UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T Q.703

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(03/93)

SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME DE SIGNALISATION Nº 7

SYSTÈME DE SIGNALISATION Nº 7 – CANAL SÉMAPHORE

Recommandation UIT-T Q.703

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

La Recommandation révisée UIT-T Q.703, élaborée par la Commission d'études XI (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

NOTES

1 Suite au processus de réforme entrepris au sein de l'Union internationale des télécommunications (UIT), le CCITT n'existe plus depuis le 28 février 1993. Il est remplacé par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) créé le 1er mars 1993. De même, le CCIR et l'IFRB ont été remplacés par le Secteur des radiocommunications.

Afin de ne pas retarder la publication de la présente Recommandation, aucun changement n'a été apporté aux mentions contenant les sigles CCITT, CCIR et IFRB ou aux entités qui leur sont associées, comme «Assemblée plénière», «Secrétariat», etc. Les futures éditions de la présente Recommandation adopteront la terminologie appropriée reflétant la nouvelle structure de l'UIT.

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1994

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

			Page
1	Considérations générales		1
	1.1	Introduction	1
	1.2	Délimitation et alignement des trames sémaphores	1
	1.3	Détection d'erreurs	1
	1.4	Correction d'erreurs	2
	1.5	Alignement initial	3
	1.6	Surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore	3
	1.7	Fonctions de supervision de l'état du canal sémaphore	3
	1.8	Contrôle de flux	3
2	Format de base des trames sémaphores		3
	2.1	Considérations générales	3
	2.2	Format des trames sémaphores	5
	2.3	Fonctions et codes des domaines des trames sémaphores	5
	2.4	Ordre d'émission des bits	7
3	Délimitation des trames sémaphores		7
	3.1	Fanions	7
	3.2	Insertion et suppression de zéros	7
4	Procédure d'acceptation		7
	4.1	Acceptation de l'alignement	7
	4.2	Détection des erreurs	7
5	Méthode de correction d'erreurs de base		8
	5.1	Considérations générales	8
	5.2	Accusés de réception (positifs et négatifs)	9
	5.3	Retransmission	10
6	Méthode de correction d'erreurs avec retransmission cyclique préventive		11
	6.1	Considérations générales	11
	6.2	Accusés de réception	12
	6.3	Retransmission cyclique préventive	13
	6.4	Retransmission forcée	14
7	Procédure d'alignement initial		14
	7.1	Considérations générales	14
	7.2	Indication d'état d'alignement initial	14
	7.3	Procédure d'alignement initial	15
	7.4	Périodes probatoires	17
8	Isolement des processeurs		17
9	Contrôle de flux au niveau 2		18
	9.1	Considérations générales	18
	9.2	Détection de l'encombrement	18
	9.3	Procédure en situation d'encombrement	18
	9.4	Procédure en cas de diminution de l'encombrement	18

Page

10 Surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore 18
10.1 Considérations générales 18
10.2 Surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores 19
10.3 Surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement 20
11 Codage et priorités au niveau 2 20
11.1 Trame sémaphore d'état du canal sémaphore 20
11.2 Priorités d'émission au niveau 2 21
12 Diagrammes de transition d'état, abréviations et temporisations 22
12.2 Abréviations et temporisations utilisées dans les Figures 7 à 18 22
12.3 Temporisations utilisées dans le niveau 2 24

Recommandation Q.703

SYSTÈME DE SIGNALISATION Nº 7 – CANAL SÉMAPHORE

(Genève, 1980; modifiée à Helsinki, 1993)

1 Considérations générales

1.1 Introduction

1.1.1 La présente Recommandation décrit les fonctions et les procédures relatives à la transmission de messages de signalisation sur une liaison sémaphore de données. Les fonctions de canal sémaphore associées à cette liaison sémaphore de données utilisée comme support, constituent un canal sémaphore permettant le transport fiable de messages de signalisation entre deux *points sémaphores* directement reliés.

Les messages de signalisation remis par les niveaux hiérarchiques supérieurs sont transmis sur le canal sémaphore sous la forme de *trames sémaphores* de longueur variable. Ces trames sémaphores contiennent, outre les informations de signalisation, les informations de commande du transport qui assurent le bon fonctionnement du canal sémaphore.

1.1.2 Les fonctions de canal sémaphore comprennent:

a) la délimitation des trames sémaphores;

b) l'alignement des trames sémaphores;

c) la détection d'erreurs;

d) la correction d'erreurs;

e) l'alignement initial;

f) la surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore;

g) le contrôle de flux.

Toutes ces fonctions sont coordonnées par la supervision de l'*état du canal sémaphore* (voir la Figure 1).

1.2 Délimitation et alignement des trames sémaphores

Le début et la fin d'une trame sémaphore sont indiqués par une configuration particulière de 8 bits appelée *fanion*. Des dispositions sont prises pour empêcher que cette séquence soit imitée par ailleurs dans la trame.

Il y a perte d'alignement quand une configuration interdite par la procédure de délimitation (plus de six «1» consécutifs) est reçue ou quand la longueur d'une trame sémaphore dépasse un maximum déterminé.

La perte d'alignement provoque un changement dans le mode de surveillance du *taux d'erreur sur les trames sémaphores*.

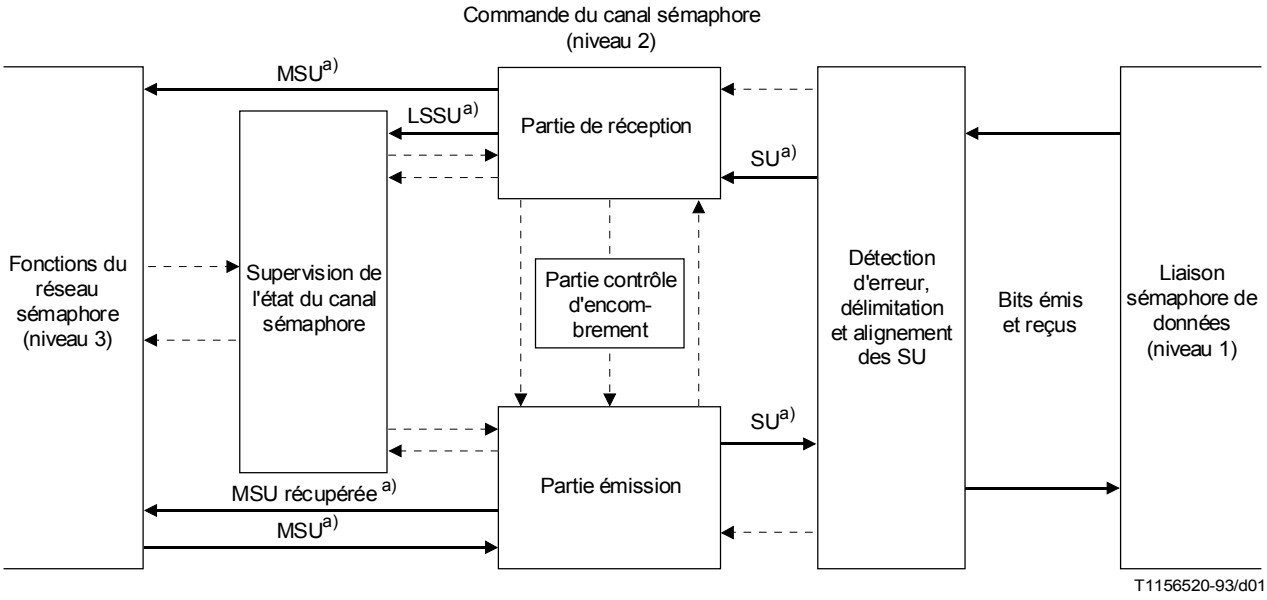
1.3 Détection d'erreurs

La fonction de détection d'erreurs est mise en œuvre au moyen de 16 bits de contrôle placés à la fin de chaque trame sémaphore. Ces bits de contrôle sont engendrés par le terminal sémaphore d'émission à partir des bits qui les précèdent dans la trame selon un algorithme spécifié. Le *terminal sémaphore*[1)] de réception traite les bits de contrôle selon des règles spécifiées correspondant audit algorithme.

Si les bits, calculés selon l'algorithme à partir des bits qui précèdent les bits de contrôle, dans la trame sémaphore reçue, ne correspondent pas avec ces derniers, la présence d'une erreur est indiquée et la trame sémaphore est rejetée.

---

1) On entend par *terminal sémaphore* les moyens qui effectuent toutes les fonctions de niveau 2, indépendamment de leur réalisation.



a) Ces trames sémaphores ne contiennent pas toutes les informations de contrôle d'erreur.

MSU Trame sémaphore de message (*message signal unit)*
SU Trame sémaphore (*signal unit)*
LSSU Trame sémaphore d'état du canal sémaphores (*link status signal units*)

——— Circulation des messages

– – – – – – Circulation des commandes

FIGURE 1/Q.703

Spécification fonctionnelle de commande du canal sémaphore – Interactions des blocs

1.4 Correction d'erreurs

1.4.1 La correction des erreurs s'effectue selon deux méthodes: la *méthode de base* et la *méthode avec retransmission cyclique préventive*. Les critères suivants doivent être appliqués pour déterminer les champs internationaux d'application de ces deux méthodes:

a) la méthode de base s'applique sur les canaux sémaphores qui empruntent des moyens de transmission terrestres non intercontinentaux et sur lesquels le temps de propagation dans un seul sens est inférieur à 15 ms;

b) la méthode avec retransmission cyclique préventive s'applique sur les canaux sémaphores intercontinentaux sur lesquels le temps de propagation dans un seul sens est supérieur ou égal à 15 ms et à tous les canaux sémaphores passant par satellite.

Si, dans un faisceau de canaux sémaphores international, l'un de ces canaux passe par un satellite, la méthode avec retransmission cyclique préventive doit être appliquée à tous les canaux de ce faisceau (faisceau combiné).

1.4.2 La méthode de base est un système de correction des erreurs par retransmission non asservi et avec accusés de réception positifs et négatifs. Une trame sémaphore qui a été émise est conservée en mémoire au terminal sémaphore d'émission, jusqu'à ce qu'un accusé de réception positif la concernant soit reçu. S'il reçoit un accusé de réception négatif, le terminal sémaphore cesse d'émettre de nouvelles trames sémaphores et les trames qui ont déjà été émises mais qui n'ont pas encore fait l'objet d'un accusé de réception positif sont retransmises une fois, dans l'ordre où elles avaient été émises initialement et en commençant par celle sur laquelle porte l'accusé de réception négatif.

1.4.3 La méthode avec retransmission cyclique préventive est un système de correction d'erreurs vers l'avant par retransmission cyclique non asservi, et avec accusé de réception positif. Une trame sémaphore qui a été émise est conservée en mémoire jusqu'à ce qu'un accusé de réception positif la concernant soit reçu. Lorsque le terminal d'émission n'a plus de nouvelles trames sémaphores à émettre, il retransmet cycliquement toutes celles qui n'ont pas fait l'objet d'un accusé de réception positif.

On applique en outre une *procédure de retransmission forcée*, qui est destinée à déclencher le processus de correction d'erreurs vers l'avant en conditions défavorables (par exemple, un taux d'erreur excessif et/ou une charge en trafic élevée).

Dès que le nombre de trames sémaphores conservées en mémoire, parce qu'il n'en a pas été accusé réception, atteint une valeur déterminée au préalable, le terminal interrompt l'émission de nouvelles trames sémaphores et retransmet cycliquement les trames en mémoire déjà émises jusqu'à ce que le nombre de ces trames n'ayant pas fait l'objet d'accusés de réception soit réduit.

1.5 Alignement initial

La procédure d'alignement initial s'applique à la première initialisation (par exemple, après la mise sous tension des appareils), ainsi que pour le rétablissement d'un canal sémaphore à la suite d'une défaillance. Elle consiste en un échange asservi entre les deux *points sémaphores* concernés d'informations sur l'état du canal sémaphore et en une période probatoire. Pour cet échange, les deux points sémaphores utilisent exclusivement le canal sémaphore à aligner.

1.6 Surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore

Il est prévu deux fonctions de surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore: l'une, qui s'exerce pendant que le canal sémaphore est en service, fournit l'un des critères pour sa mise hors service; l'autre s'exerce pendant que le canal sémaphore est dans l'état période probatoire de la procédure d'alignement initial. Ces fonctions sont appelées respectivement *surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores* et *surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement*. La surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores est caractérisée par un comptage et décomptage des erreurs sur les trames sémaphores selon le principe du «panier percé», tandis que la surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement se fait par un comptage linéaire de ces erreurs. Lors d'une perte d'alignement, le compteur de surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores progresse proportionnellement à la durée de la perte d'alignement.

1.7 Fonctions de supervision de l'état du canal sémaphore

La supervision de l'*état du canal sémaphore* est une fonction qui fournit des directives aux autres fonctions du canal sémaphore. Les interfaces avec la supervision de l'état du canal sémaphore sont représentées sur la Figure 1 et sur la Figure 7. La division en blocs fonctionnels indiquée sur ces figures est destinée à faciliter la description des procédures et ne doit pas être considérée comme liée à une réalisation particulière.

La fonction de supervision de l'état du canal sémaphore est illustrée par le diagramme synoptique, Figure 2, et par le diagramme détaillé de transition d'état, Figure 8.

1.8 Contrôle de flux

Le contrôle de flux est déclenché à la détection d'un encombrement à l'extrémité réceptrice du canal sémaphore. L'extrémité réceptrice encombrée du canal notifie cette situation à l'extrémité émettrice distante au moyen d'une trame sémaphore d'état (LSSU) d'encombrement et suspend l'émission des accusés de réception de toutes les trames sémaphores de message (MSU) reçues. Dès que l'encombrement cesse, l'émission des accusés de réception de toutes les MSU qui ont été reçues reprend. Aussi longtemps que l'encombrement persiste, l'extrémité émettrice distante est périodiquement informée de cette situation. Le terminal émetteur distant indique que le canal sémaphore est défaillant si l'encombrement dure trop longtemps.

2 Format de base des trames sémaphores

2.1 Considérations générales

Les trames sémaphores servent à transmettre sur le canal sémaphore des informations de signalisation ou autres émises par un sous-système utilisateur.

Une trame sémaphore comprend un *domaine d'information de signalisation* de longueur variable, qui contient les informations émises par un *sous-système utilisateur* et un certain nombre de domaines de longueur fixe qui contiennent les informations nécessaires à la commande du transport des messages. Dans le cas des trames sémaphores d'état (LSSU) du canal sémaphore, le domaine d'information de signalisation et l'octet de service sont remplacés par un domaine d'état du canal engendré par le terminal sémaphore.

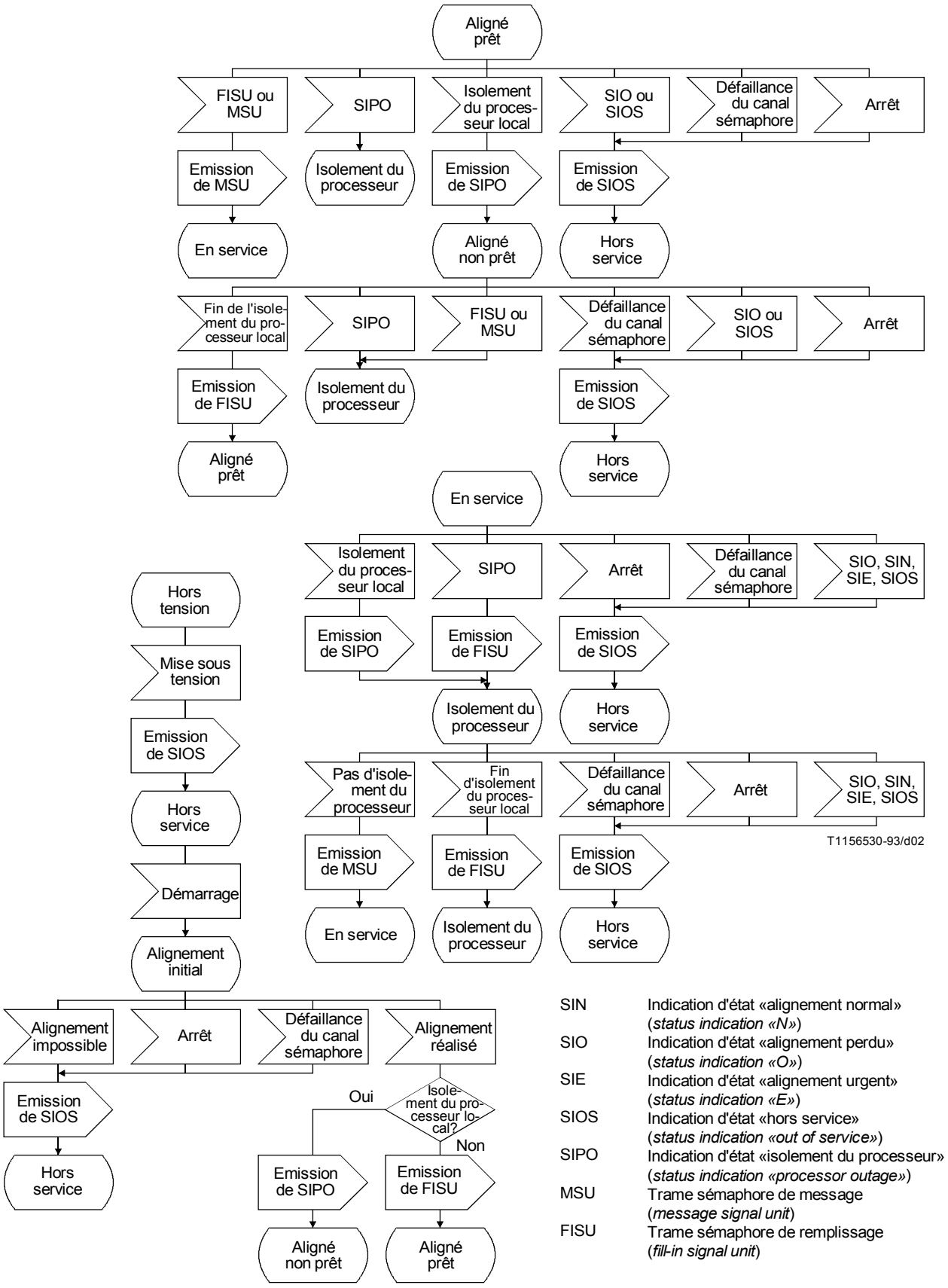
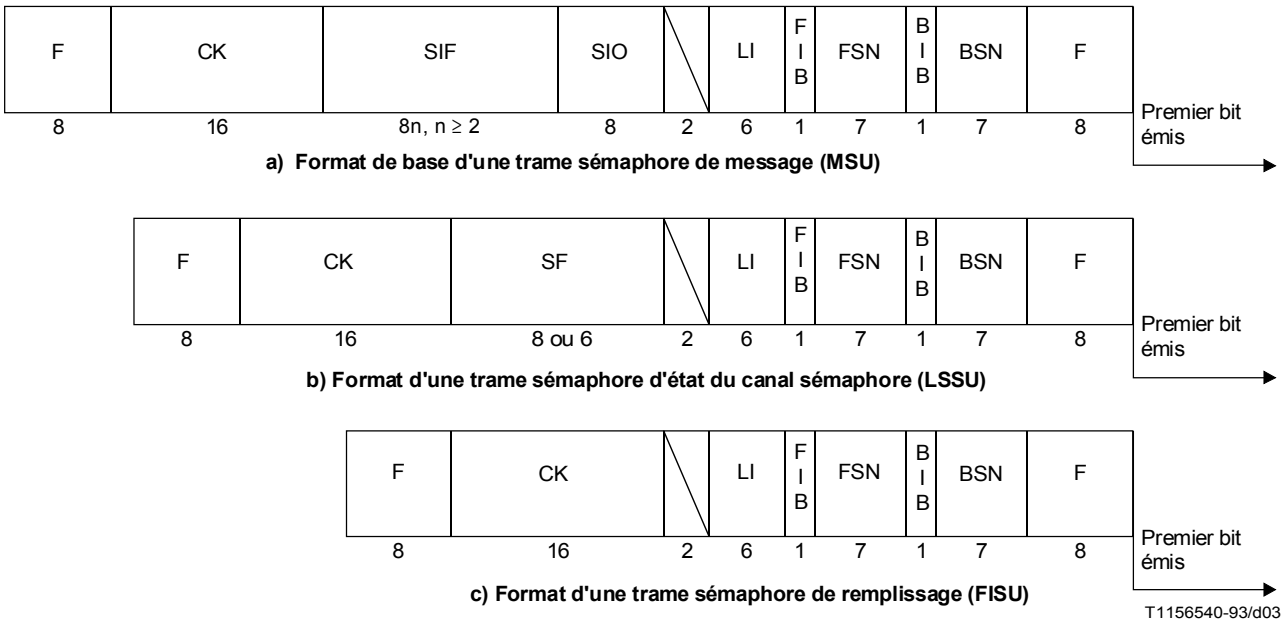


FIGURE 2/Q.703

Diagramme synoptique de la supervision de l'état du canal sémaphore

2.2 Format des trames sémaphores

Chaque trame sémaphore contient un *indicateur de longueur* qui permet de distinguer entre trois types de trames: les trames sémaphores de message (MSU), les trames sémaphores d'état du canal sémaphore (LSSU) et les trames sémaphores de remplissage (FISU). Les trames sémaphores du premier type sont retransmises en cas d'erreur, tandis que celles des deux autres types ne le sont pas. Les formats de base respectifs pour ces trois types de trames sont représentés à la Figure 3.



BIB	Bit indicateur vers l'arrière (*backward indicator bit*)
BSN	Numéro de séquence vers l'arrière (*backward sequence number*)
CK	Bit de contrôle de trame (*check bit*)
F	Fanion (*flag*)
FIB	Bit indicateur vers l'avant (*forward indicator bit*)
FSN	Numéro de séquence vers l'avant *(forward sequence number*)
LI	Indicateur de longueur (*length indicator*)
n	Nombre d'octets du SIF
SF	Domaine d'état du canal sémaphore (*status field*)
SIF	Domaine d'information de signalisation (*signalling information field*)
SIO	Octet d'information de service (*service information octet*)

FIGURE 3/Q.703

Format des trames sémaphores

2.3 Fonctions et codes des domaines des trames sémaphores

2.3.1 Considérations générales

Les informations de commande du transport de messages occupent, dans la trame sémaphore, 8 domaines de longueur fixe qui contiennent les informations nécessaires au contrôle d'erreurs et à l'alignement des messages.

2.3.2 Fanions

Le fanion d'ouverture indique le début d'une trame sémaphore. Il constitue normalement le fanion de fermeture de la trame sémaphore précédente. Le fanion de fermeture indique la fin d'une trame sémaphore. Un fanion a pour code la configuration de bits 01111110.

2.3.3 Indicateur de longueur

L'indicateur de longueur sert à indiquer le nombre d'octets compris entre (mais non inclus) l'octet où il est codé et les *bits de contrôle*; c'est un nombre exprimé en binaire compris entre 0 et 63. L'indicateur de longueur permet aussi de distinguer comme suit, entre les trois types de trames sémaphores:

Indicateur de longueur = 0:	Trame sémaphore de remplissage
Indicateur de longueur = 1 ou 2:	Trame sémaphore d'état du canal sémaphore
Indicateur de longueur > 2:	Trame sémaphore de message

Lorsque le domaine d'information de signalisation d'une trame sémaphore de message comprend 62 octets ou plus, la valeur donnée à l'indicateur de longueur est 63.

Le LI doit être fixé par l'extrémité émission avec sa valeur correcte telle qu'elle est spécifiée ci-dessus.

2.3.4 Octet d'information de service

L'*octet d'information de service* se divise en *indicateur de service* et en *domaine de sous-service*. L'indicateur de service sert à associer l'information de signalisation à un sous-système utilisateur particulier et n'est utilisé que dans les trames sémaphores de message.

Le contenu du domaine de sous-service est défini en 14.2.2/Q.704.

NOTE – Le sous-système transport de messages peut traiter des messages destinés à des sous-systèmes utilisateurs différents (ce sont des messages dont les indicateurs de service sont différents) jouissant de priorités. Ces priorités nécessitent un complément d'étude.

2.3.5 Numérotation en séquence

Le *numéro de séquence vers l'avant* se rapporte à la trame sémaphore qui le contient.

Le *numéro de séquence vers l'arrière* se rapporte à une trame sémaphore dont il est accusé réception.

Les numéros de séquence vers l'avant et vers l'arrière sont des nombres exprimés en binaire selon un ordre cyclique allant de 0 à 127 (voir les articles 5 et 6).

2.3.6 Bits indicateurs

Dans la méthode de base de correction d'erreurs, le *bit indicateur vers l'avant* et le *bit indicateur vers l'arrière*, associés respectivement au numéro de séquence vers l'avant et au numéro de séquence vers l'arrière, servent à mettre en œuvre le contrôle de l'ordre des trames sémaphores et les fonctions d'accusé de réception (voir le paragraphe 5.2 et l'article 6).

2.3.7 Bits de contrôle

Chaque trame sémaphore contient 16 bits de contrôle qui servent à la détection d'erreurs (voir l'article 4).

2.3.8 Domaine d'information de signalisation

Le *domaine d'information de signalisation* se compose d'un nombre entier d'octets égal ou supérieur à 2 et inférieur ou égal à 272.

La valeur de 272 octets permet à une trame sémaphore de message de recevoir un bloc d'information de 268 octets maximum et l'étiquette d'acheminement.

Le format et les codes du domaine d'information de signalisation sont propres à chaque sous-système utilisateur.

2.3.9 Domaine d'état

Les formats et codes du *domaine d'état* sont décrits à l'article 11.

2.3.10 Domaines de réserve

Sauf indication contraire, les domaines de réserve sont codés à 0 (voir les Figures 3 et 6).

2.4 Ordre d'émission des bits

Les domaines mentionnés en 2.3 doivent être émis dans l'ordre indiqué à la Figure 3.

Dans chaque domaine ou sous-domaine, les bits doivent être émis en commençant par le bit de plus faible poids. Les 16 bits de contrôle doivent être émis dans l'ordre dans lequel ils sont engendrés (voir l'article 4).

3 Délimitation des trames sémaphores

3.1 Fanions

Une trame sémaphore commence par un fanion de début (voir 2.2), qui constitue en même temps le fanion de fin de la trame sémaphore précédente. Dans certains cas, par exemple, si le canal sémaphore est surchargé, on peut intercaler un nombre limité de fanions entre deux trames sémaphores consécutives. Toutefois, un terminal sémaphore doit toujours être en mesure de recevoir des trames sémaphores consécutives entre lesquelles sont insérés un ou plusieurs fanions.

3.2 Insertion et suppression de zéros

En émission, pour garantir que le fanion ne sera imité par aucune autre partie de la trame sémaphore, le terminal insère un «0» après chaque séquence de cinq «1» consécutifs avant de mettre en place les fanions et d'émettre la trame. En réception, après avoir reconnu les fanions et les avoir enlevés, le terminal sémaphore supprime chaque «0» qui suit une séquence de cinq «1» consécutifs.

4 Procédure d'acceptation

4.1 Acceptation de l'alignement

4.1.1 Tout fanion qui n'est pas immédiatement suivi d'un autre fanion est considéré comme un fanion de début. La réception d'un tel fanion est supposée marquer le début d'une trame sémaphore et la réception du fanion suivant (fanion de fin) en marquer la fin.

4.1.2 La réception de sept «1» consécutifs ou davantage fait passer la surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores ou la surveillance du taux d'erreur sur l'alignement dans le mode «comptage d'octets» (voir 4.1.4) et le terminal recherche le prochain fanion valide.

4.1.3 Après suppression dans la trame sémaphore reçue des «0» qui avaient été insérés pour assurer la transparence, on vérifie que la longueur de celle-ci est un multiple de 8 bits et un nombre entier d'octets au moins égal à six y compris le fanion de début. Si tel n'est pas le cas, la trame est rejetée et le compteur de surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores ou le compteur de surveillance du taux d'erreur sur l'alignement progresse d'une unité. Si le terminal reçoit plus de $m + 7$ octets sans reconnaître un fanion de fin, il entre dans le mode «comptage d'octets» (voir la Figure 11) et la trame en cause est rejetée. m est la longueur maximale (en octets) du domaine d'information de signalisation autorisée sur un canal sémaphore déterminé. La valeur de m est 272. Si l'on applique la méthode de base de correction d'erreurs, le terminal d'émission peut envoyer un accusé de réception négatif conformément aux règles énoncées en 5.2.

4.1.4 Dans le mode «comptage d'octets», le terminal rejette tous les bits qu'il reçoit après réception du dernier fanion et jusqu'à réception du fanion suivant. Le mode «comptage d'octets» est abandonné dès que l'on reçoit une trame sémaphore correcte, et cette trame sémaphore est acceptée.

4.2 Détection des erreurs

La fonction de détection d'erreurs s'effectue au moyen de 16 bits de contrôle situés à la fin de chaque trame sémaphore.

Les bits de contrôle sont engendrés par le terminal sémaphore d'émission. Leur ensemble constitue le complément à un, de la somme (modulo 2) des deux termes suivants:

i) le reste de la division (modulo 2) de x^k ($x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} \ldots + x^2 + x + 1$) par le polynôme générateur $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, où k est le nombre des bits qui figurent dans la trame entre le dernier bit (non compris) du fanion d'ouverture et le premier bit (non compris) des bits de contrôle, à l'exclusion des bits insérés pour la transparence;

ii) le reste, après multiplication par x^{16}, et division (modulo 2) par le polynôme générateur $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ du contenu de la trame sémaphore compris entre le dernier bit du fanion d'ouverture (non compris) et le premier (non compris) des bits de contrôle, et à l'exclusion des bits insérés pour la transparence.

A titre de réalisation typique, le terminal sémaphore d'émission initialise le reste de la division de telle façon que tous les bits soient à «1», puis le modifie par division par le polynôme générateur (comme décrit ci-dessus) pour tous les domaines de la trame sémaphore. Le complément à 1 du reste final ainsi obtenu constitue les 16 bits de contrôle à émettre.

Le terminal sémaphore de réception vérifie que la partie restante de la trame correspond bien aux bits de contrôle; s'il constate que cette correspondance n'est pas complète, il rejette la trame.

