et communications)			4,8		kc/s	
Tolérance de débit des chips (réveil et communications)			0	$\pm 1,5$	%	
Stabilité numérique des bits ^a				± 15	μ s	
Débit de données (Codage Manchester) ^b			$f_{\text{chip}} \times 1/2$		b/s	
Longueur de préambule, synchronisation des bits/octetes comprise	PL	96			chips	
Longueur de postambule (queue) ^c		2		8	chips	
Délai de réponse (communication O-2-M)	t_{RO}	3		50	ms	
Délai de réponse ^d (M-2-O)	t_{RM}	10		10 000	ms	

Caractéristique	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Retard d'émission FAC ^{e f}	t_{TxD}	$N \times 1000 - 1$	$N \times 1\,000$	$N \times 1\,000 + 1$	ms	$N = 5, 7 \text{ ou } 13$
Délai d'attente FAC ^g	t_{TO}	25		30	s	

^a La stabilité des bits doit être mesurée à la sortie du microcontrôleur ou du circuit codeur.
^b Chaque bit doit être codé sous la forme de 2 chips (codage Manchester).
^c Le postamble (queue) doit consister en $1 \leq n \leq 4$ « un », ce qui veut dire que la séquence de chips doit être $n \times (01)$.
^d Délai de réponse : le récepteur doit être prêt à recevoir une réponse dans un intervalle de temps inférieur au délai de réponse minimal, et doit être en réception pendant au moins la durée du délai de réponse maximal (en référence à la fin de l'émission précédente). Le délai de réponse t_{RO} doit être utilisé si le champ CI de la trame reçue est 81_h, autrement le délai de réponse t_{RM} doit être utilisé.
^e Retard d'émission FAC : définit de combien de temps un compteur doit retarder la première réponse à un message reçu en provenance d'un autre dispositif par rapport à sa dernière émission. Ce retard doit également être appliqué entre la première réponse du compteur et la réponse répétée suivante du compteur et toutes les réponses répétées suivantes au cours du cycle d'accès fréquent (FAC). L'instant de référence doit être la fin du préambule (fin de la séquence de synchronisation) de l'émission du compteur.
^f Le créneau temporel sélectionné, N, doit être le même sur l'ensemble du cycle d'accès fréquent.
^g Délai d'attente FAC : correspond à l'intervalle de temps entre la dernière réception réussie d'une trame en provenance de l'autre dispositif au cours du cycle d'accès fréquent (FAC) et le moment où la répétition de la dernière réponse du compteur doit être arrêtée (fin du cycle d'accès fréquent).

8.3 Récepteur

Les paramètres relatifs au récepteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 13.

Tableau 13 — Mode R2 — Récepteur

Caractéristique	Classe	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Sensibilité (BER < 10 ⁻²) ou (PER < 0,8) ^a	H_R	P_o	-105	-110		dBm	
Performance de blocage ^b	L_R		2 ^e			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c}	M_R		2			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c d}	H_R		2			Catégorie	
Plage acceptable de débits des chips		f_{chip}	4,7	4,8	4,9	kc/s	environ ±2 %
Variation acceptable du débit des chips pendant l'en-tête et la trame		D_{fchip}		0	±0,2	%	

^a Avec des trames de 20 octets.
^b La catégorie de récepteur doit être conforme à l'ETSI EN 300 220-1 V3.1.1:2017, 4.2.5.
^c Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe M_R et de classe H_R : l'équipement doit satisfaire aux exigences d'immunité telles que spécifiées dans le projet ETSI EN 301 489-1, V2.2.0:2017, 9.2.
^d Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe H_R : la sélectivité au canal adjacent doit être supérieure à 40 dB lorsqu'elle est mesurée selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.15.
^e La catégorie 3 de performance de blocage n'est plus suffisante.

8.4 Codage des données et préambule

8.4.1 Codage des données

Le codage Manchester doit être utilisé dans ce mode pour faciliter le codage/décodage et limiter le taux d'occupation de la bande de base. Chaque bit doit être codé soit sous la forme d'une séquence de chips « 10_b » représentant un « zéro », soit d'une séquence « 01_b » représentant un « un ». La fréquence la plus basse correspond à une valeur de chip de « 0_b ».

8.4.2 Ordre d'émission des données codées

Chaque octet de données doit être émis avec le bit de poids fort en premier.

L'ordre des champs à octets multiples est défini au paragraphe 12.2.

8.4.3 Préambule et mot de synchronisation

La séquence de chips totale en préambule (en-tête + synchronisation) pour ce mode doit être $n \times (01)0001110111010010110_b$ avec $n \geq 39$. Tous les chips de chaque trame doivent former une séquence de chips ininterrompue. Une trame de format A doit suivre ce préambule.

NOTE 1 Dans le codage Manchester, la séquence de chips 000111_b n'est pas valide, mais elle est utilisée à proximité de la fin de l'en-tête pour permettre au récepteur de détecter le début d'une nouvelle émission ou d'une émission plus puissante. Cela s'applique même pendant la réception d'une émission plus faible. L'effet de capture (absorption) assure l'efficacité des communications, même sur un canal où un grand nombre d'émetteurs de faible puissance répartis sur une zone étendue pourraient sinon bloquer la réception d'un émetteur plus proche/puissant. De plus, il permet aux récepteurs en régime d'impulsions de faire la distinction entre le début d'une trame valide et la détection d'une séquence de « synchronisation » accidentelle dans une émission en cours.

NOTE 2 Le codage des données est le même que celui utilisé dans le mode S et le mode T2.

9 Mode C

9.1 Propriétés des canaux

Pour tous les paramètres, la partie radio d'un compteur doit satisfaire au moins aux exigences de l'ETSI EN 300-220-1 et l'ETSI EN 300-220-2, même si certaines applications exigent une plage de températures ou de tensions étendue. Les exigences spécifiques relatives aux bandes de fréquences sont spécifiées dans le Tableau 14.

Tableau 14 — Mode C, propriétés des canaux

Caractéristique	Mode	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences : M-2-O ^a	C1, C2	868,7	868,95	869,2	MHz
Bande de fréquences : O-2-M ^a	C2	869,4	869,525	869,65	MHz
^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 868 MHz à 870 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.					

9.2 Émetteur

Les paramètres relatifs à l'émetteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 15.

Tableau 15 — Mode C, émetteur (1 sur 2)

Caractéristique	Mode	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Fréquence centrale (M-2-O)	C1, C2		868,928	868,950	868,972	MHz	±25 ppm
Fréquence centrale (O-2-M)	C2		869,503	869,525	869,547	MHz	±25 ppm
Excursion FSK ^a (M-2-O)	C1, C2		±33,75	±45	±56,25	kHz	
Excursion FSK ^a (O-2-M)	C2		±18,75	±25	±31,25	kHz	
Largeur de bande GFSK relative	C2	BT		0,5			
Débit des chips (M-2-O)	C1, C2	f_{chip}		100		kc/s	
Débit des chips (O-2-M)	C2	f_{chip}		50		kc/s	
Tolérance de débit des chips	C1, C2				±100	ppm	
Débit de données ^b	C1, C2			f_{chip}		b/s	
Longueur de préambule ^c	C1, C2	PL	32		32	chips	
Longueur de synchronisation	C1, C2	SL	32		32	chips	
Délai de réponse rapide ^{d e f} (par défaut) (O-2-M)	C2	t_{RO}	99,5	100	100,5	ms	
Délai de réponse lent ^{d e f} (O-2-M)	C2	$t_{\text{RO_slow}}$	999,5	1 000	1 000,5	ms	
Délai de réponse rapide ^{d e} (par défaut) (M-2-O)	C2	t_{RM}	99,5	100	100,5	ms	
Délai de réponse lent ^{d e} (M-2-O)	C2	$t_{\text{RM_slow}}$	999,5	1 000	1 000,5	ms	
Retard d'émission FAC ^{g h}	C2	t_{TxD}	$N \times 1\,000$ -0,5	$N \times$ 1 000	$N \times 1\,000$ +0,5	ms	$N = 2,3$ ou 5
Délai d'attente FAC ⁱ	C2	t_{TO}	25		30	s	

^a 75 % à 125 % de l'excursion nominale mesurée au centre du chip (fréquence en fonction du temps d'ouverture de l'œil) émettant une séquence pseudo-aléatoire de 9 bits (PN9), les valeurs min./max. étant basées sur la valeur RMS (moyenne quadratique) de l'erreur.

^b Tous les bits sont codés à l'aide du codage NRZ.

^c Si nécessaire, les trois premiers symboles du préambule peuvent être utilisés pour la gradation de puissance.

^d Après avoir reçu une trame, l'unité répondeuse doit démarrer l'émission du préambule après le délai de réponse spécifié. Le délai de réponse est mesuré à partir de la réception du dernier bit de la trame. Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

^e L'utilisation du délai de réponse lent ou rapide est spécifiée dans le champ CC (Commande de Communication) de la couche liaison étendue (voir le paragraphe 13.2.7). Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E. Le délai de réponse par défaut doit être utilisé en l'absence de couche liaison étendue dans la trame.

^f Si la trame est répétée (comme spécifié dans le champ « Commande de Communication » de la couche liaison étendue – voir le paragraphe 13.2.7), l'autre dispositif doit utiliser à la place un délai de réponse rapide (t_{RR} ou $t_{\text{RR_slow}}$) qui est plus court de 85 ms que le délai t_{RO} ou $t_{\text{RO_slow}}$ correspondant. Cela permet de répéter les communications bidirectionnelles sans perte de vitesse de communication. La trame en provenance du compteur en direction de l'autre dispositif doit être répétée dans un délai inférieur à 5 ms (t_{DRFE}). Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

^g Retard d'émission FAC : Ce retard doit également être appliqué entre la première réponse du compteur et la réponse répétée suivante du compteur et toutes les réponses répétées suivantes au cours du cycle d'accès fréquent (FAC). L'instant de référence doit être la fin du préambule (fin de la séquence de synchronisation) de l'émission du compteur. Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

^h Le créneau temporel sélectionné, N, doit être le même sur l'ensemble du cycle d'accès fréquent.

ⁱ Délai d'attente FAC : correspond à l'intervalle de temps entre la dernière réception réussie d'une trame en provenance de l'autre dispositif au cours du cycle d'accès fréquent (FAC) et le moment où la répétition de la dernière réponse du compteur doit être arrêtée (fin du cycle d'accès fréquent).

9.3 Récepteur

Les paramètres relatifs au récepteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 16.

Tableau 16 — Mode C, récepteur

Caractéristique	Classe	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou (PER < 0,8) (autre dispositif) ^a	H_R	P_o	-100	-105		dBm
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou (PER < 0,8) (compteur) ^a	H_R	P_o	-95			dBm
Performance de blocage ^b	L_R		2 ^e			Catégorie
Performance de blocage ^{b c}	M_R		2			Catégorie
Performance de blocage ^{b c d}	H_R		2			Catégorie
^a Avec des trames de 20 octets. ^b Catégorie de récepteur selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 4.2.5. ^c Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe M_R et de classe H_R : l'équipement doit satisfaire aux exigences d'immunité telles que spécifiées dans le projet ETSI EN 301 489-1, V2.2.0:2017, 9.2 et dans l'ETSI EN 301 489-3. ^d Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe H_R : la sélectivité au canal adjacent doit être supérieure à 40 dB lorsqu'elle est mesurée selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.15. ^e La catégorie 3 de performance de blocage n'est plus suffisante.						

9.4 Codage des données et préambule

9.4.1 Codage

Toutes les communications en provenance du compteur en direction de l'autre dispositif sont émises sous forme de données à modulation FSK. Toutes les communications en provenance de l'autre dispositif en direction du compteur sont émises sous forme de données à modulation GFSK. Toutes les communications sont codées par codage NRZ, avec la fréquence basse correspondant à un « 0 » binaire.

Chaque octet de données doit être émis avec le bit de poids fort en premier.

L'ordre des champs à octets multiples est défini au paragraphe 12.2.

9.4.2 Préambule et mot de synchronisation

Toutes les communications doivent être précédées de :

- $n \times (01) 0101010000111101 01010100 11001101_b$; ou
- $n \times (01) 0101010000111101 01010100 00111101_b$, avec $n = 16$.

Les 16 premiers chips du mot de synchronisation correspondent au préambule + mot de synchro du mode T. Cela permet de mettre en œuvre un décodeur capable de décoder à la fois les trames du mode T et les trames du mode C. Si la trame est de mode C, les 6 chips suivants formeront le mot « 010101_b ». Le décodeur peut utiliser cela pour détecter si la trame reçue n'est pas du mode T étant donné que le mot « 010101_b » n'apparaîtra jamais dans la séquence de chips codée « 3 parmi 6 » utilisée dans le mode T. Les 8 derniers chips décident du format de trame sélectionné. Si le mot des 8 derniers chips est « 11001101_b », c'est le format de trame A qui suit. Si le mot des 8 derniers chips est « 00111101_b », c'est le format de trame B qui suit (voir le paragraphe 12.4).

Le décodeur peut détecter facultativement que le récepteur a capturé une autre émission en détectant une nouvelle séquence préambule + mot de synchronisation en conjonction avec une brusque augmentation de l'intensité de réception. Dans ce cas, le récepteur doit arrêter l'analyse de la trame en cours et lancer la détection d'une nouvelle trame. Cette fonction de « détection de capture » renforce la capacité de communication du système en présence d'un grand nombre d'utilisateurs.

10 Mode N

10.1 Propriétés des canaux

Pour tous les paramètres, la partie radio d'un compteur doit satisfaire au moins aux exigences de l'ETSI EN 300-220-1, l'ETSI EN 300-220-2 et l'ETSI EN 300-220-4, même si certaines applications exigent une plage de températures ou de tensions étendue. Les différentes sous-bandes sont soumises à des exigences individuelles en matière de plage de fréquences, de taux d'occupation et d'espacement entre canaux. Ces exigences sont indiquées dans le Tableau 17, le Tableau 18, le Tableau 19 et le Tableau 20. L'Annexe B contient une vue d'ensemble à cet effet.

Tableau 17 — Mode N, propriétés des canaux, sous-bande A

Caractéristique	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences ^a	169,400		169,475	MHz
Espacement entre canaux		12,5/25/50	50	kHz
Puissance émise			500	mW
Taux d'occupation de l'émetteur			10	%

^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 169 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.

Tableau 18 — Mode N, propriétés des canaux, sous-bande B

Caractéristique	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences ^a	169,475		169,487 5	MHz
Espacement entre canaux		12,5		kHz
Puissance émise			10	mW
Taux d'occupation de l'émetteur ^b			0,1	%

^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 169 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.

^b La législation nationale peut être moins restrictive.

Tableau 19 — Mode N, propriétés des canaux, sous-bande C

Caractéristique	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences ^a	169,487 5		169,587 5	MHz
Espacement entre canaux		12,5/25/50		kHz
Puissance émise			10	mW
Taux d'occupation de l'émetteur ^{b c}			0 001	%
NOTE Pour cette sous-bande, la Recommandation ERC/REC 70-03 indique : Les équipements qui concentrent ou multiplexent des équipements individuels sont exclus. La législation nationale peut être moins restrictive.				
^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 169 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.				
^b Une limite de taux d'occupation de 0,1 % peut être utilisée entre 00h00 et 06h00, heure locale.				
^c La législation nationale peut être moins restrictive.				

Tableau 20 — Mode N, propriétés des canaux, sous-bande D

Caractéristique	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences ^a	169,587 5		169,812 5	MHz
Espacement entre canaux		12,5		kHz
Puissance émise			10	mW
Taux d'occupation de l'émetteur ^b			0,1	%
^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 169 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.				
^b La législation nationale peut être moins restrictive.				

10.2 Paramètres de liaison physique

Les sous-modes doivent être affectés aux canaux et aux fréquences comme décrit dans le Tableau 21.

Tableau 21 — Mode N, fréquences et canaux

Sous-bande	Indice	Fréquence centrale MHz	Espacement entre canaux kHz	GFSK kbit/s	4 GFSK kbit/s	Tolérance de fréquence kHz	Plage de canaux
A	1	$169,406\,25 + n \times 0,0125$	12,5	2,4		$\pm 2,0$	$0 \leq n \leq 5$
A	2	$169,406\,25 + n \times 0,012\,5$	12,5	4,8		$\pm 1,5$	$0 \leq n \leq 5$
A	3	$169,406\,25 + n \times 0,012\,5$	12,5		6,4	$\pm 1,5$	$0 \leq n \leq 5$
A	4	169,437 5	50		19,2	$\pm 2,5$	$n = 0$
B	5	169,481 25	12,5	2,4		$\pm 2,0$	$n = 0$
B	6	169,481 25	12,5	4,8		$\pm 1,5$	$n = 0$
C	7	$169,493\,75 + n \times 0,012\,5$	12,5	2,4		$\pm 1,5$	$0 \leq n \leq 7$

Sous-bande	Indice	Fréquence centrale MHz	Espacement entre canaux kHz	GFSK kbit/s	4 GFSK kbit/s	Tolérance de fréquence kHz	Plage de canaux
C	8	$169,493\,75 + n \times 0,012\,5$	12,5	4,8		$\pm 1,5$	$0 \leq n \leq 7$
C	9	$169,493\,75 + n \times 0,012\,5$	12,5		6,4	$\pm 1,5$	$0 \leq n \leq 7$
D	10	$169,593\,75 + n \times 0,012\,5$	12,5	2,4		$\pm 2,0$	$0 \leq n \leq 17$
D	11	$169,593\,75 + n \times 0,012\,5$	12,5	4,8		$\pm 1,5$	$0 \leq n \leq 17$
D	12	$169,593\,75 + n \times 0,012\,5$	12,5		6,4	$\pm 1,5$	$0 \leq n \leq 17$
D	13	$169,625 + n \times 0,05$	50		19,2	$\pm 2,5$	$0 \leq n \leq 3$

La modulation et la temporisation doivent être telles que spécifiées dans le Tableau 22.

Tableau 22 — Mode N, modulation et temporisation

Caractéristique	Débit de données	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
GFSK, excursion (indice de modulation 2,0)	2,4 kbit/s		$\pm 1,68$	$\pm 2,4$	$\pm 3,12$	kHz	70 % à 130 % de l'excursion nominale ^a
GFSK, excursion (indice de modulation 1,0)	4,8 kbit/s		$\pm 1,68$	$\pm 2,4$	$\pm 3,12$	kHz	70 % à 130 % de l'excursion nominale ^a
4GFSK, excursion (indice de modulation 1,0)	6,4 kbit/s		$\pm 2,24$	-3,2, -1,06, +1,06, +3,2	$\pm 4,16$	kHz	70 % à 130 % de l'excursion nominale ^a
4GFSK, excursion (indice de modulation 0,5)	19,2 kbit/s		$\pm 5,04$	-7,2, -2,4, +2,4, +7,2	$\pm 9,36$	kHz	70 % à 130 % de l'excursion nominale ^a
Largeur de bande relative GFSK/4GFSK	Tous	BT		0,5			
Tolérance de débit binaire/débit de symboles	Tous				± 100	ppm	
Longueur de préambule	Tous	PL	16^f		16^f	bits ou symboles	
Longueur de synchronisation	Tous	SL	16		16	bits ou symboles	
Longueur de postambule (queue)	Tous			0		bits ou symboles	
Délai de réponse rapide ^b (0-2-M)	Tous	t_{RO}	99,5	100	100,5	ms	
Délai de réponse lent ^b (0-2-M)	4,8 kbit/s 6,4 kbit/s 19,2 kbit/s	t_{RO_slow}	1 099,5 1 099,5 1 099,5	1 100 1 100 1 100	1 100,5 1 100,5 1 100,5	ms	

Caractéristique	Débit de données	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Délai de réponse lent ^b (O-2-M)	2,4 kbit/s	t_{RO_slow}	2 099,5	2 100	2 100,5	ms	
Délai de réponse étendu (par défaut) ^{b g} (O-2-M)	Tous	t_{RO_extd}	4 997,5	5 000	5 002,5	ms	
Retard d'émission FAC ^{c d}		t_{TxD}	$N \times 1\,000 - 0,5$	$N \times 1\,000$	$N \times 1\,000 + 0,5$	ms	$N = 5,7$ ou 13^h
Délai d'attente FAC ^e	Tous	t_{TO}	25		30	s	
NOTE La modulation de phase continue est recommandée pour toutes les modulations afin de prendre en charge la démodulation synchrone.							
<p>^a Mesurée au centre du symbole extérieur (fréquence en fonction du temps d'ouverture de l'œil) émettant une séquence PN9, les valeurs min./max. étant basées sur la valeur RMS (moyenne quadratique) de l'erreur.</p> <p>^b L'émetteur doit commencer à émettre le préambule dans la limite de ce délai après le dernier bit de la trame reçue. L'utilisation du délai de réponse lent, rapide ou étendu est spécifiée dans le champ CC (Commande de Communication) de la couche liaison étendue (voir le paragraphe 13.2.7.3). Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E. Le délai de réponse par défaut doit être utilisé en l'absence de couche liaison étendue.</p> <p>^c Retard d'émission FAC : définit de combien de temps un compteur doit retarder la première réponse à un message reçu en provenance d'un autre dispositif par rapport à sa dernière émission. Ce retard doit également être appliqué entre la première réponse du compteur et la réponse répétée suivante du compteur et toutes les réponses répétées suivantes au cours du cycle d'accès fréquent (FAC). L'instant de référence doit être la fin du préambule (fin de la séquence de synchronisation) de l'émission du compteur.</p> <p>^d Le créneau temporel sélectionné, N, doit être le même sur l'ensemble du cycle d'accès fréquent.</p> <p>^e Délai d'attente FAC : correspond à l'intervalle de temps entre la dernière réception réussie d'une trame en provenance de l'autre dispositif au cours du cycle d'accès fréquent (FAC) et le moment où la répétition de la dernière réponse du compteur doit être arrêtée (fin du cycle d'accès fréquent).</p> <p>^f Un maximum de 8 symboles peuvent être ajoutés si nécessaire pour la gradation de puissance avant le préambule.</p> <p>^g Le délai étendu permet à l'autre dispositif d'effectuer des opérations telles que des opérations cryptographiques sur les données dynamiques.</p> <p>^h Il doit être garanti que le retard d'émission FAC sélectionné n'interfère pas avec le délai de réponse utilisé.</p>							

10.3 Sensibilité du récepteur

La sensibilité et la performance de blocage du récepteur doivent être telles que spécifiées dans le Tableau 23.

Tableau 23 — Mode N, récepteur

Caractéristique	Classe	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou ($PER < 0,8$) ^a , GFSK	H_R	P_o	-115	-123		dBm	2,4 kbit/s
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou ($PER < 0,8$) ^a , GFSK	H_R	P_o	-112	-120		dBm	4,8 kbit/s
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou ($PER < 0,8$) ^a , 4GFSK	H_R	P_o	-109	-112		dBm	6,4 kbit/s
Sensibilité ($BER < 10^{-2}$) ou ($PER < 0,8$) ^a , 4GFSK	H_R	P_o	-104	-107		dBm	19,2 kbit/s
Performance de blocage ^b	L_R		2 ^e			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c}	M_R		2			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c d}	H_R		2			Catégorie	
^a Avec des trames de 20 octets. ^b Catégorie de récepteur selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 4.2.5. ^c Exigences supplémentaires pour les récepteurs de classe M_R et de classe H_R : l'équipement doit satisfaire aux exigences d'immunité telles que spécifiées dans le projet ETSI EN 301 489-1, V2.2.0:2017, 9.2. ^d Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe H_R : la sélectivité au canal adjacent doit être supérieure à 40 dB lorsqu'elle est mesurée selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.15. ^e La catégorie 3 de performance de blocage n'est plus suffisante.							

10.4 Codage des données et préambule

10.4.1 Codage

Les données émises en utilisant la modulation GFSK doivent être codées à l'aide du code NRZ, avec la basse fréquence correspondant à un « 0 » binaire.

Les données émises en utilisant la modulation 4GFSK doivent être codées à l'aide du code NRZ, avec la fréquence la plus basse correspondant à « 01 » en binaire (symbole A) ; la deuxième fréquence correspondant à « 00 » en binaire (B), la troisième fréquence correspondant à « 10 » en binaire (C) et la fréquence la plus haute correspondant à « 11 » en binaire (D).

Chaque octet de données doit être émis avec le bit de poids fort en premier.

L'ordre des champs à octets multiples est défini au paragraphe 12.2.

10.4.2 Préambule et mot de synchronisation

Lorsque $n = 8$, toutes les émissions utilisant la GFSK doivent être précédées par :

- $n \times (01) 11110110 10001101_b$ (format de trame A) ; ou
- $n \times (01) 11110110 01110010_b$ (format de trame B).

Lorsque $n = 8$, toutes les émissions utilisant la 4GFSK doivent être précédées par :

- $n \times (\text{AD}) \text{ DDDDADDA DAAADDAD}_b$ (format de trame A) ; ou
- $n \times (\text{AD}) \text{ DDDDADDA ADDDAADA}_b$ (format de trame B).

NOTE Le premier mot est équivalent au schéma binaire $n \times (0111) \text{ 1111111101111101 1101010111110111}_b$ et le deuxième mot est équivalent au schéma binaire $n \times (0111) \text{ 1111111101111101 0111111101011101}_b$.