A titre de réalisation typique, le terminal sémaphore de réception initialise le reste de la division de telle façon que tous les bits soient à «1» et considère qu'il n'y a pas eu d'erreur de transmission si la division, par le polynôme générateur, de l'ensemble des bits protégés reçus, y compris les bits de contrôle (après suppression des bits insérés pour la transparence) a comme reste le nombre binaire 0001110100001111 (x^{15} à x^0, respectivement).

5 Méthode de correction d'erreurs de base

5.1 Considérations générales

C'est une méthode non asservie dans laquelle la correction d'erreurs se fait par retransmission des trames sémaphores. En exploitation normale, cette méthode assure une transmission correcte des trames sémaphores de message sur le canal sémaphore, dans le bon ordre et sans duplication. Il n'est donc pas nécessaire de prévoir dans les sous-systèmes utilisateurs une remise dans l'ordre ou une élimination de certains éléments d'information reçus.

Un *accusé de réception positif* sert à indiquer qu'une trame sémaphore de message a été reçue correctement. Un *accusé de réception négatif* sert à demander explicitement la retransmission des trames reçues sous une forme altérée.

Afin de réduire le nombre de retransmissions et par conséquent le temps de transmission global des trames sémaphores de message, une retransmission n'est demandée que si une trame sémaphore de message (à l'exclusion de tout autre type) a été perdue, par exemple, à cause d'erreurs de transmission ou de perturbations.

Selon cette méthode de correction d'erreurs, les trames sémaphores de message émises, et pour lesquelles le terminal d'émission n'a pas encore reçu d'accusé de réception positif, doivent être mises en mémoire et demeurer disponibles pour une retransmission éventuelle. Afin d'assurer l'arrivée en séquence des trames sémaphores de message, lorsque l'une d'entre elles est retransmise, les trames sémaphores de message qui avaient été éventuellement émises après elle sont également retransmises, dans l'ordre où elles avaient été émises la première fois.

Chaque trame sémaphore doit contenir un numéro de séquence vers l'avant, un *bit indicateur vers l'avant*, un numéro de séquence vers l'arrière et un *bit indicateur vers l'arrière*. La correction d'erreurs agit indépendamment dans les deux sens de transmission. Au flux des trames sémaphores de message dans un sens sont associés le numéro de séquence vers l'avant et le bit indicateur vers l'avant qui sont transmis dans ce sens ainsi que le numéro de séquence vers l'arrière et le bit indicateur vers l'arrière qui sont transmis dans l'autre sens. Ils évoluent indépendamment du flux des trames sémaphores de message dans l'autre sens ainsi que du numéro de séquence vers l'avant, du bit indicateur vers l'avant, du numéro de séquence vers l'arrière et du bit indicateur vers l'arrière qui lui sont associés.

L'émission de nouvelles trames sémaphores de message est temporairement arrêtée pendant les retransmissions ou quand aucun numéro de séquence vers l'avant n'est disponible (parce que le canal sémaphore est momentanément trop chargé ou que des accusés de réception positifs sont altérés) (voir 5.2.2).

En conditions normales, en l'absence de trames sémaphores de message à émettre ou à retransmettre, le terminal sémaphore émet en permanence des trames sémaphores de remplissage. Dans certains cas, il peut émettre des trames sémaphores d'état du canal sémaphore, des suites ininterrompues de trames sémaphores de remplissage ou des fanions, comme indiqué dans les articles 7, 8 et 11.

5.2 Accusés de réception (positifs et négatifs)

5.2.1 Numérotation en séquence

Chaque trame sémaphore contient deux numéros de séquence: un numéro de séquence vers l'avant pour contrôler l'ordre de ces trames et un numéro de séquence vers l'arrière pour accuser réception.

Dans le cas d'une trame sémaphore de message, le numéro de séquence vers l'avant s'obtient par addition d'une unité au dernier nombre utilisé pour cette numérotation (somme modulo 128, voir 2.3.5).

Ce numéro de séquence vers l'avant repère sans ambiguïté la trame sémaphore de message jusqu'à ce que le terminal sémaphore de réception, après l'avoir reçue et avoir constaté que son contenu et son numéro de séquence sont corrects, l'ait acceptée. S'il s'agit d'une trame autre qu'une trame sémaphore de message, le terminal sémaphore d'émission l'affecte du même numéro de séquence vers l'avant que celui de la dernière trame sémaphore de message émise.

5.2.2 Contrôle de l'ordre des trames sémaphores

Le terminal sémaphore d'émission conserve en mémoire les informations concernant l'octet de service, le domaine d'information de signalisation, le numéro de séquence vers l'avant et la longueur de chaque trame sémaphore de message jusqu'à ce qu'il ait reçu l'accusé de réception positif pour cette dernière (voir 5.2.3). Entre-temps, il ne peut affecter ce même numéro de séquence vers l'avant à aucune autre trame sémaphore de message (voir 5.2.3).

Le terminal sémaphore d'émission ne peut affecter un numéro de séquence vers l'avant à une nouvelle trame sémaphore de message qu'après avoir reçu un accusé de réception positif, portant sur ce numéro augmenté d'au moins une unité (modulo 128, voir 5.2.3).

Cela signifie que le nombre des trames sémaphores de message disponibles pour la retransmission ne peut dépasser 127.

Pour savoir comment agir quand il reçoit une trame sémaphore qui a subi avec succès la détection d'erreurs, le terminal sémaphore de réception compare d'abord son numéro de séquence vers l'avant avec celui de la dernière trame qu'il a acceptée, puis le bit indicateur vers l'avant de la trame qu'il vient de recevoir avec le dernier bit indicateur vers l'arrière qu'il a émis. Comme il n'a pas à agir de la même façon selon qu'il s'agit d'une trame sémaphore de message ou d'une trame sémaphore d'un autre type, il doit en outre examiner l'indicateur de longueur de la trame qu'il a reçue.

a) Réception d'une trame sémaphore de remplissage:

   i) si cette trame a le même numéro de séquence vers l'avant que la dernière trame sémaphore de message acceptée, elle est traitée par le sous-système transport de messages, quel que soit l'état des bits indicateurs;

   ii) si la trame reçue n'a pas le même numéro de séquence vers l'avant que la dernière trame sémaphore de message acceptée, elle est aussi traitée par le sous-système transport de messages. Cependant, si le bit indicateur vers l'avant de la trame reçue est dans le même état que le dernier bit indicateur vers l'arrière qu'il a émis, le terminal sémaphore de réception émet un accusé de réception négatif.

b) S'il s'agit d'une trame sémaphore d'état du canal sémaphore, elle est traitée par le sous-système transport de messages.

c) Réception d'une trame sémaphore de message:

   i) si la trame sémaphore de message reçue porte le même numéro de séquence vers l'avant que la dernière trame sémaphore de message acceptée, le terminal de réception la rejette, quel que soit l'état des bits indicateurs;

   ii) si le numéro de séquence vers l'avant de la trame sémaphore de message reçue est un nombre supérieur d'une unité, modulo 128 (voir 2.3.5), à celui de la dernière trame de message acceptée et si son bit indicateur vers l'avant est dans le même état que le dernier bit indicateur vers l'arrière qu'il a émis, le terminal sémaphore de réception accepte la trame et la transmet au niveau 3.

Un accusé de réception positif explicite est émis pour les trames sémaphores de message acceptées, comme spécifié en 5.2.3.

Si le numéro de séquence vers l'avant de la trame sémaphore de message reçue est un nombre supérieur d'une unité à celui de la dernière trame de message acceptée et que son bit indicateur vers l'avant n'est pas dans le même état que le dernier bit indicateur vers l'arrière qu'il a émis, le terminal sémaphore de réception rejette la trame de message reçue;

iii) si la trame sémaphore de message reçue porte un numéro de séquence vers l'avant différent de ceux qui sont mentionnés aux points i) et ii) ci-dessus, le terminal de réception la rejette. En outre, si son bit indicateur vers l'avant est dans le même état que le dernier bit indicateur vers l'arrière émis, le terminal émet un accusé de réception négatif.

Le traitement du numéro de séquence vers l'arrière et de la valeur du bit indicateur vers l'arrière, comme décrit en 5.3, est effectué pour toutes les trames sémaphores de message et les trames sémaphores de remplissage, sauf lorsqu'on reçoit une valeur irrationnelle du numéro de séquence vers l'arrière ou du bit indicateur vers l'avant. Le rejet d'une trame sémaphore signifie que, s'il s'agit d'une trame sémaphore de message, celle-ci n'est pas transmise au niveau 3.

5.2.3 Accusé de réception positif

Pour faire savoir au terminal distant qu'il accepte une ou plusieurs trames sémaphores de message, le terminal sémaphore de réception donne au numéro de séquence vers l'arrière de la prochaine trame qu'il va émettre dans l'autre sens de transmission, la valeur du numéro de séquence vers l'avant de la dernière trame de message qu'il a acceptée. Il continue de donner ce numéro de séquence vers l'arrière aux trames qu'il émet, jusqu'à ce qu'il accuse réception d'une nouvelle trame sémaphore de message, ce qui entraîne un changement du numéro de séquence vers l'arrière émis.

L'accusé de réception d'une trame sémaphore de message acceptée vaut aussi pour toutes les autres trames sémaphores de message précédemment acceptées sans qu'il en ait encore été accusé réception.

5.2.4 Accusé de réception négatif

S'il doit émettre un accusé de réception négatif (voir 5.2.2), le terminal sémaphore de réception change l'état du bit indicateur vers l'arrière des trames qu'il émet dans le sens opposé. Il conserve le nouvel état pour le bit indicateur vers l'arrière contenu dans les trames qu'il émet ensuite, jusqu'à ce qu'il émette un nouvel accusé de réception négatif. Il donne aux numéros de séquence vers l'arrière correspondants le numéro de séquence vers l'avant de la dernière trame sémaphore de message qu'il a acceptée.

5.3 Retransmission

5.3.1 Réponse à un accusé de réception positif

Le terminal sémaphore d'émission examine le numéro de séquence vers l'arrière des trames sémaphores de message et des trames sémaphores de remplissage reçues qui ont satisfait au contrôle de détection d'erreurs. Il n'a plus à retransmettre une trame sémaphore de message dont le numéro de séquence vers l'avant est le même que le numéro de séquence vers l'arrière d'une trame sémaphore qu'il vient de recevoir.

Quand le terminal sémaphore d'émission reçoit un accusé de réception pour une trame sémaphore de message portant un numéro de séquence vers l'avant donné, il considère toutes les trames sémaphores de message qui la précèdent comme ayant été l'objet d'un accusé de réception, même s'il n'a pas reçu les numéros de séquence vers l'arrière correspondants.

S'il reçoit plusieurs fois de suite le même accusé de réception positif, aucune action supplémentaire n'est entreprise.

Si le terminal sémaphore d'émission reçoit une trame sémaphore de message ou une trame sémaphore de remplissage dont le numéro de séquence vers l'arrière diffère du dernier reçu et du numéro de séquence vers l'avant de l'une des trames mises en mémoire pour retransmission, il la rejette. La trame sémaphore de message ou la trame sémaphore de remplissage suivante est aussi rejetée.

Si, sur trois trames sémaphores de message ou trois trames sémaphores de remplissage consécutives reçues par le terminal sémaphore d'émission, il y en a deux dont le numéro de séquence vers l'arrière diffère du dernier reçu et du numéro de séquence vers l'avant de l'une des trames qui étaient en mémoire pour retransmission quand ont été reçues ces trois trames, le terminal sémaphore informe le niveau 3 que le canal sémaphore est défaillant.

Un mécanisme de temporisation – temporisation T7[2] – doit être prévu, pour donner une indication de retard excessif de l'accusé de réception, si, en admettant qu'il reste au moins une MSU dans la mémoire tampon de retransmission, aucun nouvel accusé de réception n'a été reçu avant la chute de T7 (voir 12.3). En cas de retard excessif dans la réception des accusés de réception, une indication de défaillance du canal sémaphore est donnée au niveau 3.

5.3.2 Réponse à un accusé de réception négatif

Quand l'état du bit indicateur vers l'arrière reçu n'est pas le même que celui du dernier bit indicateur vers l'avant qu'il a émis, le terminal sémaphore d'émission retransmet dans l'ordre les trames sémaphores de message qu'il a mémorisées à cet effet, en commençant par celle dont le numéro de séquence vers l'avant est supérieur d'une unité (modulo 128, voir 2.3.5) à celui du numéro de séquence vers l'arrière qui accompagne le bit indicateur vers l'arrière qu'il a reçu.

Il ne peut émettre de nouvelles trames sémaphores de message qu'après avoir retransmis la dernière trame sémaphore de message conservée à cet effet dans le tampon de retransmission.

Au début d'une retransmission, le bit indicateur vers l'avant est inversé, et devient donc égal au bit indicateur vers l'arrière des trames sémaphores reçues. Il maintient dans ce nouvel état le bit indicateur vers l'avant des nouvelles trames sémaphores qu'il émet par la suite, jusqu'au début d'une nouvelle retransmission. En conditions normales, le bit indicateur vers l'avant des trames sémaphores émises a donc le même état que le bit indicateur vers l'arrière des trames sémaphores reçues. Pour reconnaître la perte éventuelle d'une trame sémaphore de message retransmise, le terminal sémaphore de réception doit donc simplement vérifier le numéro de séquence vers l'avant et le bit indicateur vers l'avant des trames sémaphores qu'il reçoit (voir 5.2.2) et, en cas de perte, il demande une nouvelle retransmission au terminal sémaphore distant.

Si le terminal sémaphore de réception reçoit une trame sémaphore de message ou une trame sémaphore de remplissage dont l'état du bit indicateur vers l'avant indique le début d'une retransmission, alors qu'il ne l'a pas demandée par un accusé de reception négatif, cette trame est rejetée. La trame sémaphore de message suivante ou la trame sémaphore de remplissage suivante est rejetée.

Si, sur trois trames sémaphores de message ou trois trames sémaphores de remplissage consécutives reçues, l'état des bits indicateurs vers l'avant de deux quelconques d'entre elles indique qu'une retransmission a débuté, alors qu'au moment de leur réception le terminal sémaphore de réception ne l'avait pas demandée, ce dernier informe le niveau 3 que le canal sémaphore est défaillant.

5.3.3 Répétition de trames sémaphores de message

Le contrôle de l'ordre des trames sémaphores, permet de répéter, sans affecter la méthode de base de correction d'erreurs, une trame sémaphore de message dont il n'a pas encore été accusé réception. Il est donc possible, à titre d'option nationale, d'adopter cette procédure pour corriger les erreurs vers l'avant (par exemple, pour diminuer la vitesse effective de transmission sur un canal sémaphore dans des applications nationales particulières, ou encore, sur un canal sémaphore dont le temps de boucle est long, afin d'abaisser le nombre de retransmissions et d'abréger ainsi le retard moyen de transmission des messages). En cas de répétition, chaque trame sémaphore de message doit être délimitée par ses propres fanions de début et de fin (c'est-à-dire que deux trames sémaphores consécutives doivent être séparées l'une de l'autre par deux fanions au moins) pour éviter que l'altération d'un seul fanion suffise à causer la perte de la trame sémaphore répétée.

6 Méthode de correction d'erreurs avec retransmission cyclique préventive

6.1 Considérations générales

La retransmission cyclique préventive est essentiellement une méthode de correction d'erreurs vers l'avant, non asservie; elle nécessite des accusés de réception positifs.

Le terminal sémaphore d'émission doit conserver chaque trame sémaphore de message jusqu'à ce qu'il ait reçu du terminal sémaphore de réception, un accusé de réception positif la concernant.

---

[2] Les temporisations définies dans la Recommandation Q.703 sont des valeurs de temps absolues. Cela signifie qu'en raison de la possibilité d'intercaler plusieurs fanions entre deux trames sémaphores (voir 3.1), il ne peut y avoir de relation fixe entre les valeurs de temporisation et le nombre des trames sémaphores émises/reçues durant les périodes de temporisation.

Pour assurer la correction d'erreurs sur les trames sémaphores de message déjà émises mais non encore acquittées, le terminal sémaphore d'émission les retransmet cycliquement à titre préventif tant qu'il ne dispose pas de nouvelles trames sémaphores de message ou de nouvelles trames sémaphores d'état du canal sémaphore à émettre.

Pour rendre plus efficace cette méthode de correction d'erreurs vers l'avant, le terminal sémaphore d'émission retransmet en priorité les trames sémaphores de message qu'il a mises en mémoire quand leur nombre total ou celui des octets qu'elles contiennent atteint une certaine borne supérieure.

En conditions normales, en l'absence de trames sémaphores de message à émettre ou à retransmettre cycliquement, le terminal sémaphore émet des trames sémaphores de remplissage. Dans certains cas, il peut émettre des trames sémaphores d'état du canal sémaphore, des suites ininterrompues de trames sémaphores de remplissage ou des fanions comme indiqué dans les articles 7, 8 et 11.

6.2 Accusés de réception

6.2.1 Numérotation en séquence

Chaque trame sémaphore contient deux numéros de séquence: un numéro de séquence vers l'avant, qui permet de contrôler l'ordre de succession de ces trames, et un numéro de séquence vers l'arrière, qui permet d'accuser réception.

Le numéro de séquence vers l'avant d'une trame sémaphore de message s'obtient en augmentant d'une unité (modulo 128, voir 2.3.5) le numéro de séquence vers l'avant de la trame sémaphore de message précédemment émise. Ce numéro de séquence vers l'avant sert à repérer sans ambiguïté la trame sémaphore de message jusqu'à ce que le terminal sémaphore de réception, après l'avoir reçue et avoir constaté que son contenu et son numéro de séquence sont corrects, l'ait acceptée. S'il s'agit d'une trame autre qu'une trame sémaphore de message, le terminal sémaphore d'émission lui donne le même numéro d'ordre vers l'avant que celui de la dernière trame sémaphore de message émise.

6.2.2 Contrôle de l'ordre des trames sémaphores

Le terminal sémaphore d'émission conserve en mémoire les informations contenues dans l'octet de service, le domaine d'information de signalisation, le numéro de séquence vers l'avant et la longueur de chaque trame sémaphore de message, jusqu'à ce qu'il ait reçu l'accusé de réception positif concernant cette dernière (voir 6.2.3). Entre-temps, il ne peut affecter ce même numéro de séquence vers l'avant à aucune autre trame sémaphore de message (voir 6.2.3).

Le terminal sémaphore d'émission ne peut affecter un numéro de séquence vers l'avant à une nouvelle trame sémaphore de message à émettre qu'après avoir reçu un accusé de réception positif portant sur ce numéro augmenté d'au moins une unité (modulo 128, voir 6.2.3).

Pour savoir comment agir quand il reçoit une trame sémaphore qui a subi avec succès le contrôle de détection d'erreurs, le terminal sémaphore de réception compare son numéro de séquence vers l'avant avec celui de la dernière trame sémaphore qu'il a acceptée.

Ne devant pas agir de même selon qu'il s'agit d'une trame sémaphore de message ou d'une trame d'un autre type, il doit en outre examiner l'indicateur de longueur de la trame reçue. Le bit indicateur vers l'avant et le bit indicateur vers l'arrière ne sont pas utilisés; ils sont mis à «1».

a) Si la trame sémaphore reçue n'est pas une trame sémaphore de message, elle est traitée par le sous-système transport de messages.

b) Réception d'une trame sémaphore de message:

   i) si cette trame sémaphore de message reçue porte le même numéro de séquence vers l'avant que la dernière trame sémaphore acceptée, le terminal sémaphore de réception la rejette;

   ii) si le numéro de séquence vers l'avant de cette trame sémaphore de message est supérieur d'une unité (modulo 128, voir 2.3.5) à celui de la dernière trame sémaphore acceptée, le terminal sémaphore de réception l'accepte et la transmet au niveau 3. Les trames sémaphores acceptées font l'objet d'accusés de réception positifs explicites qui sont émis comme indiqué en 6.2.3;

iii) si le numéro de séquence vers l'avant de cette trame sémaphore de message est différent de ceux qui sont mentionnés aux alinéas i) et ii) ci-dessus, le terminal sémaphore de réception la rejette. Le traitement du numéro de séquence vers l'arrière, tel qu'il est décrit en 6.3, est effectué pour les trames sémaphores de message et pour les trames sémaphores de remplissage sauf en cas de réception d'un numéro de séquence vers l'arrière irrationnel. Le rejet d'une trame sémaphore implique que s'il s'agit d'une trame sémaphore de message, elle n'est pas transmise au niveau 3.

6.2.3 Accusé de réception positif

Pour faire savoir au terminal sémaphore distant qu'il accepte une ou plusieurs trames sémaphores de message, le terminal sémaphore affecte la valeur du numéro de séquence vers l'avant de la dernière trame sémaphore de message qu'il a acceptée au numéro de séquence vers l'arrière de la prochaine trame sémaphore qu'il va émettre dans l'autre sens. Il continue à utiliser cette valeur pour les numéros de séquence vers l'arrière des trames sémaphores ultérieures jusqu'à ce qu'il accuse réception d'une nouvelle trame sémaphore de message, ce qui provoque le changement du numéro de séquence vers l'arrière émis. L'accusé de réception que ce terminal émet vaut aussi pour toutes les autres trames sémaphores de message qu'il pourrait avoir acceptées précédemment sans en avoir encore accusé réception.

6.3 Retransmission cyclique préventive

6.3.1 Réponse à un accusé de réception positif

Toutes les trames sémaphores qui ont été émises pour la première fois sont conservées jusqu'à ce qu'elles aient fait l'objet d'accusés de réception positifs.

Le terminal sémaphore d'émission examine le numéro de séquence vers l'arrière des trames sémaphores de message et des trames sémaphores de remplissage ayant subi avec succès le contrôle de détection d'erreurs. Il n'a plus à retransmettre une trame sémaphore de message déjà émise dont le numéro de séquence vers l'avant est le même que le numéro de séquence vers l'arrière d'une trame sémaphore qu'il vient de recevoir.

Quand le terminal sémaphore d'émission reçoit un accusé de réception pour une trame sémaphore de message portant un numéro de séquence vers l'avant déterminé, il considère que toutes les autres trames sémaphores de message qui portent des numéros de séquence vers l'avant plus petits (modulo 128) comme ayant été l'objet d'un accusé de réception, même s'il n'a pas reçu les numéros de séquence vers l'arrière correspondants.

S'il reçoit plusieurs fois de suite le même accusé de réception positif, aucune action supplémentaire n'est entreprise.

Si le terminal sémaphore d'émission reçoit une trame sémaphore de message ou une trame sémaphore de remplissage ayant un numéro de séquence vers l'arrière différent du précédent et différent de chacun des numéros de séquence vers l'avant des trames sémaphores mises en mémoire pour retransmission, il la rejette. La trame sémaphore de message ou de remplissage suivante est rejetée.

Si, sur trois trames sémaphores de message ou trois trames sémaphores de remplissage consécutives reçues par le terminal sémaphore d'émission, il y en a deux dont le numéro de séquence vers l'arrière diffère du dernier reçu et du numéro de séquence vers l'avant de l'une des trames sémaphores qui étaient en mémoire pour retransmission quand ont été reçues ces trois trames, le terminal sémaphore informe le niveau 3 que le canal sémaphore est défaillant.

Un mécanisme de temporisation – temporisation T7 – doit être prévu, pour donner une indication de retard excessif de l'accusé de réception, si, en admettant qu'il reste au moins une MSU dans le tampon de retransmission, aucun nouvel accusé de réception n'a été reçu avant la chute de T7 (voir 12.3). Une indication de canal sémaphore défaillant est transmise au niveau 3 si un tel retard est constaté.

6.3.2 Procédure de retransmission cyclique préventive

i) S'il n'y a pas de nouvelles trames sémaphores à émettre, les trames sémaphores de message mises en mémoire pour retransmission sont retransmises cycliquement.

ii) S'il y a de nouvelles trames sémaphores à émettre, elles doivent être émises en priorité après interruption du cycle de retransmission éventuellement en cours.

iii) En conditions normales, en l'absence de trames sémaphores de message à émettre ou à retransmettre cycliquement, le terminal sémaphore émet en permanence des trames sémaphores de remplissage. Dans certains cas, il peut émettre des trames sémaphores d'état du canal sémaphore, une suite ininterrompue de trames sémaphores de remplissage ou des fanions, comme indiqué aux articles 7, 8 et 10.

6.4 Retransmission forcée

Pour conserver l'efficacité de la correction d'erreurs dans le cas où la retransmission cyclique préventive devient impossible (du fait, par exemple, d'une charge élevée du canal sémaphore), il faut compléter cette procédure par celle de la retransmission forcée.

6.4.1 Procédure de retransmission forcée

Le terminal sémaphore d'émission surveille en permanence le nombre N_1 des trames sémaphores de message en mémoire pour retransmission et le nombre N_2 des octets correspondants.

Si l'un de ces deux nombres atteint la limite supérieure qui lui est fixée, le terminal sémaphore n'émet plus de nouvelles trames sémaphores de message ni de trames sémaphores de remplissage et le cycle de retransmission se poursuit jusqu'à la dernière trame sémaphore mise en mémoire dans le tampon de retransmission et dans un ordre correspondant à celui de leur émission originale. Après quoi, si toutes ces trames sémaphores de message ont été émises une fois et si les nombres N_1 et N_2 sont dans les limites fixées, le terminal sémaphore d'émission peut reprendre la procédure normale de retransmission cyclique préventive. Dans le cas contraire, la retransmission de toutes les trames sémaphores disponibles en mémoire doit reprendre, en priorité.

6.4.2 Détermination des valeurs maximales de N_1 et N_2

La valeur de N_1 est limitée vers le haut par la capacité maximale en numéros de séquence vers l'avant qui impose que 127 trames sémaphores de message au maximum puissent être disponibles pour retransmission.

En l'absence d'erreurs, la valeur de N_2 est limitée par le temps de transmission en boucle T_L sur le canal sémaphore. Il faut s'assurer que le nombre maximal d'octets contenu dans les trames sémaphores de message mises en mémoire pour retransmission ne dépasse pas $T_L/T_{eb} + 1$

où

T_L représente le temps de transmission en boucle sur le canal sémaphore, c'est-à-dire le temps qui s'écoule en l'absence de perturbations entre l'émission d'une trame sémaphore de message et la réception par le terminal sémaphore qui l'a émise, de l'accusé de réception relatif à cette trame; et où

T_{eb} représente la durée d'émission d'un octet.

Lorsque plusieurs liaisons sémaphores de données caractérisées par des temps de transmission en boucle différents sont alternativement affectées à un canal sémaphore, c'est le temps de transmission en boucle le plus long qui doit être utilisé pour évaluer T_L.

7 Procédure d'alignement initial

7.1 Considérations générales

Cette procédure s'applique à la mise en service du canal sémaphore et à son rétablissement après une défaillance. Elle comporte une période probatoire «normale» en cas d'alignement initial «normal» et une période probatoire «d'urgence» en cas d'alignement initial «urgent». La décision d'appliquer la procédure «d'urgence» ou la procédure «normale» est prise unilatéralement au niveau 3 (voir la Recommandation Q.704). La procédure d'alignement initial ne met en jeu que le canal sémaphore à aligner (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de transfert d'informations d'alignement sur d'autres canaux sémaphores).

7.2 Indication d'état d'alignement initial

La procédure d'alignement initial utilise quatre indications d'état:

- indication d'état «O»: alignement perdu;
- indication d'état «N»: alignement «normal»;
- indication d'état «E»: alignement «urgent»;
- indication d'état «OS»: hors service.

Ces indications sont contenues dans le domaine d'état des trames sémaphores d'état du canal sémaphore (voir 2.2).

L'indication d'état «O» est émise lorsque la procédure d'alignement initial ayant été déclenchée, aucune indication d'état «O», «N» ou «E» n'est reçue. L'indication d'état «N» est émise quand l'une des indications d'état «O», «N» ou «E» est reçue et que le terminal sémaphore considéré est dans son état d'alignement «normal». L'indication d'état «E» est émise quand l'une des indications d'état «O», «N» ou «E» est reçue et que le terminal sémaphore considéré est dans un état d'alignement «urgent», c'est-à-dire qu'il doit recourir à la période probatoire «d'urgence».

Les indications d'état «N» et «E» indiquent l'état du terminal sémaphore d'émission; cet état ne change pas s'il reçoit l'indication d'un état différent du terminal sémaphore distant. Il s'ensuit que, s'il se trouve dans son état d'alignement normal et reçoit du terminal sémaphore distant une indication d'état «E», il continue d'émettre l'indication d'état «N», mais entame la période probatoire d'urgence.

L'indication d'état «OS» informe le terminal sémaphore distant que, pour des raisons autres que l'isolement du processeur (par exemple, par suite de la défaillance du canal sémaphore), le terminal sémaphore local ne peut ni émettre ni recevoir de trames sémaphores de message. L'indication d'état «OS» est émise après la mise sous tension (voir les Figures 2 et 8) jusqu'au démarrage de l'alignement initial.

7.3 Procédure d'alignement initial

La procédure d'alignement initial comprend les états suivants:

- état «repos»: la procédure est suspendue;
- état «non aligné»: le canal sémaphore n'est pas aligné et le terminal émet l'indication d'état «O», il met en marche la temporisation T2[3)] à l'entrée dans l'état «non aligné» et l'arrête en quittant cet état[4)];
- état «aligné»: le terminal sémaphore, constatant que le canal sémaphore est aligné, émet l'indication d'état «N» ou «E»; il ne reçoit pas l'indication d'état «N», «E» ou «OS». La temporisation T3[3)] est démarrée à l'entrée dans l'état «aligné» et interrompue en quittant cet état;
- état «période probatoire»: le terminal sémaphore émet l'indication d'état «N» ou «E»; il ne reçoit pas l'indication «O» ou «OS». La période probatoire est entamée.

  La période probatoire est le moyen par lequel le terminal sémaphore valide le fait que le canal sémaphore écoule correctement les trames sémaphores par surveillance desdites trames. L'état «période probatoire» est maintenu pendant un temps T4 avant que le canal puisse entrer dans l'état «aligné prêt». La chute de T4 (voir 12.3) indique un succès de la période probatoire, sauf si la tentative de période probatoire a échoué au plus quatre fois;
- si la procédure d'alignement et de période probatoire s'achève avec succès, le terminal sémaphore entre en état aligné/prêt; la temporisation «alignement réalisé» T1 est alors enclenchée et elle est arrêtée au moment où le terminal entre dans l'état «en service». La durée de la temporisation T1 doit être déterminée de manière à permettre au terminal sémaphore distant d'entreprendre quatre nouvelles tentatives de période probatoire.

On trouvera le détail de cette procédure dans le diagramme synoptique de la Figure 4 et dans le diagramme de changement d'état de la Figure 9.

---

3) Les temporisations définies dans la présente Recommandation sont des valeurs de temps absolues. Cela signifie qu'en raison de la possibilité d'intercaler plusieurs fanions entre deux trames sémaphores (voir 3.1), il ne peut y avoir de relation fixe entre les valeurs de temporisation et le nombre des trames sémaphores émises/reçues durant les périodes de temporisation.

4) Si l'affectation automatique des terminaux sémaphores ou des liaisons sémaphores de données est utilisée aux deux extrémités d'un canal sémaphore, il faut s'assurer que les valeurs de cette temporisation ne sont pas les mêmes aux deux extrémités du canal sémaphore (voir 12/Q.704). Dans ce cas, T2 bas (voir 12.3) est attribué au point sémaphore ayant le code de point le plus bas, et T2 haut au point sémaphore ayant le code de point le plus haut. Dans tous les autres cas, la valeur de la temporisation T2 peut être la même aux deux extrémités du canal sémaphore.

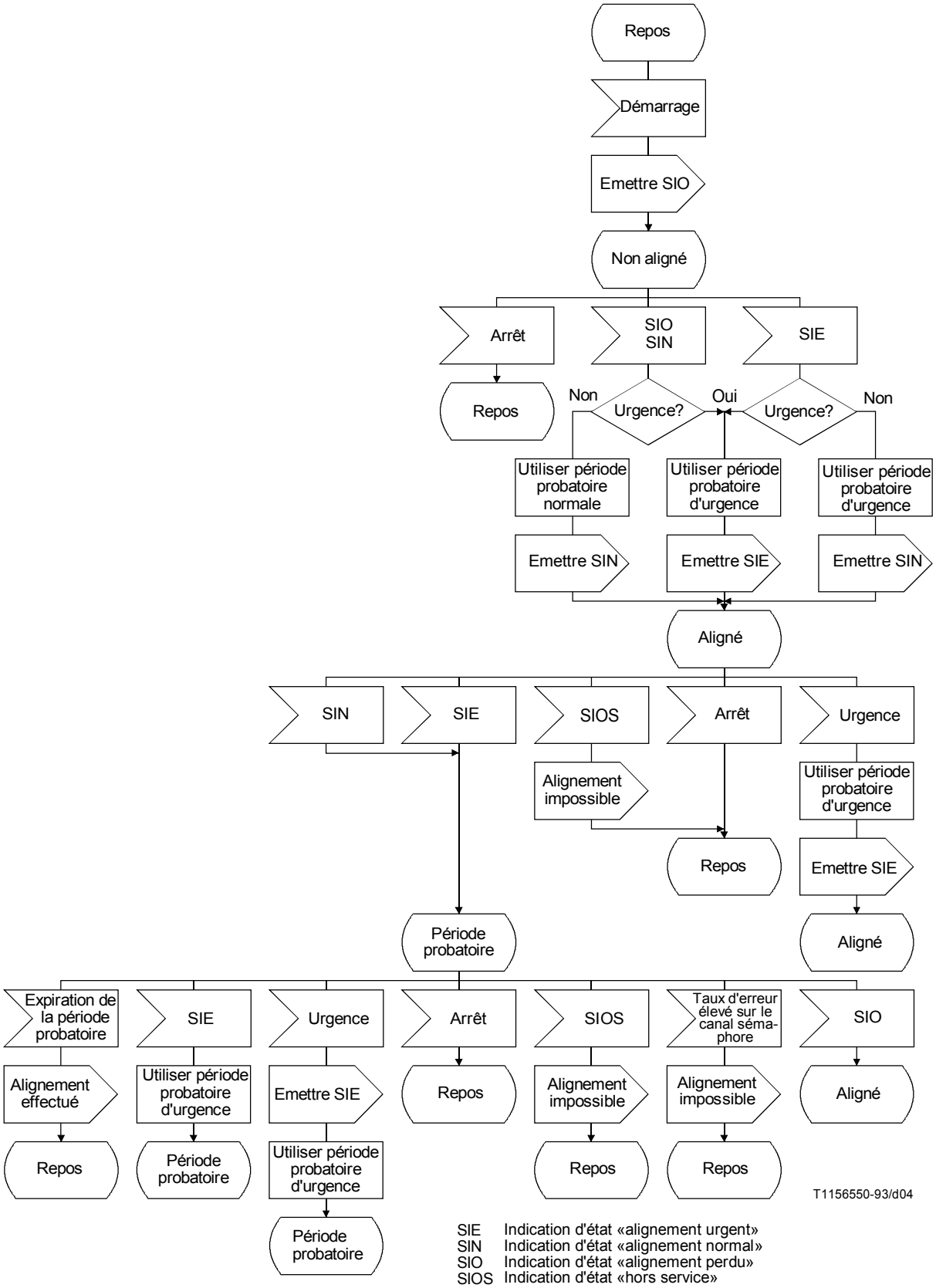


FIGURE 4/Q.703

Diagramme synoptique de la commande d'alignement initial

7.4 Périodes probatoires

La période probatoire s'étend sur

$$P_n = 2^{16} \text{ temps-octet}$$

$$P_e = 2^{12} \text{ temps-octet}$$

que le débit soit de 64 kbit/s ou plus faible. Les valeurs correspondantes de la temporisation T4 sont données en 12.3.

8 Isolement des processeurs

On trouvera à la Figure 10 la description de la procédure à appliquer en cas d'isolement du processeur local et/ou du processeur distant.

Il y a isolement de processeur lorsqu'à la suite d'événements à un niveau fonctionnel supérieur au niveau 2, l'utilisation du canal sémaphore est suspendue.

Dans ce contexte, l'isolement de processeur est une situation dans laquelle les messages de signalisation ne peuvent pas être transférés aux niveaux fonctionnels 3 et/ou 4. Cela peut résulter, par exemple, d'une défaillance du processeur central. Un isolement de processeur n'affecte pas obligatoirement tous les canaux sémaphores reliés à un point sémaphore et n'exclut pas non plus la possibilité que le niveau 3 soit toujours capable de contrôler le fonctionnement du canal sémaphore.

Lorsque le niveau 2 identifie un état d'isolement du processeur local, il émet des trames sémaphores d'état du canal sémaphore indiquant l'isolement du processeur et rejette les trames sémaphores de message reçues. A l'extrémité distante, si les fonctions de niveau 2 sont en état de marche normale (c'est-à-dire si elles transmettent normalement des trames sémaphores de message ou des trames sémaphores de remplissage), dès la réception des trames sémaphores d'état indiquant l'isolement du premier processeur, elles le notifient à leur niveau 3 et commencent à transmettre en permanence des trames sémaphores de remplissage.

Quand l'état d'isolement du processeur local prend fin, l'émission normale de trames sémaphores de message ou de trames sémaphores de remplissage reprend (à condition qu'il n'y ait pas eu entre-temps d'isolement du processeur local à l'extrémité distante); dès que les fonctions de niveau 2 de l'extrémité distante reçoivent une trame sémaphore de message ou une trame sémaphore de remplissage correcte, elles en avertissent leur niveau 3 et retournent à l'état «en service»[5]. Toutefois, afin d'éviter les problèmes lors du vidage des anciens messages, il est recommandé que le niveau 2 des deux côtés attende avant de reprendre son fonctionnement normal que le niveau 3 lui ait explicitement notifié la possibilité de le faire.

Il convient de noter que dans le cas où l'isolement du processeur est à «long terme» [c'est-à-dire quand le temporisateur T1 du MTP niveau 3 (voir 16.8/Q.704) est arrivé à expiration], des problèmes apparaissent avec les anciens messages qui sont les messages mémorisés dans les tampons du niveau 2 après que le passage du nouveau trafic sur un (des) canal (canaux) sémaphore(s) de rechange a été effectué. Cela est dû au fait qu'en général, les tampons de niveau 2 des deux côtés du canal contiennent quelques MSU. Si le fonctionnement normal du canal est repris, la transmission (ou retransmission) de ces messages entraînera une erreur de séquence des messages. De plus, ces messages se rapportent le plus souvent à des communications qui viennent d'être libérées ou à des situations de gestion de réseau qui se sont produites depuis longtemps.

Compte tenu de ce qui précède, afin d'éviter l'envoi d'anciens messages, les tampons de niveau 2 des deux côtés doivent être immédiatement vidés après la fin de l'état d'isolement du processeur local/distant. Par ailleurs, la synchronisation des numéros de séquence de niveau 2 doit être assurée. Cela est nécessaire pour le fonctionnement correct du canal. Il est clair que chaque côté est responsable du vidage et de la synchronisation relatifs à son propre niveau 2 et que les actions spécifiques concernant la synchronisation des numéros de séquence de niveau 2 ne doivent pas être liées aux actions de l'autre côté. La manière de mettre ces mesures en œuvre dépend de la réalisation.

On trouvera en 11 le format et le code des trames sémaphores d'état du canal sémaphore indiquant l'état d'«isolement du processeur» (PO).

---

5) Le fait d'écarter la dernière MSU/FISU reçue ainsi qu'un nombre limité de un suivants est une décision qui dépend de la réalisation.

9 Contrôle de flux au niveau 2

9.1 Considérations générales

Cette procédure est utilisée pour remédier à une situation d'encombrement au niveau 2. Lorsque l'encombrement est décelé à l'extrémité réceptrice du canal sémaphore, les accusés de réception positifs et négatifs des trames sémaphores de message sont retenus et une indication d'état «B» (occupé) est transmise par le terminal sémaphore de réception au terminal sémaphore distant, afin de permettre à celui-ci de faire la distinction entre les situations d'encombrement et de défaillance.

Cette indication est insérée dans le domaine d'état de la trame sémaphore d'état de canal.

NOTE – Le terminal sémaphore de réception continue à traiter les BSN et les BIB contenus dans les trames sémaphores reçues, de manière à éviter, dans la mesure du possible, que le flux des messages soit perturbé dans le sens opposé; il peut également continuer à accepter des MSU.

9.2 Détection de l'encombrement

Le mécanisme de détection de l'encombrement à l'extrémité réceptrice du canal sémaphore dépend de la réalisation du système et ne doit pas être spécifié.

9.3 Procédure en situation d'encombrement

Le terminal sémaphore de réception qui décèle une situation d'encombrement envoie périodiquement au terminal sémaphore d'émission distant une trame sémaphore d'état du canal contenant une indication d'état «B» (occupé) à intervalles T5 (voir 12.3).

Le niveau 2 récepteur retient aussi les accusés de réception des MSU qui ont provoqué la détection de l'encombrement et des MSU reçues pendant la situation d'encombrement. Cela signifie que les FISU ou les MSU sont normalement émises mais ces trames sont accompagnées du numéro de séquence vers l'arrière et du bit indicateur vers l'arrière ayant les valeurs respectives contenues dans la dernière trame sémaphore transmise avant la détection de l'encombrement.

A l'extrémité distante du canal sémaphore, chaque réception d'une trame sémaphore d'état contenant l'indication «B» (occupé) réinitialise la temporisation d'accusé de réception T7. De plus, la première réception d'une LSSU contenant une indication d'état «B» (occupé) initialise une temporisation de supervision de plus longue durée T6 (voir 12.3). L'expiration de cette temporisation T6 engendre une indication de défaillance du canal sémaphore.

9.4 Procédure en cas de diminution de l'encombrement

Lorsque l'encombrement diminue à l'extrémité réceptrice du canal sémaphore, l'émission de LSSU contenant une indication d'état «B» (occupé) est arrêtée et le fonctionnement normal reprend.

A l'extrémité distante, la temporisation de supervision T6 est désactivée dès la réception d'un accusé de réception positif ou négatif pour une MSU du tampon de retransmission, dans le cas de méthode de correction d'erreurs de base ou d'un accusé de réception positif dans le cas de la méthode PCR.

NOTE – La détection du commencement de l'encombrement et de sa diminution est une fonction qui dépend de la mise en œuvre. Une hystérésis suffisante doit être prévue dans la conception du système afin d'éviter toute oscillation excessive entre états «encombré» et «non encombré».

10 Surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore

10.1 Considérations générales

Il est prévu deux fonctions de surveillance du taux d'erreur sur le canal sémaphore: l'une, qui s'exerce pendant que le canal sémaphore est en service, fournit l'un des critères pour sa mise hors service, l'autre s'exerce pendant que le canal sémaphore est dans l'état période probatoire de la procédure d'alignement initial (voir 7.3). Ces fonctions sont appelées respectivement surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores et surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement.

10.2 Surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores

10.2.1 La surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores a pour fonction d'évaluer ledit taux afin de décider l'état défaillant du canal sémaphore. Les trames sémaphores erronées sont celles qui sont rejetées par la procédure d'acceptation (voir 4). Les trois paramètres qui déterminent la surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores sont: T le nombre de trames sémaphores consécutives erronées reçues successivement et $1/D$ (trames sémaphores erronées/trames sémaphores) le plus petit taux d'erreur sur les trames sémaphores qui provoquent respectivement l'envoi vers le niveau 3 d'une indication de taux d'erreur élevé et N (octets) le nombre d'octets qui provoque une progression du compteur dans le mode de «comptage d'octets» (voir la Figure 5).

10.2.2 La surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores peut être réalisée sous la forme d'un compteur/décompteur qui décroît à taux fixe (toutes les D trames sémaphores reçues correctes ou erronées), mais sans jamais descendre au-dessous de zéro, et qui progresse d'une unité chaque fois qu'une erreur sur une trame sémaphore est détectée par la procédure d'acceptation des trames sémaphores (voir 4), mais sans jamais dépasser le seuil T (exprimé en nombre de trames sémaphores). Chaque fois que ce seuil T est atteint, une indication de taux d'erreur excessif doit être envoyé au niveau 3.

10.2.3 Le compteur peut fonctionner aussi dans le mode «comptage d'octets» (voir 4.1), auquel cas il avance d'une unité chaque fois que N octets sont reçus jusqu'à ce qu'une trame sémaphore correcte soit détectée (ce qui provoque l'abandon du mode «comptage d'octets»).

10.2.4 A la mise en service du canal sémaphore, le compteur de surveillance des erreurs doit être remis à zéro.

10.2.5 Les trois paramètres de la surveillance des erreurs sur les trames sémaphores ont les valeurs suivantes:

T = 64 trames sémaphores	Pour 64 kbit/s
D = 256 trames sémaphores/trames sémaphores erronées	Pour 64 kbit/s
N = 16 octets	Pour 64 kbit/s
T = 32 trames sémaphores	Pour les débits binaires inférieurs à 64 kbit/s
D = 256 trames sémaphores/trames sémaphores erronées	Pour les débits binaires inférieurs à 64 kbit/s
N = 16 octets	Pour les débits binaires inférieurs à 64 kbit/s

En cas de perte de l'alignement, les valeurs précédentes conduisent à un délai avant passage sur canal sémaphore de secours d'environ 128 ms pour un débit de 64 kbit/s et de 854 ms pour un débit de 4,8 kbit/s.

10.2.6 Lorsque sur le canal sémaphore il se produit uniquement des erreurs aléatoires affectant les trames sémaphores, il est possible de déterminer la relation entre le nombre de trames sémaphores attendues jusqu'au moment où le seuil de T (trames sémaphores) est atteint, et le taux d'erreur sur les trames sémaphores (trames sémaphores erronées/trames sémaphores). Cette relation peut être exprimée par une hyperbole orthogonale dont les paramètres sont T et $1/D$ (voir la Figure 5).

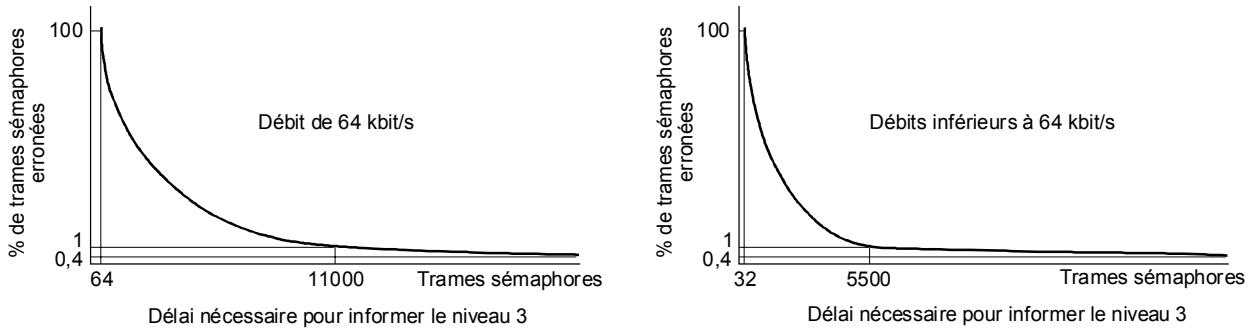


FIGURE 5/Q.703

Nombre de trames sémaphores attendues pour informer le niveau 3 de la défaillance du canal en fonction du taux d'erreur sur les trames

10.3 Surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement

10.3.1 La surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement est un compteur linéaire qui fonctionne pendant les périodes probatoires normale et d'urgence.

10.3.2 Ce compteur est remis à zéro chaque fois que la procédure d'alignement entre dans l'état période probatoire (voir la Figure 9), et progresse d'une unité chaque fois qu'une erreur est détectée sur une trame sémaphore, s'il n'est pas dans le mode de comptage d'octets. Il progresse aussi d'une unité chaque fois que N octets ont été reçus alors que le canal sémaphore est dans le mode comptage d'octets comme décrit en 10.2.3.

10.3.3 Quand le compteur atteint un seuil T_i, la période probatoire considérée est interrompue; quand une trame sémaphore correcte est reçue ou quand la période probatoire interrompue arrive à expiration, la procédure entre à nouveau dans l'état période probatoire. Si la période probatoire est interrompue M fois, le canal sémaphore est remis à l'état hors service. La période probatoire normale et la période probatoire d'urgence (voir 7) ont chacune leur seuil T_{in} et T_{ie} (respectivement).

La période probatoire s'achève avec succès quand elle vient à expiration et qu'aucun taux d'erreur excessif n'a été constaté ni qu'aucune indication d'état alignement perdu ou d'état hors service n'a été reçue.

10.3.4 Les quatre paramètres susmentionnés ont pour valeurs, aussi bien à 64 kbit/s qu'aux débits inférieurs:

$T_{in} = 4$

$T_{ie} = 1$

$M = 5$

$N = 16$

NOTE – La période probatoire d'urgence peut être menée avec une certaine probabilité de succès malgré un taux d'erreur, bit marginal excessif, c'est-à-dire de l'ordre d'une erreur pour 10^4 bits. Par la suite, la surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores (SUERM) va rapidement indiquer un taux d'erreur excessif. Toutefois, le fonctionnement à court terme sur un canal sémaphore dégradé peut rester acceptable (par exemple, pour l'envoi de messages de gestion).

11 Codage et priorités au niveau 2

11.1 Trame sémaphore d'état du canal sémaphore

11.1.1 La trame sémaphore d'état du canal sémaphore est identifiée par un indicateur de longueur égal à 1 ou à 2. S'il est égal à 1, le domaine d'état contient 1 octet; s'il est égal à 2, ce domaine contient 2 octets.

11.1.2 Le format d'une trame sémaphore d'état du canal sémaphore, dont le domaine d'état est à un octet, est comme indiqué à la Figure 6.

Lorsqu'un terminal sémaphore, capable de ne traiter qu'un octet du domaine d'état, reçoit une trame sémaphore d'état avec un domaine d'état de deux octets, il ignore le second octet mais traite le premier tel que spécifié.

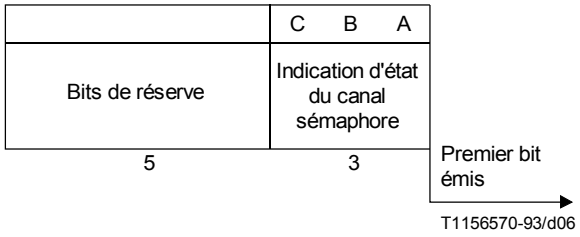


FIGURE 6/Q.703

Format du domaine d'état du canal sémaphore

11.1.3 Les indicateurs d'état du canal sémaphore, dont l'utilisation est décrite à l'article 7, sont codés comme suit:

C	B	A	
0	0	0	− Indication d'état «alignement perdu»;
0	0	1	− Indication d'état «alignement normal»;
0	1	0	− Indication d'état «alignement urgent»;
0	1	1	− Indication d'état «hors service»;
1	0	0	− Indication d'état «isolement de processeur»;
1	0	1	− Indication d'état «occupé».

Les bits de réserve doivent être ignorés à l'extrémité de réception.

NOTE – Voir 7.2.6/Q.701 pour l'utilisation du bit de réserve D utilisé en tant qu'option nationale pour le mécanisme de compatibilité du SIF.

11.2 Priorités d'émission au niveau 2

11.2.1 Cinq types de trame peuvent être émis:

i) nouvelles trames sémaphores de message;

ii) trames sémaphores de message pour lesquelles il n'a pas été reçu d'accusé de réception;

iii) trames sémaphores d'état du canal sémaphore;

iv) trames sémaphores de remplissage;

v) fanions.

Dans certaines conditions de défaillance, on peut se trouver placé devant l'alternative: émettre des fanions ou ne rien émettre.

11.2.2 Si la correction des erreurs se fait selon la méthode de base, les ordres de priorité à respecter sont les suivants:

Le plus élevé	1.	Trames sémaphores d'état du canal sémaphore.
	2.	Trames sémaphores de message pour lesquelles il a été reçu un accusé de réception négatif.
	3.	Nouvelles trames sémaphores de message.
	4.	Trames sémaphores de remplissage.
Le plus bas	5.	Fanions.

11.2.3 Si la correction des erreurs se fait selon la méthode avec retransmission cyclique préventive, les ordres de priorité à respecter sont les suivants:

Le plus élevé	1.	Trames sémaphores d'état du canal sémaphore.
	2.	Trames sémaphores de message pour lesquelles il n'a pas encore été reçu d'accusé de réception, lorsque les seuils N_1 ou N_2 sont atteints.
	3.	Nouvelles trames sémaphores de message.
	4.	Trames sémaphores de message pour lesquelles il n'a pas encore été reçu d'accusé de réception.
	5.	Trames sémaphores de remplissage.
Le plus bas	6.	Fanions.

NOTE – Dans la méthode de base, où la répétition des trames sémaphores de message peut être utilisée comme option nationale, les trames sémaphores de message répétées ont une priorité qui suit immédiatement celle des trames sémaphores d'état du canal sémaphore.

12 Diagrammes de transition d'état, abréviations et temporisations

12.1 On trouvera dans le présent article la description des fonctions de commande du canal sémaphore qui font l'objet de la présente Recommandation, sous la forme de diagrammes de transition d'état conformes au langage de description et de spécification fonctionnelle (SDL) (*specification and description language*) du CCITT:

- diagramme détaillé des blocs fonctionnels du niveau 2: Figure 7;
- supervision de l'état du canal sémaphore (LSC): Figure 8;
- commande de l'alignement initial (IAC): Figure 9;
- supervision de l'isolement des processeurs (POC): Figure 10;
- délimitation, alignement et détection des erreurs (réception) (DAEDR): Figure 11;
- délimitation, alignement et détection des erreurs (émission) (DAEDT): Figure 12;
- commande de l'émission (méthode de base) (TC): Figure 13;
- commande de la réception (méthode de base) (RC): Figure 14;
- commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive) (PCR-TC): Figure 15;
- commande de la réception (méthode avec retransmission cyclique préventive) (PCR-RC): Figure 16;
- surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement (AERM): Figure 17;
- surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores (SUERM): Figure 18;
- contrôle d'encombrement (CC): Figure 19.

La séparation fonctionnelle détaillée, représentée par les diagrammes qui suivent, a pour but d'illustrer un modèle de référence et de faciliter l'interprétation du texte des paragraphes précédents. Les diagrammes de transition d'état ont pour objet d'illustrer avec précision le comportement du système de signalisation, en conditions normales et anormales, vu d'une extrémité distante. Il convient de souligner que la subdivision fonctionnelle adoptée dans les diagrammes qui suivent a pour seul but de faciliter la compréhension du comportement du système et non de spécifier la subdivision fonctionnelle à adopter dans une réalisation particulière du système de signalisation.

Dans les figures qui suivent, le terme trame sémaphore se rapporte à des trames qui ne contiennent pas toutes les informations pour la correction d'erreurs.

12.2 Abréviations et temporisations utilisées dans les Figures 7 à 18

Pour les besoins de la présente Recommandation, les abréviations suivantes sont utilisées:

AERM	Surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement (*alignment error rate monitor*)
BIB	Bit indicateur vers l'arrière (*backward indicator bit*)
BIBR	Bit indicateur vers l'arrière reçu (*BIB received*)
BIBT	Bit indicateur vers l'arrière émis (*BIB to be transmitted*)
BIBX	Bit indicateur vers l'arrière attendu (*BIB expected*)
BSN	Numéro de séquence vers l'arrière (*backward sequence number*)
BSNR	Numéro de séquence vers l'arrière reçu (*BSN received*)
BSNT	Numéro de séquence vers l'arrière à émettre (*BSN to be transmitted*)
C_a	Paramètre de comptage pour la surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement (Figure 17)
CC	Contrôle d'encombrement (*congestion control*)
C_m	Paramètre de comptage des MSU dans le TB [Figure 13 (feuillet 1 sur 2) et Figure 15 (feuillet 1 sur 3)]
C_p	Paramètre de comptage des tentatives avortées de période probatoire [Figure 9 (feuillets 2 sur 3 et 3 sur 3)]
C_s	Paramètre de comptage pour la surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores (Figure 18)
DAEDR	Délimitation, alignement et détection d'erreurs (en réception)
DAEDT	Délimitation, alignement et détection d'erreurs (en émission)
FIB	Bit indicateur vers l'avant (*forward indicator bit*)
FIBR	FIB reçu (*FIB received*)

FIBT FIB émis (*FIB transmitted*)

FIBX FIB attendu (*FIB expected*)

FISU Trame sémaphore de remplissage (*fill-in signal unit*)

FSN Numéro de séquence vers l'avant (*forward sequence number*)

FSNC Numéro de séquence vers l'avant de la dernière trame sémaphore de message acceptée par le terminal sémaphore distant (reçu dans le message de passage sur canal sémaphore de secours)

FSNF FSN de la plus ancienne MSU dans le RTB

FSNL FSN de la dernière MSU dans le RTB

FSNR FSN reçu (*FSN received*)

FSNT Numéro de séquence vers l'avant émis (*FSN of the last MSU transmitted*)

FSNX Numéro de séquence vers l'avant attendu (*FSN expected*)

IAC Commande d'alignement initial (*initial alignment control*)

L2 Niveau 2 (*level 2*)

L3 Niveau 3 (*level 3*)

LSSU Trame sémaphore d'état du canal sémaphore (*link status signal unit*)

MGMT Système de gestion – Fonction de gestion dépendant d'une application non spécifiée

MSU Trame sémaphore de message (*message signal unit*)

N_1 Nombre maximal de MSU qui peuvent être disponibles pour retransmission (fixé par la capacité de numérotage des FSN)

N_2 Nombre maximal d'octets de MSU qui peuvent être disponibles pour retransmission (fixé par le temps de boucle sémaphore)

NACK Accusé de réception négatif (*negative acknowledgement*)

NSU Comptage des trames sémaphores correctement reçues (surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores)

POC Supervision de l'isolement des processeurs (*processor outage control*)

RC Commande de la réception (*reception control*)

RTB Tampon de retransmission (*retransmission buffer*)

RTR Paramètre qui signifie «retransmission attendue» si égal à 1

SIB Indication d'état «occupé» [*status indication "B" (busy)*]

SIE Indication d'état «alignement urgent» [*status indication "E" (emergency alignment)*]

SIN Indication d'état «alignement normal» [*status indication "N" (normal alignment)*]

SIO Indication d'état «alignement perdu» [*status indication "O" (out of alignment)*]

SIOS Indication d'état «hors service» [*status indication "OS" (out of service)*]

SIPO Indication d'état «isolement de processeur» [*status indication "PO" (processor outage)*]

SU Trame sémaphore (*signal unit*)

SUERM Surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores (*signal unit error rate monitor*)

TB Tampon d'émission (*transmission buffer*)

T_i Seuil de la surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement

T_{ie} Seuil de la surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement d'urgence

T_{in} Seuil de la surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement normal

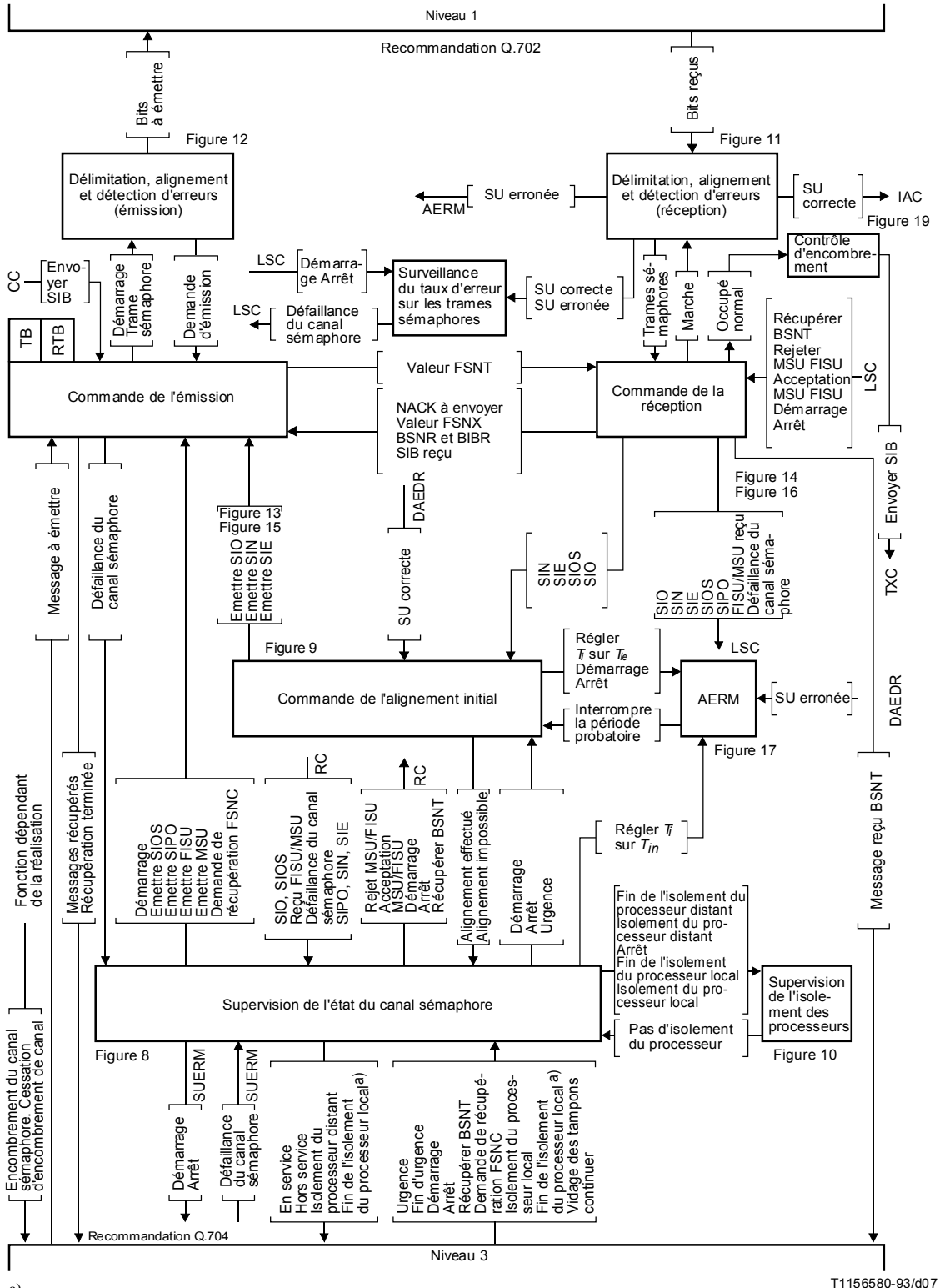
TXC Commande de l'émission (*transmission control*)

UNB Compteur de BSN irrationnel (*counter of unreasonable BSN*)

UNF Compteur de FIB irrationnel (*counter of unreasonable FIB*)

12.3 Temporisations utilisées dans le niveau 2

T1	Temporisation «aligné prêt»
T1 (64) = 40-50 s	Débit de 64 kbit/s
T1 (4,8) = 500-600 s	Débit de 4,8 kbit/s
T2 = 5-150 s	Temporisation «aligné non prêt»
T2 bas = 5-50 s T2 haut = 70-150 s	Utilisés seulement pour l'allocation automatique des liaisons sémaphores de données et des terminaux
T3 = 1-2 s	Temporisation «aligné»
T4	Temporisation «période probatoire» = 2^{16} ou 2^{12} temps-octet
T4*n* (64) = 7,5-9,5 s Valeur nominale 8,2 s	Période probatoire normale à 64 kbit/s (correspondant à $P_n = 2^{16}$)
T4*n* (4,8) = 100-120 s Valeur nominale 110 s	Période probatoire normale à 4,8 kbit/s (correspondant à $P_n = 2^{16}$)
T4*e* (64) = 400-600 ms Valeur nominale 500 ms	Période probatoire d'urgence à 64 kbit/s (correspondant à $P_e = 2^{12}$)
T4*e* (4,8) = 6-8 s Valeur nominale 7 s	Période probatoire d'urgence à 4,8 kbit/s (correspondant à $P_e = 2^{12}$)
T5 = 80-120 ms	Temporisation «envoi de SIB»
T6	Temporisation «encombrement distant»
T6 (64) = 3-6 s	Débit de 64 kbit/s
T6 (4,8) = 8-12 s	Débit de 4,8 kbit/s
T7	Temporisation «retard excessif d'accusé de réception»
T7 (64) = 0,5-2 s	Débit de 64 kbit/s
Lorsque la méthode PCR est utilisée,	les valeurs inférieures à 0,8 s ne doivent pas être utilisées
T7 (4,8) = 4-6 s	Débit de 4,8 kbit/s
P_e	Période probatoire d'urgence
P_n	Période probatoire normale



a) Uniquement applicables pour l'option nationale d'enclenchement de l'isolement des processeurs.