Tous les chips de chaque trame, y compris le préambule et le postambule, doivent former une suite ininterrompue.

Le décodeur peut détecter facultativement que le récepteur a capturé une autre émission en détectant un nouveau schéma préambule + mot de synchronisation en conjonction avec une brusque augmentation de l'intensité de réception. Dans ce cas, le récepteur doit arrêter l'analyse de la trame en cours et lancer la détection d'une nouvelle trame. Cette fonction de « détection de capture » renforce la capacité de communication du système en présence d'un grand nombre de dispositifs.

11 Mode F

11.1 Propriétés des canaux

Pour tous les paramètres, la partie radio d'un compteur doit satisfaire au moins aux exigences de l'ETSI EN 300-220-1 et l'ETSI EN 300-220-2, même si certaines applications exigent une plage de températures ou de tensions étendue. Les exigences spécifiques relatives au taux d'occupation de la bande de fréquences sont spécifiées dans le Tableau 24.

Tableau 24 — Mode F, propriétés des canaux

Caractéristique	Min.	Typ.	Max.	Unité
Bande de fréquences ^a	433,050	433,820	434,790	MHz
Taux d'occupation de l'émetteur			10	%
^a La présente Norme européenne est optimisée pour la bande de fréquences de 433 MHz, même s'il est possible d'utiliser d'autres bandes de fréquences avec une licence d'émission appropriée.				

11.2 Paramètres de liaison physique

Les paramètres relatifs à l'émetteur doivent être tels qu'indiqués dans le Tableau 25.

Tableau 25 — Mode F, paramètres de l'émetteur

Caractéristique	Symbole	Mode	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Fréquence centrale		Tous	433,813	433,82	433,827	MHz	16 ppm
Excursion FSK ^a		F2, F2-m	±4,8	±5,5	±7,0	kHz	
Débit de données		F2, F2-m		2,4		kc/s	
Tolérance de débit de données		Tous			±100	ppm	
Délai de réponse ^b (compteur en direction de l'autre dispositif)	t_{RM}	F2-m	3	50	4 000	ms	
Délai de réponse rapide ^{c d} (O-2-M) (par défaut)	t_{RO}	F2	99,5	100	100,5	ms	
Délai de réponse lent ^{c d} (O-2-M)	t_{RO_slow}	F2	999,5	1 000	1 000,5	ms	
Retard d'émission FAC ^{e f}	t_{TxD}	F2	$N \times 1\,000 - 0,5$	$N \times 1\,000$	$N \times 1\,000 + 0,5$	ms	$N = 5,7$ ou 13
Délai d'attente FAC ^g	t_{TO}	F2	25		30	s	

^a 75 % à 125 % de l'excursion nominale mesurée au centre du chip (fréquence en fonction du temps d'ouverture de l'œil) émettant une séquence pseudo-aléatoire de 9 bits (PN9), les valeurs min./max. étant basées sur la valeur RMS (moyenne quadratique) sélectionnée de l'erreur.

^b Temps de retard que doit appliquer un compteur avant de répondre à un message en provenance d'un autre dispositif.

^c Après avoir reçu une trame, l'unité répondeuse doit démarrer l'émission du préambule après le délai de réponse spécifié. Le délai de réponse est mesuré à partir de la réception du dernier bit de la trame. Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

^d L'utilisation du délai de réponse lent ou rapide est spécifiée dans le champ CC (Commande de Communication) de la couche liaison étendue (voir le paragraphe 13.2.7.3). Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E. Le délai de réponse par défaut doit être utilisé en l'absence de couche liaison étendue dans la trame.

^e Retard d'émission FAC : Ce retard doit également être appliqué entre la première réponse du compteur et la réponse répétée suivante du compteur et toutes les réponses répétées suivantes au cours du cycle d'accès fréquent (FAC). L'instant de référence doit être la fin du préambule (fin de la séquence de synchronisation) de l'émission du compteur. Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

^f Le créneau temporel sélectionné, N , doit être le même sur l'ensemble du cycle d'accès fréquent.

^g Délai d'attente FAC : correspond à l'intervalle de temps entre la dernière réception réussie d'une trame en provenance de l'autre dispositif au cours du cycle d'accès fréquent (FAC) et le moment où la répétition de la dernière réponse du compteur doit être arrêtée (fin du cycle d'accès fréquent).

Si la trame est répétée (comme spécifié dans le champ « Commande de Communication » de la couche liaison étendue – voir le paragraphe 13.2.7), l'autre dispositif doit utiliser à la place un délai de réponse rapide (t_{RR} ou t_{RR_slow}) qui est plus court de 85 ms que le délai t_{RO} ou t_{RO_slow} correspondant. Cela permet de répéter les communications bidirectionnelles sans perte de vitesse de communication. La trame en provenance du compteur en direction de l'autre dispositif doit être répétée dans un délai inférieur à 5 ms (t_{DRF}). Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

11.3 Sensibilité du récepteur

La sensibilité et la performance de blocage du récepteur doivent être telles que spécifiées dans le Tableau 26.

Tableau 26 — Mode F, récepteur

Caractéristique	Classe	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Sensibilité (BER < 10 ⁻²) ou (PER < 0,8) ^a	H _R	P ₀	-115	-117		dBm	2,4 kbit/s
Performance de blocage ^b	L _R		2 ^e			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c}	M _R		2			Catégorie	
Performance de blocage ^{b c d}	H _R		2			Catégorie	
^a Avec des trames de 20 octets.							
^b Catégorie de récepteur selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 4.2.5.							
^c Exigences supplémentaires pour les récepteurs de classe M _R et de classe H _R : l'équipement doit satisfaire aux exigences d'immunité telles que spécifiées dans le projet ETSI EN 301 489-1, V2.2.0:2017, 9.2.							
^d Exigence supplémentaire pour les récepteurs de classe H _R : la sélectivité au canal adjacent doit être supérieure à 40 dB lorsqu'elle est mesurée selon l'ETSI EN 300 220-1, V3.1.1:2017, 5.15.							
^e La catégorie 3 de performance de blocage n'est plus suffisante.							

11.4 Codage des données et préambule

11.4.1 Codage des données

Les données émises en utilisant la modulation FSK doivent être codées à l'aide du code NRZ. La fréquence basse doit correspondre à un « 0 » binaire. Chaque octet de données doit être émis avec le bit de poids fort en premier.

L'ordre des champs à octets multiples est défini au paragraphe 12.2.

11.4.2 Préambule et mot de synchronisation

Toutes les données émises doivent être précédées d'un préambule. Pour le format A de la couche liaison de données, le préambule doit être $n \times (01) 1111 0110 1000 1101_b$, avec $n \geq 39$. Pour le format B de la couche liaison de données, le préambule doit être $n \times (01) 1111 0110 0111 0010_b$, avec $n \geq 39$.

12 Couche liaison de données

12.1 Généralités

La couche liaison de données suit immédiatement le préambule et le mot de synchronisation (couche d'accès au support). La présente norme prend en charge deux formats de trame différents, A et B, pour la couche liaison de données. Le format de trame doit être détecté par le préambule et le mot de synchronisation (voir la description des modes respectifs). Les trames sont divisées en blocs. Dans les deux formats, le premier bloc a une longueur fixe de 10 octets et contient la couche liaison, laquelle se compose des champs de longueur de trame (champ L), d'informations de commande (champ C) et d'adresse expéditeur (adresse de couche liaison). Le deuxième bloc commence par le champ CI, qui est utilisé pour déclarer la structure des données suivantes. Les données suivantes consistent en une ou plusieurs couches avant les données d'application (le cas échéant). Il peut s'agir d'une couche liaison de données étendue/réseau réduite et d'un en-tête de données d'application, formant la couche transport, d'une couche réseau (voir l'EN 13757-5), ou d'une extension de la couche liaison (couche liaison étendue), comme décrit ci-après. Le champ CI définit également le protocole d'application (le cas échéant).

La disponibilité de multiples formats de trame n'implique pas qu'un dispositif, qu'il s'agisse d'un compteur ou d'un autre dispositif, soit dans l'obligation de prendre en charge simultanément les deux formats de trame. Un dispositif peut mettre en œuvre les deux formats de trame. Il convient qu'un compteur, une fois installé, ne modifie pas son format de trame.

Pour les modes où les deux formats de trame sont pris en charge, il convient que l'autre dispositif détecte les deux formats de trame pendant le déroulement de l'installation d'un compteur. Pendant les communications qui suivent, l'autre dispositif pourrait alors se synchroniser uniquement sur le format de trame connu des compteurs.

12.2 Ordre des champs à octets multiples

Les séquences d'octets des champs à octets multiples situés avant le premier champ CI doivent être transférées avec l'octet de poids faible en premier. La séquence d'octets de champs à octets multiples situés après les champs CI de 80_h, 82_h, 83_h, 86_h et 88_h à 8F_h (voir les paragraphes 13.2 et 13.3) doit également être transférée avec l'octet de poids faible en premier. La séquence d'octets des autres champs à octets multiples n'est pas définie dans le présent document. Les champs à octets multiples situés après le premier champ CI doivent être transférés comme spécifié dans les couches mises en œuvre, c'est-à-dire, conformément à l'EN 13757-1 et à l'EN 13757-3 pour la couche application et à l'EN 13757-7 pour la couche transport.

La séquence d'octets du champ CRC doit être transférée avec l'octet de poids fort en premier.

12.3 Format de trame A

Le format de trame A est conforme à l'EN 60870-5-1 avec la classe de format FT3. Les octets de départ 05_h 64_h sont remplacés par la séquence de chips de préambule décrite pour le mode concerné. Le format des différents blocs de la trame est défini ci-après.

Le format du premier bloc doit être tel qu'indiqué dans le Tableau 27 :

Tableau 27 — Format A, format du premier bloc

Champ L	Champ C	Champ M	Champ A	Champ CRC
1 octet	1 octet	2 octets	6 octets	2 octets

Le format du deuxième bloc doit être tel qu'indiqué dans le Tableau 28 :

Tableau 28 — Format A, format du deuxième bloc

Champ CI	Champ de données	Champ CRC
1 octet	15 ou, s'il s'agit du dernier bloc, $((L-9) \text{ modulo } 16) - 1$ octets	2 octets

Le format des éventuels blocs facultatifs suivants doit être tel qu'indiqué dans le Tableau 29 :

Tableau 29 — Format A, format du ou des blocs facultatifs

Champ de données	Champ CRC
16 ou, s'il s'agit du dernier bloc, $((L-9) \text{ modulo } 16)$ octets	2 octets

12.4 Format de trame B

Le contrôle de couche liaison au format de trame B est effectué sur un maximum de 128 octets, champ CRC inclus. Les trames de longueur inférieure ou égale à 128 octets, champs CRC et L inclus, contiennent un seul champ CRC couvrant à la fois le premier et le deuxième bloc. Les trames de longueur comprise entre 131 octets et 256 octets (longueur maximale) contiennent deux champs CRC, le deuxième champ CRC couvrant le bloc facultatif. Le format des différents blocs de la trame est défini ci-après.

Le format du premier bloc doit être tel qu'indiqué dans le Tableau 30.

Tableau 30 — Format B, format du premier bloc

Champ L	Champ C	Champ M	Champ A
1 octet	1 octet	2 octets	6 octets

Le format du deuxième bloc doit être tel qu'indiqué dans le Tableau 31.

Tableau 31 — Format B, format du deuxième bloc

Champ CI	Champ de données	Champ CRC
1 octet	115 ou, s'il s'agit du dernier bloc, (L-12) octets	2 octets

Le format de tout bloc suivant doit être tel qu'indiqué dans le Tableau 32.

Tableau 32 — Format B, format du bloc facultatif

Champ de données	Champ CRC
(L-129) octets	2 octets

12.5 Définitions des champs

12.5.1 Généralités

Les champs tels que définis dans l'EN 60870-5-1 (champ L) et l'EN 60870-5-2 (champ C, champ M et champ A) sont spécifiés dans les paragraphes qui suivent. Le champ A de l'EN 60870-5-2 correspond à la concaténation du champ M et du champ A présentés ici.

12.5.2 Champs à octets multiples

Les champs à octets multiples doivent être traités comme indiqué au paragraphe 12.2.

12.5.3 Champ de longueur (champ L)

Format de trame A :

Le premier octet du premier bloc correspond au champ de longueur. Ce champ spécifie le nombre d'octets de données utilisateur qui suivent, en incluant les octets de commande et d'adresse et à l'exclusion des octets CRC. Si $((L-9) \text{ MOD } 16)$ est différent de zéro, alors le dernier bloc doit contenir $((L-9) \text{ MOD } 16)$ octets de données + 2 octets CRC. Tous les autres blocs à l'exception du premier bloc doivent contenir 16 octets de données + 2 octets CRC.

Format de trame B :

Le premier octet du premier bloc correspond au champ de longueur. Ce champ spécifie le nombre de tous les octets suivants, y compris tous les octets CRC.

12.5.4 Champ de commande (champ C)

Le deuxième octet du premier bloc correspond au champ C. Il spécifie le type de trame.

Le format général du champ C, bit par bit, est indiqué dans le Tableau 33.

Tableau 33 — Format de données du champ C

MSBit				LSBit
RES	PRM	FCB	FCV	Code de fonction
		ACD	DFC	
				Primaire à secondaire
				Secondaire à primaire

RES – ce bit doit toujours être « 0 ».

PRM – message « 1 » d'une station primaire (initiatrice) ;

message « 0 » d'une station secondaire (répondeuse).

Le codage des bits FCB, FCV, ACD et DFC doit être utilisé conformément aux règles de l'EN 60870-5-2.

Les codes fonction décrits dans le Tableau 34 et le Tableau 35 peuvent être utilisés. La station primaire et la station secondaire sont définies dans l'EN 60870-5-2.

Tableau 34 — Codes de fonction du champ C dans les messages envoyés par des stations primaires

Code de fonction	Nom symbolique	Direction	Fonction	Confirmation par	Prise en charge par le compteur
0 _h	SND-NKE ^{a,b}	En direction du compteur	Réinitialisation de la liaison après communication. Met à zéro le FCB et termine le cycle d'accès fréquent. Signale également une liaison radio valable à un compteur qui a envoyé un message d'installation (SND-NKE ne contient pas de données d'application).	—	Obligatoire pour S2, T2, C2, R2, N ₂ et F2
3 _h	SND-UD/ SND-UD ^{2c}	En direction du compteur	Envoi d'une commande (« Send User Data »)	ACK/NACK/ RSP-UD ^c	Obligatoire pour S2, T2, C2, et R2, N ₂ et F2
4 _h	SND-NR ^{d,f}	En provenance du compteur	Envoi de données d'application non sollicitées/périodiques sans demande (« Send/No Reply »)	—	Obligatoire pour S1, T1, C1 et N1

Code de fonction	Nom symbolique	Direction	Fonction	Confirmation par	Prise en charge par le compteur
5 _h	SND-UD3 ^{f,h}	En direction du compteur	Envoyer une commande vers plusieurs récepteurs en même temps (« Send User Data ») Pas de réponse	—	Facultative
6 _h	SND-IR ^f	En provenance du compteur	Envoi de données d'installation initiées manuellement (« Send Installation Request »)	CNF-IR	Facultative
7 _h	ACC-NR ^f	En provenance du compteur	Envoi d'un message non sollicité/périodique pour fournir l'occasion d'accéder au compteur (ne contient pas de données d'application)	—	Facultative
8 _h	ACC-DMD ^f	En provenance du compteur	Demande d'accès à un autre dispositif par le compteur. Ce message demande un accès au compteur (ne contient pas de données d'application)	ACK	Facultative
A _h	REQ-UD1 ^{e,g}	En direction du compteur	Demande d'alarme (« Request User Data Class 1 ») (ne contient pas de données d'application)	ACK/RSP-UD ^e	Obligatoire pour S2, T2, C2, R2, N ₂ et F2
B _h	REQ-UD2 ^g	En direction du compteur	Demande de données (« Request User Data Class 2 ») (ne contient pas de données d'application)	RSP-UD	Obligatoire pour S2, T2, C2, R2, N ₂ et F2

- ^a Le FCB doit être remis à zéro automatiquement après un délai d'attente FAC (voir le paragraphe 12.6.3.3).
- ^b Nommé SND-NKE dans l'EN 13757-2.
- ^c Le SND-UD est utilisé conjointement avec un FCB valide (le champ C contient 53_h ou 73_h) et il doit recevoir un message ACK en guise de réponse. Si le compteur reçoit le code de fonction 3_h avec un bit FCV à zéro (le champ C contient 43_h), le compteur doit alors prendre pour hypothèse la réception d'un SND-UD suivi d'un REQ-UD2. Par conséquent, il doit répondre avec le RSP-UD correspondant à la place d'un ACK. Ce message est appelé SND-UD2. La prise en charge de SND-UD2 est facultative. Si le compteur ne prend pas en charge le message SND-UD2 doit répondre par un NACK et supprimer le message. Les compteurs existants mis en œuvre conformément à l'EN 13757-4:2013 ou une version précédente de la présente norme répondront avec un ACK. Le SND-UD2 ne s'applique pas aux messages fragmentés. Voir également l'Annexe E.
- ^d Le compteur peut utiliser un cycle d'accès fréquent (FAC), c'est-à-dire réémettre le même message un nombre limité de fois, jusqu'à la réponse de l'autre dispositif. Il convient que l'autre dispositif utilise le SND-NKE pour répondre et il convient alors que le compteur mette fin au FAC.
- ^e Si le compteur ne prend pas en charge les données d'alarme, il doit au moins répondre par un ACK.
- ^f Ce type de message doit être utilisé avec FCV = 0.
- ^g Ce type de message doit être utilisé avec FCV = 1.
- ^h Il convient d'appliquer le SND-UD3 pour les émissions de multidiffusion ou de diffusion ; voir aussi l'EN 13757-3:2018, Annexe I.

Tableau 35 — Codes fonction du champ C dans les messages envoyés par des stations secondaires

Code de fonction	Nom symbolique	Direction	Fonction	Initié par	Prise en charge par le compteur
0 _h	ACK	Les deux directions	Accuser réception d'un ACC-DMD ou SND-UD (acquiescement d'émission uniquement) Doit aussi être utilisé comme réponse à un REQ-UD1 en l'absence d'alerte (ne contient pas de données d'application)	SND-UD/ ACC-DMD	Obligatoire pour S2, T2, C2, R2, N2 et F2
1 _h	NACK ^a	En provenance du compteur	Remplace un ACK dans les cas suivants : — Saturation de la mémoire tampon de réception du compteur — Datagramme avec champ C invalide ou inconnu	SND-UD/ SND-UD2	Facultative
6 _h	CNF-IR	En direction du compteur	Confirme la réussite de l'enregistrement (installation) du compteur à l'outil de service (ne contient pas de données d'application)	SND-IR	Facultative
8 _h	RSP-UD	En provenance du compteur	Réponse à des données d'application après une demande de la station primaire (réponse des données utilisateur)	REQ-UD1/ REQ-UD2/ SND-UD2	Obligatoire pour S2, T2, C2, R2, N2 et F2
^a Une trame NACK emploie la même structure de trame qu'une trame ACK, la seule différence étant le champ C.					

12.5.5 Identificateur du fabricant (champ M)

Les troisième et quatrième octets du premier bloc doivent contenir un ID utilisateur/fabricant associé à l'émetteur. Les 15 bits de poids faible de ces deux octets doivent être formés à partir d'un code ISO/IEC 646 de trois lettres (A...Z), comme spécifié dans l'EN 13757-7:2018, 7.5.2.

Si le bit de poids fort de cet ID utilisateur/fabricant à deux octets est égal à zéro, alors l'adresse A doit être une adresse de fabricant de compteur unique (figée dans le code) de 6 octets. Chaque fabricant est responsable du caractère unique de ces 6 octets à l'échelle mondiale. N'importe quel type de codification ou de numérotation, y compris par type/version/date, peut être utilisé tant que l'ID est unique.

Si le bit de poids fort de cet ID utilisateur/fabricant à deux octets est différent de zéro, alors l'adresse à 6 octets doit être unique au moins dans les limites de la portée d'émission maximale du système (adresse non figée dans le code). Cette adresse est généralement attribuée au dispositif au moment de l'installation. Les octets restants peuvent être employés à des fins spécifiques à l'utilisateur tant que ces exigences d'unicité d'adresse sont satisfaites.

NOTE L'adresse est utilisée en post traitement pour identifier le compteur indépendamment de son interface de communication. C'est pourquoi le fabricant doit garantir l'unicité des adresses non seulement pour les compteurs sans fil, mais aussi pour tous les compteurs produits.

12.5.6 Adresse (champ A)

Contrairement à l'EN 60870-5-2, ce champ d'adresse A contient toujours l'adresse de l'émetteur. Sur la liaison montante, l'adresse d'un compteur avec module radio intégré ou l'adresse d'un adaptateur radio prenant en charge un compteur non équipé d'un module radio ; sur la liaison descendante, l'adresse de l'autre dispositif. L'adresse du récepteur (obligatoire pour la liaison descendante) doit suivre dans la couche liaison de données étendue, voir le paragraphe 13.2, ou dans la couche transport, voir le paragraphe 13.3. L'adresse doit être unique, voir le paragraphe 12.5.5. Chaque utilisateur/fabricant doit garantir l'unicité de cette adresse. Si ce protocole est utilisé conjointement avec la couche transport ou la couche application de l'EN 13757-3, la structure d'adresse suivante doit alors être appliquée : le champ A doit être généré sous la forme d'une concaténation du « Numéro d'identification », de l'« Identification de la version » et de l'« Identification du type de dispositif » tels que spécifiés dans l'EN 13757-7:2018, 7.5.1, 7.5.3 et 7.5.4. Voir les exemples dans l'Annexe C.

NOTE Si l'adresse du compteur diffère de l'adresse de l'émetteur, l'adresse du compteur sera émise après le champ CI en utilisant une couche transport longue, voir le paragraphe 13.3.3 et l'EN 13757-7.

12.5.7 Contrôle par redondance cyclique (champ CRC)

Le CRC doit être calculé sur les informations du bloc précédent et généré selon le format FT3 de l'EN 60870-5-1. La formule est la suivante :

Le polynôme du CRC est : $x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$

La valeur initiale est 0.

Le CRC final est complété.

12.5.8 Champ d'informations de commande (champ CI)

Le premier octet du deuxième bloc correspond au champ CI. Le champ CI spécifie le type de protocole et ainsi la nature des informations qui suivent. Le champ CI peut déclarer une couche application, une couche authentification et fragmentation, une couche transport, une couche réseau ou une couche liaison étendue. Le champ CI est défini au paragraphe 13.1.

12.6 Temporisations

12.6.1 Temporisations des messages d'installation

Un compteur peut prendre en charge des messages d'installation supplémentaires. Les messages d'installation doivent être initiés uniquement par un événement manuel (en appuyant sur un bouton, par exemple). L'émission des messages d'installation doit démarrer immédiatement suite à cet événement.

Pour garantir l'efficacité de la mise en service, les messages d'installation (SND-IR) doivent être répétés au moins 6 fois avec un intervalle de 30 s à 60 s. L'émission de messages d'installation doit s'arrêter au plus tard 60 min après l'événement initiateur manuel.

Si l'autre dispositif reçoit un message d'installation (SND-IR) et enregistre finalement ce compteur pour réception permanente, il convient qu'il réponde avec un message de confirmation d'installation (CNF-IR) pour signaler la réussite de l'enregistrement au compteur lui-même et à un outil de service facultatif. À réception de ce message, le compteur peut arrêter la répétition des messages d'installation. L'outil de service peut utiliser ce message pour faire remonter l'information quant à la réussite de l'installation du compteur au technicien.

À réception d'un message d'installation (SND-IR), l'autre dispositif peut générer un message de remontée d'informations (SND-NKE) à destination d'un outil de service. Pour éviter les risques de collision avec un deuxième autre dispositif, l'émission du message de remontée d'informations (SND-NKE) doit être différée aléatoirement de 5 s à 25 s après la réception du message d'installation du compteur. L'émission du message de remontée d'information (SND-NKE) est indépendante de l'émission ou de la réception d'un message de confirmation d'installation (CNF-IR). Voir l'Annexe D du document CEN/TR 17167:2018.

12.6.2 Émissions synchrones des messages de compteur

Il convient que le compteur applique un schéma de temps d'émission strict afin de permettre aux autres dispositifs alimentés par pile ou batterie (concentrateurs de données, répéteurs, etc.) de n'activer leurs récepteurs que pendant des fenêtres de temps courtes prévues. L'utilisation du schéma d'émission synchrone est facultative.

Le compteur doit émettre des messages synchrones au moins avec un intervalle d'émission nominal (moyen) tel qu'indiqué dans le Tableau 36.

Les messages synchrones doivent être du type SND-NR, ACC-DMD ou ACC-NR (champs C 44_h, 48_h ou 47_h). Comme le numéro d'accès est exigé, ils doivent contenir un en-tête court ou long ou un champ CI dans la plage 86_h ou 8C_h à 8F_h (Tableau 42). Les messages ACC-NR peuvent être utilisés simplement pour maintenir la synchronisation. Les messages SND-NR, ACC-DMD et ACC-NR peuvent être mélangés.