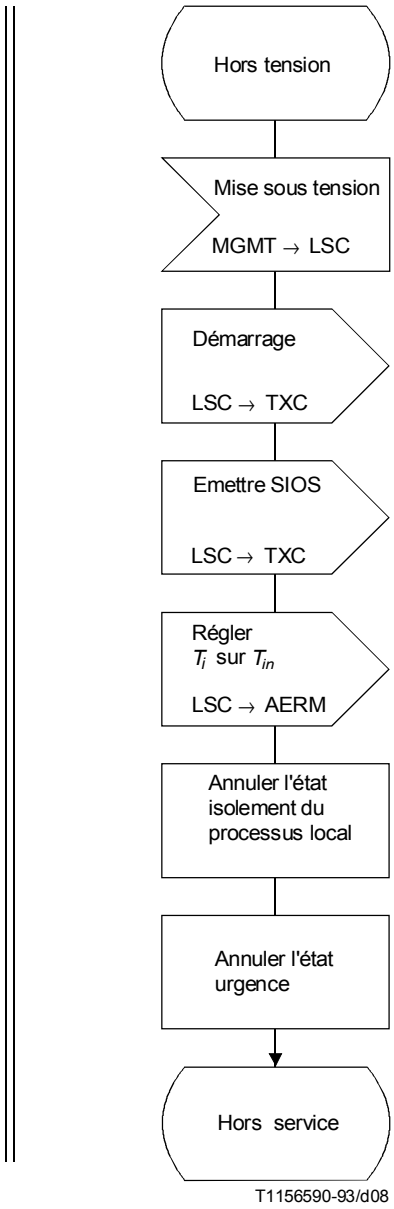
NOTES

1 Dans ce diagramme, des désignations abrégées ont été utilisées pour les messages (omission des codes origine-destination).

2 Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies en 12.2.

FIGURE 7/Q.703

Diagramme détaillé des blocs fonctionnels de niveau 2



NOTE – Les notes se trouvent après le dernier feuillet (14 sur 14) de cette figure.

FIGURE 8/Q.703 (feuillet 1 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

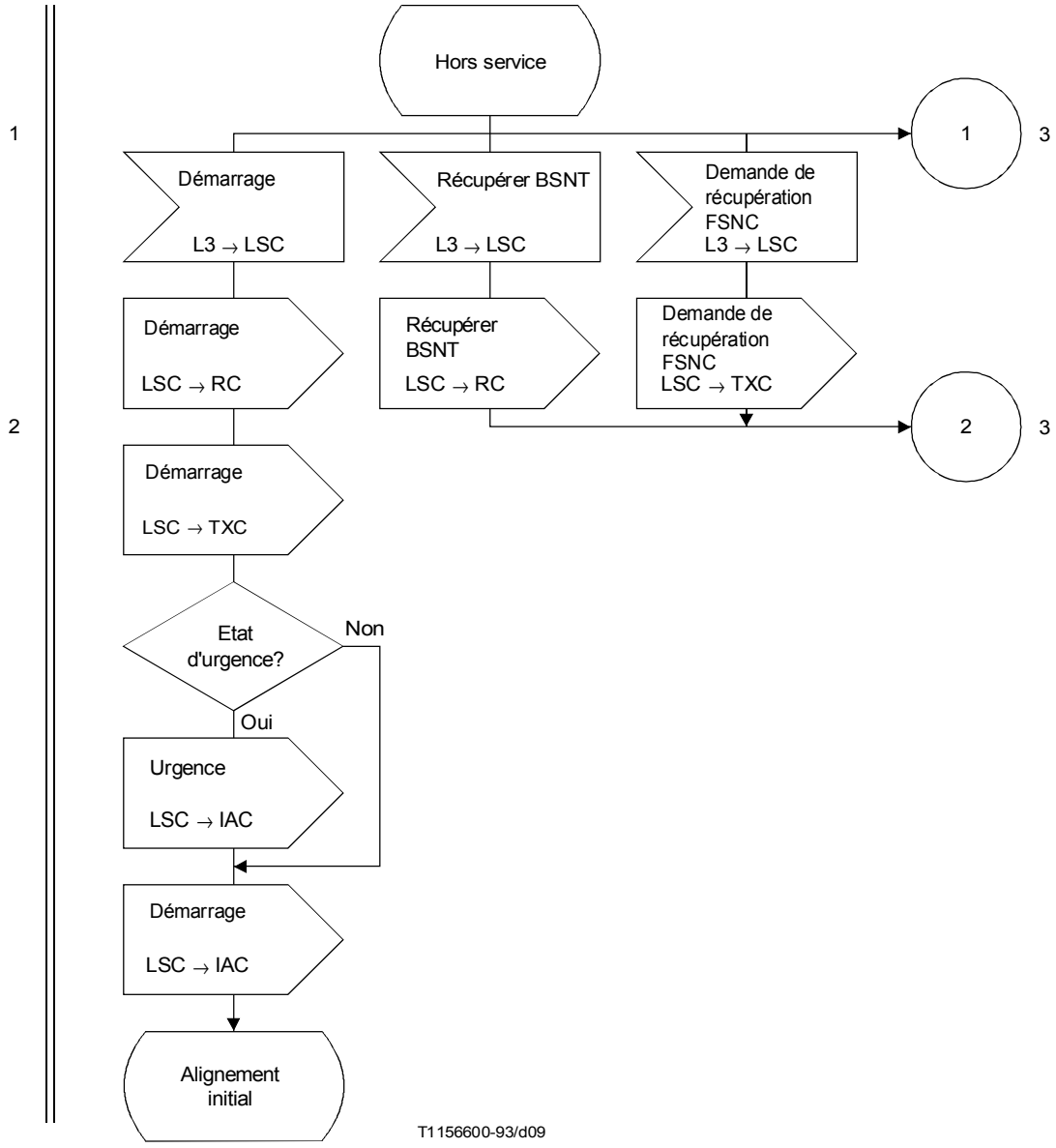


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 2 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

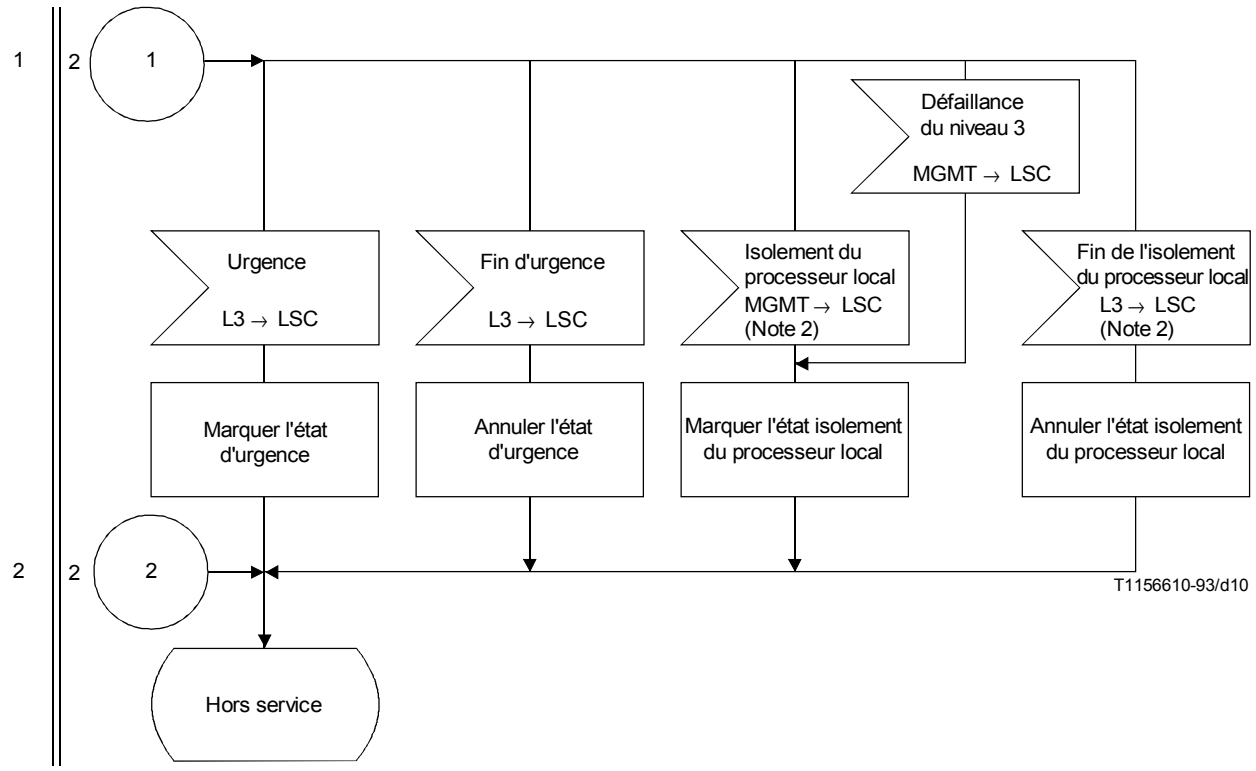


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 3 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

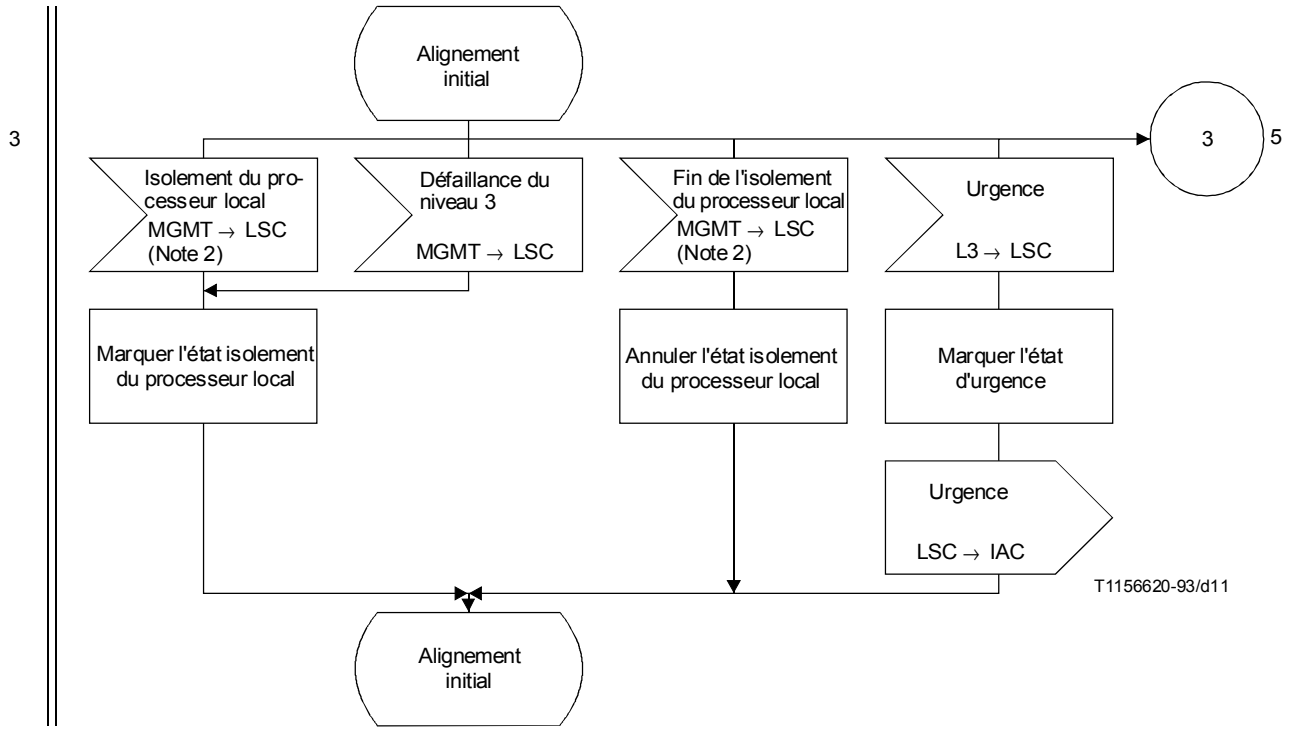


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 4 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

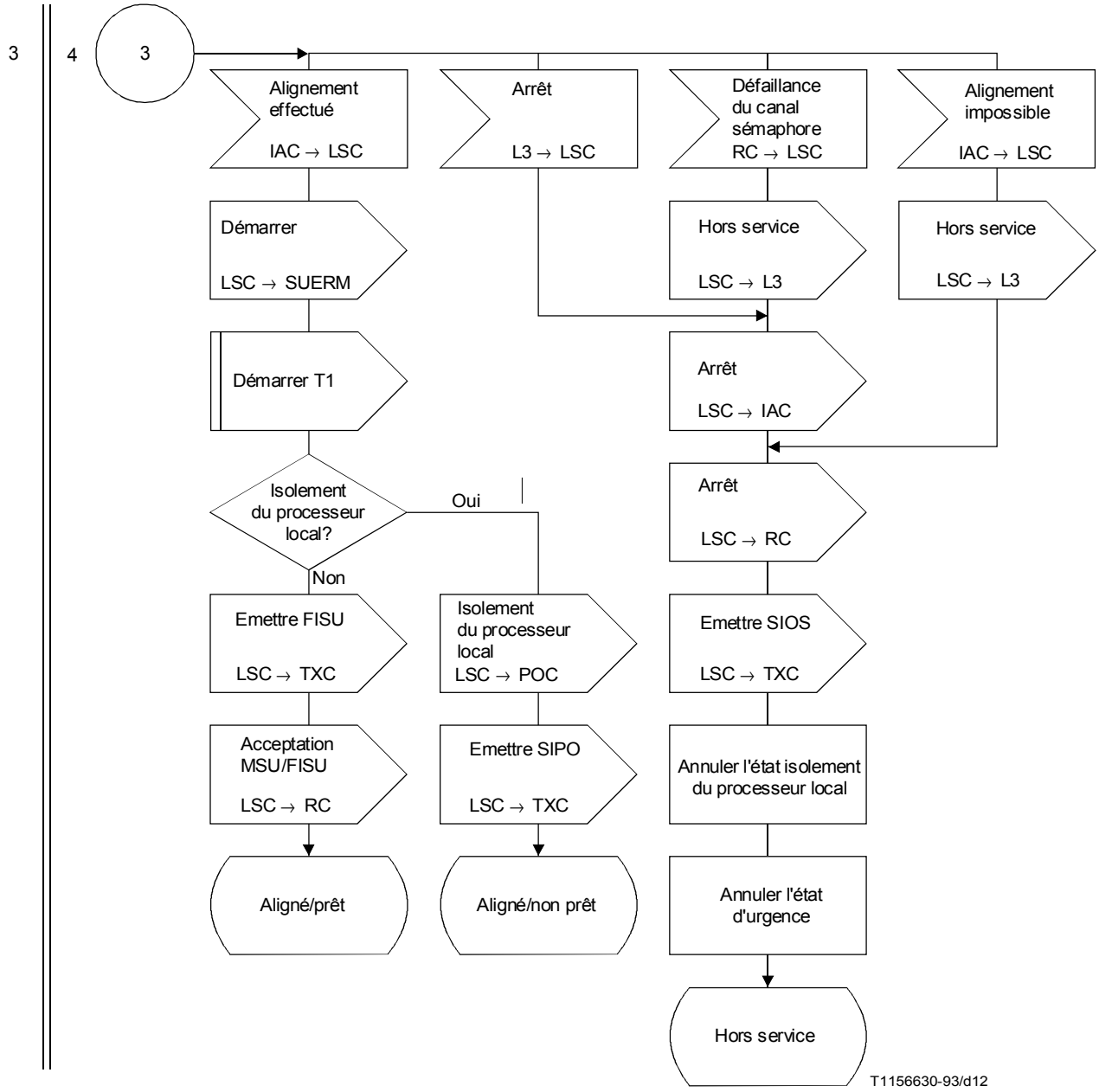


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 5 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

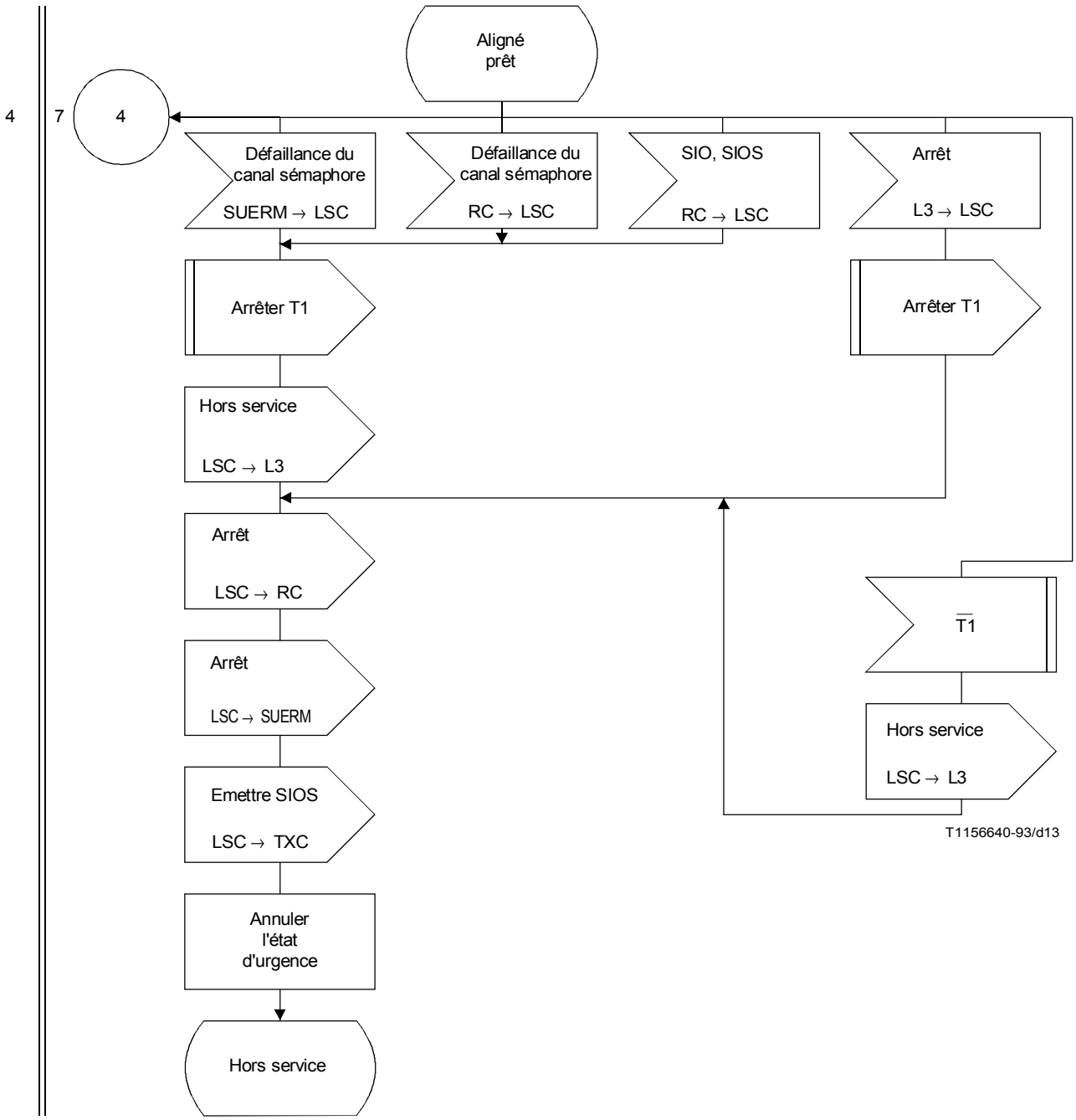


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 6 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

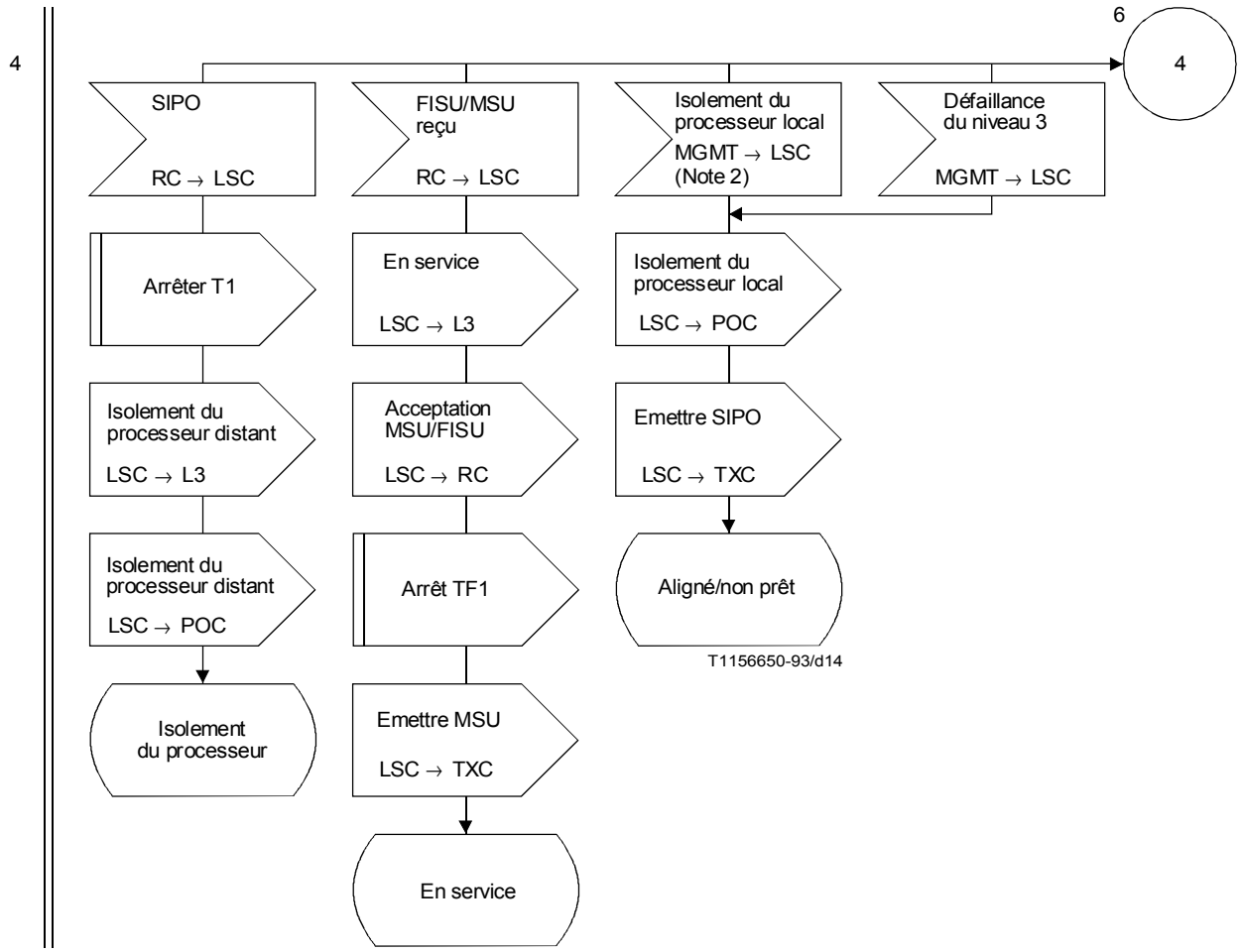


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 7 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

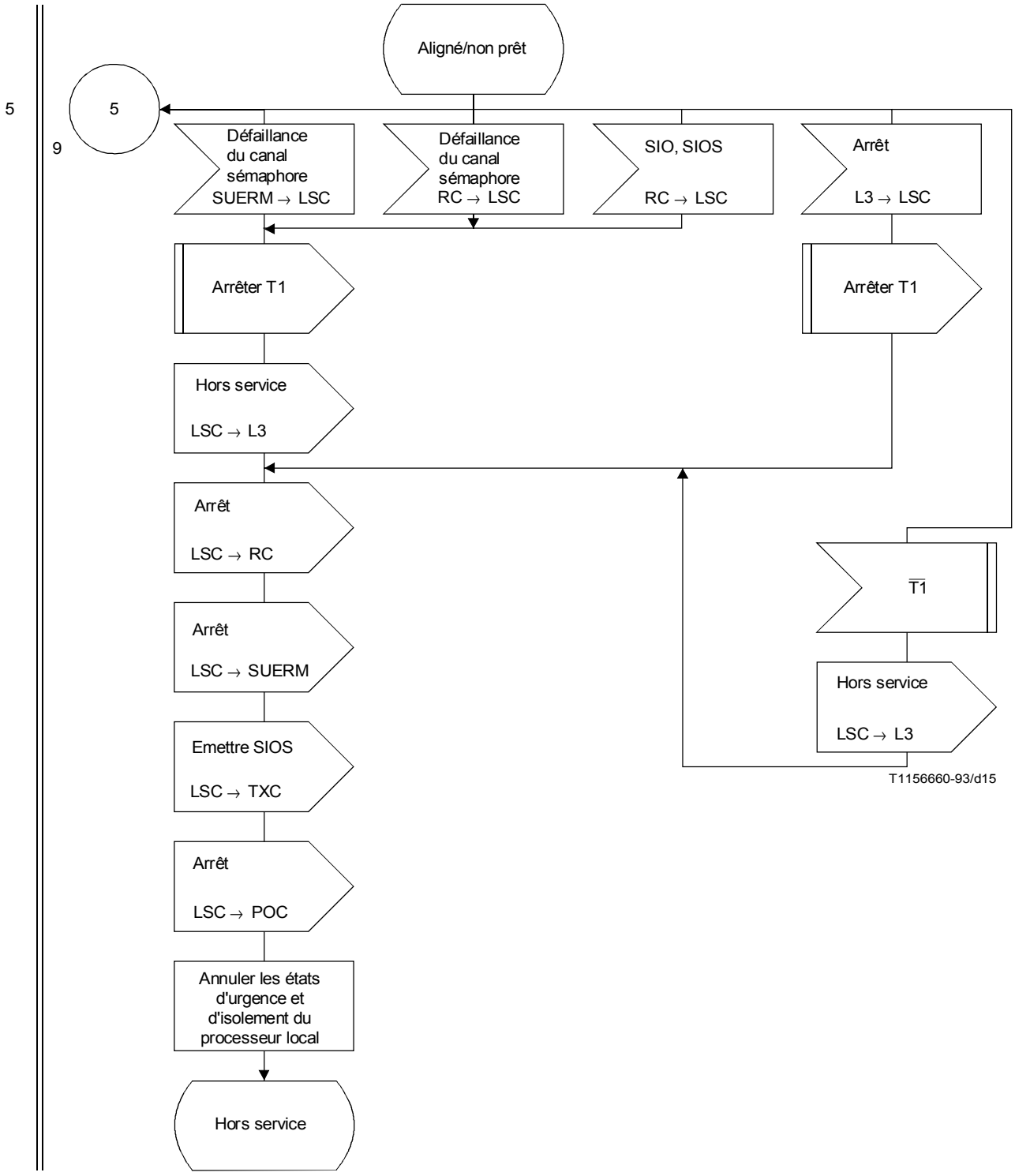


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 8 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

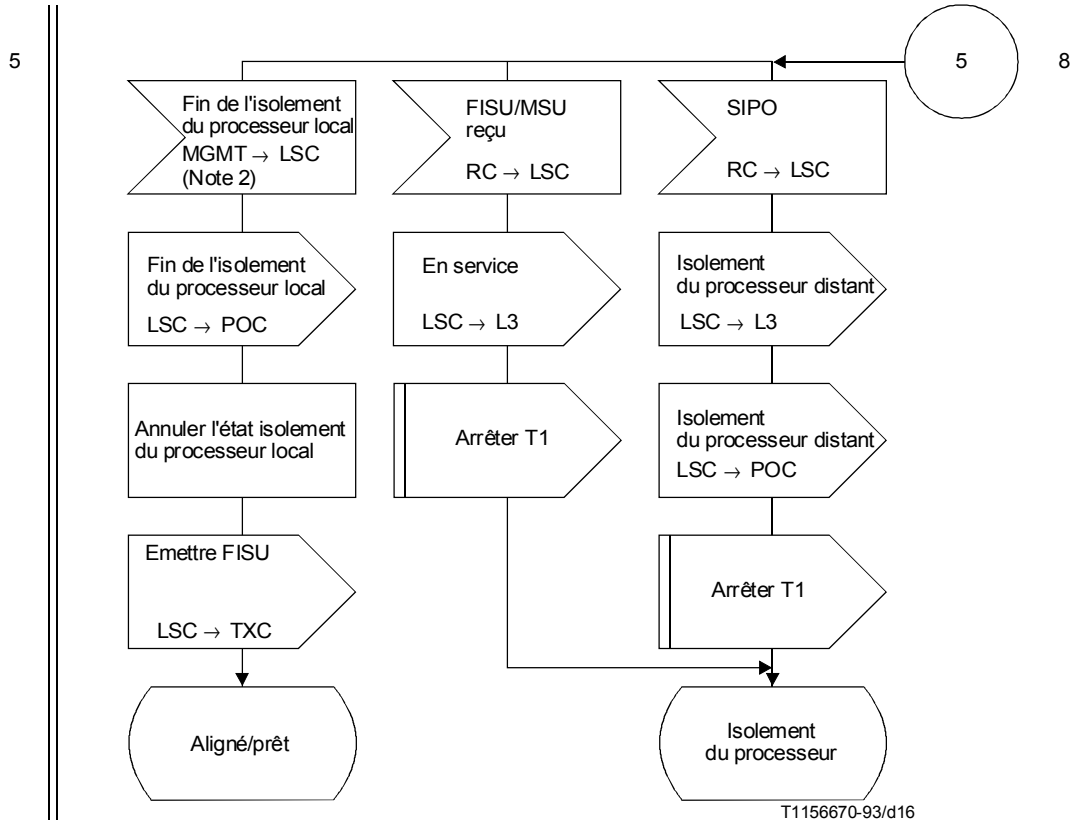


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 9 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

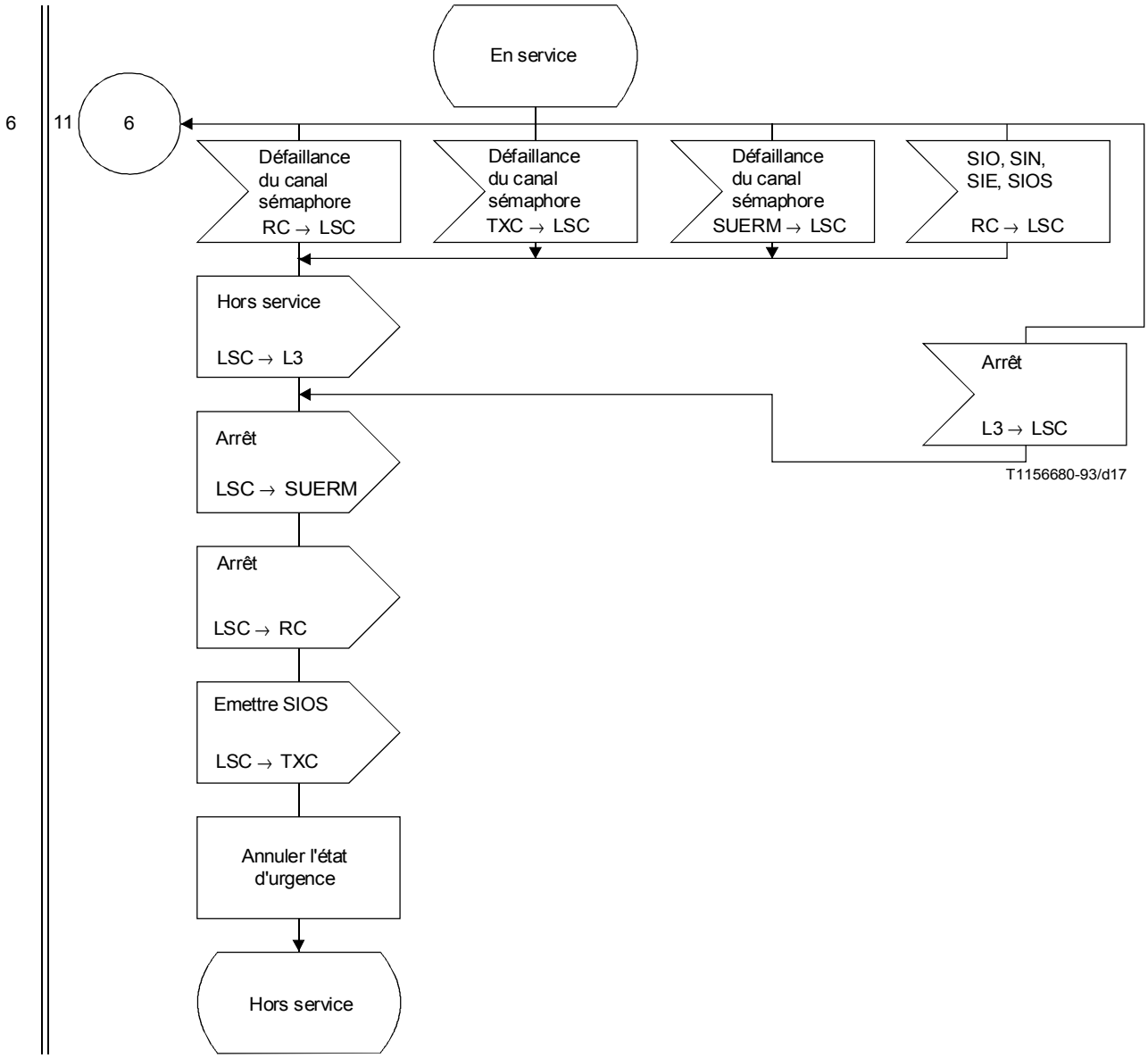


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 10 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

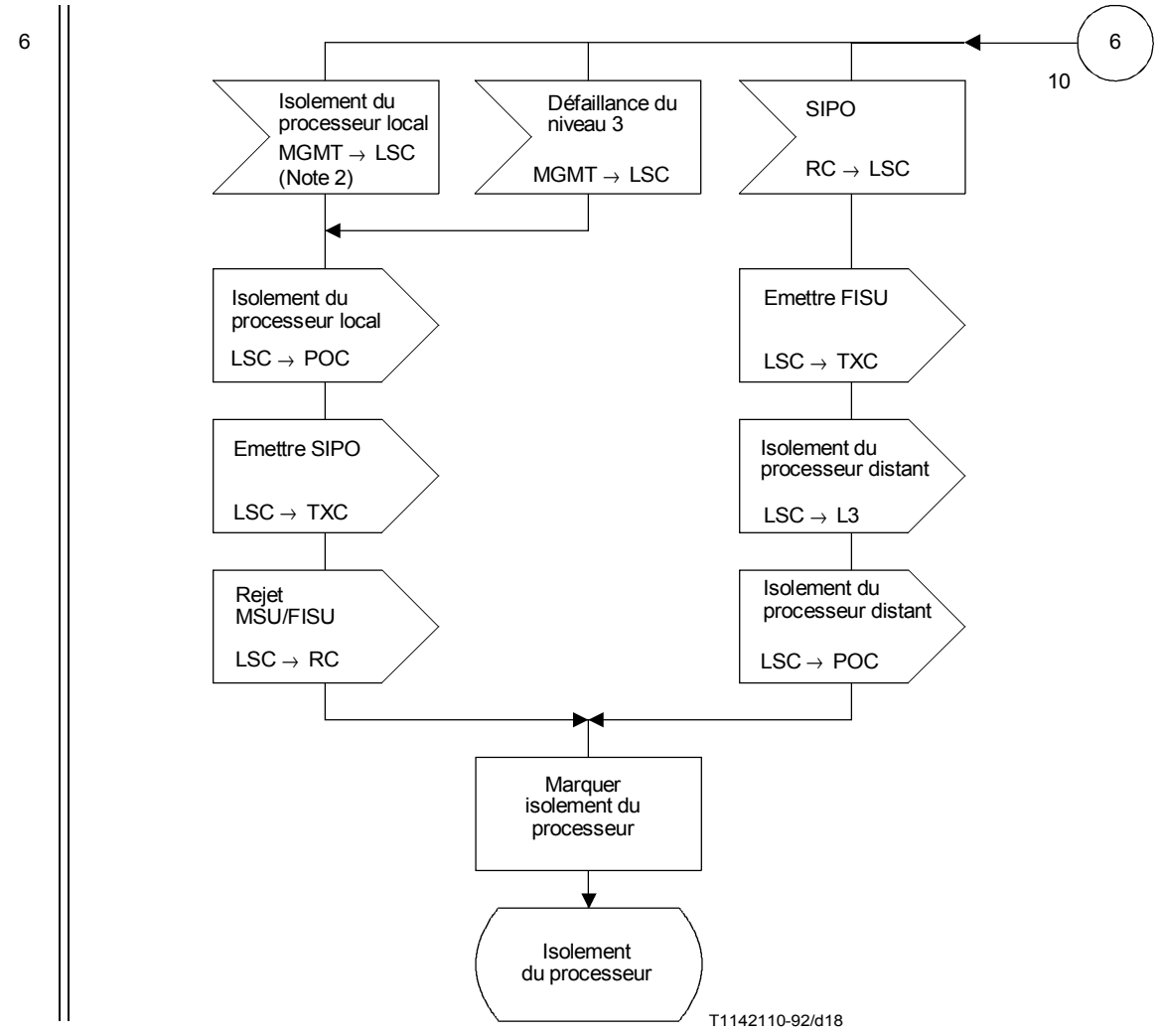


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 11 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore

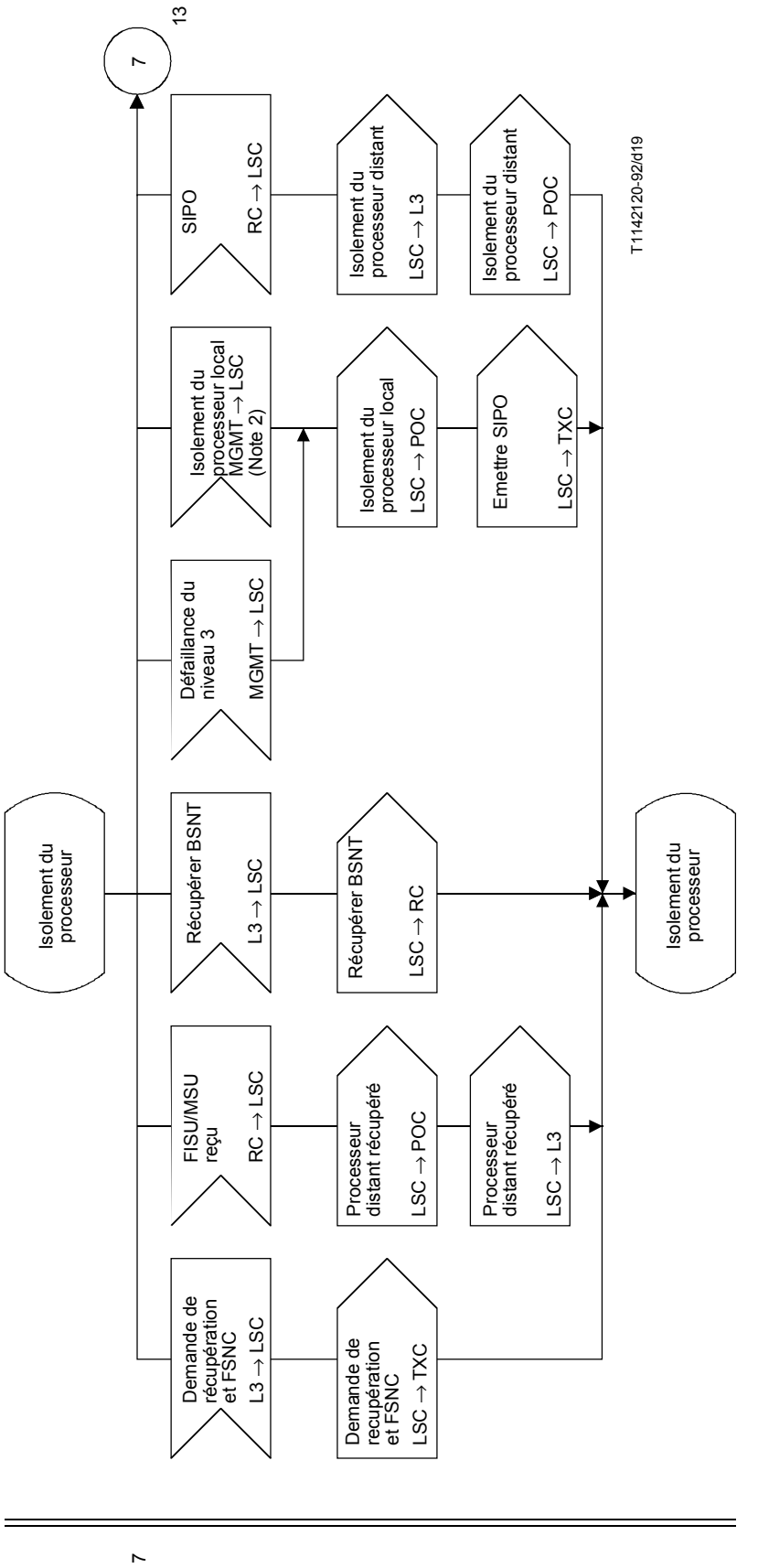


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 12 sur 14)
Supervision de l'état du canal sémaphore

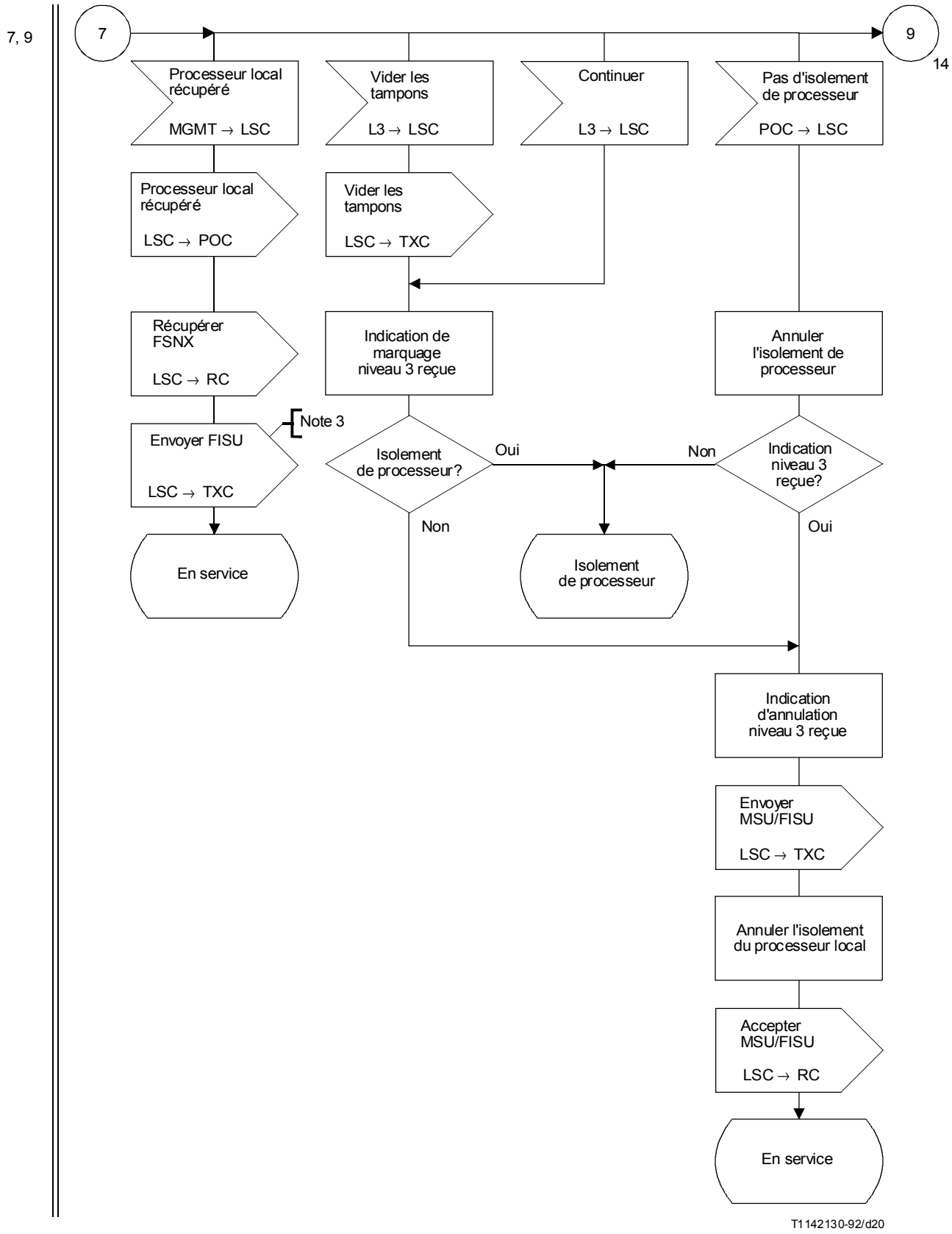
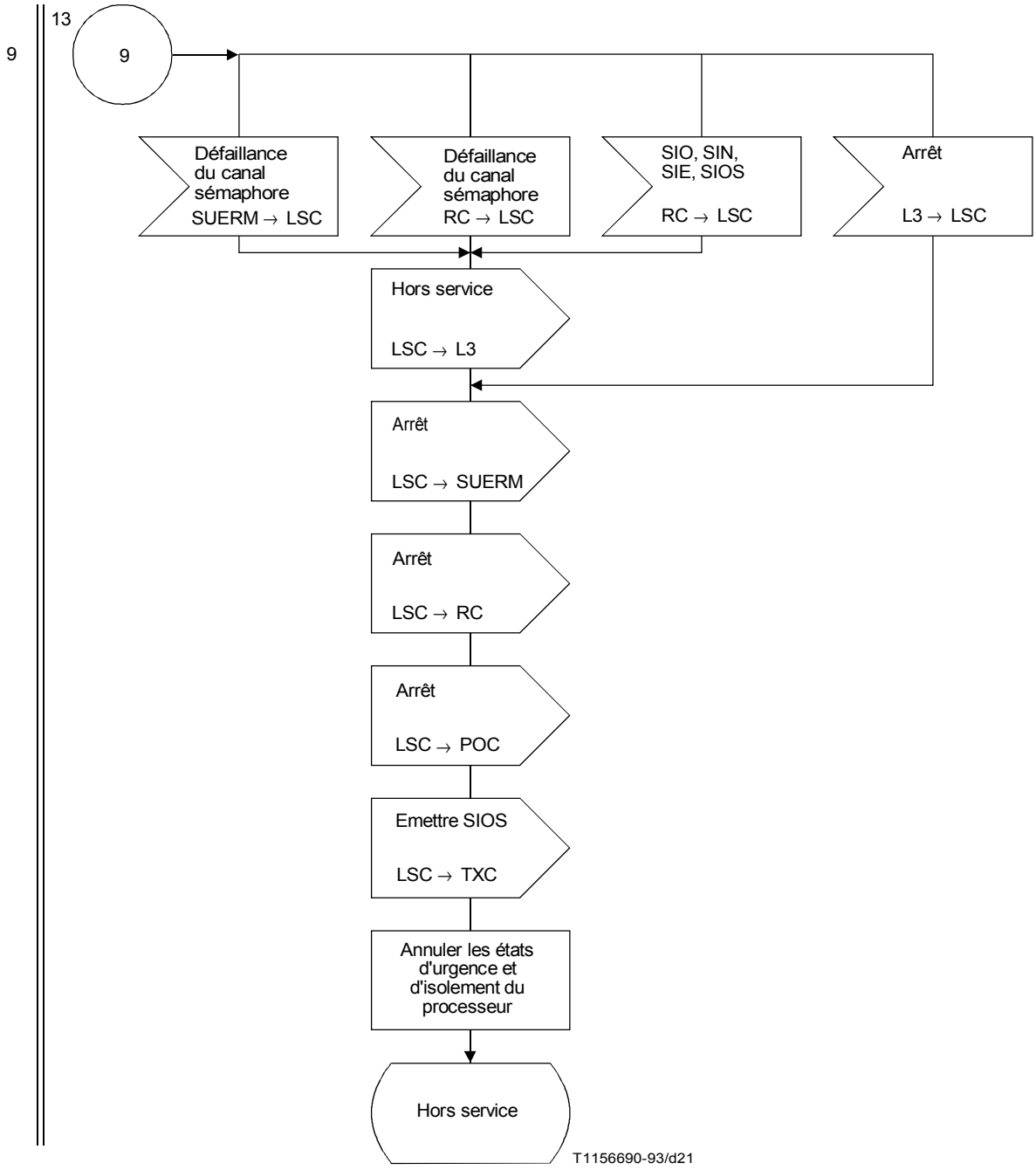


FIGURE 8/Q.703 (feuillet 13 sur 14)

Supervision de l'état du canal sémaphore



NOTES

1 Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies en 12.2.

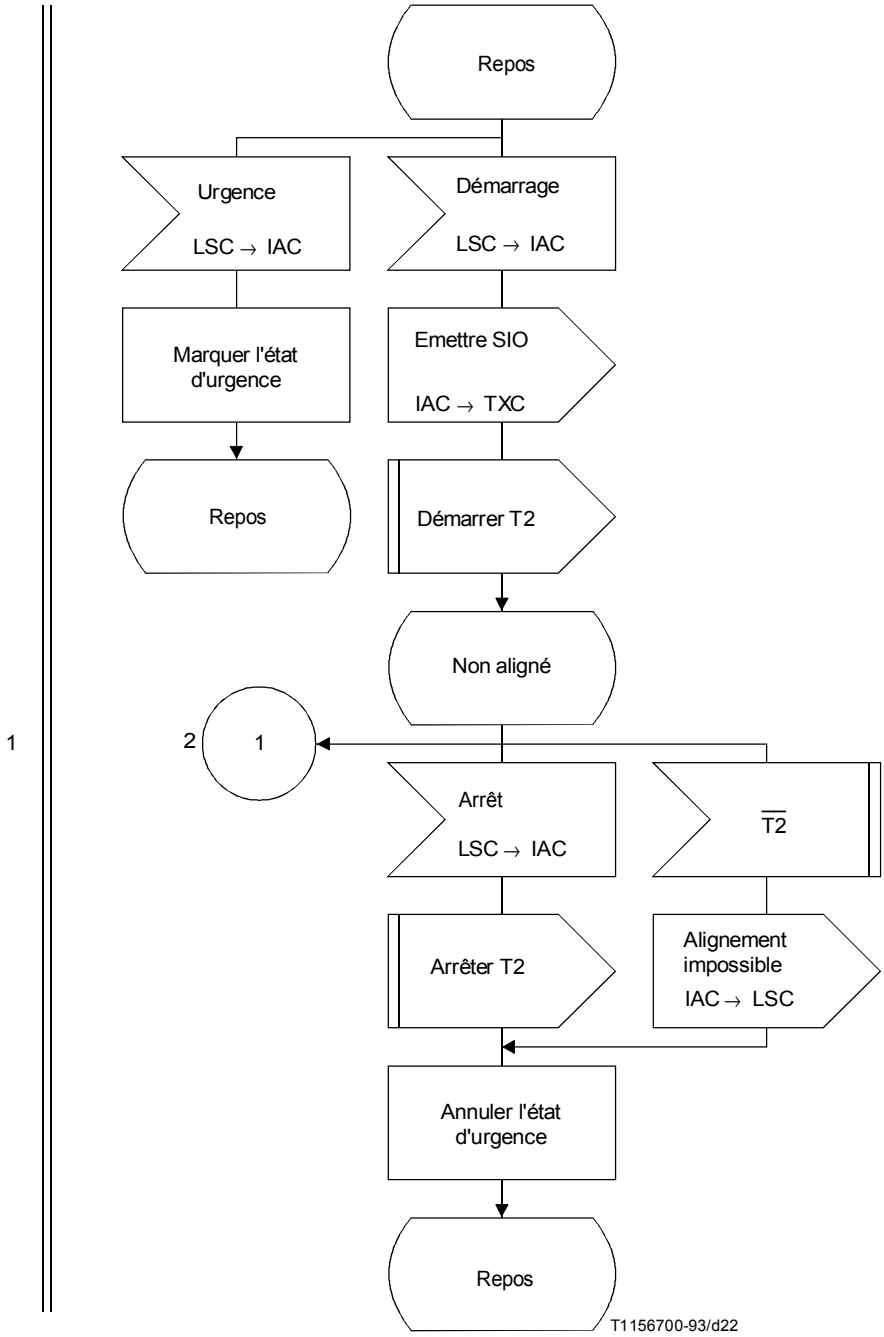
2 Dans l'option nationale d'enclenchement de l'isolement des processeurs, l'entrée «isolement du processeur local» peut également arriver du niveau 3 (L3).

3 Pour que les numéros de séquence du côté distant soient correctement synchronisés, le numéro BSN de la trame FISU doit être BSN:= FSNX-1.

4 On pourrait aussi remplacer le vidage des tampons et la synchronisation des numéros de séquence par la mise hors service du canal sémaphore. Cette solution permettrait en outre de tenir compte de l'interfonctionnement des versions niveau 3 du Livre bleu et niveau 2 de la présente version.