Tableau 36 — Valeurs maximales de l'intervalle d'émission nominal, *t*_{NOM}

Mode	<i>t</i> _{NOM (max)}
T, C	15 min
S	120 min
R, N, F	24 h

Les messages synchrones doivent être émis aux intervalles d'émission individuels (mesurés entre le début d'un message et le début du message suivant) donnés par :

$$t_{ACC} = (1 + (|n_{ACC} - 128| - 64)/2048) \times t_{NOM}$$

$$t_{NOM} = n \times 2 \text{ s}$$

où

- t*_{ACC} désigne l'intervalle d'émission individuel entre le message ayant le numéro d'accès *n*_{ACC} et le message suivant ;
- n*_{ACC} désigne la valeur du numéro d'accès (de 0 à 255) ;
- t*_{NOM} désigne l'intervalle d'émission nominal fixe dans la plage spécifiée dans le Tableau 26 ;
- n* est un nombre entier positif fixe.

Le numéro d'accès *n*_{ACC} est donné par :

— l'EN 13757-7:2018, 7.5.5.

La tolérance absolue totale permise de l'intervalle d'émission nominal fixé, t_{NOM} , est composée d'une partie statique et d'une partie dynamique. La partie statique concerne les tolérances initiales des composants et les effets de vieillissement à évolution lente, tandis que la partie dynamique concerne les effets dynamiques à changement rapide, comme la température.

La tolérance statique ne doit pas évoluer de plus de ± 1 ppm par jour et doit être comprise entre :

- ± 40 ppm pour tous les compteurs.

La tolérance dynamique supplémentaire doit être comprise entre :

- $+90$ ppm/ -10 ppm pour les compteurs fonctionnant dans la plage de températures de -15 °C à $+65$ °C ;
- $+210$ ppm/ -10 ppm pour tous les autres compteurs.

La tolérance absolue totale permise tout au long de la durée de vie du dispositif et pour toutes les températures doit donc être :

- $+130$ ppm/ -50 ppm pour les compteurs fonctionnant dans la plage de températures de -15 °C à $+65$ °C ;
- $+250$ ppm/ -50 ppm pour tous les autres compteurs.

Une instabilité non cumulative sur l'intervalle d'émission nominal, due à une quantification temporelle discrète, est admise. Elle doit, pour :

- $t_{\text{NOM}} < 300$ s, être inférieure à ± 1 ms ;
- $t_{\text{NOM}} \geq 300$ s, être inférieure à ± 3 ms.

Pour les messages avec un champ CI autre que 86_h et $8C_h$ à $8F_h$, tous les messages synchrones doivent être marqués comme tels en mettant à 1 le bit de synchronisation dans le champ Configuration de la couche transport. Pour plus d'informations sur le champ Configuration, voir l'EN 13757-7:2018, 7.7.2 et 7.7.4.

Pour les messages avec un champ CI de 86_h ou $8C_h$ à $8F_h$, tous les messages synchrones doivent être marqués comme tels en mettant à 1 le sous-champ Synchronisé dans le champ Commande de Communication. Pour plus d'informations sur le champ Commande de Communication, voir le paragraphe 13.2.7.4.

Il est permis d'émettre des messages non synchrones supplémentaires, conformément aux règles de temporisation de la présente norme, par exemple en communication bidirectionnelle. Les messages non synchrones doivent être marqués comme tels en mettant à zéro le bit de synchronisation ou le sous-champ Synchronisé, selon le cas.

Les compteurs utilisant le mode S1 et le mode S2 doivent toujours émettre des messages synchrones en utilisant le préambule long pour prendre en charge des partenaires de communication alimentés par pile/batterie.

Les fabricants de compteurs sont fortement encouragés à initialiser les numéros d'accès et les cadenceurs d'émission internes des différents compteurs avec des valeurs aléatoires couvrant un spectre étendu pour éviter les collisions systématiques.

Le compteur peut omettre des émissions synchrones ponctuelles si une tâche de priorité plus élevée (par exemple un algorithme métrologique impossible à reporter) doit être exécutée au moment programmé pour l'émission. Le taux de messages synchrones omis ne doit pas dépasser 6,25 % par période glissante de 24 h. Le numéro d'accès, n_{ACC} , doit être incrémenté comme si toutes les émissions synchrones avaient été exécutées.

L'Annexe D donne un exemple de prédiction d'un temps d'émission synchrone.

12.6.3 Temporisation d'accès

12.6.3.1 Généralités

Ce paragraphe décrit la temporisation à prendre en compte par la communication de l'autre dispositif pour réussir à accéder à un compteur.

12.6.3.2 Mode R, S, T, C, N et F : accès au compteur

Pour le mode R, S, T, C, N et F, l'autre dispositif peut accéder à un compteur R2, S2, T2, C2, F2 ou N2 uniquement si le compteur est prêt à recevoir.

Le compteur R, S, T, C, N et F signale sa propre accessibilité à chaque émission, soit dans le champ de configuration de la couche transport (voir le champ Configuration dans l'EN 13757-7:2018, 7.7.2 et 7.7.4, soit dans le champ Commande de Communication de la couche liaison étendue (voir le paragraphe 13.2.7). Avant d'émettre un message au compteur, l'autre dispositif doit vérifier l'accessibilité du compteur dans la trame reçue précédemment de la part du compteur. Voir le Tableau 37.

Tableau 37 — Accessibilité à un compteur R, S, T, C, N, F

Bit B ^a	Bit A ^b	Accessibilité du compteur
0	0	Accès impossible – Le compteur n'offre aucune fenêtre d'accès (compteur unidirectionnel)
0	1	Accès impossible temporairement – Le compteur prend en charge l'accès bidirectionnel en général, mais il n'y a aucune fenêtre d'accès après cette émission (par exemple accès impossible temporairement afin de respecter les limites du taux d'occupation ou pour limiter la consommation d'énergie)
1	0	Accès limité – Le compteur offre des fenêtres d'accès courtes uniquement juste après cette émission (par exemple compteur fonctionnant sur pile/batterie)
1	1	Accès illimité – Le compteur offre un accès illimité au moins jusqu'à l'émission suivante (par exemple dispositifs fonctionnant sur secteur)
^a Le bit B désigne soit le bit 15 dans le champ de configuration, voir l'EN 13757-7:2018, 7.7.2 et 7.7.4, soit le bit 7 dans le champ Commande de Communication, voir le paragraphe 13.2.7.2.		
^b Le bit A désigne soit le bit 14 dans le champ de configuration, voir l'EN 13757-7:2018, 7.7.2 et 7.7.4, soit le bit 2 dans le champ Commande de Communication, voir le paragraphe 13.2.7.7.		

Ci-après quelques exemples :

Accès impossible – Les compteurs unidirectionnels (mode S1, T1, C1 ou N1) ne sont jamais accessibles.

Accès impossible temporairement – Si un compteur bidirectionnel n'est pas prêt à répondre à cause d'une limitation de sa consommation d'énergie, de son taux d'occupation, ou pour toute autre raison, il doit déclarer un « accès impossible temporairement ».

Accès limité – Les compteurs alimentés par pile ou batterie sont souvent très limités sur le plan de la consommation d'énergie. Ils offrent seulement une fenêtre d'accès étroite juste après l'émission. L'autre dispositif (en tant que maître) peut initier une communication en direction du compteur (en tant qu'esclave) au cours de ce créneau temporel. Le début et la fin de l'intervalle de temps sont indiqués sous la forme du délai de réponse t_{RO} dans le Tableau 5, le Tableau 8, le Tableau 12, le Tableau 15, le Tableau 22 et le Tableau 25.

Accès illimité – Les compteurs alimentés par le réseau disposent généralement de suffisamment d'énergie pour maintenir leur récepteur prêt à recevoir en permanence. Par conséquent, l'autre dispositif peut envoyer une commande ou une demande à tout moment. La seule limitation résulte des exigences de taux d'occupation. Même les dispositifs alimentés par pile/batterie peuvent signaler un accès illimité temporairement dans la mesure où le récepteur est en permanence prêt à recevoir.

12.6.3.3 Cycle d'accès fréquent

L'autre dispositif peut envoyer/demander plusieurs messages au compteur. Si un seul message de la séquence de messages est corrompu, la communication sera interrompue. L'autre dispositif doit attendre jusqu'à la prochaine émission régulière du compteur pour continuer la séquence. L'échange de données sera plus fiable si le compteur bidirectionnel prend en charge le cycle d'accès fréquent facultatif.

Si un compteur reçoit une commande ou une demande à son adresse, il bascule sur le cycle d'accès fréquent. Au cours du cycle d'accès fréquent, le compteur doit répéter le dernier message périodiquement avec un retard d'émission FAC t_{TXD} jusqu'à la réception de la demande/commande suivante. Cela offre à l'autre dispositif un accès rapide au compteur même en cas de perte de message. Le cycle d'accès fréquent dure jusqu'à la fin du délai d'attente FAC t_{TO} à l'issue de la dernière réception réussie d'une commande ou d'une demande en provenance du même partenaire de communication (autre dispositif). L'autre dispositif peut arrêter le cycle d'accès fréquent du compteur de façon anticipée en envoyant un message SND-NKE au compteur à la fin de la communication. La temporisation du cycle d'accès fréquent est représentée dans l'Annexe E.

NOTE Le retard d'émission t_{TXD} prend en compte le cas d'un réseau radio supplémentaire entre l'autre dispositif et le compteur lui-même. Un tel réseau retarde le message du compteur ainsi que la demande suivante de l'autre dispositif. Il convient également de noter qu'un grand nombre de sessions de relevé peuvent être conduites en parallèle dans un court laps de temps. Il est nécessaire d'envisager un temps de pause entre les émissions pour éviter les risques de collision entre les messages du compteur et ceux d'autres compteurs.

12.7 Messages répétés ou dupliqués

L'utilisation de simples répéteurs peut provoquer la duplication des messages reçus. Les messages en provenance d'un répéteur sont balisés par le bit de comptage des bonds et aussi, suivant le type de répétition, par le bit d'accès répété. Ces bits se trouvent dans la couche liaison étendue ou dans le champ de configuration de la couche transport. Voir l'EN 13757-5 pour plus d'informations. Les compteurs, notamment ceux équipés de récepteurs permanents, ainsi que les autres dispositifs doivent être capables d'identifier et de supprimer les messages en double.

12.8 Correction d'erreur directe (FEC)

12.8.1 Présentation générale

La couche liaison de données offre une capacité facultative de correction d'erreur directe (FEC) en ajoutant des données redondantes au datagramme. Cela permet de corriger un certain nombre d'erreurs sur les bits qui ont pu se produire dans le datagramme pendant l'émission.

La FEC peut être utilisée pour améliorer la fiabilité de l'émission de grands volumes de données, par exemple pour la télédistribution d'un logiciel, ou pour améliorer le bilan de liaison radio.

12.8.2 Structure d'un datagramme

12.8.2.1 Généralités

Les données de FEC facultatives sont insérées entre la trame de datagramme contenant le CRC, au format A ou au format B, et le postambule spécifique au mode, voir le Tableau 38.

Tableau 38 — Structure du datagramme avec FEC

Préambule et mot de synchronisation	Trame (format A ou B) contenant le CRC	Données de FEC (facultatives)		Postambule
		En-tête FEC	Données de contrôle FEC	

Les données de FEC sont localisées directement après le dernier octet de la trame, dont la longueur est spécifiée par le champ L. La trame ne contient aucune indication sur le fait que la FEC soit incluse ou non.

L'utilisation de la FEC peut entrer en conflit avec la répétition des trames.

12.8.2.2 En-tête FEC

L'en-tête FEC est un champ de 16 bits. Il contient un ID de FEC de 5 bits tripliqué. La triplication permet de réaliser la correction d'erreur sur l'ID de FEC en utilisant la décision au bit majoritaire. Le Tableau 39 décrit l'attribution des bits dans l'en-tête FEC. Le bit 15 doit être émis à 0 et doit être un bit de lecture sans importance. L'en-tête FEC doit être émis avec le LSB en premier.

Tableau 39 — Structure de l'en-tête FEC

Bit 15	Bits 14 – 10	Bits 9 – 5	Bits 4 – 0
RFU(0)	ID de FEC	ID de FEC	ID de FEC

L'ID de FEC est attribué comme indiqué dans le Tableau 40.

Tableau 40 — Attribution de l'ID de FEC

ID de FEC	Algorithme	Valeur de l'en-tête FEC
00 _h	Réservé pour de futures fonctions	0000 _h
01 _h	Reed Solomon (255, 223)	0421 _h
02 _h – 17 _h	Réservé pour de futurs algorithmes	
18 _h – 1E _h	Algorithmes spécifiques au fabricant	
1F _h	Réservé pour de futurs algorithmes	7FFF _h

12.8.2.3 Données de contrôle FEC

L'en-tête FEC est suivi par les données de redondance de FEC. La taille des données de contrôle dépendra de l'algorithme utilisé.

12.8.3 Algorithme de FEC

12.8.3.1 Généralités

L'algorithme utilisé est spécifié dans l'ID de FEC.

12.8.3.2 Reed Solomon (255,223)

La taille d'un bloc du codage Reed Solomon doit être de 255 symboles. La taille d'un symbole, J, est de 8 bits, c'est-à-dire un octet.

Le code Reed Solomon doit avoir une capacité de correction, E, de 16 symboles. Cela implique qu'un bloc contient 223 octets d'information. Un bloc d'information de moins de 223 octets doit être rempli pour former un bloc de code plein avant de calculer les octets de correction. Les octets de remplissage doivent être 00_h. L'émetteur doit omettre l'émission des octets de remplissage, car la taille réelle des données peut être déterminée par le champ de longueur de la trame.

Le polynôme générateur du champ doit être tel que spécifié dans le document CCSDS 131.0-B-2, août 2011, paragraphe 4.3.3.

Le polynôme générateur du code doit être tel que spécifié dans le document CCSDS 131.0-B-2, août 2011, paragraphe 4.3.4.

L'application de la FEC basée sur Reed Solomon pour les différents modes est indiquée dans le Tableau 41.

Tableau 41 — Utilisation possible de la FEC pour différents modes

Mode	Unidirectionnel	Bidirectionnel
S	Oui	Non
T	Oui	Non
R	Non	Non
C	Oui	Oui
N	Oui	Oui
F	Oui	Non

13 Connexion à des couches de protocole supérieures

13.1 Le champ d'informations de commande (champ CI)

Le champ CI spécifie la structure de la couche de protocole immédiatement supérieure. Le premier octet après la couche liaison de données est le champ CI. Le reste du message dépend de la couche sélectionnée et du protocole d'application utilisé.

Il convient d'utiliser la couche transport avec en-tête court ou long pour le transport des informations de la couche application par cette norme de communication sans fil. Les deux couches transport contiennent toujours un numéro d'accès et le champ de configuration. La couche liaison étendue peut être appliquée en variante.

La valeur du champ CI doit être utilisée comme spécifié dans le Tableau 42 et l'EN 13757-7:2018, Tableau 2.

Tableau 42 — Champ CI

Valeur CI	Désignation	En-tête TPL	Remarques
80 _h	Couche transport en direction du dispositif (sans APL)	Long	Pour la prise en charge de la couche transport selon l'EN 13757-3 sans couche application (par exemple : REQ-UD2) ; (voir 13.3)
82 _h	Données de gestion du réseau en direction du dispositif	Court	Pour la prise en charge des commandes de gestion du réseau (voir Article 14) (des commandes de gestion du réseau supplémentaires sont définies dans l'EN 13757-5)
83 _h	Données de gestion du réseau en direction du dispositif	Aucun	Pour la prise en charge des commandes de gestion du réseau (voir Article 14) (des commandes de gestion du réseau supplémentaires sont définies dans l'EN 13757-5)
86 _h	Couche liaison étendue V (longueur variable)	—	Possibilité d'appliquer une couche liaison supplémentaire pour les messages radio avec ou sans couche application Prise en charge d'un service pouvant être sélectionné (voir 13.2)
87 _h	Données de gestion du réseau en provenance du dispositif	Long	Pour la prise en charge des réponses de gestion du réseau (voir Article 14) (des réponses de gestion du réseau supplémentaires sont définies dans l'EN 13757-5)
88 _h	Données de gestion du réseau en provenance du dispositif	Court	Pour la prise en charge des réponses de gestion du réseau (voir Article 14) (des réponses de gestion du réseau supplémentaires sont définies dans l'EN 13757-5)
89 _h	Données de gestion du réseau en provenance du dispositif	Aucun	Pour la prise en charge des réponses de gestion du réseau (voir Article 14) (des réponses de gestion du réseau supplémentaires sont définies dans l'EN 13757-5)
8A _h	Couche transport en provenance du dispositif (sans APL)	Court	Pour la prise en charge de la couche transport selon l'EN 13757-3 sans couche application (par exemple : ACK) ; (voir 13.3)
8B _h	Couche transport en provenance du dispositif (sans APL)	Long	Pour la prise en charge de la couche transport selon l'EN 13757-3 sans couche application (par exemple : ACK) ; (voir 13.3)
8C _h	Couche liaison étendue I (2 octets)	—	Possibilité d'appliquer une couche liaison supplémentaire pour les messages radio avec ou sans couche application (voir 13.2)
8D _h	Couche liaison étendue II (8 octets)	—	Possibilité d'appliquer une couche liaison supplémentaire pour les messages radio avec ou sans couche application (voir 13.2)
8E _h	Couche liaison étendue III (10 octets)	—	Possibilité d'appliquer une couche liaison supplémentaire pour les messages radio avec ou sans couche application (voir 13.2)
8F _h	Couche liaison étendue IV (16 octets)	—	Possibilité d'appliquer une couche liaison supplémentaire pour les messages radio avec ou sans couche application (voir 13.2)
92 _h – 97 _h	Réservé	—	
Ce tableau est une extension de l'EN 13757-7:2018, Tableau 2. Il contient les valeurs CI spécialement définies pour la communication sans fil. Les valeurs CI fournies dans l'EN 13757-7:2018, Tableau 2, peuvent également être appliquées conjointement avec la présente norme.			
NOTE Le terme « dispositif » correspond à « dispositif de comptage ».			

13.2 Champs CI pour la couche liaison étendue

13.2.1 Généralités

La couche liaison étendue contient des champs de commande supplémentaires, en particulier pour la communication sans fil. Les couches supplémentaires répertoriées dans le Tableau 42 (à l'exclusion des champs CI 86_h et 8C_h à 8F_h) peuvent venir après la couche liaison étendue.

Dans le cas d'une couche liaison étendue, le champ CI spécifie la longueur et la structure de l'extension. Les services offerts diffèrent selon le type de couche liaison étendue.

Les champs à octets multiples doivent être émis avec l'octet de poids faible en premier. La longueur et la structure de la couche liaison étendue sont représentées dans le Tableau 43 ci-dessous.

Tableau 43 — Champs CI pour la couche liaison étendue

Valeur CI	Longueur Couche liaison étendue	Structure Couche liaison étendue	Service
86 _h	3 à 20 octets	CC, ACC, champs variables (voir le Tableau 48)	Services pouvant être sélectionnés (voir le Tableau 49)
8C _h	2 octets	CC, ACC	Commande de Communication, synchronisation
8D _h	8 octets	CC, ACC, SN, PayloadCRC	Commande de Communication, synchronisation, cryptage
8E _h	10 octets	CC, ACC, M2, A2	Commande de Communication, synchronisation, adresse destinataire
8F _h	16 octets	CC, ACC, M2, A2, SN, PayloadCRC	Commande de Communication, synchronisation, adresse destinataire, cryptage

Des exemples des différentes structures du bloc d'extension sont présentés dans les paragraphes ci-après.

13.2.2 Champ CI = 8C_h

Cette valeur du champ CI est utilisée si le cryptage des données au niveau de la couche liaison n'est pas utilisé dans la trame. Le Tableau 44 ci-dessous représente le bloc d'extension complet dans ce cas.

Tableau 44 — Couche liaison étendue avec CI = 8C_h

Champ CI	Champ CC	Champ ACC
8C _h	1 octet	1 octet

13.2.3 Champ CI = 8D_h

Cette valeur du champ CI est utilisée si le cryptage des données au niveau de la couche liaison est utilisé dans la trame. Le Tableau 45 ci-dessous représente le bloc d'extension complet dans ce cas.

Tableau 45 — Couche liaison étendue avec CI = 8D_h

Champ CI	Champ CC	Champ ACC	Champ SN	Champ CRC de charge utile
8D _h	1 octet	1 octet	4 octets	2 octets

13.2.4 Champ CI = 8E_h

Cette valeur du champ CI est utilisée si le cryptage des données au niveau de la couche liaison n'est pas utilisé dans la trame. Cette couche liaison étendue spécifie l'adresse du récepteur. Le Tableau 46 ci-dessous représente le bloc d'extension complet dans ce cas.

Tableau 46 — Couche liaison étendue avec CI = 8E_h

Champ CI	Champ CC	Champ ACC	Champ M2	Champ A2
8E _h	1 octet	1 octet	2 octets	6 octets

13.2.5 Champ CI = 8F_h

Cette valeur du champ CI est utilisée si le cryptage des données au niveau de la couche liaison est utilisé dans la trame. Cette couche liaison étendue spécifie l'adresse du récepteur. Le Tableau 47 ci-dessous représente le bloc d'extension complet dans ce cas.

Tableau 47 — Couche liaison étendue avec CI = 8F_h

Champ CI	Champ CC	Champ ACC	Champ M2	Champ A2	Champ SN	Champ CRC de charge utile
8F _h	1 octet	1 octet	2 octets	6 octets	4 octets	2 octets

13.2.6 Champ CI = 86_h

La couche liaison étendue variable permet de sélectionner séparément des champs ELL facultatifs. Les lignes grisées du Tableau 48 doivent toujours être présentes. Les autres champs sont facultatifs et peuvent être sélectionnés lorsqu'ils sont nécessaires. Le tableau définit l'ordre des champs.

Tableau 48 — Couche liaison étendue avec champ CI = 86_h

Taille (octets)	Nom du champ	Description
1	CI	Indique qu'une couche liaison étendue variable suit ^a
1	CC	Champ Commande de Communication ^a
1	ACC	Numéro d'accès ^a
1	ECL	Champ de commande de la couche liaison étendue, toujours présent (voir le Tableau 36) ^a
2	M2	Champ du fabricant 2 ^b
6	A2	Champ d'adresse 2 ^b
4	SN	Champ de numéro de session ^b
2	RTD	Retard d'exécution ^b
1	RXL	Niveau de réception ^b
2	PayloadCRC	Champ Somme de contrôle de la charge utile ^b
^a Toujours présent.		
^b Présent seulement si activé dans ECL (voir le Tableau 49).		

Le Tableau 49 définit le champ ECL.

Tableau 49 — Champ ECL, Commande de la couche liaison étendue (1 octet)

Bit	Nom	Description
7	PLP ^a	Champ Somme de contrôle de la charge utile présent dans l'ELL
6	—	Réservé pour un usage futur (0 _b par défaut)
5	—	Réservé pour un usage futur (0 _b par défaut)
4	RXLP ^a	Niveau de réception présent
3	RTDP	00 _b – Retard d'exécution de trame non présent
		01 _b – Retard d'exécution de trame présent, résolution de 1/256 s
2		10 _b – Retard d'exécution de trame présent avec une résolution de 2 s
		11 _b – Réservé pour un usage futur
1	SNP ^a	Champ SN présent dans l'ELL
0	MAP ^a	Champ M2 et champ A2 présents dans l'ELL

^a 0_b = le champ n'est pas présent ; 1_b = le champ est présent.

13.2.7 Champ Commande de Communication (champ CC)

13.2.7.1 Généralités

Comme indiqué dans le Tableau 50, ce champ est une combinaison des sous-champs Bidirectionnel, Délai de réponse, Synchronisé, Comptage des bonds, Priorité, Accessibilité, Accès répété et Délai étendu.

Tableau 50 — Champ Commande de Communication

Champ B	Champ D	Champ S	Champ H	Champ P	Champ A	Champ R	Champ X
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

13.2.7.2 Sous-champ Bidirectionnel (champ B)

Le bit 7 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Bidirectionnel. L'utilisation de ce bit est identique à celle du bit B dans le Tableau 37.

13.2.7.3 Sous-champ Délai de réponse (champ D)

Le bit 6 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Délai de réponse. Conjointement avec le sous-champ Délai étendu, il définit la manière dont doit répondre l'unité répondeuse. Le codage est tel qu'indiqué dans le Tableau 51.

Tableau 51 — Spécification du délai de réponse

Champ D (bit 6)	Champ X (bit 0)	Mode	Délai jusqu'à l'utilisation
0	0	Tous	Délai long
1	0	Tous	Délai court
0	1	R,S,T,C,F	RFU
		N	Délai étendu
1	1	Tous	RFU

Un compteur doit retourner le réglage issu d'une trame reçue dans la trame suivante du compteur vers l'autre dispositif. Cela permet à l'autre dispositif de commander la vitesse de la communication et donc le taux d'occupation du canal. Dans les réseaux fixes qui n'exigent pas une réponse rapide, il est recommandé d'utiliser systématiquement le réglage $D = 0$ dans les trames en provenance de l'autre dispositif en direction du compteur. Dans tous les autres réseaux, il est recommandé de toujours utiliser $D = 1$ lorsque c'est possible. Pour les diagrammes de temporisation voir l'Annexe E.

13.2.7.4 Sous-champ Synchronisé (champ S)

Le bit 5 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Synchronisé. $S = 1$ indique que cette trame est synchronisée comme spécifié au paragraphe 12.6.2.

13.2.7.5 Sous-champ Comptage des bonds (champ H)

Le bit 4 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Comptage des bonds. Si $H = 0$, la source directe de la trame est un compteur ou un autre dispositif. Si $H = 1$, la trame a été relayée par un répéteur. Ce champ est réservé aux messages répétés, voir l'EN 13757-5. Un compteur doit toujours émettre avec $H = 0$.

13.2.7.6 Sous-champ Priorité (champ P)

Le bit 3 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Priorité. Si $P = 0$, la trame contient des données qui doivent être traitées de façon normale. $P = 1$ indique que la trame est prioritaire, ce qui veut dire que les données doivent être transportées le plus rapidement possible, si nécessaire en retardant d'autres trames dans le système. L'utilisation de ce bit est réservée aux trames contenant des alarmes ou d'autres données non fréquentes.

13.2.7.7 Sous-champ Accessibilité (champ A)

Le bit 2 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Accessibilité. L'utilisation de ce bit est identique à celle du bit A dans le Tableau 37.

13.2.7.8 Sous-champ Accès répété (champ R)

Le bit 1 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Accès répété. Ce champ est réservé aux messages répétés, voir l'EN 13757-5. Un compteur doit toujours fixer $R = 0$ et peut ignorer ce bit lors de sa réception.

13.2.7.9 Sous-champ Délai étendu (champ X)

Le bit 0 du champ Commande de Communication correspond au sous-champ Délai étendu. Conjointement avec le sous-champ Délai de réponse, il définit la temporisation à utiliser par une unité répondeuse. Voir le paragraphe 13.2.7.3 pour la fonction combinée.

NOTE Ce champ était « réservé pour un usage futur » dans la version précédente de la présente norme. La manière dont il est mis en œuvre est rétrocompatible.

13.2.8 Champ Numéro d'accès (champ ACC)

Ce champ correspond au champ Numéro d'accès. Le numéro d'accès sert uniquement à identifier et à synchroniser les émissions en provenance d'un compteur (voir le paragraphe 12.6.2). Pour d'autres précisions, voir l'EN 13757-7.

13.2.9 Champ ID 2 du fabricant (champ M2)

Ce champ M2 doit contenir un identificateur d'utilisateur/de fabricant unique du destinataire de cette trame. Le format du champ A2 doit être identique à celui du champ A spécifié au paragraphe 12.5.5. Le champ M2 et le champ A2 doivent, ensemble, générer une adresse unique.

13.2.10 Adresse 2 (champ A2)

Ce champ A2, conjointement avec le champ M2, doit contenir une adresse unique du destinataire de cette trame. Le format du champ A2 doit être identique à celui du champ A spécifié au paragraphe 12.5.6.

13.2.11 Champ de numéro de session (champ SN)

13.2.11.1 Généralités

Ce champ (voir le Tableau 52) est une combinaison des sous-champs Cryptage (ENC), Temps et Session. Le numéro de session spécifie la session de communication bidirectionnelle réelle avec un compteur. Le numéro de session est indiqué par le compteur dans les trames initiales émises, c'est-à-dire la trame « SND-NR » ou la trame « ACC-NR ». Le numéro de session reste inchangé au cours d'une session de communication bidirectionnelle avec le compteur. La valeur du champ de numéro de session doit être modifiée au moins après chaque communication bidirectionnelle avec le compteur. Cela garantit que chaque session de communication bidirectionnelle avec un compteur utilise une valeur unique du champ de numéro de session.

L'utilisation d'un numéro de session qui n'est jamais réutilisé sur la durée de vie du compteur offre la possibilité d'utiliser des modes de cryptage optimisés tels que le cryptage en mode compteur AES-128.

Tableau 52 — Champ de numéro de session

Champ ENC	Champ Temps	Champ Session
Bit 31 – Bit 29	Bit 28 – Bit 4	Bit 3 – Bit 0

13.2.11.2 Sous-champ ENC

Les bits 31 à 29 de ce champ correspondent au champ de cryptage. Il spécifie l'algorithme de cryptage utilisé, le cas échéant, comme indiqué dans le Tableau 53.

Tableau 53 — Cryptage

XXX _b	Sélection du cryptage
000 _b	Pas de cryptage
001 _b	Mode compteur AES-128 ^a
010 _b à 111 _b	Réservé pour un usage futur
^a Voir le paragraphe 13.2.12.	

NOTE Lorsque le cryptage de la couche liaison est utilisé, la trame doit être décryptée avant d'être transférée aux couches supérieures.

13.2.11.3 Sous-champ Temps

Les bits 28 à 4 de ce champ correspondent au temps du compteur. Le champ Temps décrit un compteur de minutes relatives du compteur. La représentation du temps est limitée à 64 ans environ.

13.2.11.4 Sous-champ Session

Les bits 3 à 0 de ce champ décrivent la session au cours de la minute spécifiée par le champ Temps. Un maximum de 16 sessions de communication bidirectionnelles est possible au cours de la même minute. La première session de communication bidirectionnelle de chaque minute utilise session = 0.

13.2.11.5 Spécification d’une session

Dans chaque émission initiée par le compteur, c’est-à-dire « SND-NR » ou « ACC-NR », celui-ci spécifie un nouveau champ de numéro de session. La valeur réelle du champ de numéro de session identifie le temps du compteur en minutes et la session effective dans les limites de cette minute. Si l’autre dispositif répond à cette trame, une session de communication bidirectionnelle avec le numéro de session effectif est établie. Le champ de numéro de session reste inchangé au cours de cette session de communication bidirectionnelle.

Le champ de numéro de session dans les trames en provenance de l’autre dispositif en direction du compteur doit toujours être identique au champ de numéro de session initial de la session définie par le compteur.

Si la charge utile dans la trame est inchangée depuis la dernière émission du compteur, la valeur du champ de numéro de session peut alors être réutilisée. Le champ de numéro de session doit être renouvelé au moins toutes les 300 s.

13.2.12 Cryptage en mode compteur AES-128

13.2.12.1 Généralités

Si le sous-champ Cryptage est ENC = 001_b, un cryptage AES-128 standard en mode compteur (CTR) doit être utilisé.

NOTE Pour plus d’informations, voir l’ISO/IEC 18033-3, NIST SP 800-38A et l’Annexe F.

Le cryptage en mode compteur n’exige pas que la longueur des données cryptées soit un multiple de 16 octets, ce qui évite d’avoir à ajouter des octets de remplissage supplémentaires à la fin de la trame.

Le cryptage couvre tous les champs, à partir du champ PayloadCRC de la couche liaison étendue inclus jusqu’au reste de la trame (à l’exclusion des champs CRC de la couche liaison). Le bloc de comptage initial du mode compteur AES-128 est composé des 16 octets spécifiés ci-après. Le bloc de comptage initial (voir Tableau 54) est conçu de telle sorte que sa valeur est unique pour chaque bloc crypté pendant la durée de vie du compteur.

Tableau 54 — Bloc de comptage initial AES-128 (CTR)

Champ M	Champ A	Champ CC	Champ SN	FN	BC
2 octets	6 octets	1 octet	4 octets	2 octets	1 octet

13.2.12.2 Champ ID du fabricant (champ M)

La valeur est extraite du premier bloc de la couche liaison de données, voir 12.5.5.

13.2.12.3 Champ d'adresse (champ A)

La valeur est extraite du premier bloc de la couche liaison de données, voir 12.5.6.

NOTE Les champs M et A contiennent l'adresse de l'émetteur et sont différents dans les messages de liaison montante et de liaison descendante.

13.2.12.4 Champ Commande de Communication (champ CC)

La valeur est extraite de la couche liaison étendue, voir 13.2.7. Les bits du champ Commande de Communication traités par le répéteur (champ R et champ H) sont toujours mis à zéro dans le bloc de comptage initial.

13.2.12.5 Champ de numéro de session (champ SN)

La valeur est extraite de la couche liaison étendue, voir 13.2.11.

13.2.12.6 Numéro de trame (FN)

Ce champ représente le numéro de trame dans la session réelle. Un nouveau numéro de session remet à zéro le numéro de trame. Le numéro de trame doit être incrémenté à chaque trame de la session en cours. La première trame du compteur vers l'autre dispositif qui a été initiée par le compteur est toujours envoyée avec FN = 0. Le numéro de trame reste inchangé en cas de réémission d'une trame au cours du cycle d'accès fréquent, voir 12.6.3.3. Le numéro de trame est inchangé. Pour des exemples d'utilisation du compteur de trames, voir l'Annexe D.

13.2.12.7 Compteur de blocs (BC)

Le compteur de blocs représente le nombre de blocs de cryptage dans la trame. Le compteur de blocs doit être BC = 0 pour le premier bloc crypté dans chaque trame, et incrémenté pour chaque bloc crypté de la trame.

13.2.13 Champ Retard d'exécution (champ RTD)

Les trames qui exigent une référence claire à l'instant de l'émission utilisent ce champ facultatif pour cumuler le retard dans chaque unité de réémission. Le champ RTD est un champ de 2 octets qui contient un mot sous la forme d'un nombre entier non signé.

Le contenu de ce mot dépend de la résolution sélectionnée. Si la résolution sélectionnée est « 2 secondes », il est nécessaire de multiplier la valeur par 2 pour obtenir le retard d'exécution de la trame en secondes. Si la résolution sélectionnée est « 1/256 seconde », il est nécessaire de multiplier la valeur par 3,906 25 pour obtenir le retard d'exécution de la trame en millisecondes.

Au moment de la première émission, la valeur doit être mise à 0. Chaque unité de réémission doit ajouter le retard arrondi. Il s'agit du délai entre la réception du dernier symbole du mot de synchronisation et sa transmission dans le datagramme retransmis. Dans le cas où la résolution sélectionnée donne lieu à une valeur excessive, l'unité de réémission doit enregistrer la valeur maximale (FFFF_h). En variante, elle peut sélectionner la résolution immédiatement supérieure pour le retard d'exécution. Le CRC protégeant le datagramme doit être recalculé et mis à jour lorsque le champ RTD est mis à jour.

Par défaut, le champ RTD n'est pas protégé par un contrôle d'intégrité spécifique. Cela doit être pris en compte lorsqu'un système sécurisé est exigé. Un calcul du temps de mesure réel qui se base uniquement sur l'horodatage du récepteur et ce retard d'exécution est déconseillé.

13.2.14 Champ Niveau de réception (champ RXL)

Le niveau de réception du partenaire de communication est nécessaire pour la notation de la qualité de la liaison et pour une commande adaptative de la puissance. Le champ RXL permet de fournir le niveau de réception sous la forme d'un RSSI ou une marge de liaison. Le type est défini conformément au Tableau 55 ci-dessous. Ce champ n'a d'utilité que pour une communication bidirectionnelle. Le champ est une combinaison des sous-champs Niveau du signal, Type de niveau de réception et Niveau de réception.

Tableau 55 — Signification du champ RXL

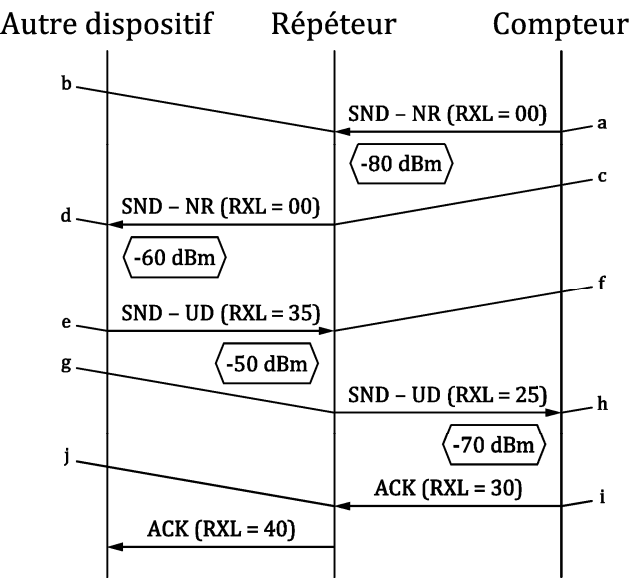
Nom	N° de bit	Valeur et signification
	7	1 : Ce contenu du champ RXL est réservé pour un usage futur 0 : Le champ RXL contient des informations relatives au niveau du signal comme spécifié dans les bits qui suivent
	6	0 : Le contenu représente la dernière valeur RSSI reçue pour une réception de la part du partenaire de communication 1 : Le contenu représente la marge de liaison pour la dernière réception de la part du partenaire de communication
RL	5..0	0..63 : Nombre entier non signé. Le chiffre pour le niveau de réception, à traiter comme indiqué dans le Tableau 56

Tableau 56 — Codage du niveau de réception (RL) dans le champ RXL

Type	Valeur et signification
RSSI	0 : Aucune information RSSI ni communication filaire disponible 1 : Le RSSI est -142 dBm ou au-dessous 2..62 : Le RSSI est calculé égal à $-144 + (2 \times \text{RL})$ dBm Le RSSI est dans la plage de -140 dBm à -20 dBm 63 : Le RSSI est -18dBm ou au-dessus
Marge de liaison	0 : Aucune information de marge de liaison ni communication filaire disponible 1 : La marge de liaison est inférieure ou égale à -10 dB 2..62 : La marge de liaison est calculée égale à $(-11 + \text{RL})$ dB La marge de liaison se trouve dans la plage -9 dB à +51 dB 63 : La marge de liaison est égale ou supérieure à +52 dB

Une valeur 00000_b dans les bits 0 ... 5 signifie soit que le dispositif d'émission de communication ne prend pas en charge le rapport des informations de RSSI ni de marge de liaison, soit que le dispositif n'a reçu aucune trame au cours de la session bidirectionnelle actuelle.

Les informations RXL sont toujours en rapport avec la liaison directe entre le dispositif émettant les informations et le dispositif qui les reçoit. Une passerelle qui reçoit un message de la part d'un compteur par le biais d'un répéteur recevra des informations RXL concernant la liaison directe entre le répéteur et la passerelle. Ces informations RXL sont le niveau de réception des trames à partir de la passerelle détectée par le répéteur. Voir les exemples dans la Figure 1.



Légende

- a « Compteur » envoie un message. RXL = 00 indique qu’aucune information RSSI n’est incluse.
- b « Répéteur » reçoit à un RSSI de -80 dBm.
- c « Répéteur » réémet vers « Autre dispositif ». RXL = 00 indique aucune information RSSI.
- d « Autre dispositif » reçoit à un RSSI de -60 dBm.
- e « Autre dispositif » répond en indiquant une valeur RL à (d) de (144 - 60)/2, c’est-à-dire RXL = 42.
- f « Répéteur » reçoit à un RSSI de -50 dBm.
- g « Répéteur » réémet vers « Compteur » en indiquant une valeur RL à (b) de (144 - 80)/2, c’est-à-dire RXL = 32.
- h « Compteur » reçoit à un RSSI de -70 dBm.
- i « Compteur » accuse réception à « Répéteur » en indiquant une valeur RL à (h) de (144 - 70)/2, c’est-à-dire RXL = 37.
- j « Répéteur » réémet vers « Autre dispositif ».
- k en indiquant une valeur RSSI à (f) de (144 - 50)/2, c’est-à-dire RXL = 47.

Figure 1 — Exemple d’utilisation du champ RXL(en utilisant un RSSI)

13.2.15 Champ de somme de contrôle de la charge utile (champ PayloadCRC)

Les deux derniers octets du bloc d’extension contiennent une somme de contrôle par redondance cyclique (CRC) sur le restant de la trame (à l’exclusion des champs CRC de la couche liaison).

Le polynôme du CRC à utiliser doit être $x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$.

La valeur initiale doit être 0.

Le CRC final doit être complémenté.

13.3 Champs CI pour la couche transport

13.3.1 Généralités

Il convient d’utiliser une couche transport simple pour les messages sans données d’application. Sinon, il est permis d’utiliser une couche combinée transport et application. Les champs à octets multiples doivent être émis avec l’octet de poids faible en premier.

13.3.2 Couche transport courte

La couche transport courte (CI = 8A_h) doit être appliquée pour les communications en provenance du compteur en direction de l'autre dispositif (message ACK, par exemple). Le format doit être comme indiqué dans le Tableau 57.

Tableau 57 — Couche transport courte

CI	ACC	STS	Champ conf.
1 octet	1 octet	1 octet	2 octets

13.3.3 Couche transport longue

La couche transport longue (qui inclut l'adresse de la couche application, ALA) doit être appliquée pour les communications en provenance du compteur en direction de l'autre dispositif (CI = 8B_h ; message de type ACK par exemple) ou en provenance de l'autre dispositif en direction du compteur (CI = 80_h ; message de type REQ-UD2, par exemple). Le format doit être comme indiqué dans le Tableau 58.

Tableau 58 — Couche transport longue

CI	N° ident.	Fabric.	Ver.	Type de dispositif	ACC	STS	Champ conf.
1 octet	4 octets	2 octets	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	2 octets

14 Fonctions de gestion pour le contrôle de la liaison

14.1 Généralités

La mise en œuvre de fonctions de gestion a été rendue avantageuse du fait de l'augmentation de la taille des systèmes et d'un grand nombre de dispositifs. Elle a pour objet d'accroître la capacité de trafic en limitant les interférences.

Les champs CI réservés à la gestion du réseau, 82_h, 83_h, 87_h, 88_h et 89_h, sont utilisés pour le transfert de ces fonctions de gestion. Voir le Tableau 42 pour plus d'informations.

NOTE Les valeurs CI 83_h et 89_h ont déjà été attribuées précédemment à cet effet. Les fonctions de gestion sont également définies dans l'EN 13757-5. Les champs de fonction définis dans cette partie de la norme sont alignés avec les champs de fonction définis dans l'EN 13757-5:2015, Tableau 71.

Les différentes fonctions sont représentées dans le Tableau 59.

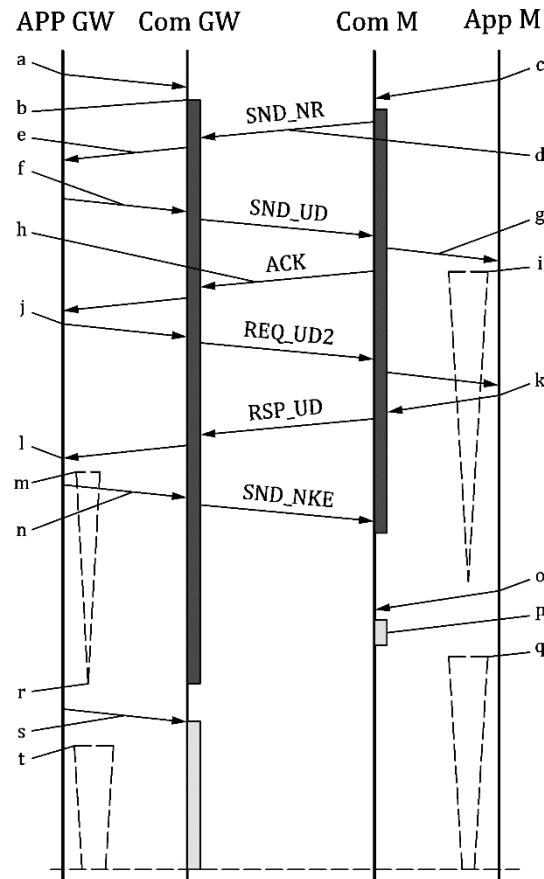
Tableau 59 — Champs de fonction pour la gestion des paramètres radio

Champ de fonction	Service
40 _h	Définir les paramètres radio
41 _h	Interroger les paramètres radio
42 _h	Définir les paramètres radio limités
43 _h	Confirmer les paramètres radio
44 _h – 4E _h	Réservé pour un usage futur
4F _h	Fonctions spécifiques au fabricant

L'activation de ces fonctions peut affecter le fonctionnement du réseau dans son ensemble. Il convient que les commandes qui emploient ces fonctions soient authentifiées afin de modérer le risque d'attaques par déni de service. Il convient d'utiliser CI = 82_h, 87_h ou 88_h pour permettre un transport sécurisé des commandes et des réponses en utilisant des services de sécurité tels que spécifiés dans l'EN 13757-7. Le format de la couche transport courte est représenté dans le Tableau 57 ci-dessus.

Certaines des commandes énumérées ci-dessus modifient les réglages de connexion entre le compteur et l'autre dispositif, à savoir ici la passerelle. Si elles ne sont pas exécutées correctement, des commandes peuvent entraîner une perte de connexion entre le compteur et la passerelle. Le protocole est conçu pour minimiser le risque. Il doit exister un délai d'attente d'activation. Celui-ci doit démarrer lorsque la commande est distribuée/reçue au niveau de l'application. Le délai d'attente doit être suffisamment long pour garantir que le compteur ainsi que la passerelle disposeront d'assez de temps pour effectuer la réémission en cas d'erreur d'émission.

Le flux des informations pendant une modification des paramètres radio est représenté dans la Figure 2 et la Figure 3. Celles-ci représentent les actions au niveau de l'application ainsi qu'au niveau de la liaison à mesure que les activités sont initiées et commandées par l'application de gestion du réseau. La première figure représente l'activité d'établissement de nouveaux paramètres et l'activation de la modification. La figure suivante représente comment la connexion est établie après la modification des paramètres.



Légende

- a L'application passerelle, App GW, indique à son module de communication, Com GW, qu'elle veut envoyer un message au compteur.
- b Com GW active le récepteur et attend la « fenêtre d'émission », c'est-à-dire une émission périodique du compteur.
- c « L'application compteur », App M, envoie un message périodique.
- d Celui-ci est émis par le module Comm. dans le compteur, Com M, comme une trame SND-NR normale à la passerelle.
- e La passerelle reçoit le message, ce qui lui fait savoir que la « fenêtre d'émission » est ouverte.
- f La passerelle émet la commande « Définir les paramètres radio » sous la forme d'une trame SND-UD. La décision à cet effet peut provenir de la passerelle ou d'un système de tête de réseau.
- g Le Com M dans le compteur reçoit la trame et la transfère à l'application.
- h Le compteur confirme la trame avec un ACK au niveau de la couche liaison.
- i Le décodage de la commande dans l'application démarre la temporisation d'activation dans le compteur. Le temps doit être suffisamment long pour garantir un nouvel essai par le compteur en cas de perte de réponse.
- j La confirmation de la trame au niveau de la liaison amène la passerelle à demander la réponse à « Définir les paramètres radio » de la part du compteur au niveau de l'application.
- k Ce message est reçu par l'application dans le compteur qui répond.
- l La passerelle reçoit le message.
- m Un état indiquant l'absence d'erreur amène la passerelle à démarrer la temporisation d'activation dans la passerelle,
- n et ferme la connexion actuelle en envoyant une trame SND-NKE. Cela fermera également le récepteur dans le compteur.
- o La temporisation d'activation dans le compteur arrive à expiration.
- p La temporisation ET la condition de fin de session (n) amèneront le compteur à reconfigurer la radio avec les paramètres modifiés,
- q et à démarrer la temporisation de repli dans le compteur.
- r La temporisation d'activation dans la passerelle arrive à expiration. Cela désactivera la connexion actuelle,
- s et activera la nouvelle session avec une configuration modifiée,
- t et, en même temps, démarrera la temporisation de repli dans la passerelle.

Figure 2 — Préparation pour la modification des paramètres radio



- ### Figure 3 — Démarrage après la modification des paramètres radio

64

14.2 Définir les paramètres radio

14.2.1 Généralités

Cette fonction est utilisée pour contrôler les paramètres radio, tous les paramètres en rapport avec la liaison radio. Il s'agit des paramètres comme le mode, la puissance et le canal.

NOTE Cette commande est complétée par une version limitée de la commande « Définir les paramètres radio limités ». Les deux commandes sont supposées être utilisées par des entités différentes, ayant des niveaux d'autorisation différents.

L'exécution de la commande doit être retardée par le temps d'activation, pour garantir que la session de communication se soit terminée avant toute modification des paramètres radio.

14.2.2 Commande

14.2.2.1 Généralités

Le format de la commande est indiqué dans le Tableau 60 et le Tableau 61 ci-dessous.

Tableau 60 — Format de la commande Définir les paramètres radio, partie 1

Champ F	SF	SF2	Temps d'activation	Temps de repli	(Mode)
40 _h	1 octet	1 octet	5 octets	5 octets	(1 octet)

Tableau 61 — Format de la commande Définir les paramètres radio, partie 2

(Format de la trame)	(Puissance Tx)	(Intervalle Tx)	(Canal montant)	(Canal descendant)	(Fabric.)
(1 octet)	(1 octet)	(2 octets)	(2 octets)	(2 octets)	(3 .. n octets)

Tous les champs à l'exception de SF, SF2, Temps d'activation et Temps de repli sont conditionnels. Ils sont seulement présents si les bits correspondants sont définis dans le champ SF. Les valeurs invalides dans un champ doivent amener le récepteur à mettre à 1 le bit d'erreur correspondant et à supprimer toute la commande. Le contenu des différents champs est le suivant.

14.2.2.2 SF

Le champ SF contient un champ binaire qui spécifie quelles données sont présentes dans le message. La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 62 ci-dessous.