FIGURE 8/Q.703 (feuillet 14 sur 14)

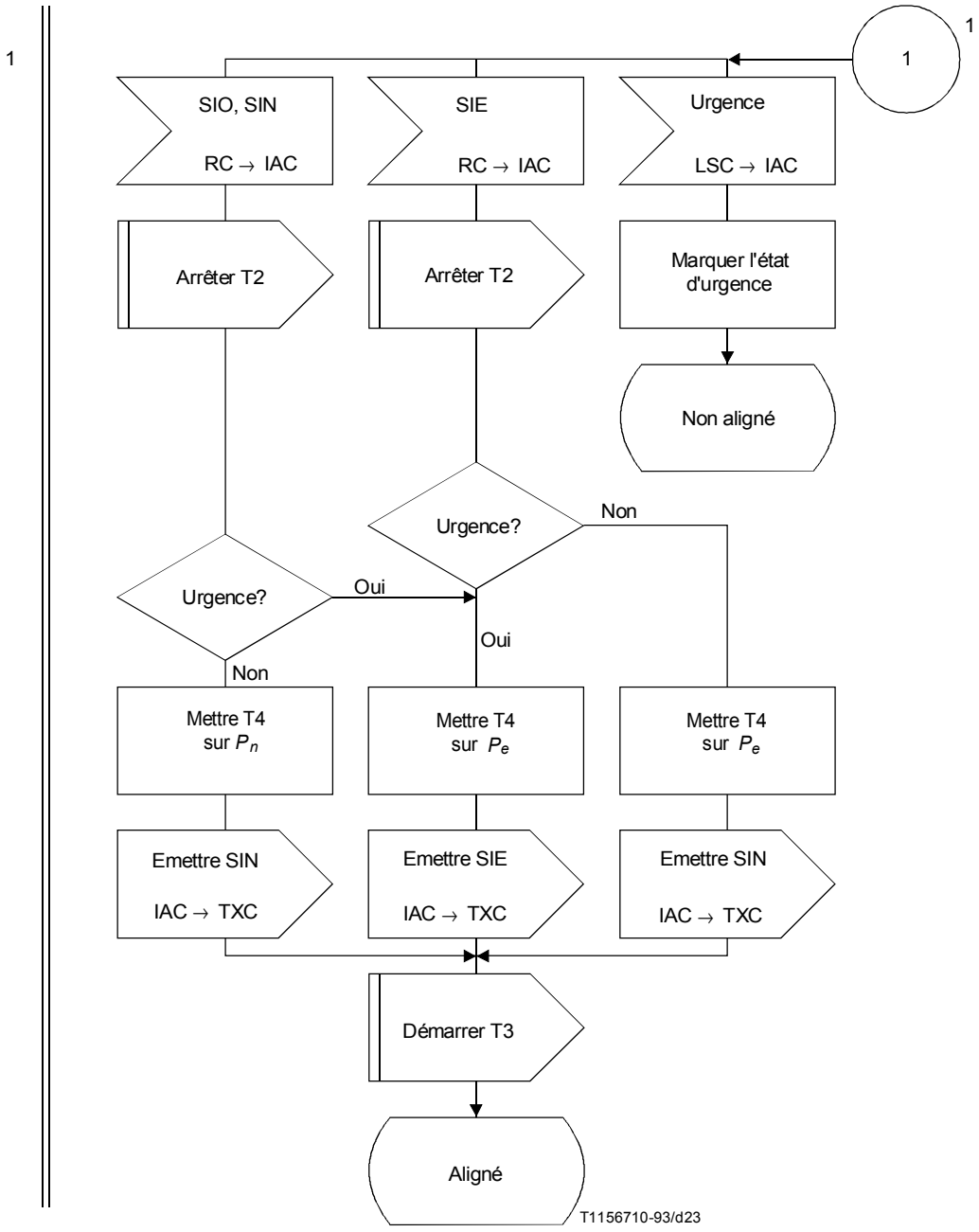
Supervision de l'état du canal sémaphore



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 9/Q.703 (feuillet 1 sur 6)

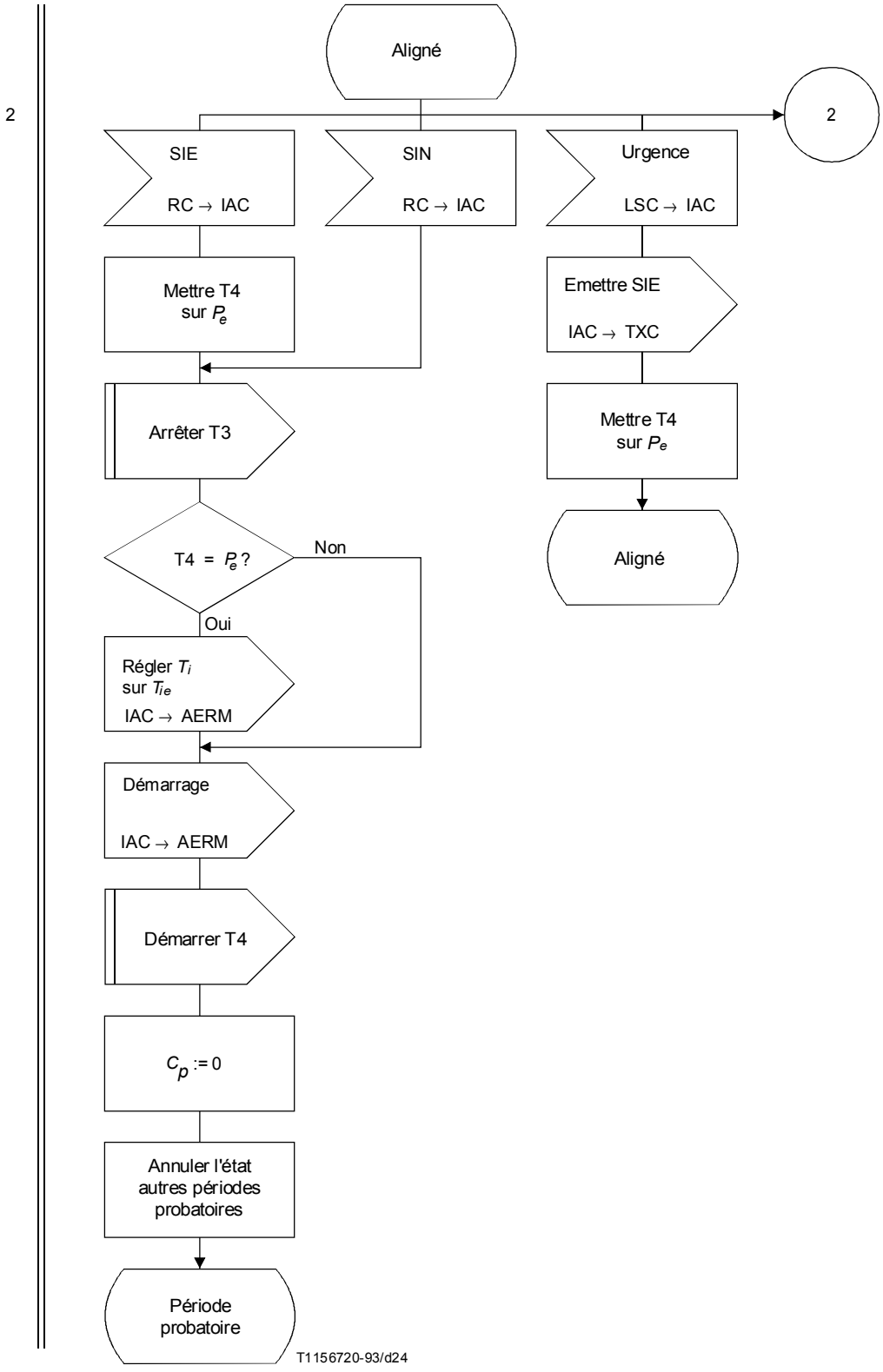
Commande de l'alignement initial



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 9/Q.703 (feuillet 2 sur 6)

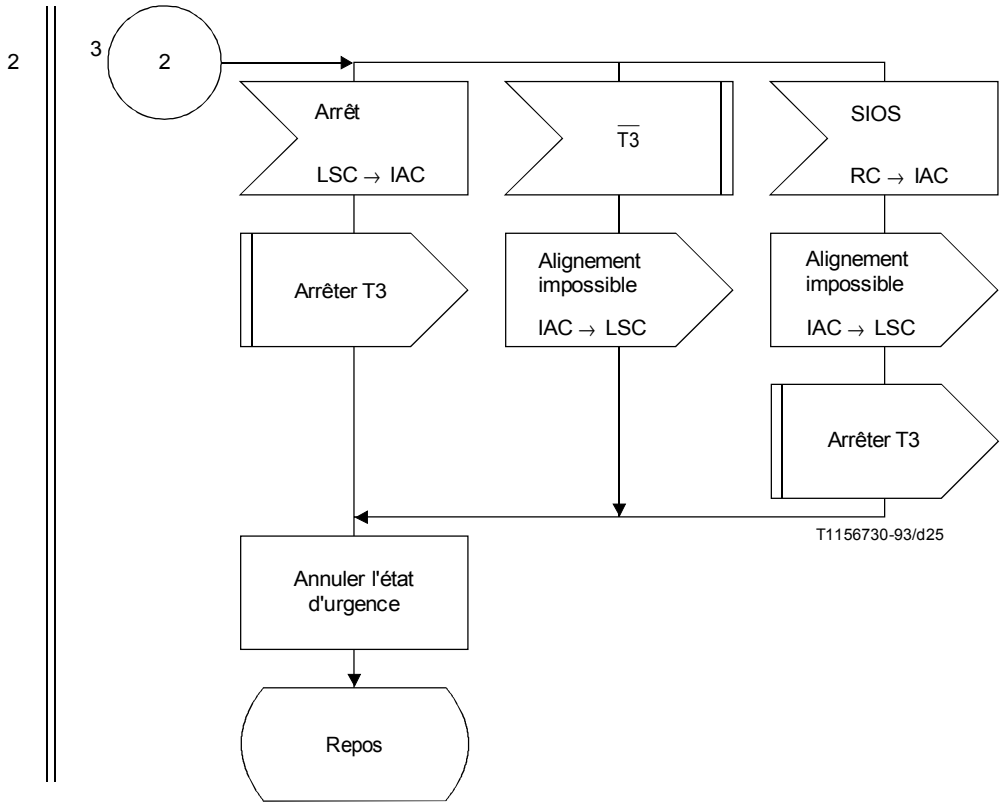
Commande de l'alignement initial



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 9/Q.703 (feuillet 3 sur 6)

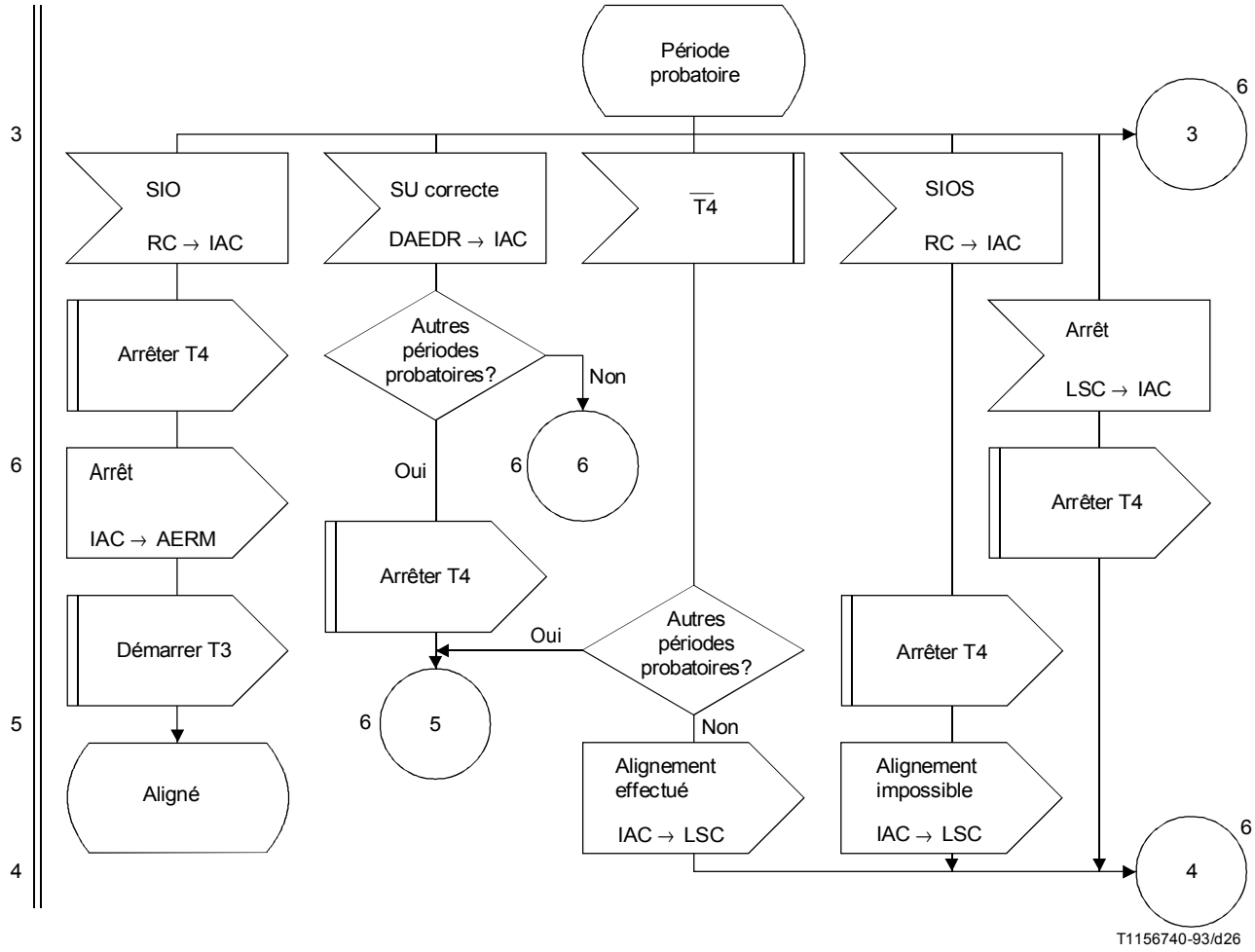
Commande de l'alignement initial



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 9/Q.703 (feuillet 4 sur 6)

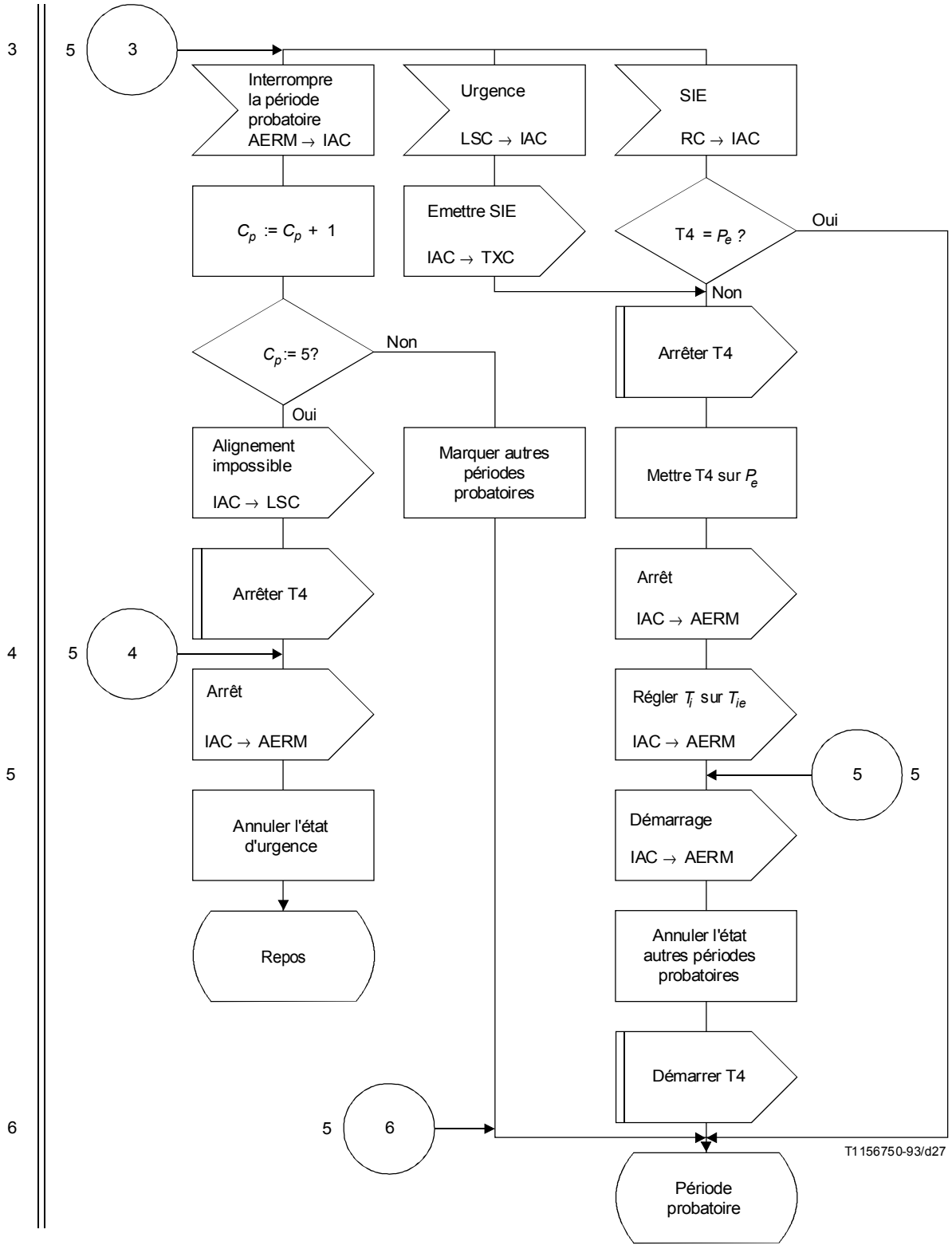
Commande de l'alignement initial



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 9/Q.703 (feuillet 5 sur 6)

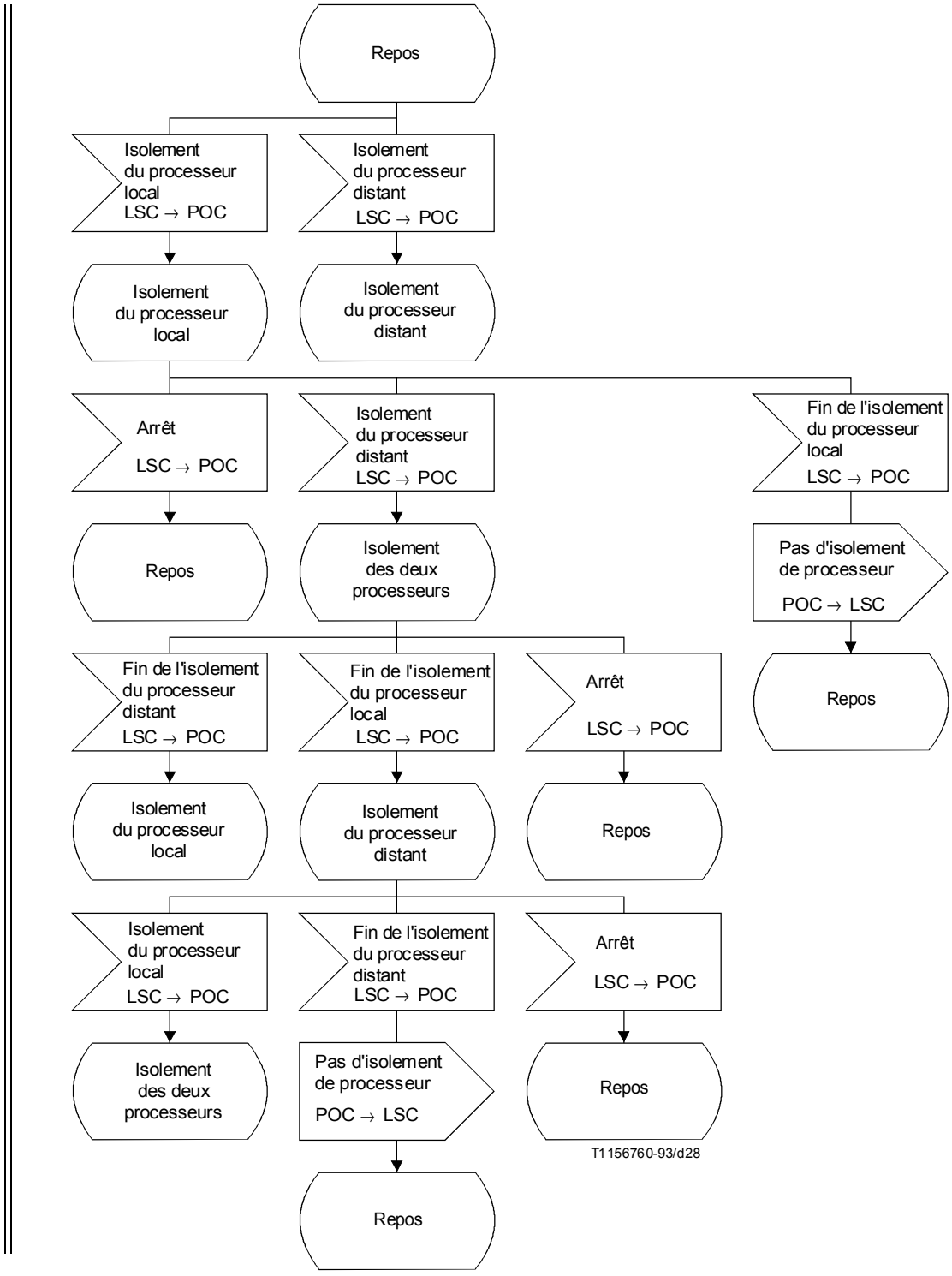
Commande de l'alignement initial



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 9/Q.703 (feuillet 6 sur 6)

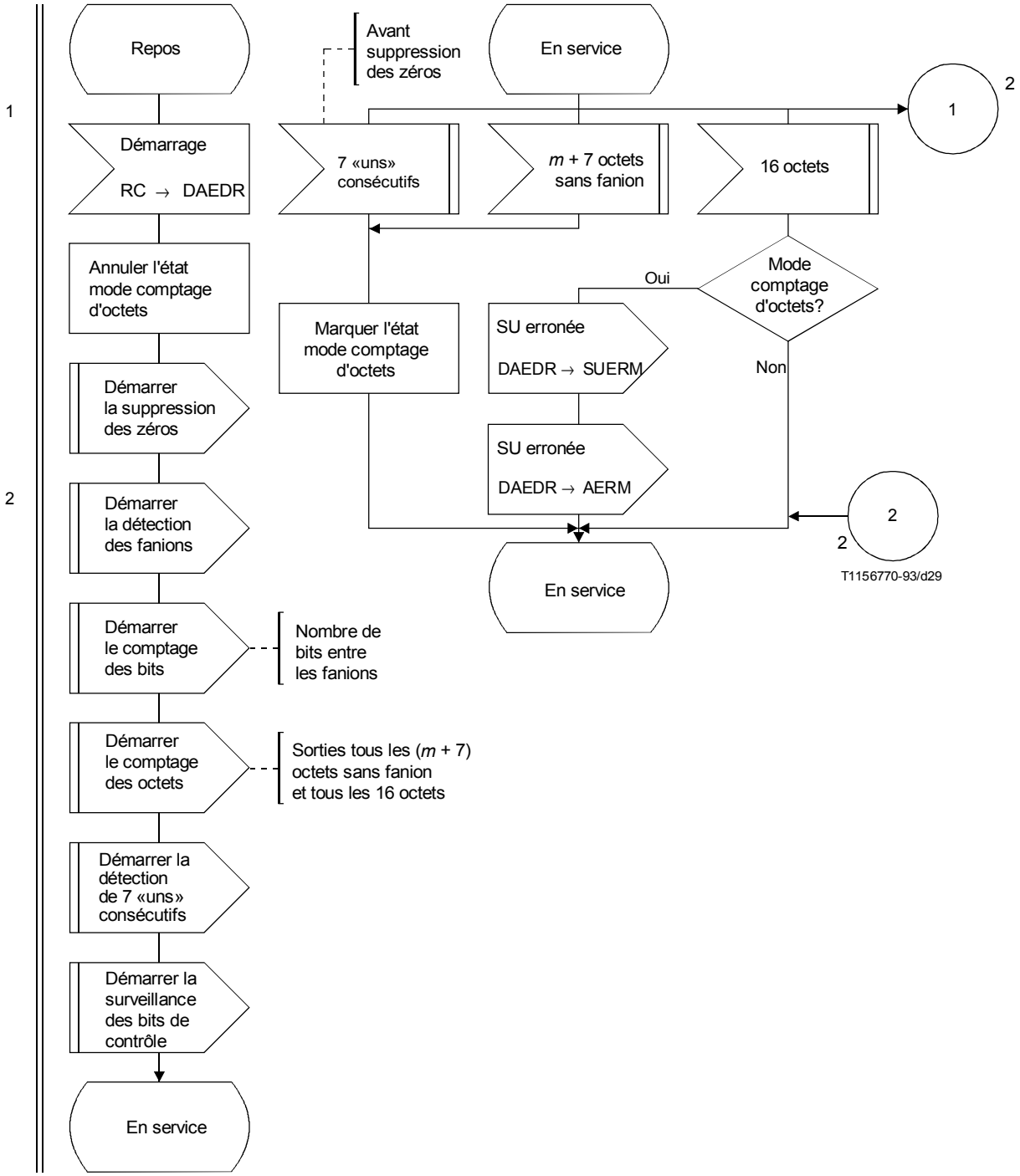
Commande de l'alignement initial



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 10/Q.703

Supervision de l'isolement des processeurs

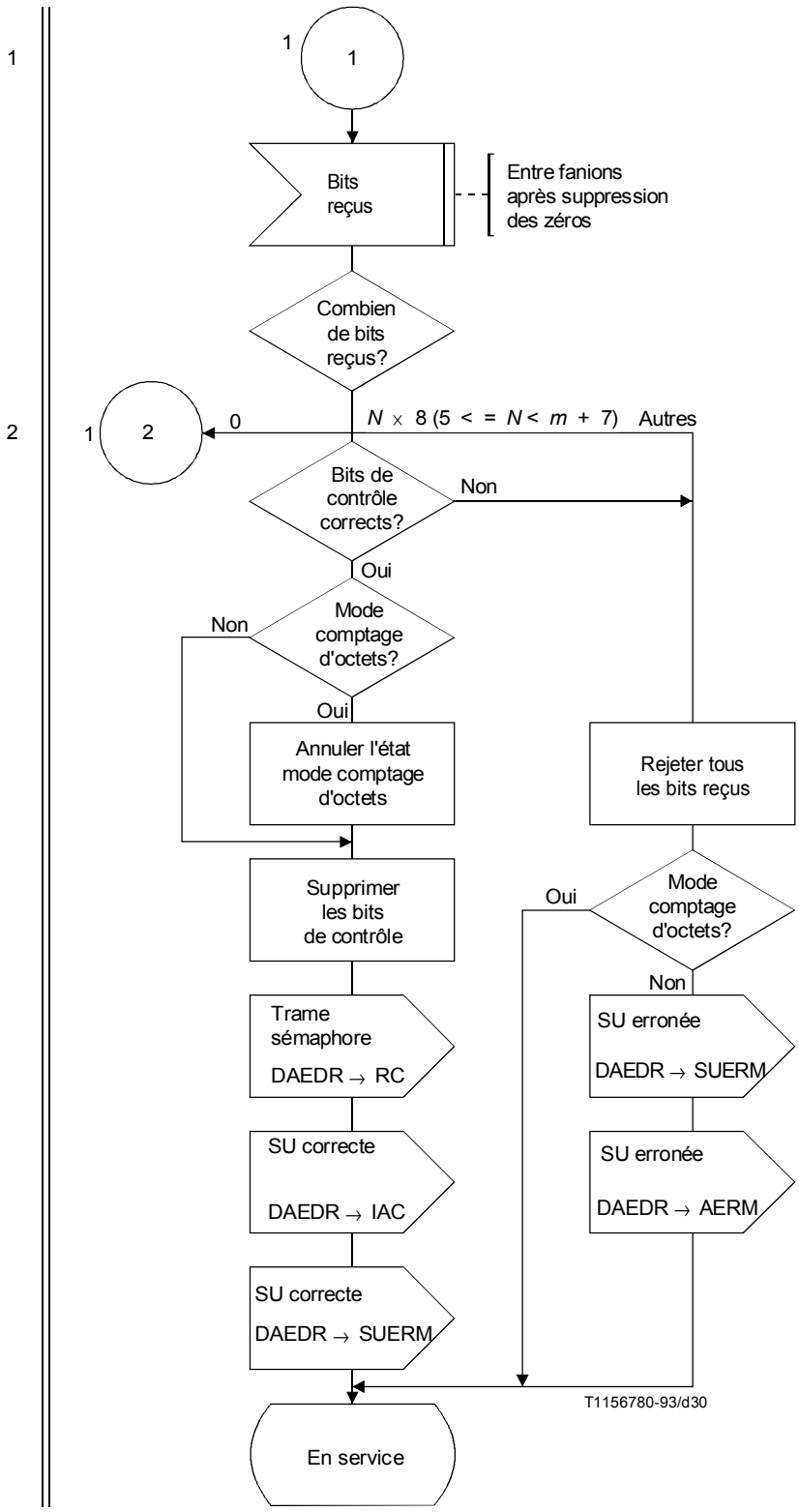


m Longueur maximale en octets du domaine d'information de signalisation autorisée sur le canal sémaphore

NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 11/Q.703 (feuillet 1 sur 2)

Délimitation, alignement et détection d'erreurs (en réception)

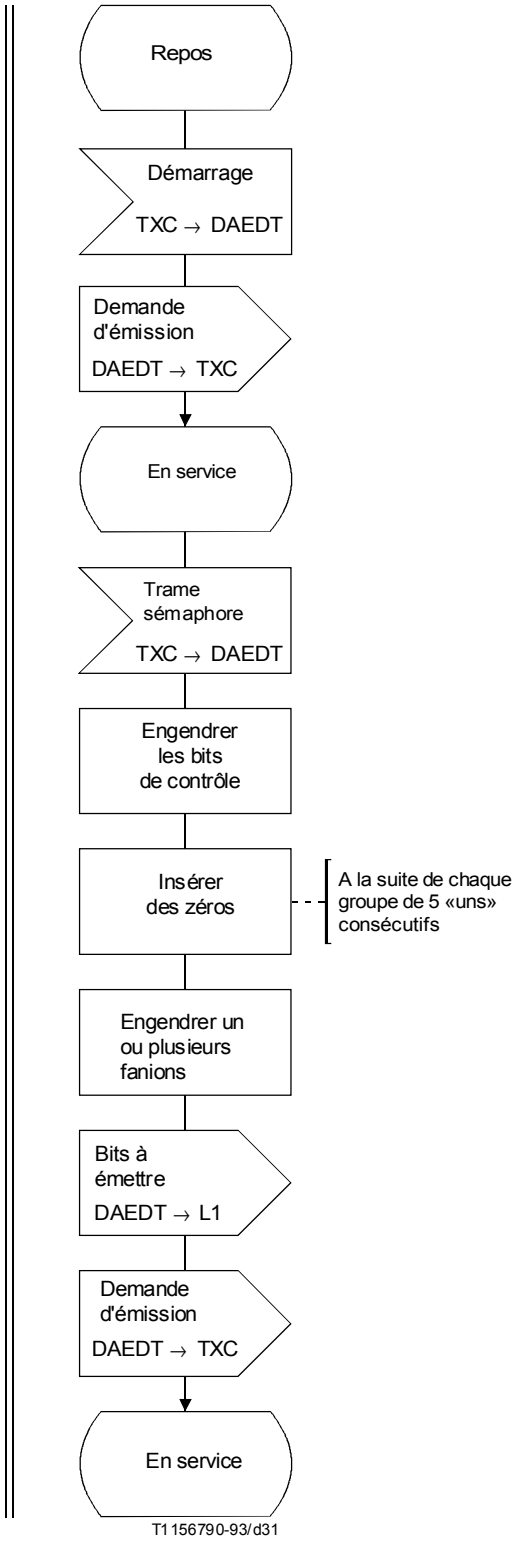


N Nombre d'octets reçus entre fanions

NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 11/Q.703 (feuillet 2 sur 2)

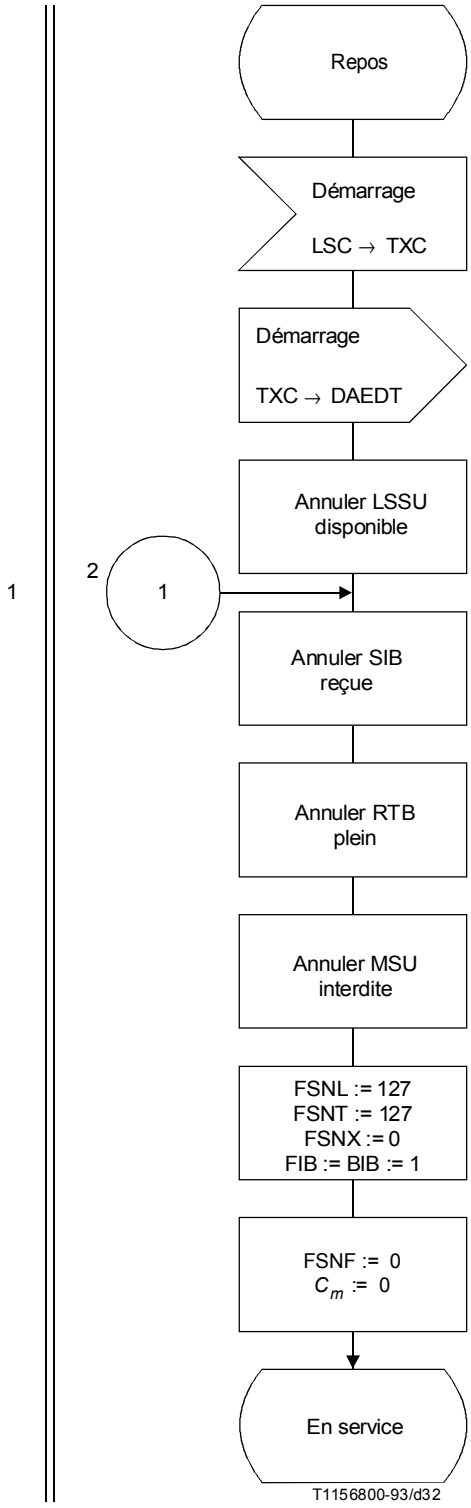
Délimitation, alignement et détection d'erreurs (en réception)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 12/Q.703