Tableau 62 — Attribution du champ SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
MO	FR	PWR	INT	UPCH	DNCH	MAN	RFUDEF

Les différents bits attribuent des données pour les paramètres suivants :

MO : si ce bit est activé, alors le champ Mode est présent dans le message ;

FR : si ce bit est activé, alors le champ Format de la trame est présent dans le message ;

PWR : si ce bit est activé, alors le champ Puissance Tx est présent dans le message ;

TxI : si ce bit est activé, alors le champ Intervalle Tx est présent dans le message ;

- UPCH : si ce bit est activé, alors le champ Canal montant est présent dans le message ;
- DNCH : si ce bit est activé, alors le champ Canal descendant est présent dans le message ;
- MAN : si ce bit est activé, alors le champ Fabric. est présent dans le message ;
- RFU : réservé pour un usage futur et doit correspondre à « 0 » en binaire.

14.2.2.3 SF2

SF2 est un champ binaire similaire à SF. Il spécifie le bit de validation (Enable) pour les futurs champs. La fonction des différents bits du champ SF2 est indiquée dans le Tableau 63 ci-dessous.

Tableau 63 — Attribution du champ SF2

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU

RFU indique « réservé pour un usage futur » et doit correspondre à « 0 » en binaire.

14.2.2.4 Temps d’activation

Spécifie le moment auquel l’exécution de la commande doit être activée. Dans le cas où un temps relatif est utilisé, il s’agit de la durée entre la réception de la commande et son exécution. Si le champ contient la valeur 0 ou une date dans le passé, alors la commande doit être exécutée lorsque la session actuelle est terminée, ce qui veut dire que l’activation de la modification ne doit jamais avoir lieu avant la fin de la session actuelle (voir également 12.6.3.3). Le temps d’activation doit être codé en utilisant le type M selon l’EN 13757-3:2018, Annexe A.

14.2.2.5 Temps de repli

Spécifie le temps pendant lequel la commutation doit être validée par la passerelle ou un système de tête de réseau derrière la passerelle. La désactivation de la temporisation de repli doit être effectuée en envoyant une commande « Confirmer les paramètres radio ». Le compteur doit revenir aux réglages de paramètres radio précédents si une commande « Confirmer les paramètres radio » n’est pas reçue pendant le temps de repli défini. Dans le cas où un temps relatif est utilisé, il s’agit de la durée entre l’activation de la commande et son annulation. Si le champ contient la valeur 0 ou une date dans le passé, le délai d’attente de repli est désactivé. Si le champ contient une valeur <invalid>, la commande doit être traitée comme si elle ne contenait pas si le champ.

Le temps de repli doit être codé en utilisant le type M selon l’EN 13757-3:2018, Annexe A.

14.2.2.6 Mode

S’il est présent, ce champ spécifie le mode à utiliser après la modification. Les modes sont codés comme indiqué dans le Tableau 64 :

Tableau 64 — Sélection du mode

Valeur	Débit de données
00 _h	Mode R
01 _h	Mode S
02 _h	Mode T
03 _h	Mode C
04 _h	Mode N
05 _h	Mode F
06 _h à FF _h	RFU

14.2.2.7 Format de la trame

S'il est présent, le format de la trame spécifie le format de trame à utiliser après la modification. Il est codé comme indiqué dans le Tableau 65.

Tableau 65 — Sélection du format de trame

Valeur	Débit de données
00 _h	Format A
01 _h	Format B
02 _h à FF _h	RFU

14.2.2.8 Puissance Tx

La puissance Tx spécifie la puissance d'émission relative du compteur après la modification. La puissance peut être configurée conformément au Tableau 66.

Tableau 66 — Configuration de Puissance Tx

Paramètre	Désignation	Remarques
00 _h	Max.	Utiliser le niveau de puissance maximal pour le dispositif
01 _h	Niveau 1 ^a	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 6 dB au maximum
02 _h	Niveau 2 ^a	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 12 dB au maximum
03 _h	Niveau 3 ^a	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 18 dB au maximum
04 _h	Niveau 4 ^a	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 24 dB au maximum
05 _h – 0F _h	Réservé	Aucun impact sur la puissance d'émission
10 _h	Puissance constante	Le niveau de puissance reste inchangé
11 _h	Incrémenter la puissance	Augmentation du niveau de puissance d'un palier d'environ 6 dB
12 _h	Décrémenter la puissance	Diminution du niveau de puissance d'un palier d'environ 6 dB
13 _h – EF _h	Réservé	Aucun impact sur la puissance d'émission
F0 _h – FF _h	Spécifique au fabricant	Réglages spécifiques au fabricant de la puissance d'émission

^a Un ou plusieurs niveaux de puissance peuvent être pris en charge. Si le niveau de puissance exigé n'est pas pris en charge, alors le niveau de puissance immédiatement supérieur doit être sélectionné.

14.2.2.9 Intervalle Tx

S'il est présent, ce champ spécifie l'intervalle d'émission nominal en incréments de 2 s.

14.2.2.10 Canal montant

Pour le mode N et le mode R, ce champ spécifie le canal à utiliser en provenance du compteur en direction d'un autre dispositif. Il doit être ignoré pour les autres modes. Le canal est codé sous la forme de deux octets. Le premier octet contient l'indice de sous-mode. Pour le Mode N, celui-ci est spécifié dans la colonne « Indice » du Tableau 21. Pour le Mode R, il doit être égal à « 00_h ». Le deuxième octet contient le canal (du sous-mode).

14.2.2.11 Canal descendant

Pour le mode N, ce champ spécifie le canal à utiliser en provenance de l'autre dispositif en direction du compteur. Il doit être ignoré pour tous les autres modes. Le canal est codé de la même façon que le canal montant, conformément au paragraphe 14.2.2.10.

14.2.2.12 Fabric.

Ce champ spécifie les réglages spécifiques au fabricant. Le format est tel qu'indiqué dans le Tableau 67.

Tableau 67 — Format des commandes spécifiques au fabricant

ID Fab.	Longueur	(Réglages spécifiques au fabricant)
2 octets	1 octet	<i>n</i> octets

Les deux premiers octets doivent contenir l'identificateur du fabricant comme spécifié au paragraphe 12.5.5. Celui-ci doit être suivi par un champ de longueur. Un compteur doit être apte à accepter un champ de longueur de valeur « 00_h ».

14.2.3 Réponse

14.2.3.1 Généralités

Le format de la réponse de gestion est indiqué dans le Tableau 68.

Tableau 68 — Format de la réponse Définir les paramètres radio

Champ F	SF	(Niveau de puissance)	(Rapport d'erreur)	(Rapport d'erreur du fabricant)
40 _h	1 octet	1 octet	(1 octet)	(3 octets)

Les champs Niveau de puissance, Rapport d'erreur et Rapport d'erreur du fabricant sont conditionnels. Ils seront seulement présents si le bit correspondant est mis à 1 dans le champ SF.

14.2.3.2 SF

La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 69.

Tableau 69 — Attribution du champ SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Puissance	Erreur	Fab	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU

Puissance : Réglage du niveau de puissance :

- 0 Le dispositif ne peut rapporter/traiter un réglage de puissance.
- 1 Le dispositif peut rapporter/traiter des réglages de puissance.

Erreur : État d'erreur général :

- 0 La commande a réussi et sera exécutée.
- 1 Une ou plusieurs erreurs se sont produites ; la réponse contient un rapport d'erreur d'un octet avec des données supplémentaires. L'activation ne sera pas effectuée si ce bit est à 1.

Fab : État d'erreur spécifique au fabricant :

- 0 L'extraction de la partie de la commande spécifique au fabricant a réussi et sera exécutée.
- 1 Des erreurs se sont produites lors de l'extraction de la partie de la commande spécifique au fabricant. Un octet d'erreur spécifique au fabricant suit.

RFU : Réservé pour un usage futur et doit correspondre à « 0 » en binaire.

14.2.3.3 Niveau de puissance

Le niveau de puissance d'émission du dispositif, tel qu'indiqué dans le Tableau 70 :

Tableau 70 — Niveau de puissance utilisé

Valeur	Désignation	Remarques
00 _h	Max.	Utiliser le niveau de puissance maximal pour le dispositif
01 _h	Niveau 1	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 6 dB au maximum
02 _h	Niveau 2	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 12 dB au maximum
03 _h	Niveau 3	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 18 dB au maximum
04 _h	Niveau 4	Utiliser un niveau de puissance inférieur d'environ 24 dB au maximum
05 _h – FF _h	Réservé	Réservé pour un usage futur

14.2.3.4 Rapport d'erreur

Ce champ est présent si des erreurs se sont produites pendant l'exécution de la commande. Les différents bits sont attribués comme indiqué dans le Tableau 71. Un ou plusieurs bits peuvent être mis à 1. Un bit à 1 indique un état d'erreur.

Tableau 71 — Rapport d'erreur

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Mode	Trame	Max	Min	Interv	Uplnk	Dnlk	PwLvl

- Mode : 0 Aucune erreur dans le réglage du mode, s'il est utilisé.
1 Impossible de sélectionner le mode exigé.
- Trame : 0 Aucune erreur dans le réglage du format de trame, s'il est utilisé.
1 Impossible de sélectionner le format de trame exigé.
- Max : 0 Aucune erreur dans le réglage de puissance, s'il est utilisé.
1 Le niveau maximal a déjà été atteint, le niveau de puissance reste inchangé.
- Min : 0 Aucune erreur dans le réglage de puissance, s'il est utilisé.
1 Le niveau minimal a déjà été atteint, le niveau de puissance reste inchangé.
- Interv : 0 Aucune erreur dans le réglage de l'intervalle d'émission, s'il est utilisé.
1 Impossible de sélectionner l'intervalle d'émission exigé.
- Uplnk : 0 Aucune erreur dans la sélection du canal montant, s'il est utilisé.
1 Impossible de sélectionner le canal/la sous-bande exigé dans le sens de la liaison montante.
- Dnlk : 0 Aucune erreur dans la sélection du canal descendant, s'il est utilisé.
1 Impossible de sélectionner le canal/la sous-bande exigé dans le sens de la liaison descendante.
- PwLvl : 0 Aucune erreur dans la sélection du niveau de puissance, s'il est utilisé.
1 Impossible de sélectionner le niveau de puissance exigé. Le niveau réel est indiqué par l'octet du niveau de puissance, voir le Tableau 70.

14.2.3.5 Rapport d'erreur du fabricant

L'activation de l'action spécifique au fabricant ne sera pas effectuée si ce bit est à 1. Le contenu est l'ID du fabricant, comme spécifié au paragraphe 12.5.5, suivi d'un octet d'erreur. Le codage de l'octet d'erreur est spécifique au fabricant.

14.3 Interrogation des paramètres radio

14.3.1 Généralités

Cette fonction est utilisée pour retourner le réglage des paramètres radio, les paramètres en rapport avec la liaison radio. Il s'agit des paramètres comme le mode, la puissance et le canal.

14.3.2 Commande

14.3.2.1 Généralités

La commande doit retourner tous les paramètres disponibles dans le compteur. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente.

Le format de la commande est indiqué dans le Tableau 72 ci-dessous.

Tableau 72 — Format de la commande Interrogation des paramètres radio

Champ F	SF
41 _h	1 octet

14.3.2.2 SF

Le champ SF est un paramètre fictif. Il doit être égal à 00_h.

14.3.3 Réponse

14.3.3.1 Généralités

Le format de la réponse utilise la même structure que la commande correspondante. Il est indiqué dans le Tableau 73 et le Tableau 74.

Tableau 73 — Format de la réponse Interrogation des paramètres radio, partie 1

Champ F	SF	SF2	Temps d'activation	Temps de repli	Mode
41 _h	1 octet	1 octet	5 octets	5 octets	1 octet

Tableau 74 — Format de la réponse Interrogation des paramètres radio, partie 2

Format de la trame	Puissance Tx	(Intervalle Tx)	(Canal montant)	(Canal descendant)	(Fabric.)
1 octet	1 octet	(2 octets)	(2 octets)	(2 octets)	(3 .. n octets)

Tous les champs sauf Intervalle Tx, Canal montant, Canal descendant et Fabric. sont obligatoires. Intervalle Tx, Canal montant, Canal descendant et Fabric. sont seulement présents si les bits correspondants sont à 1 dans le champ SF. Le contenu des différents champs est le suivant.

14.3.3.2 SF

Le champ SF contient un champ binaire qui spécifie quelles données sont présentes dans le message. La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 75 ci-dessous.

Tableau 75 — Attribution du champ SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
MO	FR	PWR	INT	UPCH	DNCH	MAN	ERR

Les différents bits représentent ce qui suit :

MO : Toujours « 1 », car le compteur emploie un mode spécifique.

- FR : Toujours « 1 », car le compteur emploie un format de trame spécifique.
- PWR : Toujours « 1 », car le compteur dispose du réglage de la puissance d'émission.
- TxI : Si ce bit est à 1, alors un réglage de l'Intervalle Tx est disponible.
- UPC : Si ce bit est à 1, alors un réglage de Canal montant est disponible.
- DNC : Si ce bit est à 1, alors un réglage de Canal descendant est disponible.
- MAN : Si ce bit est à 1, alors des réglages spécifiques au fabricant sont disponibles.
- ERR : Une erreur s'est produite en répondant à la commande. Aucune donnée ne sera retournée.

NOTE Cela pourrait être le cas si la commande n'est pas mise en œuvre dans le compteur.

14.3.3.3 SF2

Le champ SF2 est un paramètre fictif. Il doit être égal à 00_h.

14.3.3.4 Temps d'activation

Il spécifie le temps d'activation actuellement chargé. Voir le paragraphe 14.2.2.4 pour le format et les détails.

14.3.3.5 Temps de repli

Il spécifie le temps de repli actuellement chargé. Voir le paragraphe 14.2.2.5 pour le format et les détails.

14.3.3.6 Mode

Il spécifie le mode actuel du dispositif. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente. Voir le paragraphe 14.2.2.6 pour le codage et les détails.

14.3.3.7 Format de la trame

Il spécifie le format de trame actuel du dispositif. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente. Voir le paragraphe 14.2.2.7 pour le codage et les détails.

14.3.3.8 Puissance Tx

Il spécifie la puissance d'émission relative actuelle du compteur. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente. Voir le paragraphe 14.2.2.8 pour le codage. La valeur doit se trouver dans la plage de 00_h à 04_h.

14.3.3.9 Intervalle Tx

S'il est présent, ce champ spécifie l'intervalle d'émission nominal actuel en incréments de 2 s. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente.

14.3.3.10 Canal montant

S'il est présent, ce champ spécifie le canal utilisé en provenance du compteur en direction d'un autre dispositif. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente. Voir le paragraphe 14.2.2.10 pour le codage et les détails.

14.3.3.11 Canal descendant

Pour le mode N, ce champ spécifie le canal utilisé en provenance de l'autre dispositif en direction du compteur. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente. Voir le paragraphe 14.2.2.10 pour le codage et les détails.

14.3.3.12 Fabric.

S'il est présent, ce champ spécifie les réglages spécifiques au fabricant utilisés pour ce qui concerne la commutation des canaux. La valeur retournée sera la valeur en attente si des changements de paramètres sont en attente. Voir le paragraphe 14.2.2.12 pour le codage et les détails.

14.4 Définir les paramètres radio limités

14.4.1 Généralités

Cette fonction est utilisée pour commander un nombre limité de paramètres radio.

NOTE Cette commande est une version limitée de la commande « Définir les paramètres radio ». Les deux commandes sont supposées être utilisées par des entités différentes, ayant des niveaux d'autorisation différents.

La syntaxe et la sémantique de la commande suivent celles de « Définir les paramètres radio ». L'exécution de la commande doit être retardée pour que la session de communication puisse se terminer. Dans le cas où la liaison de communication est perdue en raison de l'exécution de la commande, le compteur doit revenir au réglage de canal précédent après un délai d'attente prédéfini.

14.4.2 Commande

14.4.2.1 Généralités

Le format de la commande est indiqué dans le Tableau 76 et le Tableau 77 ci-dessous. Il suit celui de « Définir les paramètres radio ».

Tableau 76 — Format de la commande Définir les paramètres radio limités, partie 1

Champ F	SF	SF2	Temps d'activation	Temps de repli	(Mode)
40 _h	1 octet	1 octet	5 octets	5 octets	(1 octet)

Tableau 77 — Format de la commande Définir les paramètres radio limités, partie 2

(Format de la trame)	(Puissance Tx)	(Intervalle Tx)	(Canal montant)	(Canal descendant)	(Fabric.)
(1 octet)	(1 octet)	(2 octets)	(2 octets)	(2 octets)	(3 .. n octets)

NOTE Le Mode et le Format de trame sont des octets sans importance dans la version limitée, car ils ne peuvent pas y être modifiés.

Tous les champs sauf SF, SF2, Temps d'activation et Temps de repli sont conditionnels. Ils sont seulement présents si les bits correspondants sont définis dans le champ SF. Les valeurs invalides dans un champ doivent amener le récepteur à mettre à 1 le bit d'erreur correspondant et à supprimer la commande. Le contenu des différents champs est le suivant.

14.4.2.2 Champ SF

Le champ SF contient un champ binaire qui spécifie quelles données sont présentes dans le message. La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 78 ci-dessous. L'interprétation des différents bits est spécifiée au paragraphe 14.2.2.2. Les bits spécifiés à « 0 » ne peuvent pas être mis à 1 en utilisant cette commande.

Tableau 78 — Attribution des bits SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
« 0 »	« 0 »	PWR	INT	UPCH	DNCH	MAN	« 0 »

14.4.2.3 SF2

SF2 est défini au paragraphe 14.2.2.3.

14.4.2.4 Temps d'activation

Il spécifie le réglage actuel du temps d'activation. Voir le paragraphe 14.2.2.4 pour plus d'informations.

14.4.2.5 Temps de repli

Il spécifie le réglage du délai d'attente de repli. Voir le paragraphe 14.2.2.5 pour plus d'informations.

14.4.2.6 Puissance Tx

Il spécifie le réglage actuel du niveau de puissance. Voir le paragraphe 14.2.2.8 pour plus d'informations.

14.4.2.7 Intervalle Tx

Il spécifie l'intervalle d'émission synchrone en incréments de 2 s. Voir le paragraphe 14.2.2.9 pour plus d'informations.

14.4.2.8 Canal montant

S'il est présent, il spécifie le canal montant à utiliser. Voir le paragraphe 14.2.2.10 pour plus d'informations.

14.4.2.9 Fabric.

S'il est présent, il spécifie des informations spécifiques au fabricant. Voir le paragraphe 14.2.2.12 pour plus d'informations.

14.4.3 Réponse

14.4.3.1 Généralités

Le format de la réponse Définir les paramètres radio limités est indiqué dans le Tableau 79 ci-dessous.

Tableau 79 — Format de la réponse Définir les paramètres radio limités

Champ F	SF	Niveau de puissance	(Rapport d'erreur)	(Rapport d'erreur du fabricant)
42 _h	1 octet	1 octet	(1 octet)	(1 octet)

Les champs Rapport d'erreur et Rapport d'erreur du fabricant sont conditionnels. Ils seront seulement présents si le bit correspondant est mis à 1 dans le champ SF.

14.4.3.2 SF

Le champ SF est spécifié au paragraphe 14.2.3.2.

14.4.3.3 Niveau de puissance

Le niveau de puissance est spécifié au paragraphe 14.2.3.3.

14.4.3.4 Rapport d'erreur

Ce champ est spécifié au paragraphe 14.2.3.4.

14.5 Confirmer les paramètres radio

14.5.1 Généralités

Cette fonction est utilisée pour confirmer les réglages des paramètres sélectionnés après que la communication ait de nouveau été établie avec les nouveaux réglages. Elle peut désactiver ou prolonger la temporisation de repli.

14.5.2 Commande

14.5.2.1 Format

Le format de la demande est indiqué dans le Tableau 80 ci-dessous.

Tableau 80 — Format de la commande Confirmer les paramètres radio

Champ F	SF	(Temps de repli)
43 _h	1 octet	(5 octets)

14.5.2.2 SF

La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 81 ci-dessous.

Tableau 81 — Attribution des bits SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	TIM

TIM : 0 = Aucun temps de repli n’est inclus dans la trame. Il s’agit en même temps d’une confirmation de la commande et ainsi une désactivation de la temporisation de repli.

1 = Une valeur de temps de repli est incluse dans la trame. Il s’agit du nouveau temps de repli.

RFU : Réservé pour un usage futur et doit correspondre à « 0 » en binaire.

14.5.2.3 Temps de repli

Spécifie la durée jusqu’au moment où l’action de repli doit avoir lieu. Dans le cas d’un temps relatif, il s’agit de la durée à partir de l’instant actuel. Une valeur « 0 » désactive la temporisation. Il s’agit d’une confirmation de la commande de modification. La valeur <invalid>, une valeur relative négative ou une date dans le passé doit être ignorée et doit produire un rapport d’erreur. Ces valeurs ne doivent pas désactiver la temporisation de repli. Un temps relatif positif ou une date dans le futur prolongera la durée de l’action de repli armée. Cela peut être utilisé pour prolonger le temps de rempli afin d’obtenir une meilleure assurance de la qualité de la connexion.

Le temps de repli doit être codé en utilisant le type M selon l’Annexe A de l’EN 13757-3:2018.

14.5.3 Réponse

14.5.3.1 Format

Le format de la réponse Confirmer les paramètres radio est indiqué dans le Tableau 82 ci-dessous.

Tableau 82 — Format de la réponse Confirmer les paramètres radio

Champ F	SF	(Rapport d’erreur)
43 _h	1 octet	(1 octet)

Le champ Rapport d’erreur est conditionnel.

14.5.3.2 SF

La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 83 ci-dessous.

Tableau 83 — Attribution des bits SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Erreur	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU

- Erreur : État d'erreur général :
- 0

La demande a abouti.
- 1

Une ou plusieurs erreurs se sont produites ; la réponse contient un octet d'erreur avec des données supplémentaires.
- RFU : Réserve pour un usage futur et doit correspondre à « 0 » en binaire.

14.5.3.3 Rapport d'erreur

La trame ne contient ce champ que si le bit d'erreur est à 1 dans le champ SF. Les différents bits sont attribués comme indiqué dans le Tableau 84. Un ou plusieurs bits peuvent être mis à 1. Un bit à 1 indique un état d'erreur.

Tableau 84 — Attribution du rapport d'erreur

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	Erreur de temps de repli

- RFU : Réserve pour un usage futur et doit correspondre à « 0 » en binaire.
- Erreur de temps de repli : Si ce bit est à 1, il est alors impossible de régler la temporisation de repli à la valeur spécifiée. La temporisation de repli n'est pas désactivée si cela se produit.

14.6 Définir les paramètres spécifiques au fabricant

14.6.1 Généralités

Cette fonction est attribuée à la communication spécifique au fabricant.

14.6.2 Commande

14.6.2.1 Format

Le format de la commande est indiqué dans le Tableau 85 ci-dessous.

Tableau 85 — Format des commandes spécifiques au fabricant

Champ F	SF	ID Fab.	Long	(Champs spéc. fab.)
4F _h	1 octet	2 octets	1 octet	(n octets)

Il peut exister un ou plusieurs champs spécifiques au fabricant. Ils sont conditionnels. Ils sont seulement présents si un bit correspondant est mis à 1 dans le champ SF. Le contenu des différents champs est le suivant :

14.6.2.2 SF

La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 86 ci-dessous. Il permet d'activer jusqu'à 8 ensembles différents de données de fabricant. L'élément de données sera seulement présent dans le message si le bit correspondant est à 1 dans le champ SF. L'attribution réelle des bits dans le champ SF est spécifique au fabricant.

Tableau 86 — Attribution du champ SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.

L'utilisation des bits individuels dans le champ SF est spécifique au fabricant.

14.6.2.3 ID Fab.

Ce champ a pour rôle de limiter le risque d'opérations incorrectes en raison des fonctionnalités différentes pour des fabricants différents. Ce champ doit contenir l'ID du fabricant comme spécifié au paragraphe 12.5.5.

14.6.2.4 Long

Il s'agit de la longueur des données spécifiques au fabricant. Ce champ peut avoir la valeur 0, ce qui veut dire qu'aucune donnée ne suit.

14.6.2.5 Champs spéc. fab.

Un ou plusieurs champs spécifiques fabricant peuvent suivre. La taille et le contenu sont spécifiques au fabricant.

14.6.3 Réponse

14.6.3.1 Format

Le format de la réponse « spécifique fabricant » est indiqué dans le Tableau 87 ci-dessous.

Tableau 87 — Format de la réponse spécifique au fabricant

Champ F	SF	ID Fab.	Longueur	(Rapport spécifique au fabricant)
4F _h	1 octet	2 octets	1 octet	(n octets)

Le champ Rapport spécifique au fabricant est conditionnel.

14.6.3.2 SF

La fonction des différents bits du champ SF est indiquée dans le Tableau 88 ci-dessous.

Tableau 88 — Attribution des bits SF

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.	Spéc. fab.

L'utilisation des bits individuels dans le champ SF est spécifique au fabricant.

14.6.3.3 Rapport spécifique au fabricant

L'utilisation de ce champ est spécifique au fabricant.

Annexe A
(informative)

Bande de 868 MHz : attribution des fréquences et occupation de la bande

L'attribution des fréquences aux différents services est représentée dans la Figure A.1 ci-dessous.

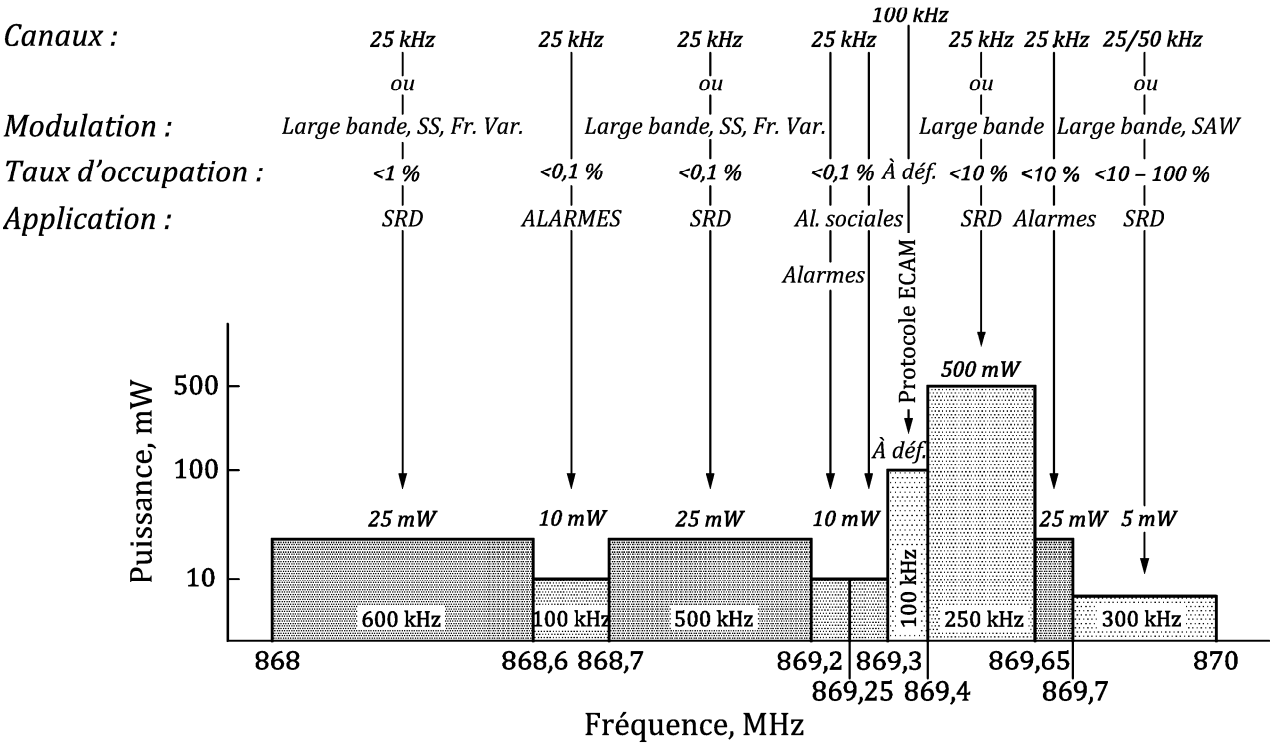


Figure A.1 — Attribution des fréquences et utilisation de la bande dans la bande de 868 MHz

Annexe B (informative)

Attribution des fréquences dans la bande de 169 MHz

B.1 Fréquences et niveaux de puissance autorisés

La Figure B.1 ci-dessous représente une vue d'ensemble des niveaux de puissance autorisés pour les différentes parties de la bande de fréquences. La valeur est indiquée en dBm. Le nombre d'attributions différentes se réfère à la numérotation des annexes et des bandes dans la Recommandation ERC/REC 70-03, ce qui veut dire que An2-b fait référence à l'Annexe 2, bande b.

La bande attribuée An1-f3 n'autorise pas les concentrateurs.

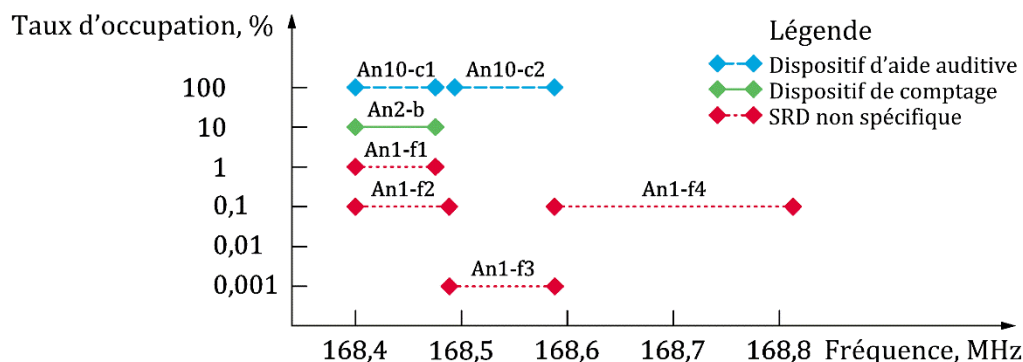


Figure B.1 — Fréquences et niveaux de puissance autorisés

B.2 Fréquences et taux d'occupation autorisés

La Figure B.2 ci-dessous représente une vue d'ensemble des taux d'occupation autorisés pour les différentes parties de la bande de fréquences. Le taux d'occupation est représenté avec une échelle logarithmique. Le nombre d'attributions différentes se réfère à la numérotation des annexes et des bandes dans la Recommandation ERC/REC 70-03, ce qui veut dire que An2-b fait référence à l'Annexe 2, bande b.

La bande attribuée An1-f3 n'autorise pas les concentrateurs. La bande attribuée An1-f3 autorise un taux d'occupation de 0,1 % pendant la période de 00h00 à 06h00 locales.

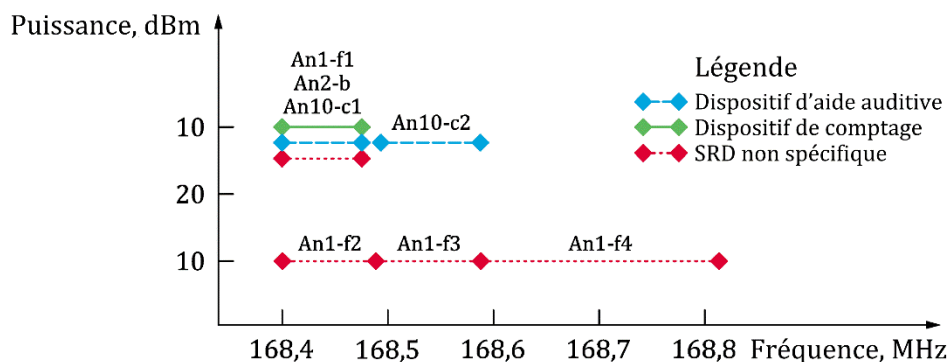


Figure B.2 — Fréquences et taux d'occupation autorisés

Annexe C (informative)

Exemples de trames

C.1 Exemple de trame en provenance d'un compteur en mode S

C.1.1 Conditions

La longueur de trame de la couche liaison, L, (à l'exception du champ L et des CRC) est de $9 + 6 = 15$ octets (voir ci-après). Le champ C a la valeur 044_h (« SEND/NO REPLY, initiative du compteur »).

Un compteur d'un fabricant (fictif) « CEN », associé à un numéro de fabricant (hexadécimal) unique, 12345678_h ; 01_h ; 07_h (numéro d'identification ; version ; type de dispositif), émet un volume (décimal) de 876 543 l.

Pour l'exemple, cette information est codée comme suit, conformément à l'EN 13757-3 : DIF = $0B_h$ (= valeur DCB instantanée à 6 chiffres) et VIF = 13_h (= volume en litres).

Le « CEN » est codé comme suit conformément à l'EN 13757-7 : « C » = $(43_h - 40_h) = 3$; « E » = 5 ; « N » = 14. Par conséquent, « CEN » = $32 \times 32 \times 3 + 32 \times 5 + 14 = 3246 = 0CAE_h$. Le bit de poids fort est nul puisqu'il s'agit d'une adresse « figée dans le code » (spécifique au fabricant).

C.1.2 Contenu des blocs

La trame est constituée de deux blocs :

- a) le premier bloc (voir 12.3, Figure 2) se compose de 10 octets (aux termes de la définition donnée dans ce document) et 2 octets de CRC :
 - 1) $0F_h$ Champ L selon l'EN 60870-5-1 ;
 - 2) 44_h Champ C selon l'EN 60870-5-2 ;
 - 3) $0CAE_h$ Code du fabricant ;
 - 4) 12345678_h ; 01_h ; 07_h Numéro du fabricant (numéro d'identification ; version ; type de dispositif) ;
- b) le second bloc se compose du champ CI, plus 5 octets utilisateur et 2 octets CRC :
 - 1) 78_h Champ CI (sans en-tête, commence directement par VIF/DIF) ;
 - 2) $0B_h$ DIF = valeur DCB instantanée sur 3 octets ;
 - 3) 13_h VIF = volume en litres ;
 - 4) 876543_h = nombre de litres (en DCB).

1001010101101010101010100110010110101001101001011001101010100101

1001 011010011001011010101001010110101001010110100101100101100101100101

qui contient un total de 898 chips. Pour la communication en mode S1 avec un débit nominal des chips de 32,768 kc/s, la durée d'émission sera de 27,4 ms.

C.2 Exemple de trame en provenance d'un compteur en mode T1

C.2.1 Condition

La longueur de trame de la couche liaison, L, (à l'exception du champ L et des CRC) est de $9 + 6 = 15$ octets (voir ci-après). Le champ C a la valeur 044_h (« SEND/NO REPLY, initiative du compteur »).

Un compteur d'un fabricant (fictif) « CEN », associé à un numéro de fabricant (hexadécimal) unique, 12345678_h ; 01_h ; numéro de fabricant 07_h (numéro d'identification ; version ; type de dispositif), émet un volume (décimal) de 876 543 l.

Pour l'exemple, cette information est codée comme suit, conformément à l'EN 13757-3 : DIF = $0B_h$ (= valeur DCB instantanée à 6 chiffres) et VIF = 13_h (= volume en litres).

Le « CEN » est codé comme suit conformément à l'EN 13757-7 : « C » = $(43_h - 40_h) = 3$; « E » = 5 ; « N » = 14. Par conséquent, « CEN » = $32 \times 32 \times 3 + 32 \times 5 + 14 = 3246 = 0CAE_h$. Le bit de poids fort est nul puisqu'il s'agit d'une adresse « figée dans le code » (spécifique au fabricant).

C.2.2 Contenu des blocs

La trame est constituée de deux blocs :

- a) le premier bloc (voir Figure 2) se compose de 10 octets (aux termes de la définition donnée dans le présent document) et 2 octets de CRC :
 - 1) $0F_h$ Champ L selon l'EN 60870-5-1 ;
 - 2) 44_h Champ C selon l'EN 60870-5-2 ;
 - 3) $0CAE_h$ Code du fabricant ;
 - 4) 12345678_h ; 01_h ; 07_h Numéro du fabricant (numéro d'identification ; version ; type de dispositif) ;
- b) le second bloc est composé du champ CI, plus 5 octets utilisateur et 2 octets CRC :
 - 1) 78_h Champ CI (sans en-tête, commence directement par VIF/DIF) ;
 - 2) $0B_h$ DIF = valeur DCB instantanée sur 3 octets ;
 - 3) 13_h VIF = volume en litres ;
 - 4) 876543_h = nombre de litres (en DCB).

Comme les données à octets multiples (selon l'EN 13757-3) doivent être émises avec l'octet de poids faible en premier, les séquences d'octets hexadécimaux sans les CRC sont les suivantes :

- $0F\ 44\ AE\ 0C\ 78\ 56\ 34\ 12\ 01\ 07$ Bloc 1 ;
- $78\ 0B\ 13\ 43\ 65\ 87$ Bloc 2.

EN 13757-4:2019 (F)

Le CRC selon le format FT3 de l'EN 60870-5-1 est basé sur le code suivant :

$$x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$$

comme polynôme générateur. Il commence avec zéro et traite le bit de poids fort des données en premier. Le résultat du CRC est complémenté. L'octet de poids fort du CRC à 16 bits est émis en premier.

La chaîne d'octets complète en hexadécimal est donc :

0F 44 AE 0C 78 56 34 12 01 07 44 47 78 0B 13 43 65 87 1E 6D

C.2.3 Chaîne de bits

Le codage de chaque quartet à l'aide d'un code sur 6 chips selon le tableau de codage donne le résultat suivant :

010110	101001	011100	011100	100110	110010	010110	110100
010011	101100	011001	011010	001011	011100	001101	001110
010110	001101	010110	010011	011100	011100	011100	010011
010011	101100	010110	100011	001101	001011	011100	001011
011010	011001	101100	010011	001101	110010	011010	110001

Avec l'en-tête, le mot de synchronisation des bits et la queue, cela conduit à la chaîne de chips continue suivante :

01010101010101010101010101010101010000111101
010110101001011100011100100110110010010110110100
010011101100011001011010001011011100001101001110
010110001101010110010011011100011100011100010011
010011101100010110100011001101001011011100001011
01101001100110110001001100110111001001101011000101

qui contient un total de 290 chips. Pour le mode T1 avec un débit nominal des chips de 100 kc/s, la durée d'émission sera de 2,9 ms.

C.3 Exemple de trame en provenance d'un compteur en mode C1

C.3.1 Conditions

Dans cet exemple, la trame est au format B et elle utilise la couche liaison étendue avec le champ CI 8C_h.

La longueur de trame de la couche liaison, L, (à l'exception du champ L) est de 20 octets (voir ci-après).

Le champ C a la valeur 44_h (« SEND/NO REPLY, initiative du compteur »).

Un compteur d'un fabricant (fictif) « CEN », associé à un numéro de fabricant (hexadécimal) unique, 12345678_h ; 01_h ; numéro de fabricant 07_h (numéro d'identification ; version ; type de dispositif), émet un volume (décimal) de 876 543 l.

Pour l'exemple, cette information est codée comme suit, conformément à l'EN 13757-3 : DIF = 0B_h (= valeur DCB instantanée à 6 chiffres) et VIF = 13_h (= volume en litres).

Le « CEN » est codé comme suit conformément à l'EN 13757-7 : « C » = (43_h - 40_h) = 3 ; « E » = 5 ; « N » = 14. Par conséquent, « CEN » = 32 × 32 × 3 + 32 × 5 + 14 = 3246_d = 0CAE_h. Le bit de poids fort est nul puisqu'il s'agit d'une adresse « figée dans le code » (spécifique au fabricant).

Le champ Commande de Communication de l'extension de couche liaison est CC = 20_h, indiquant qu'il s'agit d'une trame synchronisée. Le comptage du champ de numéro d'accès dans cet exemple donne ACC = 27_h.

C.3.2 Contenu des blocs

Comme la longueur totale de la trame, en incluant le champ L et le champ CRC, est inférieure à 128, elle est composée d'un seul bloc, comme représenté dans la Figure C.1.

Champ L	Champ C	Champ M	Champ A	Champ CI	Champ CC	Champ ACC	...
14 _h	44 _h	0CAE _h	12345678 _h ;01 _h ;07 _h	8C _h	20 _h	27 _h	...

...	Champ CI	Champ DIF	Champ VIF	Champ de données	Champ CRC
...	78 _h	0B _h	13 _h	876543 _h	7AC5 _h

Figure C.1 — Contenu du bloc en mode C, format B

Comme les données à octets multiples doivent être émises avec le LSB en premier, les séquences d'octets hexadécimaux sans CRC sont les suivantes :

14 44 AE 0C 78 56 34 12 01 07 8C 20 27 78 0B 13 43 65 87

Le CRC selon la présente norme utilise le code suivant :

$$x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$$

comme polynôme générateur. Il commence avec zéro et traite le bit de poids fort des données en premier. Le résultat du CRC est complété. L'octet de poids fort du CRC à 16 bits est émis en premier.

La chaîne d'octets complète en hexadécimal est donc :

14 44 AE 0C 78 56 34 12 01 07 8C 20 27 78 0B 13 43 65 87 7A C5.

C.3.3 Chaîne de bits

Le codage de chaque octet à l'aide du code NRZ avec le bit de poids fort en premier donne le résultat suivant :

0001	0100	0100	0100	1010	1110	0000	1100
0111	1000	0101	0110	0011	0100	0001	0010
0000	0001	0000	0111	1000	1100	0010	0000
0010	0111	0111	1000	0000	1011	0001	0011
0100	0011	0110	0101	1000	0111	0111	1010
1100	0101						

Avec le préambule et le mot de synchronisation, cela résulte dans la chaîne de chips continue suivante :

010000111101010101010000111101
0001010001000100101011100000110001111000010101100011010000010010
0000000100000111100011000010000000100111011110000000101100010011
0100001101100101100001110111101011000101

qui contient un total de 232 chips.

Pour le mode C1 avec un débit nominal des chips de 100 kc/s, la durée d'émission sera de 2,32 ms.

Annexe D (informative)

Exemple de réception prédictive de messages synchrones

Pour synchroniser les émissions synchrones d'un compteur, il est nécessaire de recevoir au moins deux messages synchrones. Pour parvenir à un taux d'échec acceptable, il est recommandé d'appliquer une période de réception continue de six intervalles d'émission nominaux. Comme l'intervalle d'émission nominal maximal est limité (par exemple : 15 min en mode T), une réception continue de 90 min est appropriée.

EXEMPLE Deux messages synchrones avec les valeurs de numéros d'accès 110 et 112 ont été reçus avec un écart de temps de 1 661,563 s, comme représenté dans la Figure D.1 ci-dessous. Les valeurs de numéros d'accès indiquent qu'un message a été manqué. L'intervalle d'émission individuel entre les deux messages est donc :

$$\begin{aligned} t_{110} + t_{111} &= 1661,563 \text{ s} \\ &= \left(1 + (|110 - 128| - 64) / 2048\right) \times t_{\text{NOM}} + \left(1 + (|111 - 128| - 64) / 2048\right) \times t_{\text{NOM}} \\ &= \left(1 + (-46 / 2048) + 1 + (-47 / 2048)\right) \times t_{\text{NOM}} \end{aligned}$$

Il est maintenant possible de déterminer l'intervalle d'émission nominal, t_{NOM} , comme suit :

$$t_{\text{NOM}} = 1661,563 \text{ s} \times 2048 / (2048 - 46 + 2048 - 47) = 850,083 \text{ s}$$

Le facteur entier est $n = 425$.

L'intervalle d'émission individuel prévu jusqu'à la prochaine émission synchrone, t_{112} , peut être déterminé à l'aide de l'intervalle d'émission nominal :

$$t_{112} = \left(1 + (|112 - 128| - 64) / 2048\right) \times 850,083 \text{ s} = 830,159 \text{ s}$$

L'intervalle d'émission nominal pour ce compteur peut être recalculé après chaque réception d'un nouveau message synchrone en provenance de ce compteur pour compenser la dérive en température.

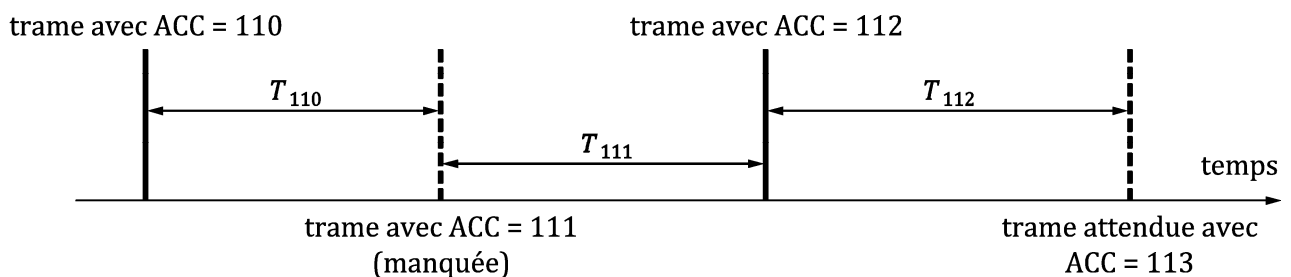


Figure D.1 — Prédiction du temps d'émission synchrone

Annexe E (informative)

Diagrammes de temporisation

Les pages suivantes montrent des exemples de diagrammes de temporisation pour l'installation ou le transfert de données. La Figure E.1 explique comment lire le diagramme de temporisation. Les Figures E.2 à E.7 représentent la temporisation générique.

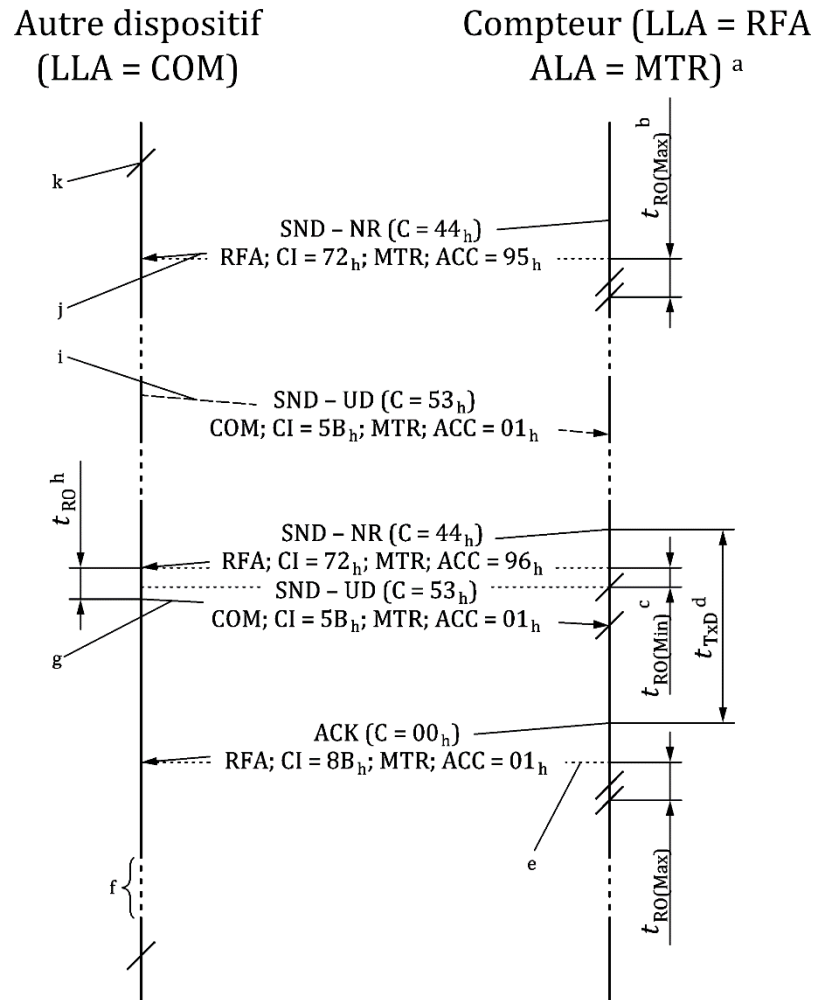
Les Figures E.8 à E.11 représentent la temporisation spéciale du mode C en mettant l'accent sur la gestion des éléments de données spéciaux Numéro de trame (FN) et Comptage des bonds (H).

Les Figures E.1, E.2, E.7, E.12 et E.13 sont applicables à tous les modes. Les Figures E.3 à E.6 sont uniquement applicables aux modes S, T et N. Les Figures E.8 à E.11 sont uniquement applicables au mode C.

Les Figures E.12 et E.13 représentent la temporisation de la diffusion de trames de multidiffusion en utilisant la commande SND-UD3.

Abréviations spéciales utilisées dans cette annexe : LLA = adresse de la couche liaison (Link Layer Address), ALA = adresse de la couche application (Application Layer Address), MTR = compteur (MeTeR), COM = collecteur de données/concentrateur de données, OMC = autre compteur collecteur (Other Meter Collector), RFA = adaptateur de radiofréquence (Radio Frequency Adapter).