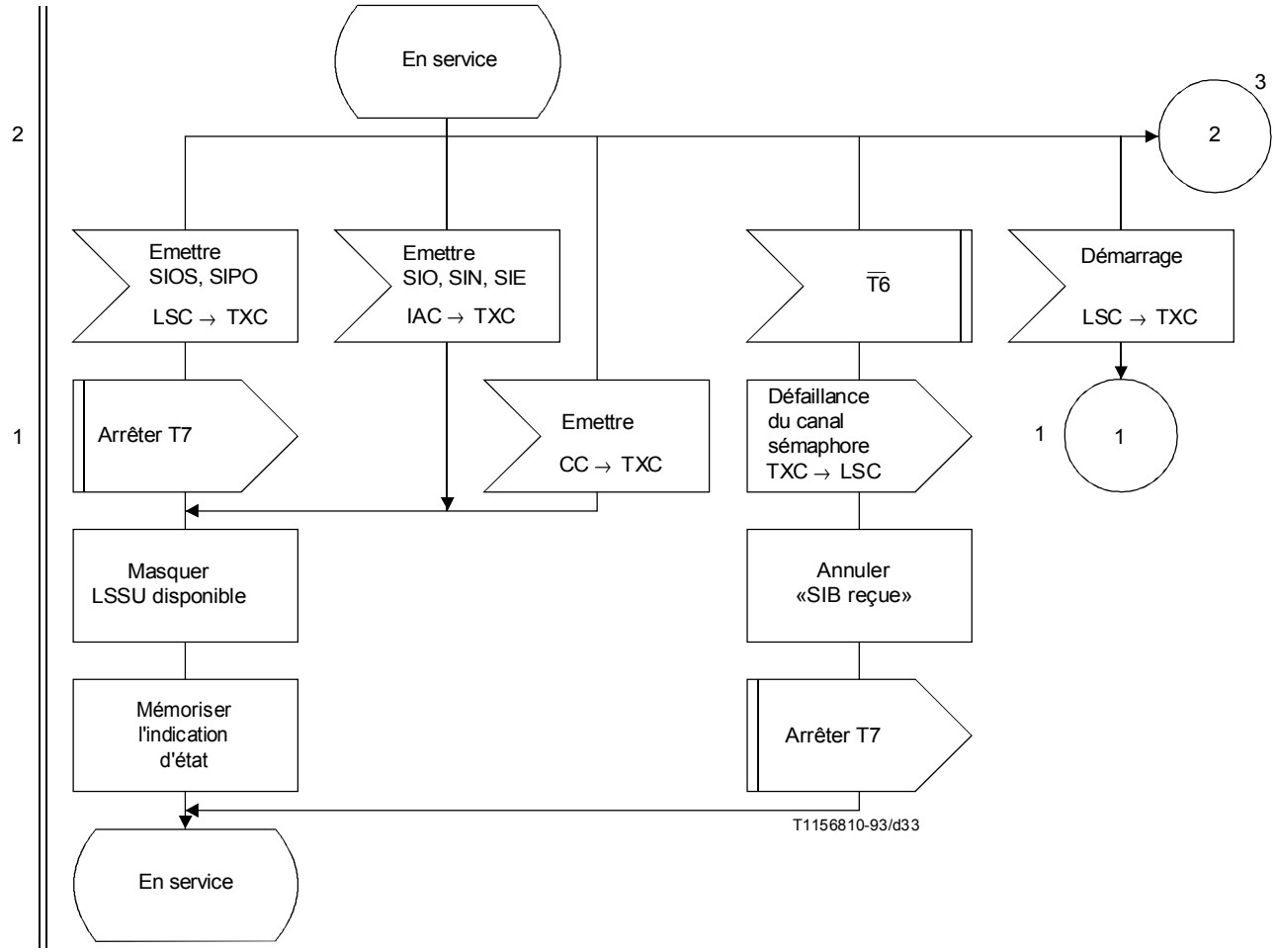
Délimitation, alignement et détection d'erreurs (émission)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 13/Q.703 (feuillet 1 sur 7)

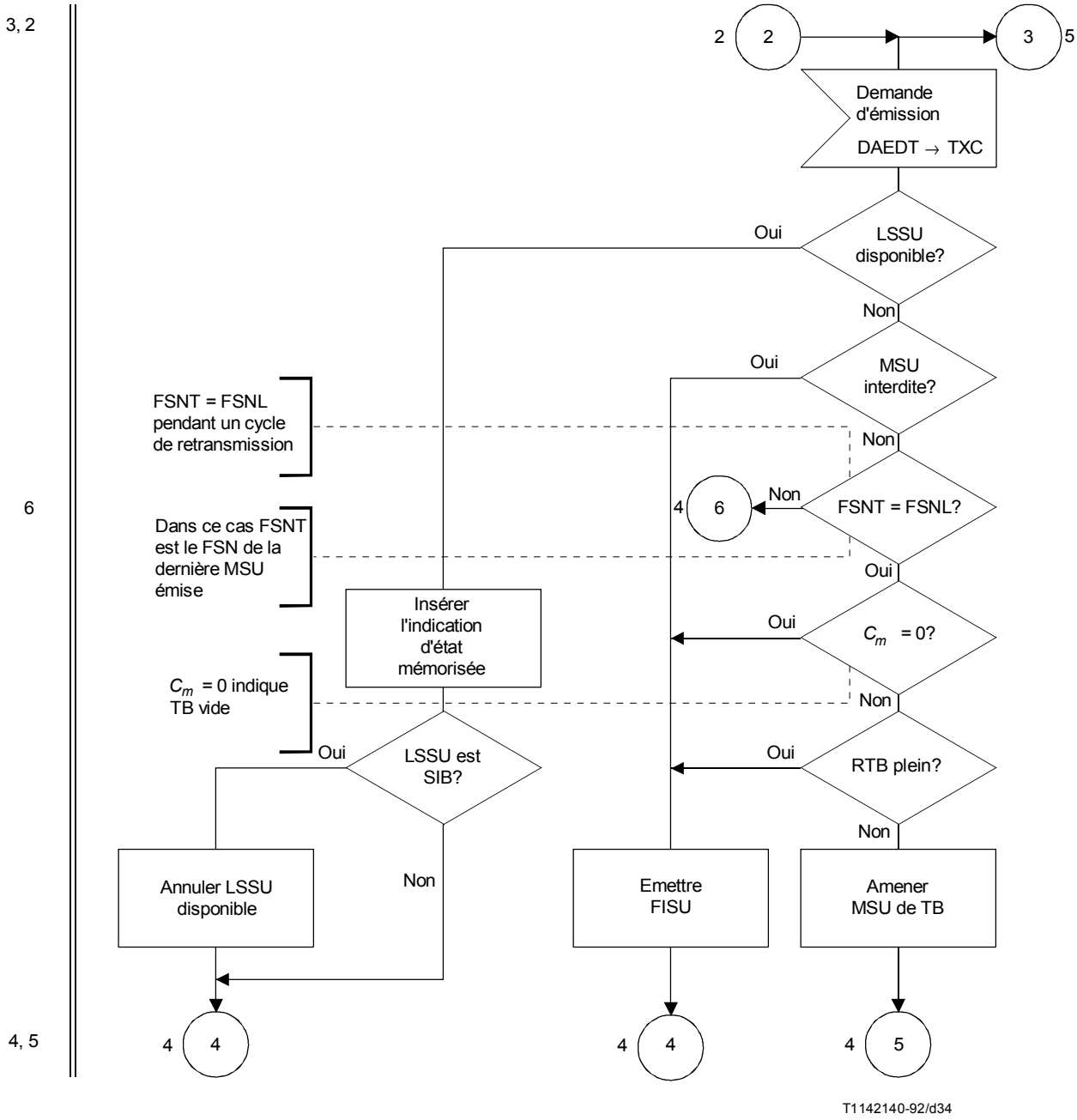
Commande de l'émission (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 13/Q.703 (feuillet 2 sur 7)

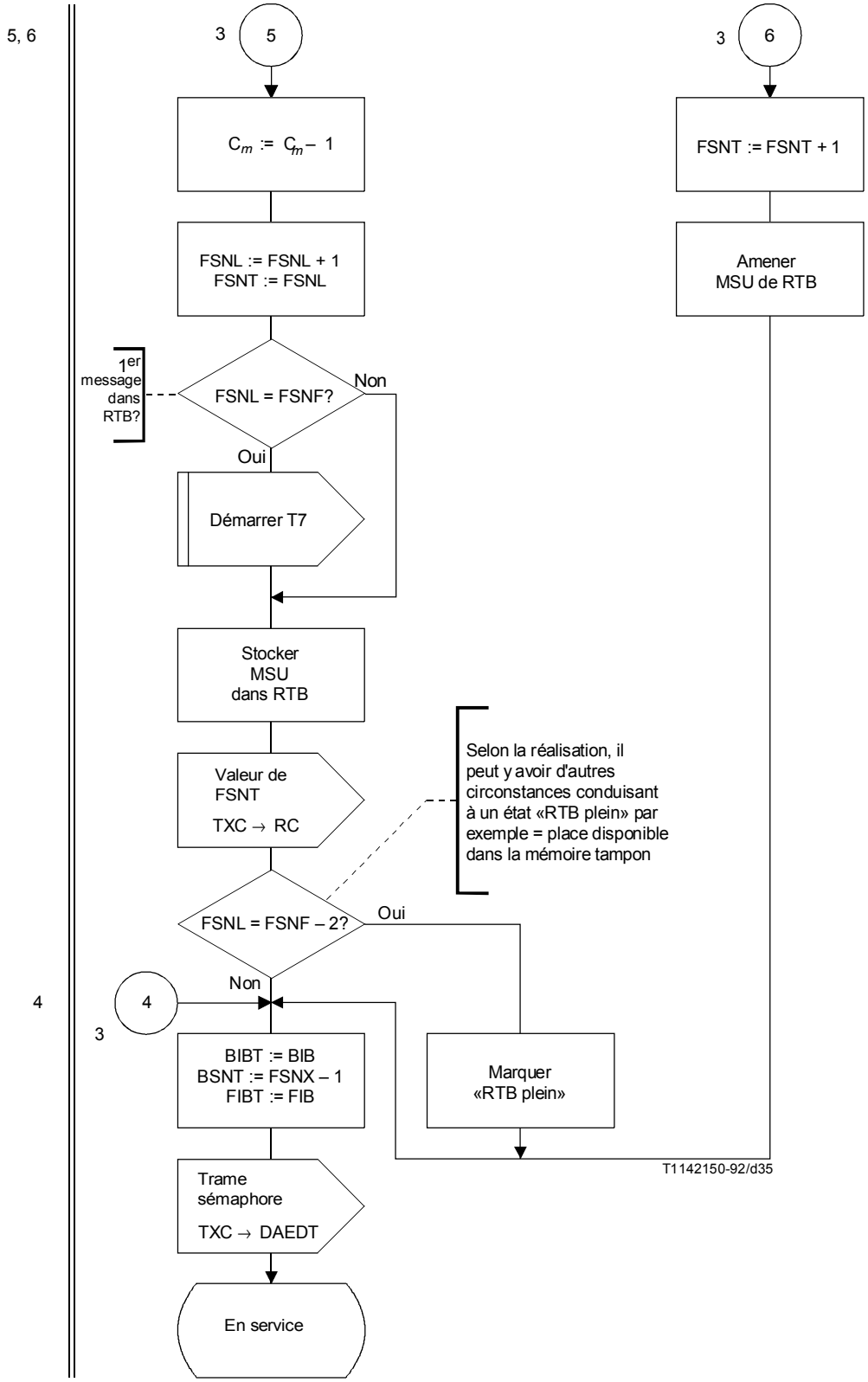
Commande de l'émission (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 13/Q.703 (feuillet 3 sur 7)

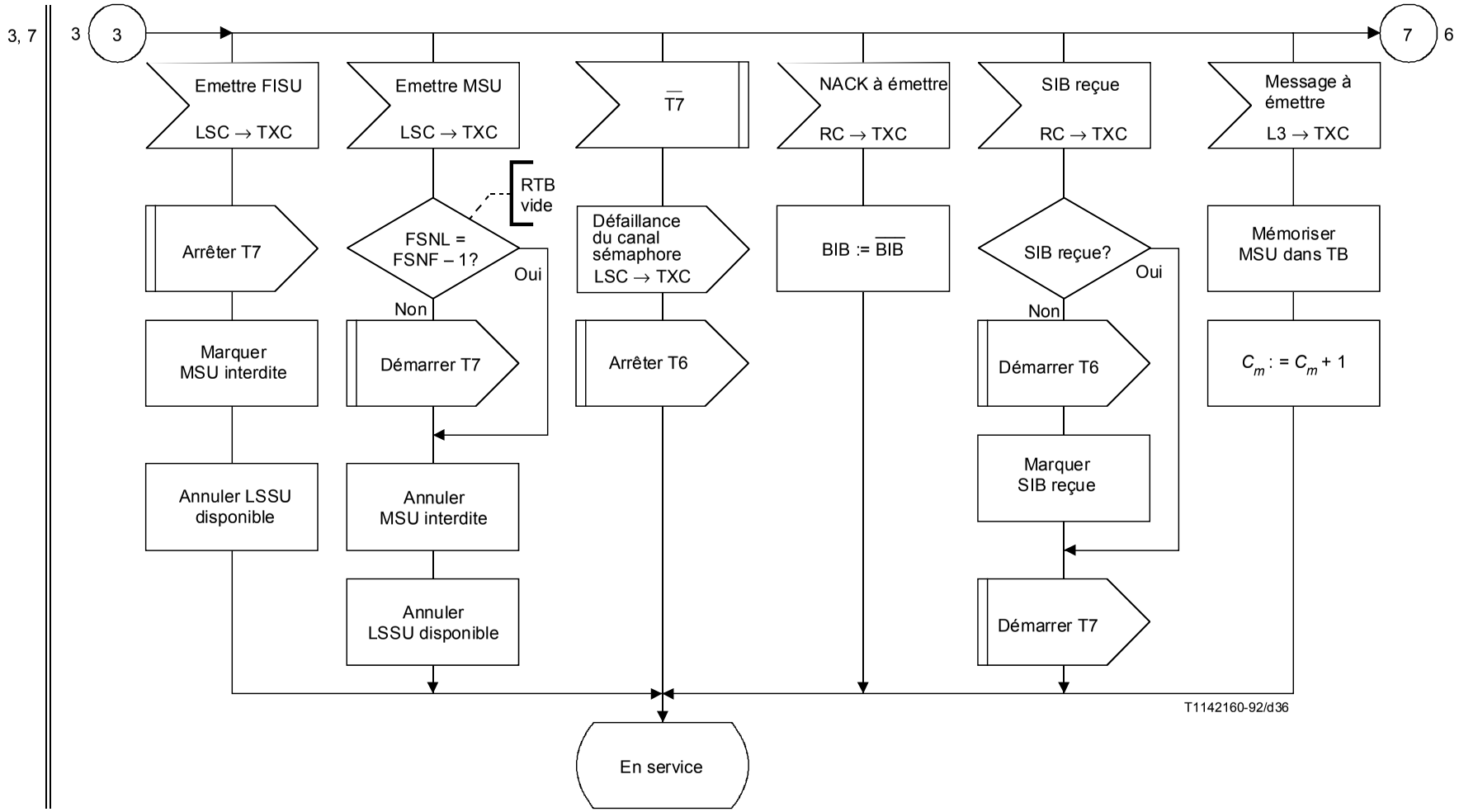
Commande de l'émission (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 13/Q.703 (feuillet 4 sur 7)

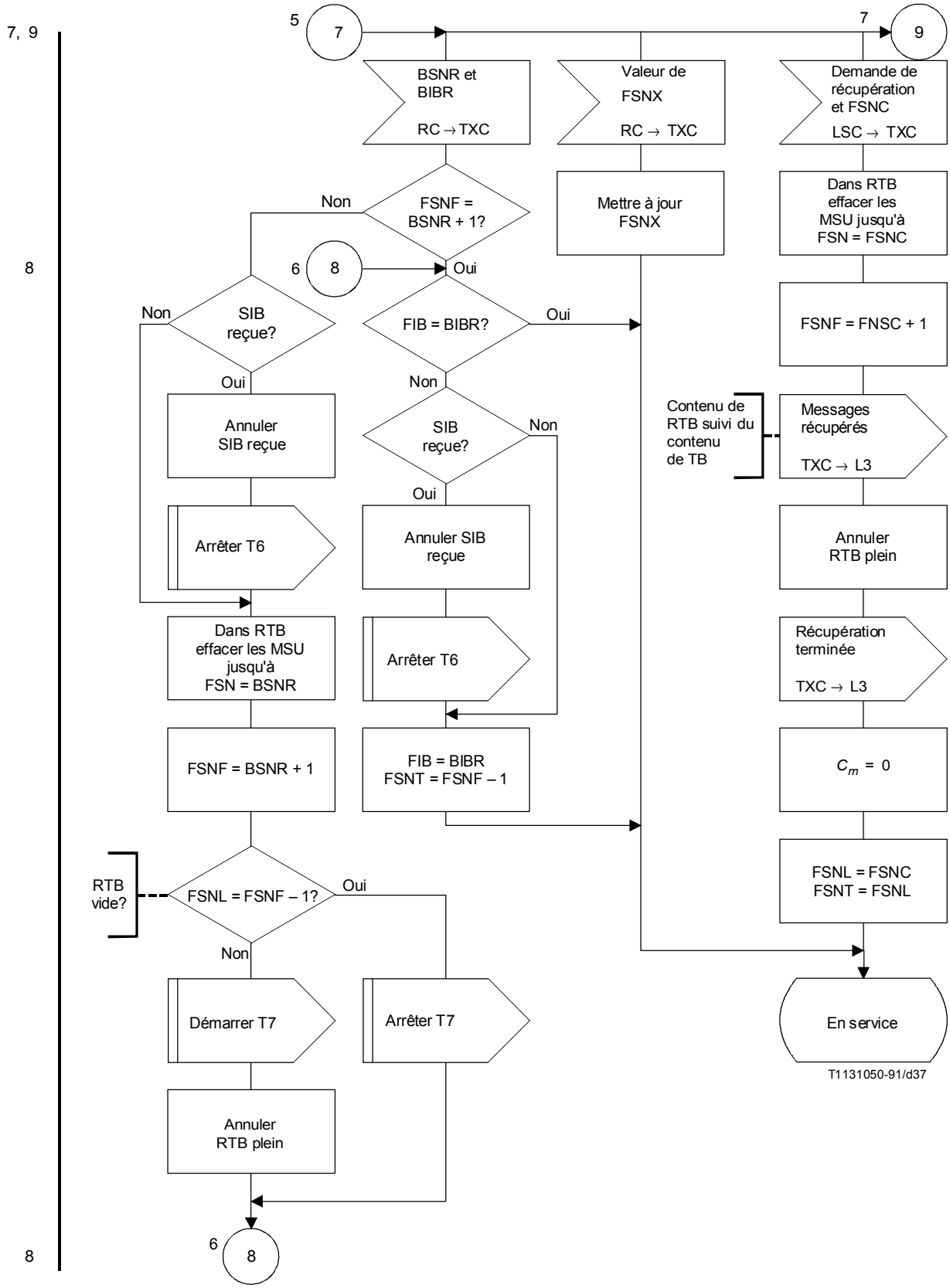
Commande de l'émission (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 13/Q.703 (feuillet 5 sur 7)

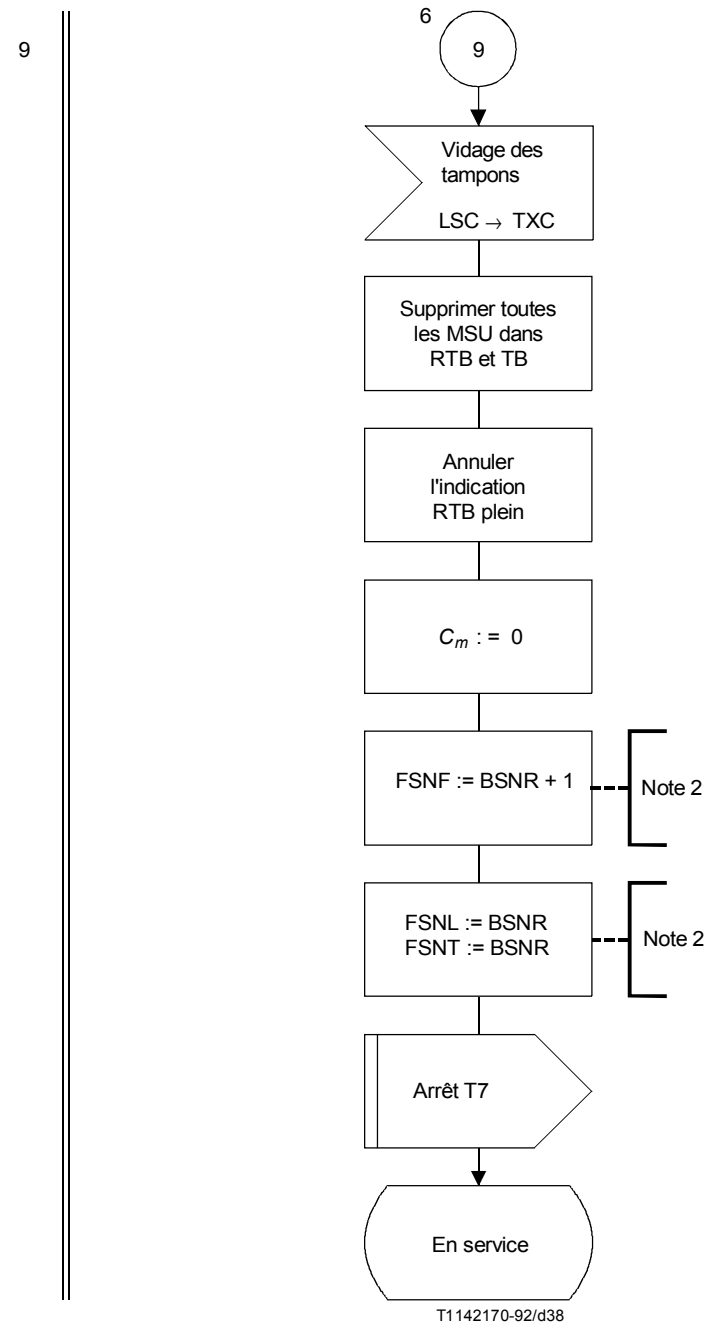
Commande de l'émission (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 13/Q.703 (feuillet 6 sur 7)

Commande de l'émission (méthode de base)



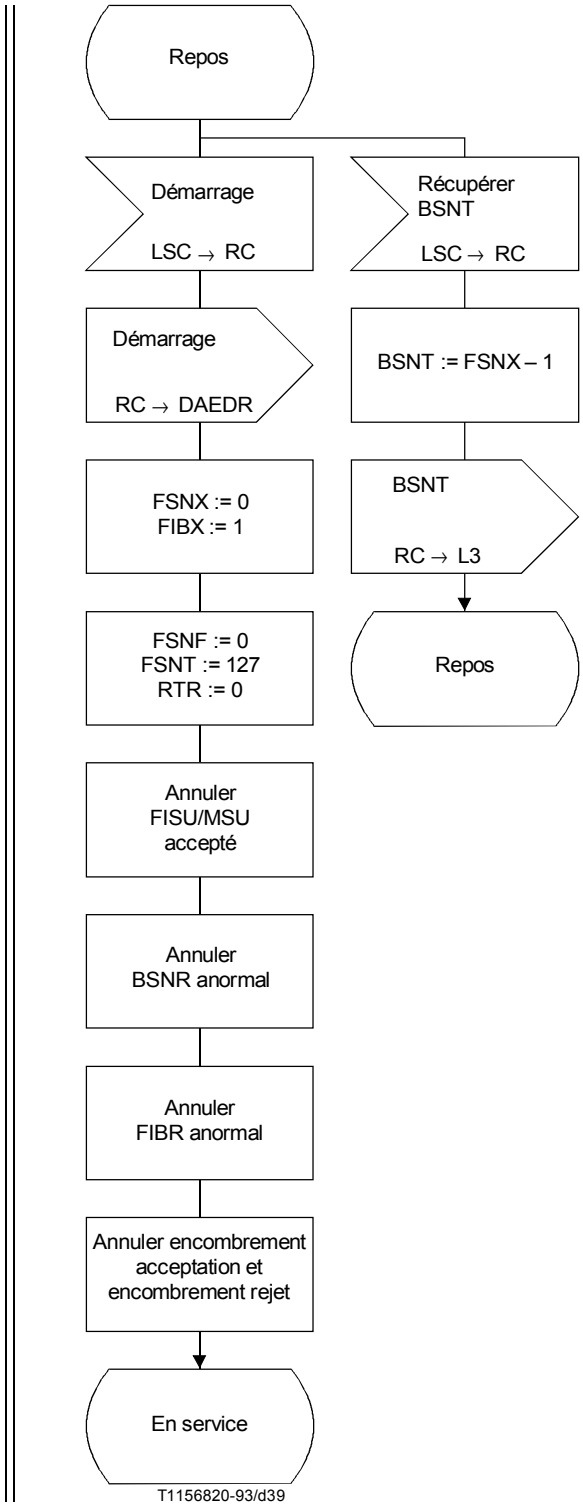
NOTES

1 Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

2 Le numéro BSNR provient de la première trame MSU/FISU mettant fin à l'état d'isolement du processeur distant.

FIGURE 13/Q.703 (feuillet 7 sur 7)

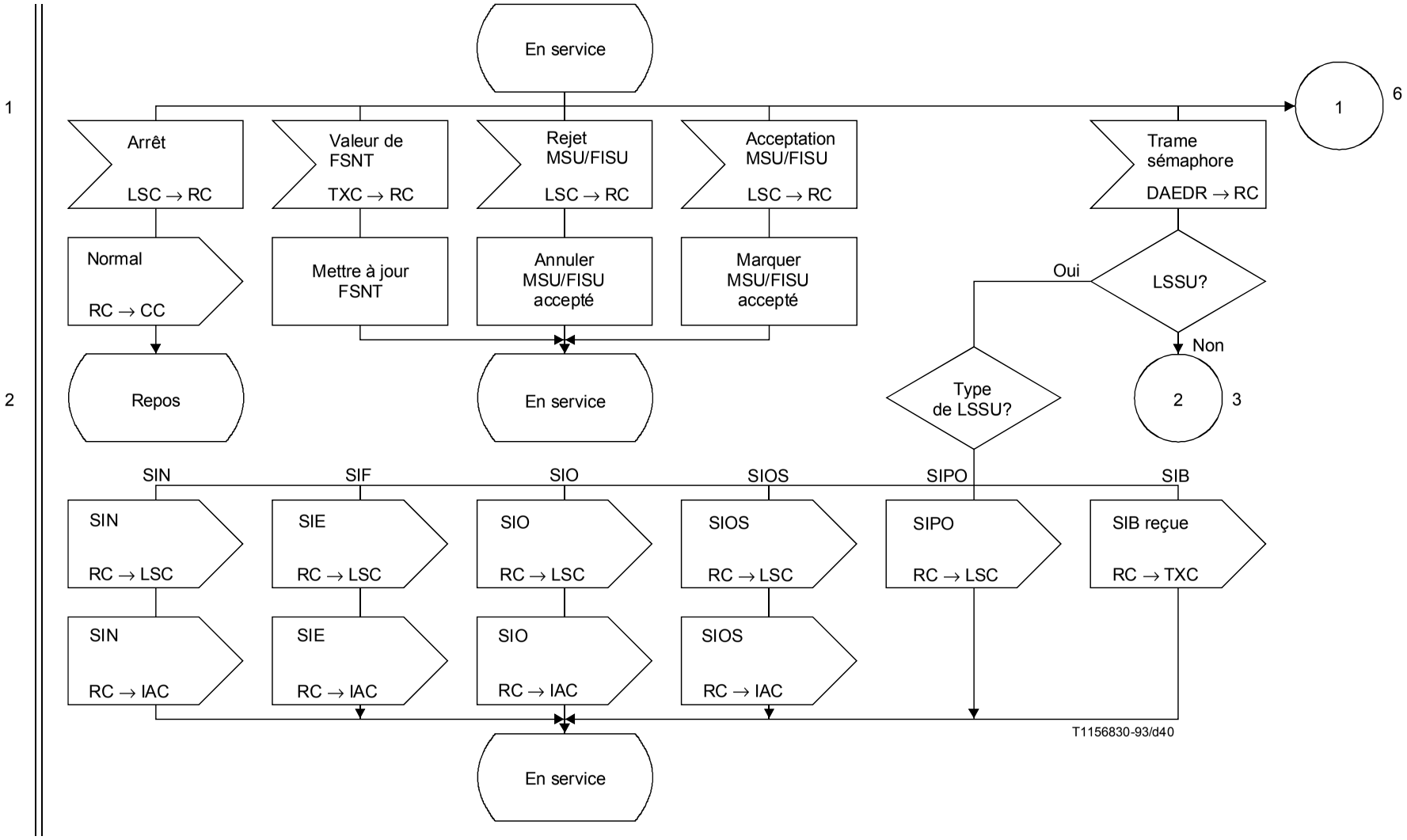
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 14/Q.703 (feuillet 1 sur 7)