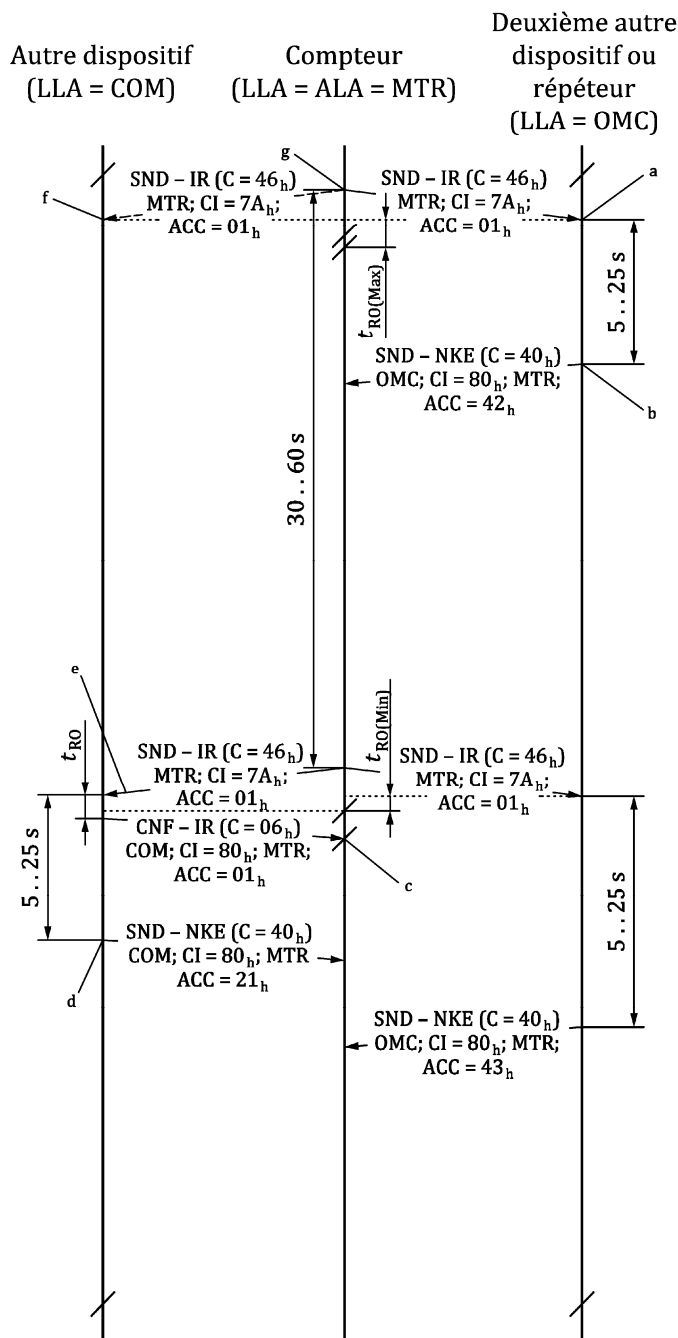
La temporisation d'accès distincte des fenêtres de réception alternatives doit être prise en compte.



Légende

- a LLA = adresse de la couche liaison (Link Layer Address).
ALA = adresse de la couche application (Application Layer Address).
Dans cet exemple, la LLA est l'adresse depuis l'adaptateur RF « RFA » et l'adresse de l'application du compteur est « MTR ».
- b La fenêtre de réception du compteur se ferme après $t_{RO(Max)}$ par exemple 3 ms (-mode T).
- c La fenêtre de réception du compteur s'ouvre après $t_{RO(Min)}$ par exemple 2 ms en mode T.
- d Un retard de t_{TxD} s.
- e Une ligne d'aide pointillée représente un événement synchrone pour l'émetteur et le récepteur. Par exemple, le début du délai d'attente pour les fenêtres de réception, lorsque l'émission est terminée.
- f Intervalle de temps.
- g L'autre dispositif avec l'adresse « COM » envoie un message du type « Send User Data » au compteur avec l'adresse « MTR » et utilise un compteur d'accès « 1 ».
- h L'autre dispositif doit envoyer une réponse dans la limite de t_{RO} (entre la 2^e et la 3^e milliseconde en mode T).
- i La ligne pointillée signifie que le message a été émis mais pas reçu.
- j La ligne continue signifie que la réception du message a réussi.
- k Le récepteur de l'autre dispositif est continuellement ouvert.

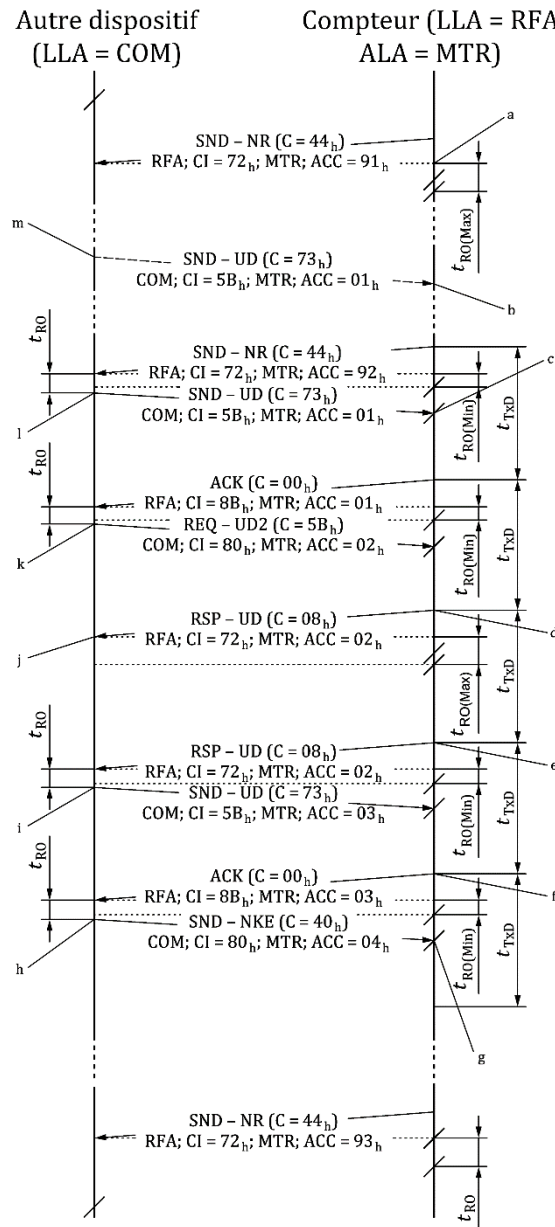
Figure E.1 — Légende explicative du diagramme de temporisation



Légende

- a Le deuxième autre dispositif n'accepte pas ce compteur.
- b Il envoie cependant un message de réinitialisation de liaison après chaque réception d'une demande d'installation en provenance du compteur nouvellement installé après un délai aléatoire ! Ce message signale une liaison radio disponible à un outil de service facultatif.
- c Si le compteur reçoit la confirmation attendue à cette demande d'installation, il arrête d'émettre des messages de demande d'installation.
- d Pour un comportement homogène, l'autre dispositif assigné envoie un message de réinitialisation de liaison, également après un délai aléatoire.
- e L'autre dispositif accepte ce compteur. Il répond donc par une confirmation d'installation. Un outil de service facultatif peut utiliser ce message pour signaler que le compteur est enregistré dans le COM.
- f L'autre dispositif ne parvient pas à recevoir le compteur.
- g Au cours du mode d'installation, le compteur génère un message périodique du type « demande d'installation » jusqu'à réception de la confirmation d'installation (CNF-IR) ou dépassement du délai d'attente.

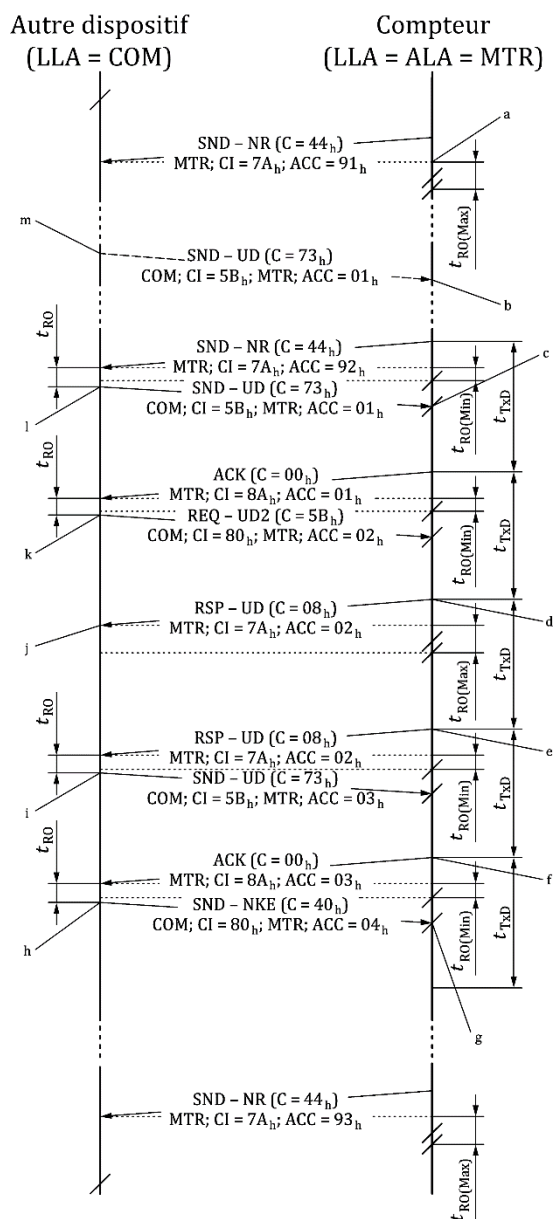
Figure E.2 — Temporisations d'installation



Légende

- a Une fenêtre de réception courte suit chaque émission (si le bit B = 1 et le bit A = 0 dans le champ de configuration).
- b Comme le récepteur n'est pas toujours ouvert, le message n'est pas reçu.
- c Le message a maintenant été reçu. Un accusé de réception est envoyé en réponse avec un délai prédéfini.
- d Le compteur génère une réponse après le délai prédéfini.
- e Le compteur ne reçoit pas la réponse et répète une nouvelle fois le dernier message après le délai prédéfini.
- f Le compteur reçoit maintenant une nouvelle commande et génère un accusé de réception après le délai prédéfini.
- g Le compteur reçoit un message SND-NKE (« End of Transmission » = fin d'émission). Il arrête le cycle d'accès fréquent.
- h L'autre dispositif reçoit l'accusé de réception et termine la session.
- i Lorsque le compteur autorise l'accès, l'autre dispositif envoie la deuxième commande.
- j L'autre dispositif traite la réponse. C'est la raison pour laquelle il manque d'envoyer la deuxième commande dans le délai imparti. L'autre dispositif doit attendre la prochaine fenêtre d'accès.
- k L'autre dispositif envoie une demande de relecture des résultats de la dernière commande émise.
- l Lorsque le compteur offre l'accès, l'autre dispositif envoie la commande au compteur.
- m L'autre dispositif a une nouvelle commande. Il essaie de contacter le compteur immédiatement.

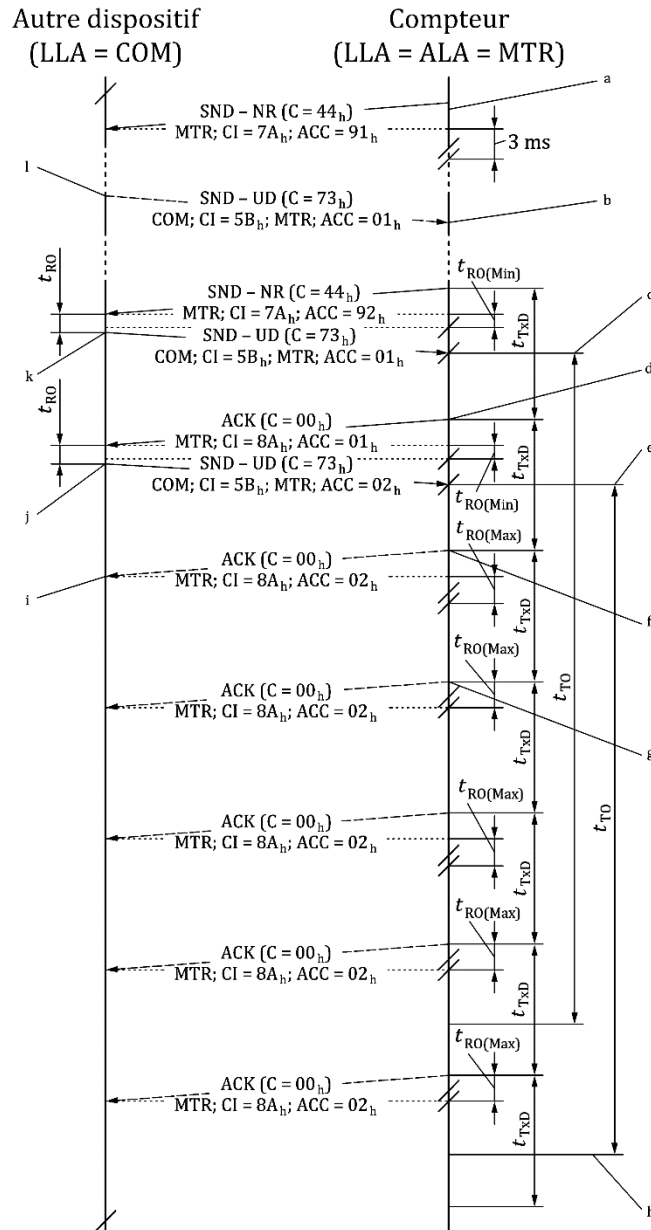
Figure E.3 — Connexion appliquant la couche transport longue



Légende

- a Une fenêtre de réception courte suit chaque émission (si le bit B = 1 et le bit A = 0 dans le champ de configuration).
- b Comme le récepteur n'est pas toujours ouvert, le message n'est pas reçu.
- c Le message a maintenant été reçu. Un accusé de réception est envoyé en réponse avec un délai prédéfini.
- d Le compteur génère une réponse après le délai prédéfini.
- e Le compteur manque l'émission suivante et répète une nouvelle fois le dernier message après le délai prédéfini.
- f Le compteur reçoit maintenant une nouvelle commande et génère un accusé de réception après le délai prédéfini.
- g Le compteur reçoit un message SND-NKE (« End of Transmission » = fin d'émission). Il arrête le cycle d'accès fréquent.
- h L'autre dispositif reçoit l'accusé de réception et termine la session.
- i Lorsque le compteur autorise l'accès, l'autre dispositif envoie la deuxième commande.
- j L'autre dispositif traite la réponse. C'est la raison pour laquelle il manque d'envoyer la deuxième commande dans le délai imparti. L'autre dispositif doit attendre la prochaine fenêtre d'accès.
- k L'autre dispositif envoie une demande de relecture des résultats de la dernière commande émise.
- l Lorsque le compteur offre l'accès, l'autre dispositif envoie la commande au compteur.
- m L'autre dispositif a une nouvelle commande. Il essaie de contacter le compteur immédiatement.

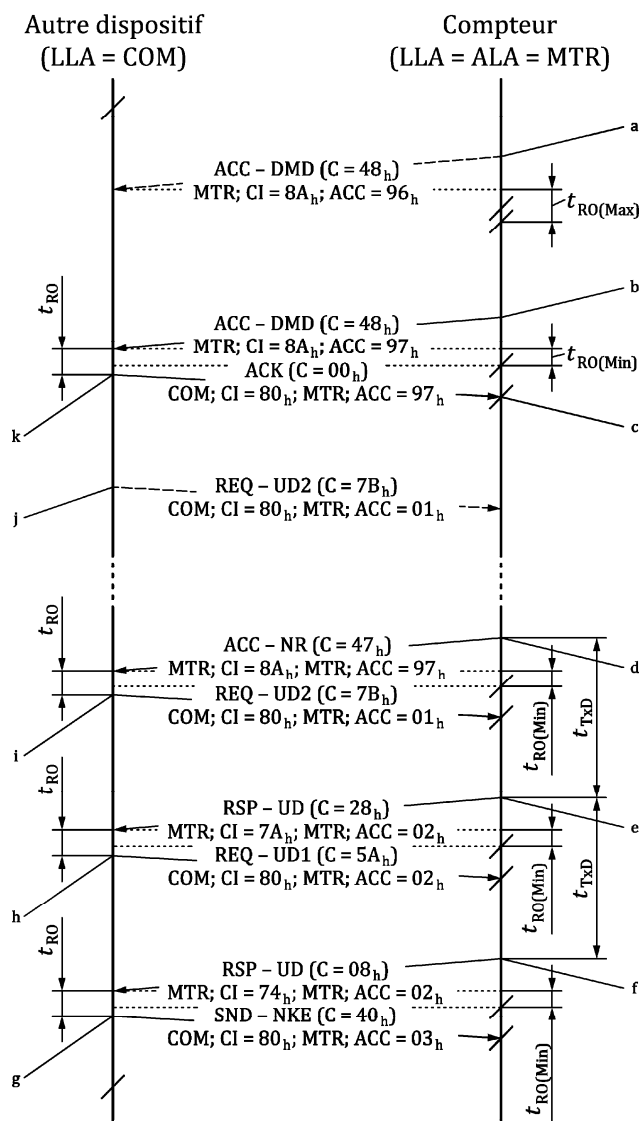
Figure E.4 — Connexion appliquant la couche transport courte



Légende

- a Une fenêtre de réception courte suit chaque émission (si le bit B = 1 et le bit A = 0 dans le champ de configuration).
- b Comme le récepteur n'est pas toujours ouvert, le message n'est pas reçu.
- c Le compteur reçoit avec succès le premier message en provenance de l'autre dispositif. Un délai d'attente de connexion démarre.
- d À l'issue du délai prédéfini, le compteur envoie un accusé de réception avec le n°1 en réponse à la commande avec le n°1.
- e Le compteur reçoit avec succès le deuxième message en provenance de l'autre dispositif. Le délai d'attente de connexion redémarre.
- f À l'issue du délai prédéfini, le compteur envoie un accusé de réception avec le n°2 pour la première fois.
- g Si aucun autre message n'est reçu en provenance de l'autre dispositif, le compteur répète la dernière émission périodiquement jusqu'à ce que le délai d'attente de connexion soit atteint (fin du cycle d'accès fréquent).
- h Le compteur arrête la répétition des messages lorsque le délai d'attente est dépassé !
- i L'autre dispositif arrête la communication pour une raison quelconque.
- j L'autre dispositif envoie la commande suivante au compteur.
- k Lorsque le compteur offre l'accès l'autre dispositif envoie la commande au compteur.
- l L'autre dispositif a une nouvelle commande. Il essaie de contacter le compteur immédiatement.

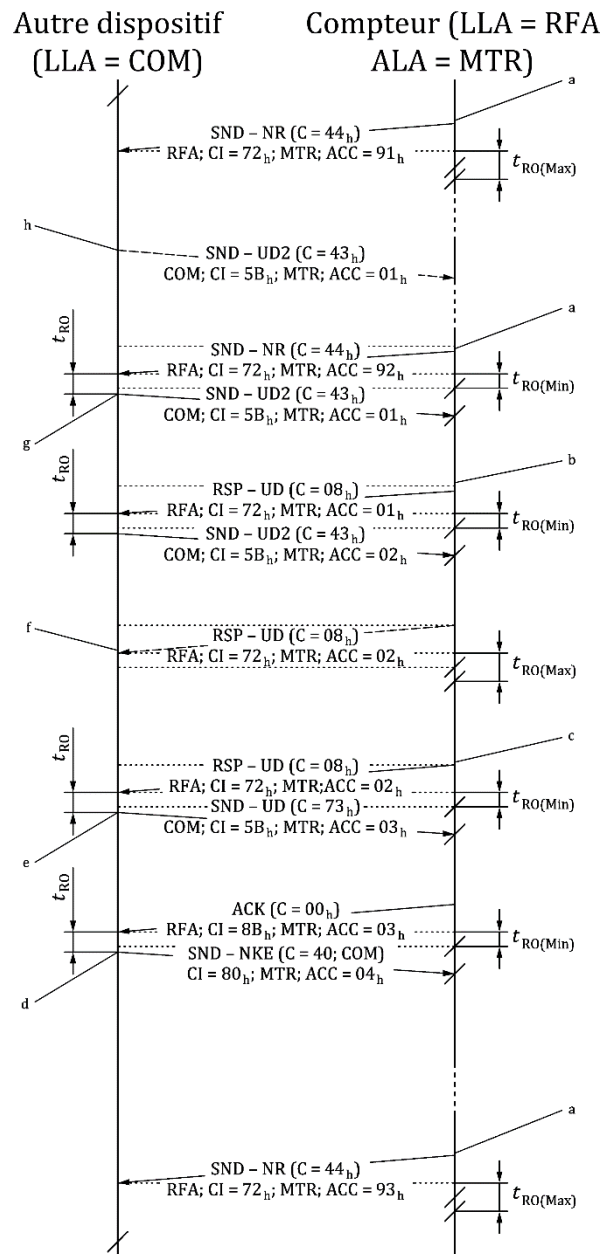
Figure E.5 — Délai d'attente, cycle d'accès fréquent



Légende

- a Le compteur présente une alerte et compte en informer l'opérateur. Il génère une demande d'accès.
- b Le compteur répète la demande d'accès jusqu'à ce qu'elle soit acquittée par l'autre dispositif.
- c Le compteur arrête l'émission de la demande d'accès.
- d Le compteur peut accélérer l'accès en envoyant une émission apériodique.
- e Le compteur fournit les données d'état et de consommation standard. Dans cet exemple, un bit ACD supplémentaire mis à un dans le champ C signale à l'autre dispositif que des données d'alarme sont disponibles (classe 1).
- f Le compteur répond avec un message d'alarme. Un bit ACD mis à zéro signale qu'il n'y a plus de données d'alarme disponibles.
- g L'autre dispositif met fin à la communication.
- h Déclenché par le bit ACD, l'autre dispositif demande que les données d'alarme (classe 1) soient transmises à la prochaine émission non sollicitée du compteur.
- i À la prochaine émission non sollicitée du compteur, l'autre dispositif demande les données d'état (classe 2). Il peut aussi demander immédiatement les données d'alarme !
- j L'autre dispositif peut essayer de lire immédiatement l'état du compteur.
- k L'autre dispositif accuse réception de la demande d'accès et signale qu'elle sera traitée bientôt.

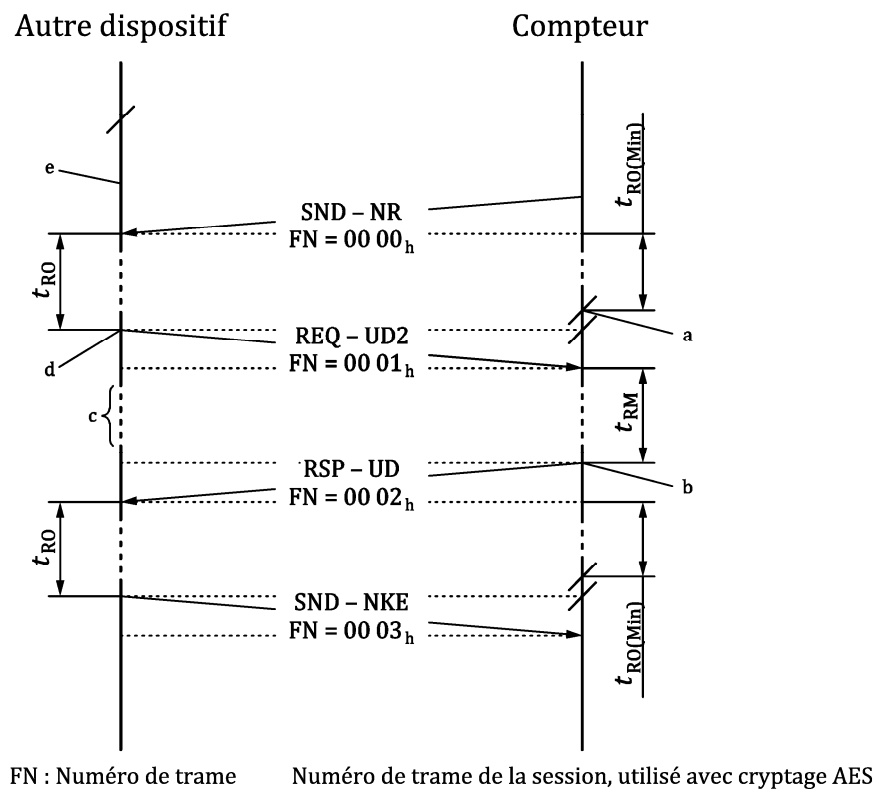
Figure E.6 — Demande d'accès



Légende

- a Émission périodique du compteur.
- b Le compteur répond directement avec la réponse attendue au lieu d'un ACK.
- c Le compteur répète le dernier message au sein du FAC.
- d Si l'autre dispositif a terminé toutes les transactions, il ferme la ligne en utilisant un SND-NKE.
- e Après la réception de la réponse en suspens, l'autre dispositif continue avec la commande suivante (en appliquant ici un SND-UD, pour lequel la seule réponse admise est un simple ACK).
- f La deuxième réponse n'a pas été reçue pour une raison quelconque.
- g L'autre dispositif a envoyé une commande et attendait une réponse immédiate. C'est la raison pour laquelle il applique un SND-UD2.
- h L'autre dispositif peut essayer de contacter le compteur s'il ne possède aucune autre information à propos de l'accessibilité du compteur.

Figure E.7 — Connexion RF en utilisant SND-UD2



Légende

- a Le « compteur » met le récepteur en marche et écoute après un délai ($t_{RO(Min)}$).
- b Le « compteur » répond après un délai (t_{RM}).
- c Intervalle de temps.
- d L'« autre dispositif » répond après un délai (t_{RO}).
- e Le récepteur de l'« autre dispositif » est ouvert en continu.

Figure E.8 — Transfert normal en mode C

Figure 1 is a sequence diagram illustrating the communication protocol between three entities: **Autre dispositif** (Other device), **Répéteur** (Repeater), and **Compteur** (Counter). The diagram shows the flow of messages and associated time intervals.

Legend:

- FN : Numéro de trame (Frame Number)
- H : Nbre de bonds (Number of hops)

Message Sequence:

- Autre dispositif** sends **SND - NR H = 0** (FN = 00 00_h) to **Répéteur**.
- Autre dispositif** sends **SND - NR H = 1** (FN = 00 00_h) to **Répéteur**.
- Autre dispositif** sends **REQ - UD2, H = 0** (FN = 00 01_h) to **Répéteur**.
- Autre dispositif** sends **REQ - UD2, H = 1** (FN = 00 01_h) to **Répéteur**.
- Autre dispositif** sends **RSP - UD, H = 0** (FN = 00 02_h) to **Répéteur**.
- Autre dispositif** sends **RSP - UD, H = 1** (FN = 00 02_h) to **Répéteur**.
- Autre dispositif** sends **SND - NKE H = 0** (FN = 00 03_h) to **Répéteur**.
- Autre dispositif** sends **SND - NKE H = 1** (FN = 00 03_h) to **Répéteur**.

Time Intervals:

- t_{DRFE} : Time interval between the reception of **SND - NR H = 0** and **SND - NR H = 1** at the Repeater.
- $t_{RR(Min)}$: Minimum time interval between the reception of **REQ - UD2, H = 0** and **REQ - UD2, H = 1** at the Repeater.
- t_{RM} : Time interval between the reception of **REQ - UD2, H = 1** and **RSP - UD, H = 0** at the Repeater.
- $t_{RO(Min)}$: Minimum time interval between the reception of **RSP - UD, H = 0** and **RSP - UD, H = 1** at the Repeater.

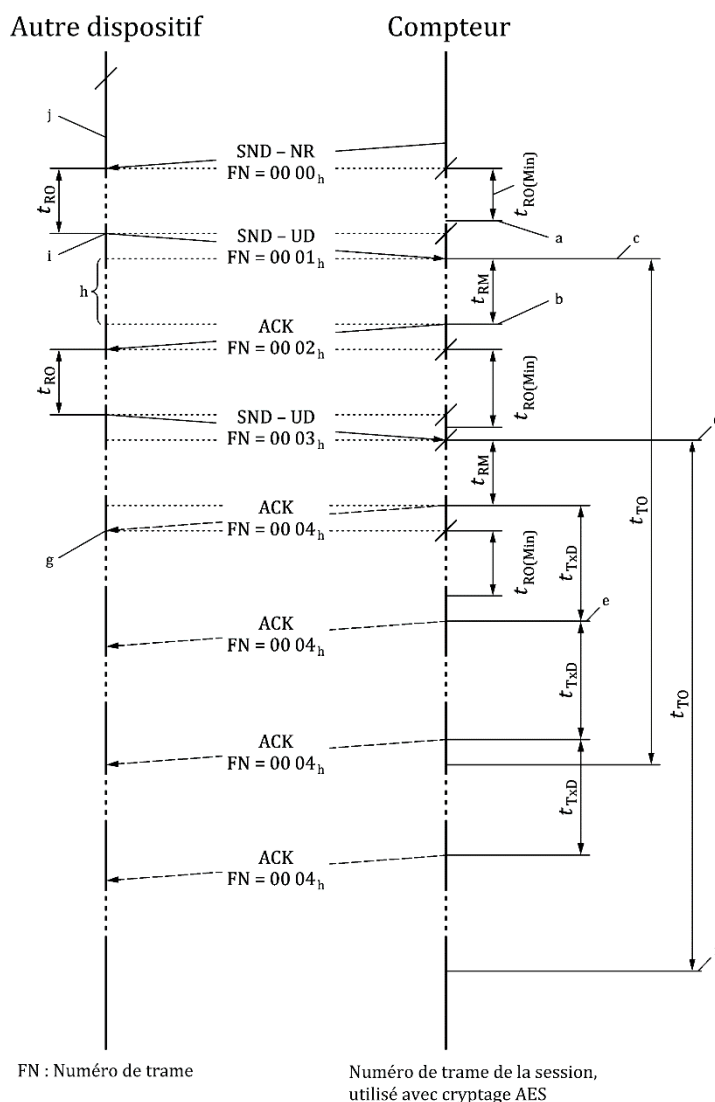
Other Labels:

- j**: Label for the first message (SND - NR H = 0).
- i**: Label for the second message (SND - NR H = 1).
- h**: Label for the third message (REQ - UD2, H = 0).
- g**: Bracket indicating a group of messages (REQ - UD2, H = 0 and REQ - UD2, H = 1).
- e**: Label for the first message received by the Repeater (SND - NR H = 0).
- d**: Label for the second message received by the Repeater (SND - NR H = 1).
- b**: Label for the third message received by the Repeater (REQ - UD2, H = 0).
- a**: Label for the fourth message received by the Repeater (REQ - UD2, H = 1).
- c**: Label for the fifth message received by the Repeater (RSP - UD, H = 0).
- f**: Label for the last message received by the Repeater (SND - NKE H = 1).

- a Le « compteur » écoute après un délai ($t_{RO(\text{Min})}$).
- b Le « répéteur » éteint le récepteur lorsque la réponse de l'« autre dispositif » a été reçue.
- c Le « compteur » répond après un délai (t_{RM}).
- d Le « répéteur » écoute après un délai ($t_{RR(\text{Min})}$).
- e Le « répéteur » écoute en anticipant l'émission du compteur.
- f L'« autre dispositif » éteint le récepteur.
- g Intervalle de temps.
- h L'« autre dispositif » répond au « répéteur » après un délai (t_{RR}).
- i Le « répéteur » émet vers l'« autre dispositif » après un délai (t_{DRFE}).
- j Le récepteur de l'« autre dispositif » est ouvert en continu.

97

La Figure E.10 ci-dessous souligne la manière dont varieront les paramètres Numéro de trame (FN) et Répété (R) lorsque le transfert des données est effectué avec répétition.

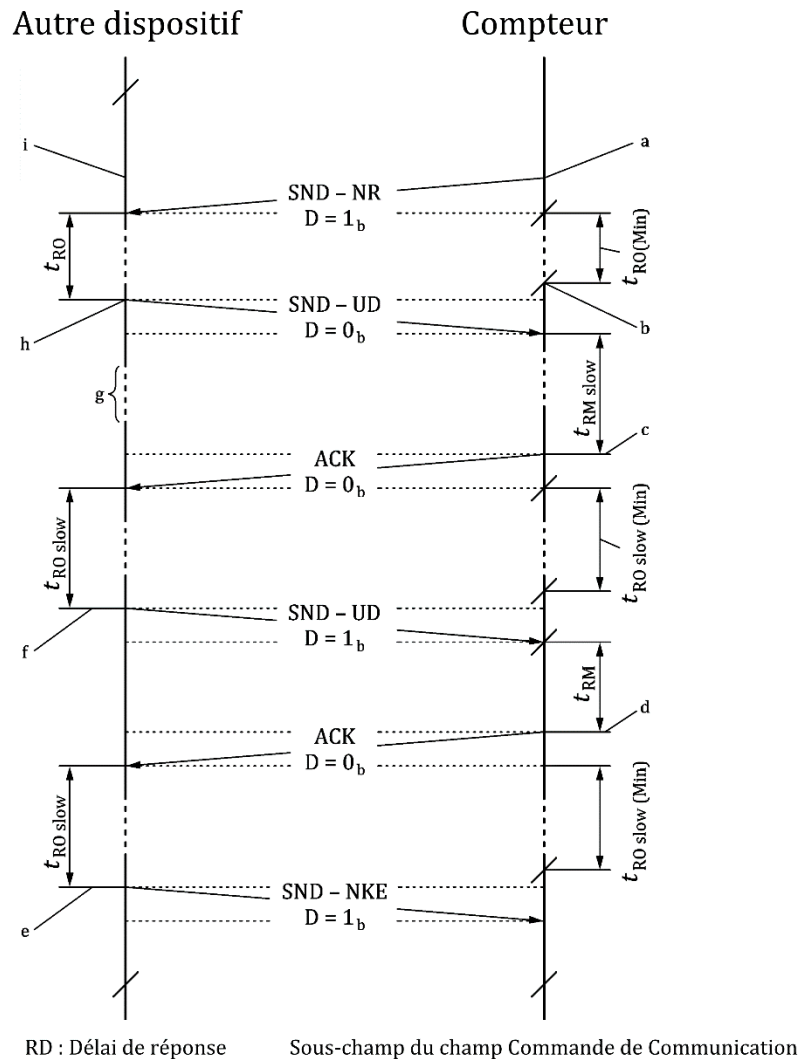


Légende

- a Le « compteur » écoute après un délai ($t_{RO(Min)}$).
- b Le « compteur » répond après un délai (t_{RM}).
- c Trame reçue en provenance de l'« autre dispositif » – le délai d'attente de connexion (t_{TO}) démarre.
- d Trame reçue en provenance de l'« autre dispositif », le compteur éteint le récepteur – le délai d'attente de connexion redémarre.
- e La trame n'a pas été reçue en provenance de l'« autre dispositif » et la dernière trame en provenance du « compteur » est répétée après un délai (t_{TXD}).
- f Le « compteur » arrête la répétition après un délai d'attente (t_{TO}).
- g L'« autre dispositif » arrête la communication pour une raison quelconque.
- h Intervalle de temps.
- i L'« autre dispositif » répond après un délai (t_{RO}).
- j Le récepteur de l'« autre dispositif » est ouvert en continu.

Figure E.10 — Mode C avec cycle d'accès fréquent

La Figure E.11 ci-dessous souligne la manière dont variera le numéro de trame (FN) lors de l'utilisation du protocole FAC (cycle d'accès fréquent).



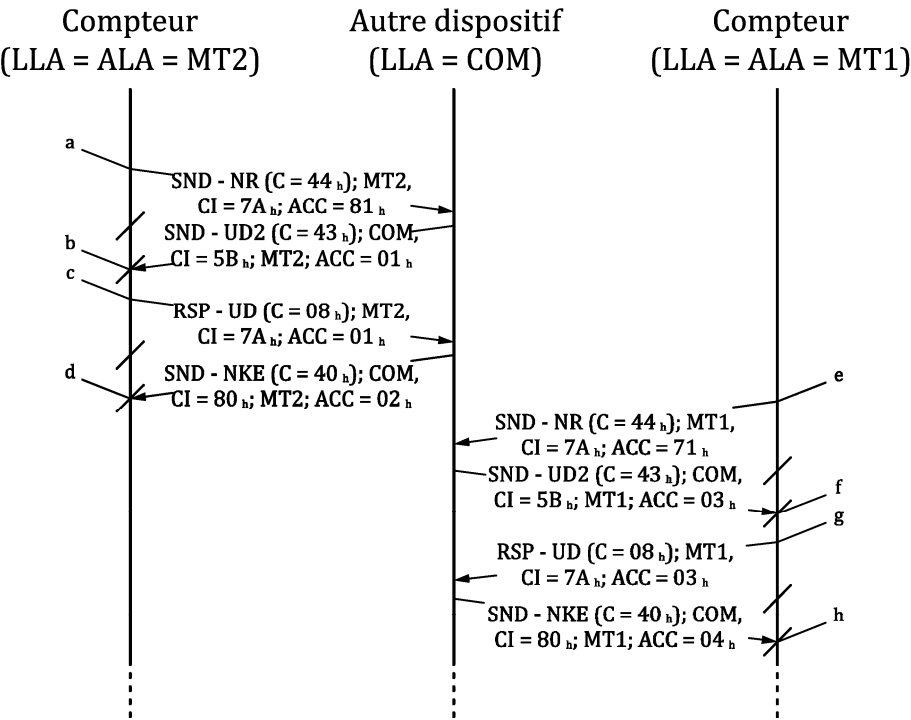
Légende

- a Le « compteur » émet une trame spécifiant une cadence rapide ($D = 1$).
- b Le « compteur » écoute après un délai par défaut ($t_{RO(\text{Min})}$).
- c Le « compteur » répond après un délai long ($t_{RM \text{ slow}}$) puisque $D = 0$ dans la trame reçue. Lorsque le « compteur » reçoit une trame avec $D = 0$ il doit aussi utiliser $D = 0$ dans la trame suivante.
- d Le « compteur » répond après un délai court (t_{RM}) puisque $D = 1$ dans la trame reçue. Lorsque le « compteur » reçoit une trame avec $D = 1$ il est libre de spécifier une cadence rapide ou lente.
- e L'« autre dispositif » répond après un délai long ($t_{RO \text{ slow}}$) puisque $D = 0$ dans la trame reçue.
- f L'« autre dispositif » répond après un délai long ($t_{RO \text{ slow}}$) puisque $D = 0$ dans la trame reçue. L'« autre dispositif » est toujours libre de spécifier une cadence rapide ou lente.
- g Intervalle de temps.
- h L'« autre dispositif » répond après un délai court (t_{RO}) puisque $D = 1$ dans la trame reçue.
- i Le récepteur de l'« autre dispositif » est ouvert en continu.

Figure E.11 — Mode C avec délai de réponse rapide ou lent

Le diagramme ci-après représente un exemple d'utilisation de la commande SND-UD3 lors d'un « Transfert d'images » comme spécifié dans l'EN 13757-3:2018, Annexe I. Elle est conçue pour être utilisée lorsque l'« autre dispositif » effectue une multidiffusion ou une diffusion. Les données sont ici distribuées vers un grand nombre de compteurs sans prise de contact. Les diagrammes représentent l'utilisation de SND-UD3 à titre d'exemple en l'appliquant à une situation de multidiffusion d'informations.

Avant transfert en multidiffusion, l'autre dispositif s'adresse aux compteurs individuels avec une commande « Préparer ». Cette commande contient le moment du début de la multidiffusion et le rythme de la multidiffusion. La commande est détaillée dans l'EN 13757-3:2018, I.2.4. La Figure E.12 ci-dessous illustre deux étapes de ce flux répété jusqu'à ce que tous les compteurs aient été préparés.



Légende

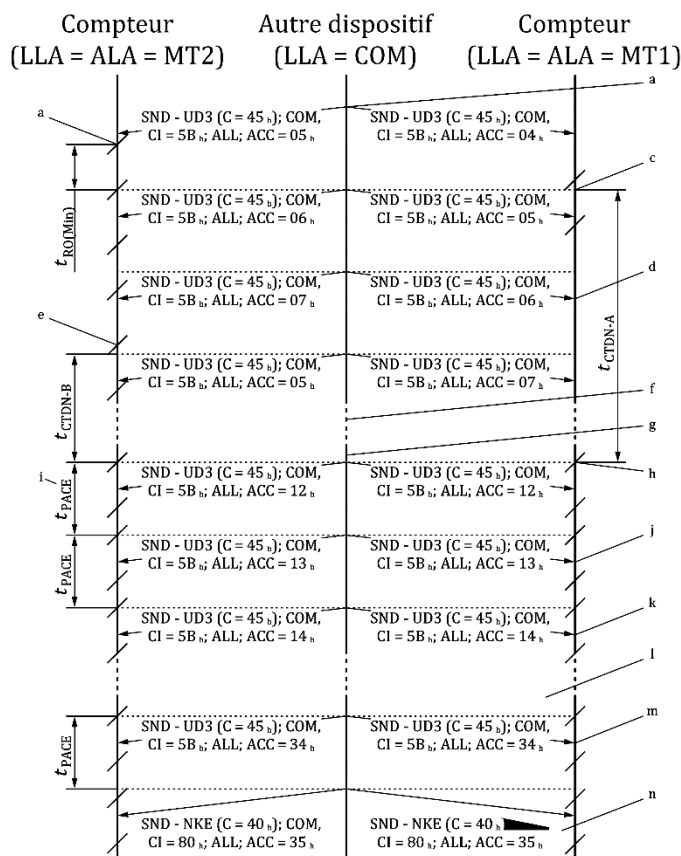
- a Un « compteur », MT2, émet une trame de données normale en utilisant SND-NR.
- b L'« autre dispositif » répond au sein de la fenêtre de réception de MT2 avec une commande « Préparer » en utilisant des paramètres contenant SND-UD2 pour la session de téléchargement.
- c Le « compteur » MT2, répond avec une réponse « Préparer » en utilisant RSP-UD avec l'état et l'acceptation.
- d L'« autre dispositif » ferme la session avec SND-NKE.
- e Un autre « compteur », MT1, émet une trame de données normale, SND-NR.
- f L'« autre dispositif » lui envoie également la commande « Préparer » en utilisant SND-UD2.
- g Le « compteur » MT1, répond avec une réponse « Préparer » en utilisant RSP-UD contenant l'état et l'acceptation.
- h L'« autre dispositif » ferme la session avec SND-NKE.

Figure E.12 — Préparation pour la multidiffusion

Dans une période avant le transfert réel, l'autre dispositif enverra une rafale de commandes « Synchroniser » avec un intervalle de temps court. Chaque commande contiendra le temps de « décompte » actuel jusqu'au début du transfert de données. La commande est détaillée dans l'EN 13757-3:2018, I.2.6. Les compteurs dotés d'une horloge précise peuvent ignorer la détection des messages de synchronisation et activer le récepteur seulement une fois que le transfert réel a lieu. Il sera nécessaire que les autres compteurs se synchronisent. Ils auront à ouvrir la fenêtre d'écoute de leurs récepteurs pendant une période prolongée afin d'extraire le message de synchronisation.

Lorsque le décompte aura atteint zéro, l'autre dispositif commencera l'émission de données en utilisant la commande « Transférer » avec le rythme préalablement distribué. Le format de la commande est détaillé dans l'EN 13757-3:2018, I.2.7. L'autre dispositif terminera la transaction avec un message SND-NKE.

La Figure E.13 ci-dessous couvre les phases « Synchronisation du transfert » et « Transfert d'images ». Elle représente deux compteurs, MT1 et MT2, avec des comportements légèrement différents. Une ligne chronologique verticale épaisse pour les compteurs indique quand ils se trouvent dans leur « fenêtre d'écoute ».



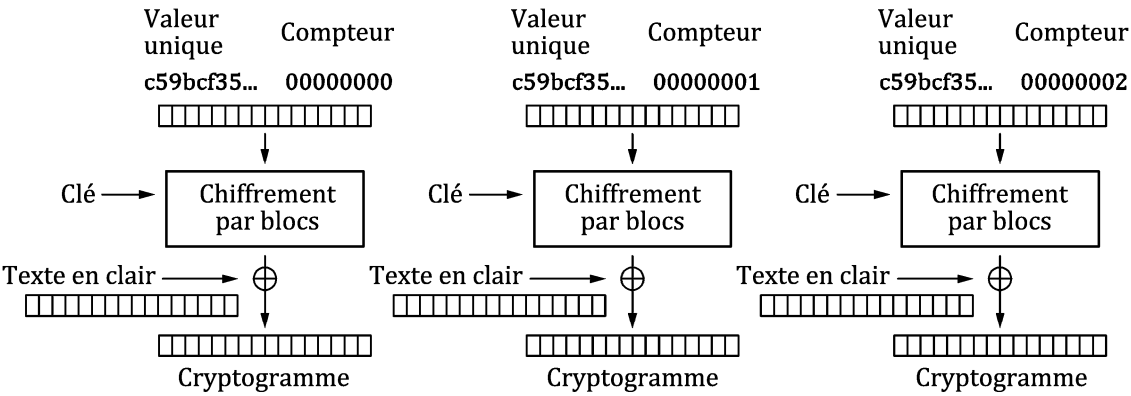
Légende

- a L'« autre dispositif » commence la diffusion d'une commande « Synchroniser ». Le message contient une valeur de décompte t_{CTDN} , le temps jusqu'à la première diffusion d'informations.
- b Le « compteur », MT2, ouvre une fenêtre de réception basée sur une commande « Préparer » reçue précédemment mais il ouvre le récepteur trop tôt ou manque la commande « Synchroniser ».
- c Le « compteur », MT1, ouvre le récepteur au moment attendu, basé sur une commande « Préparer » reçue précédemment, et reçoit la commande « Synchroniser ». Le « compteur », MT1, est à présent synchronisé et, à partir de maintenant, n'ouvrira pas son récepteur avant que la phase Transfert d'images ne commence. La durée de l'attente est déterminée par la valeur de décompte réelle, t_{CTDN-A} , reçue dans la commande « Synchroniser ».
- d L'« autre dispositif » diffuse une autre commande « Synchroniser », maintenant ignorée par le « compteur », MT1. Elle est toujours en dehors de la fenêtre de réception du « compteur », MT2, qui se voit donc contraint d'effectuer un nouvel essai.
- e Le « compteur », MT2, ouvre maintenant le récepteur afin de pouvoir recevoir la commande « Synchroniser ». Le « compteur », MT2, est à présent synchronisé et, à partir de maintenant, n'ouvrira pas son récepteur avant que la phase Transfert d'images ne commence. La durée de l'attente est déterminée par la valeur de décompte réelle, t_{CTDN-B} , reçue dans la commande « Synchroniser ».
- f La séquence ci-dessus continue pendant la phase « Synchronisation du transfert ».
- g La valeur de décompte est maintenant 0. L'« autre dispositif » commence le transfert en diffusant la première commande « Transférer ».
- h Les fenêtres de réception des compteurs, MT1 et MT2, sont synchronisées, et les deux compteurs reçoivent la commande « Transférer ».
- i L'émission des commandes « Transférer » continue avec une période égale à t_{PACE} . La valeur de t_{PACE} a été distribuée précédemment en utilisant la commande « Préparer ».
- j L'un des récepteurs prévus ne reçoit pas la commande « Transférer » diffusée. Le compteur enregistrera que la trame est manquante. Il continuera d'essayer de recevoir d'éventuelles trames qui suivent. Il ne commencera pas à répondre avec une erreur ni ne mettra fin au transfert.
- k Cette séquence se poursuit pendant la phase « Transfert d'images ».
- l L'« autre dispositif » émet la dernière commande « Transférer ».
- m L'« autre dispositif » diffuse une ou plusieurs commandes SND-NKE pour mettre fin au transfert de multidiffusion. La réception des commandes SND-NKE indique aux compteurs la fin de la phase « Transfert d'images ».

Figure E.13 — Synchronisation et transfert de multidiffusion en utilisant SND-UD3

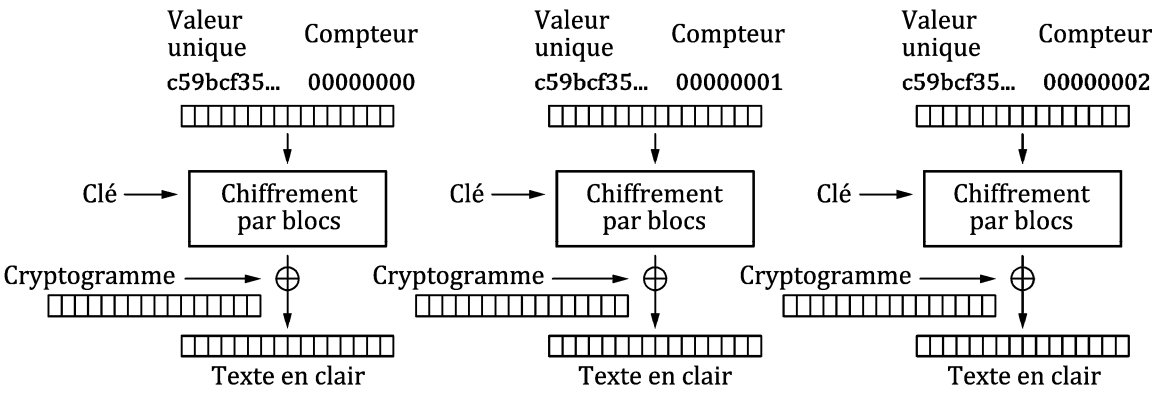
Annexe F
(informative)

Flux en mode compteur



Compteur de cryptage (CTR)

Figure F.1 — Flux de cryptage en mode compteur AES (128)



Compteur de décryptage (CTR)

Figure F.2 — Flux de décryptage en mode compteur AES (128)

Bibliographie

- [1] EN 13757-6, *Systèmes de communication pour compteurs — Partie 6 : Bus local*
- [2] CEN-CLC-ETSI/TR 50572, *Functional Reference Architecture for Communications in Smart Metering Systems* (disponible en anglais seulement)
- [3] CEN/TR 17167:2018, *Systèmes de communication pour compteurs — Rapport technique accompagnant les EN 13757-2, -3 et -7, Exemples et informations supplémentaires*
- [4] EN 62056-53, *Équipement de mesure de l'énergie électrique — Échange des données pour la lecture des compteurs, le contrôle des tarifs et de la charge — Partie 53 : Couche application COSEM* (IEC 62056-53)
- [5] ISO/IEC 18033-3, *Technologies de l'information — Techniques de sécurité — Algorithmes de chiffrement — Partie 3 : Chiffrement par blocs*
- [6] *Directive 1999/5/CE du Parlement européen et du Conseil, du 9 mars 1999, concernant les équipements hertziens et les équipements terminaux de télécommunications et la reconnaissance mutuelle de leur conformité*
- [7] *2013/752/UE : Décision d'exécution de la Commission du 11 décembre 2013 modifiant la décision 2006/771/CE relative à l'harmonisation du spectre radioélectrique en vue de l'utilisation de dispositifs à courte portée et abrogeant la décision 2005/928/CE (notifiée sous le numéro C(2013) 8776)*
- [8] Recommandation UIT-T O.150 (05/96), *Prescriptions générales relatives aux appareils de mesure des caractéristiques de fonctionnement des équipements de transmission numérique*
- [9] NIST SP 800-38A, *Recommendation for Block Cipher Modes of Operation: Methods and Techniques, décembre 2001* (disponible en anglais seulement)
- [10] *Directive 2014/53/UE du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché d'équipements radioélectriques et abrogeant la Directive 1999/5/CE*