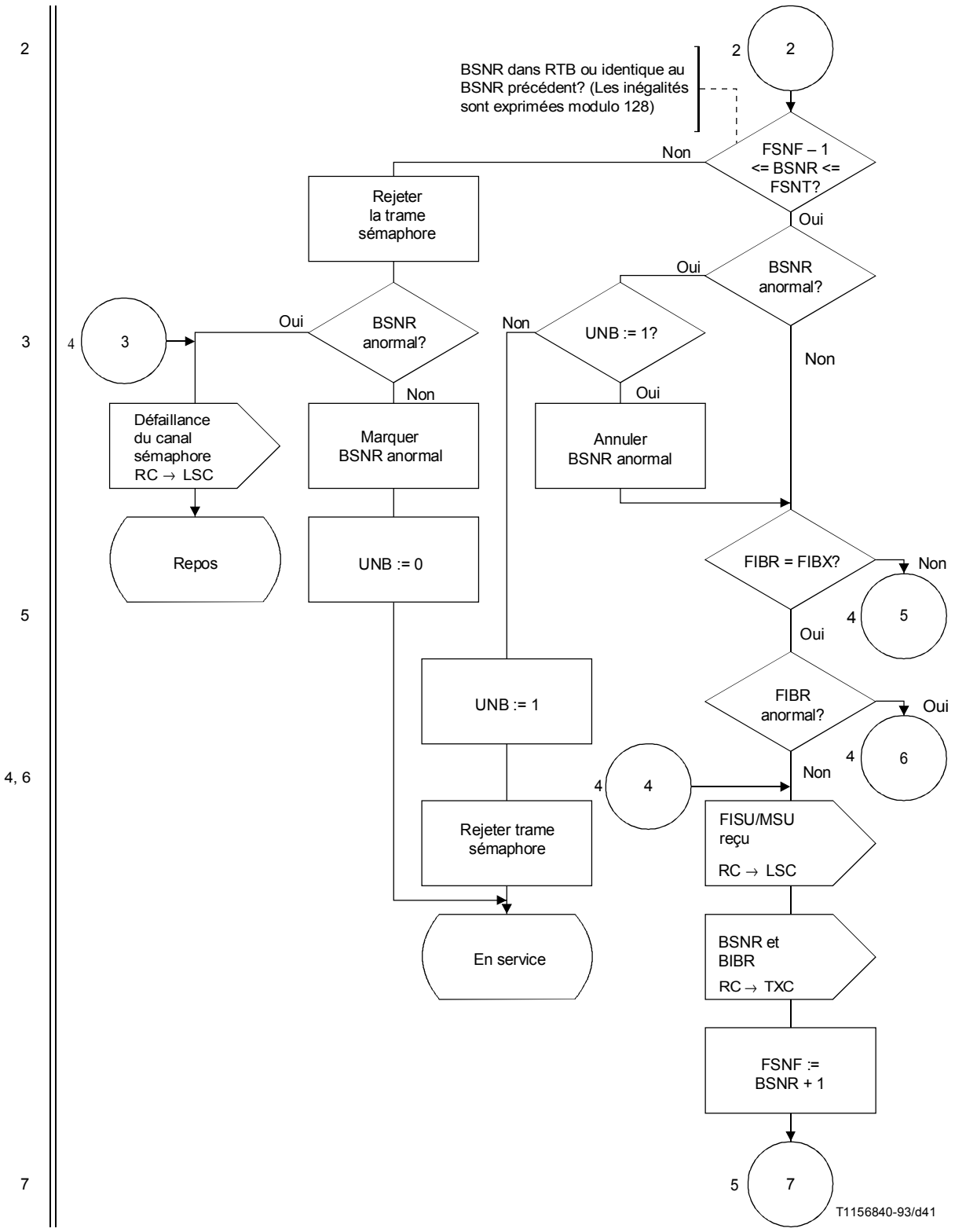
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 14/Q.703 (feuillet 2 sur 7)

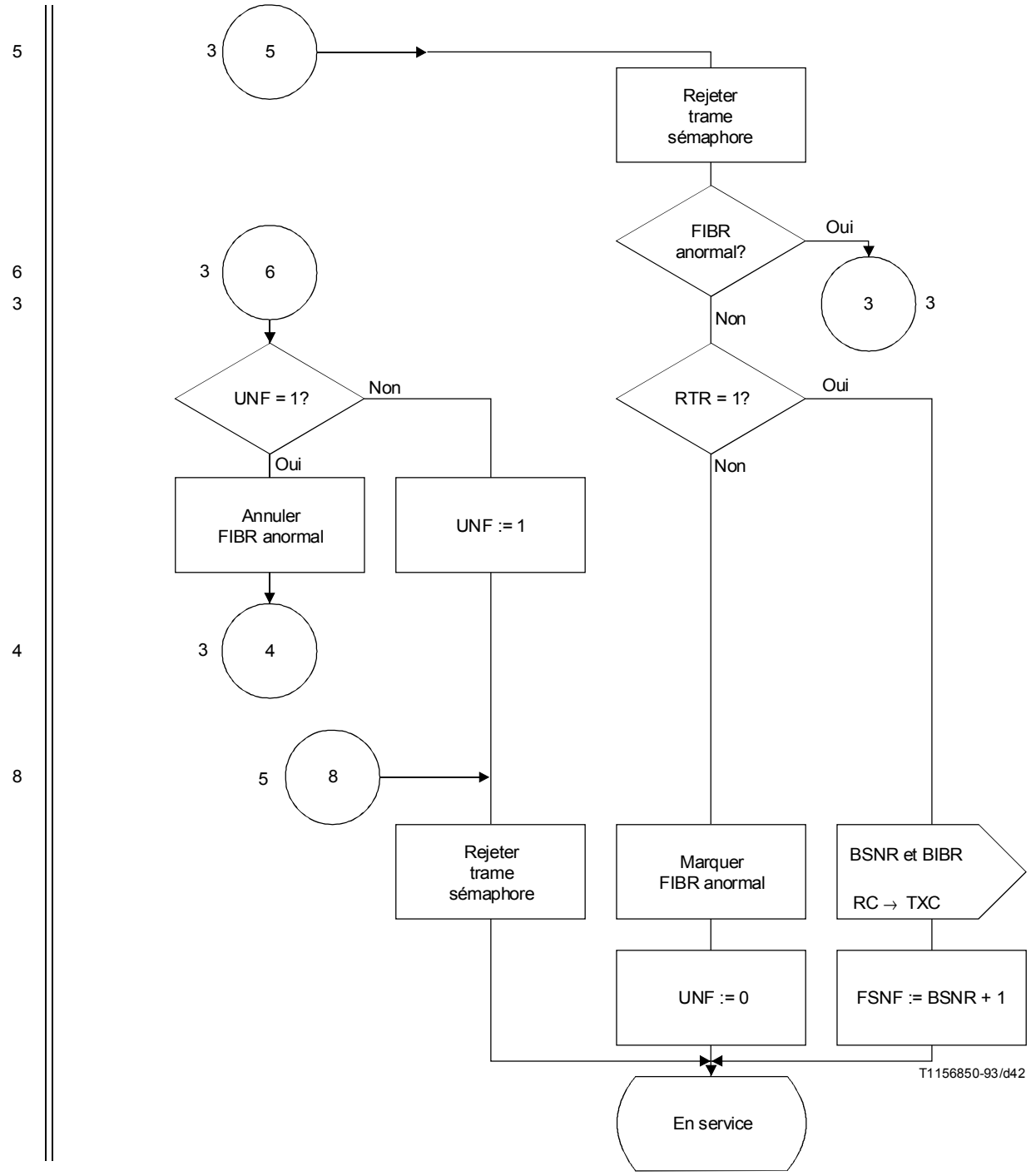
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 14/Q.703 (feuillet 3 sur 7)

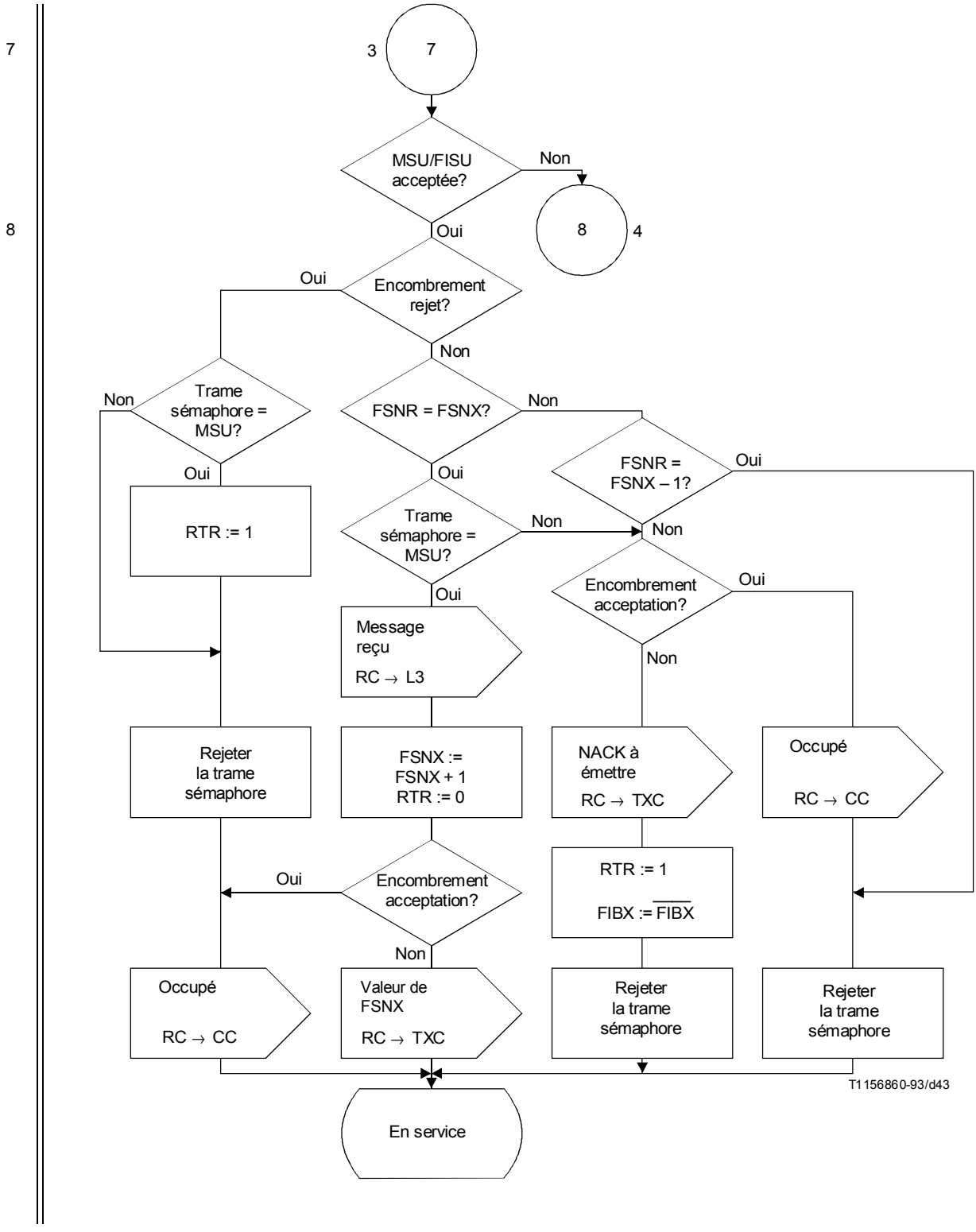
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 14/Q.703 (feuillet 4 sur 7)

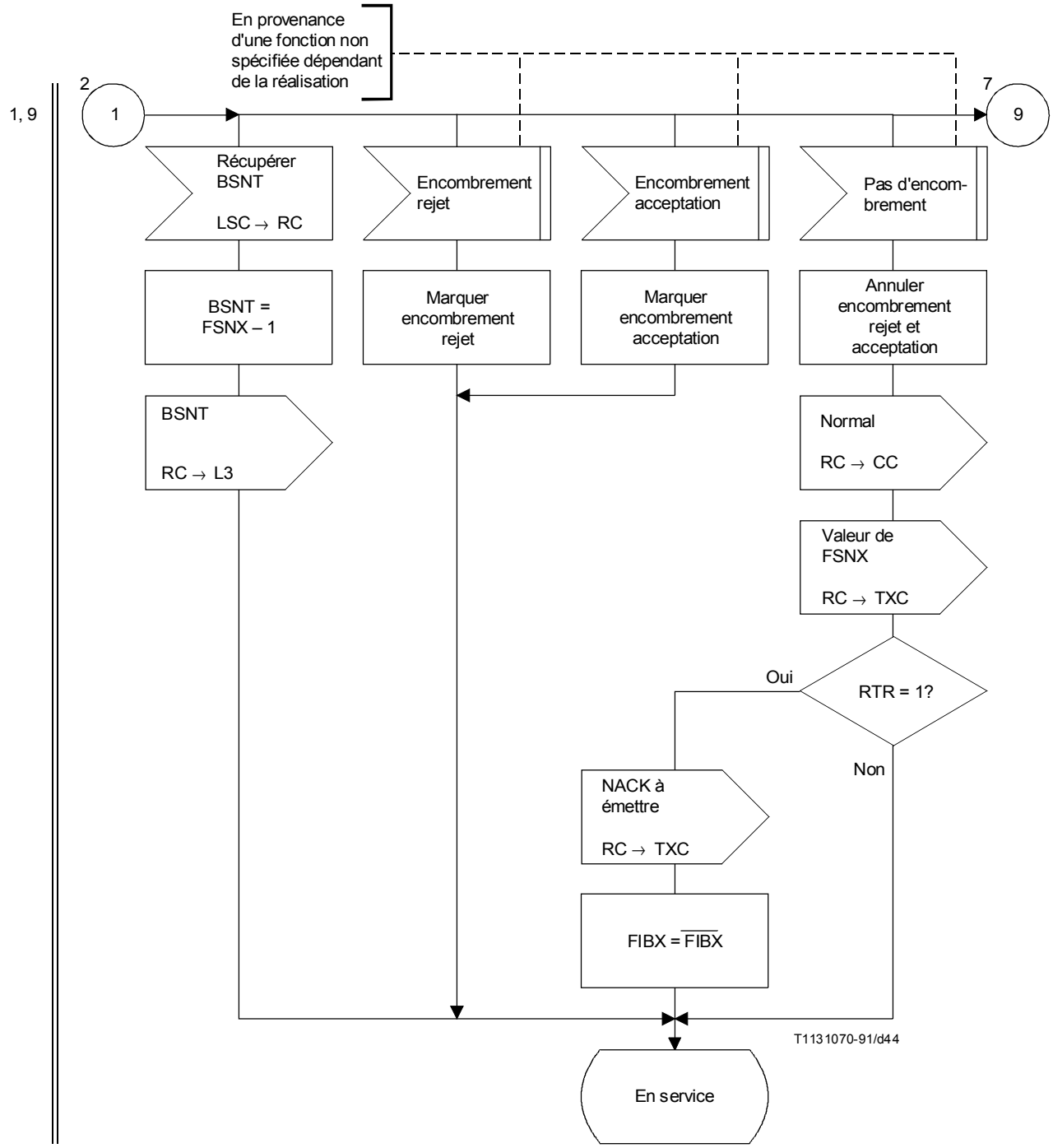
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 14/Q.703 (feuillet 5 sur 7)

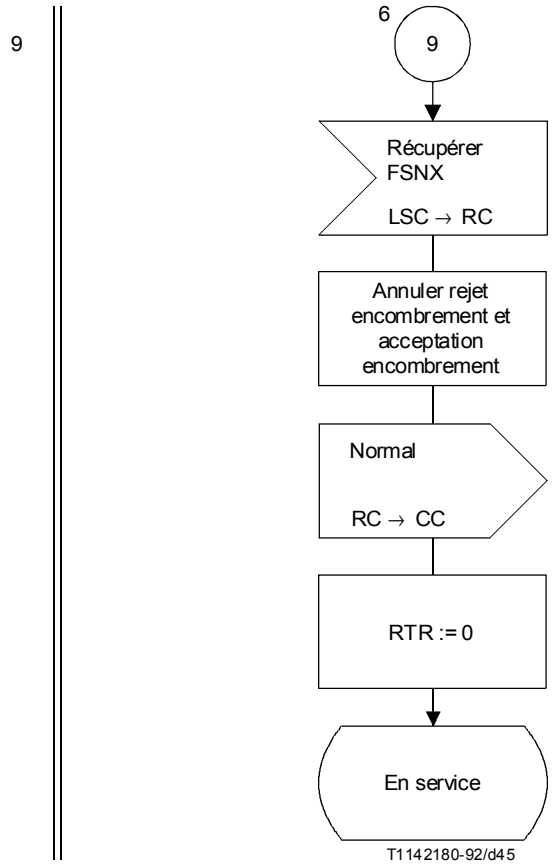
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 14/Q.703 (feuillet 6 sur 7)

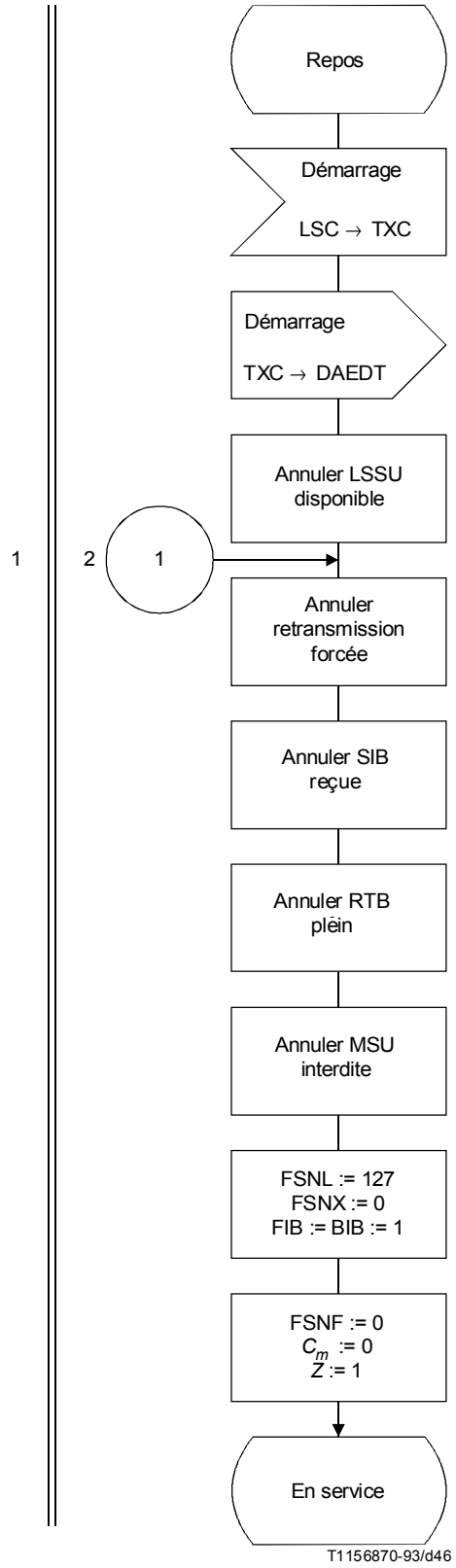
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 14/Q.703 (feuillet 7 sur 7)

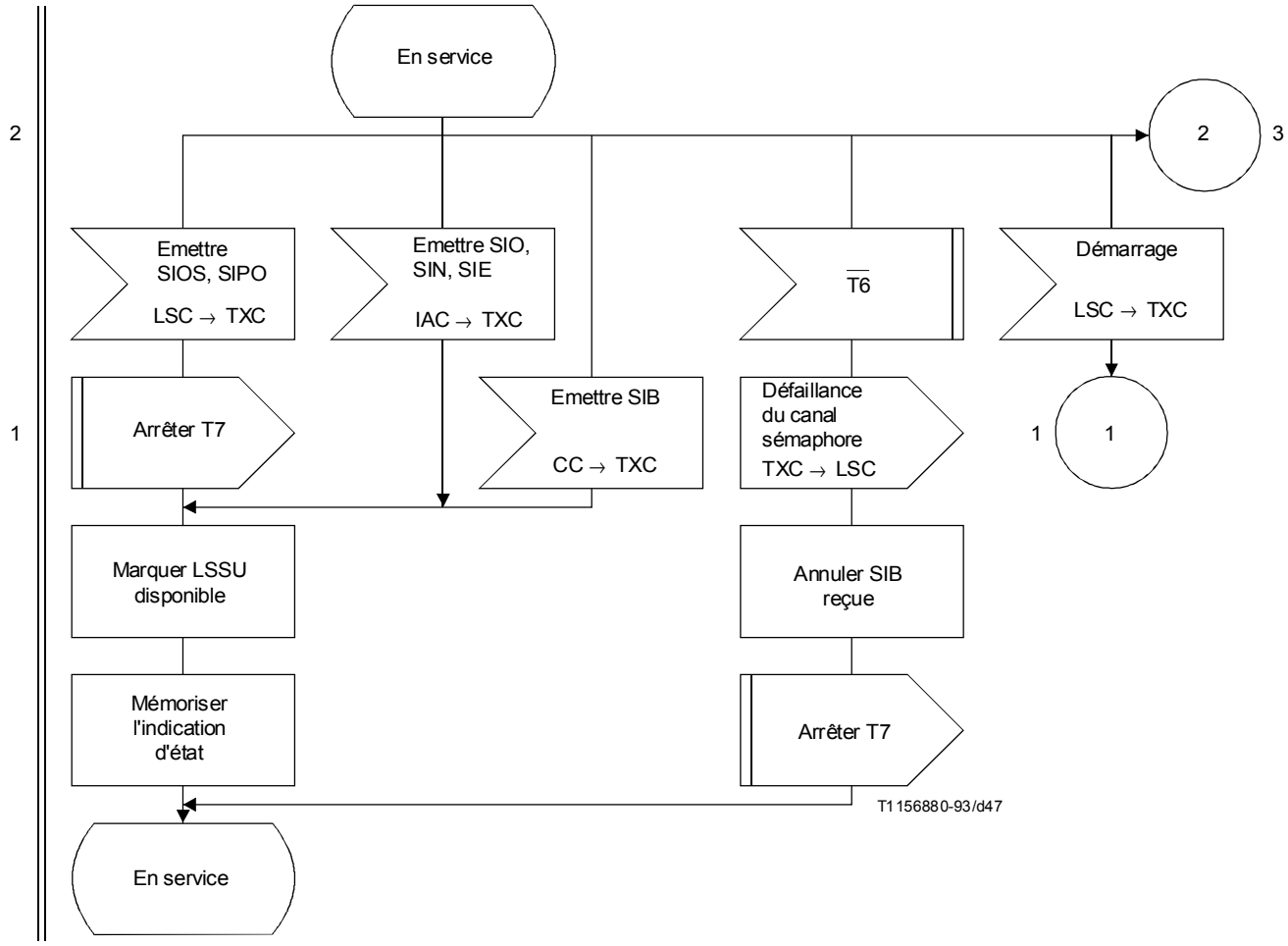
Commande de la réception (méthode de base)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 15/Q.703 (feuillet 1 sur 7)

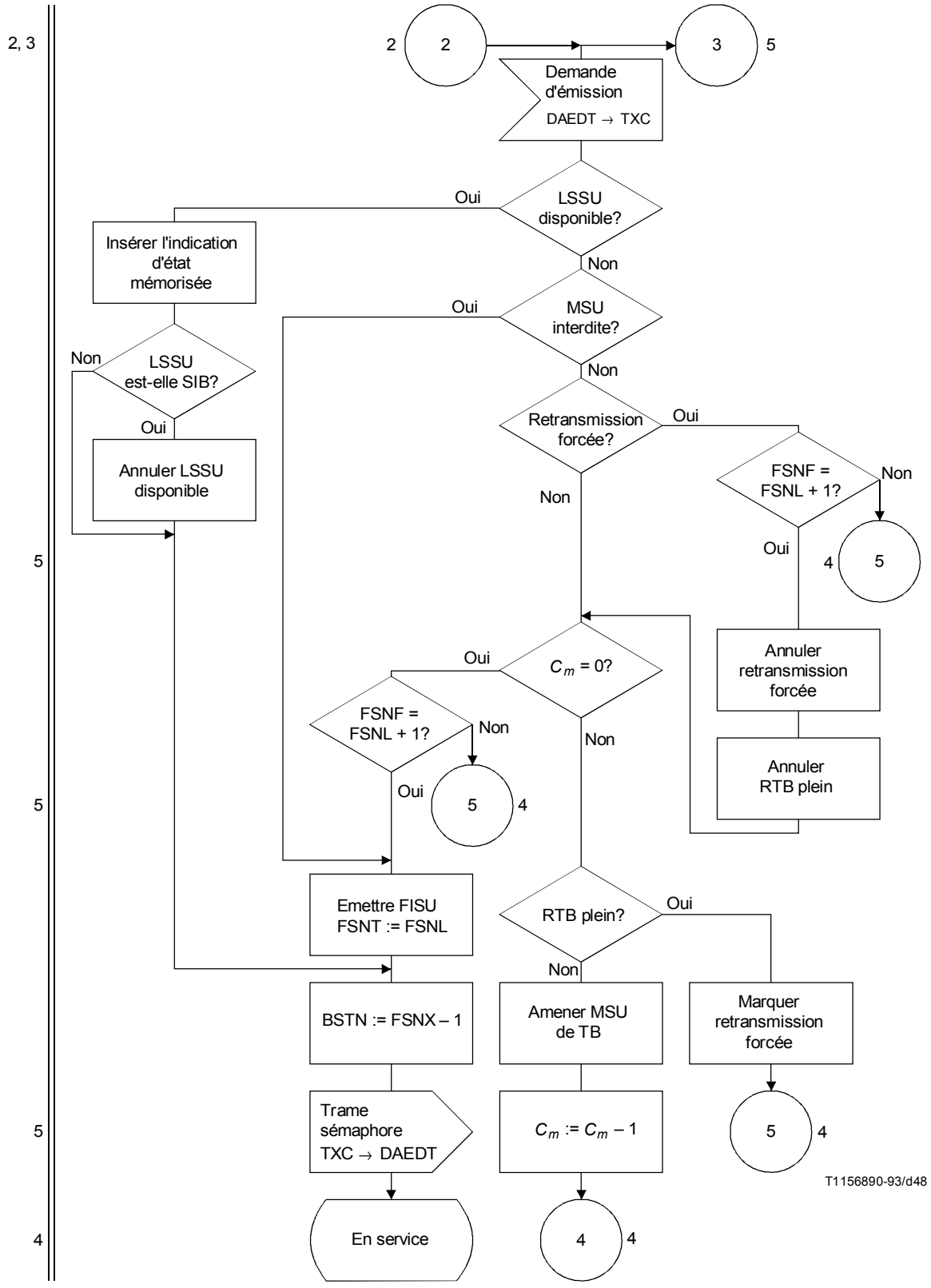
Commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 15/Q.703 (feuillet 2 sur 7)

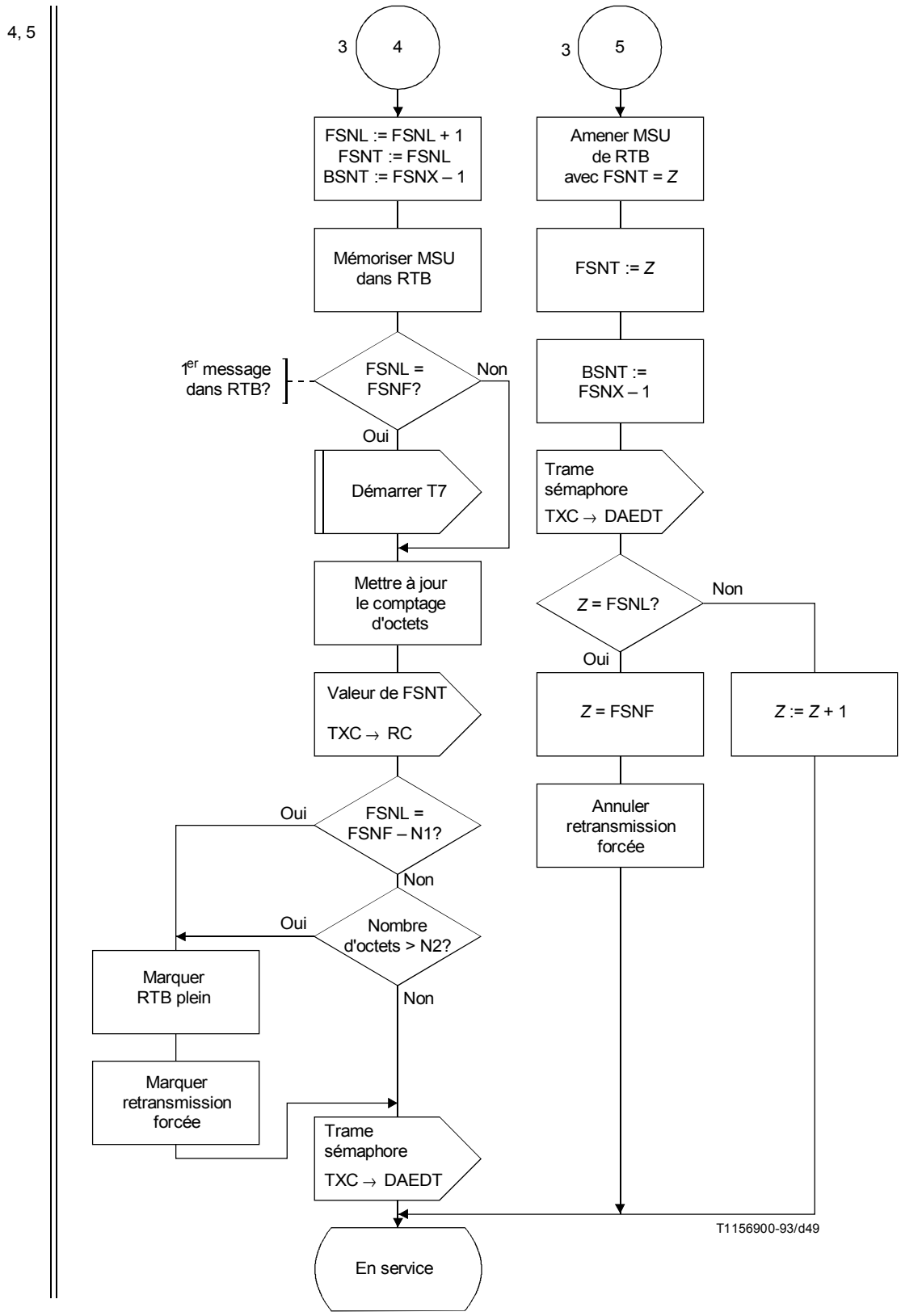
Commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 15/Q.703 (feuillet 3 sur 7)

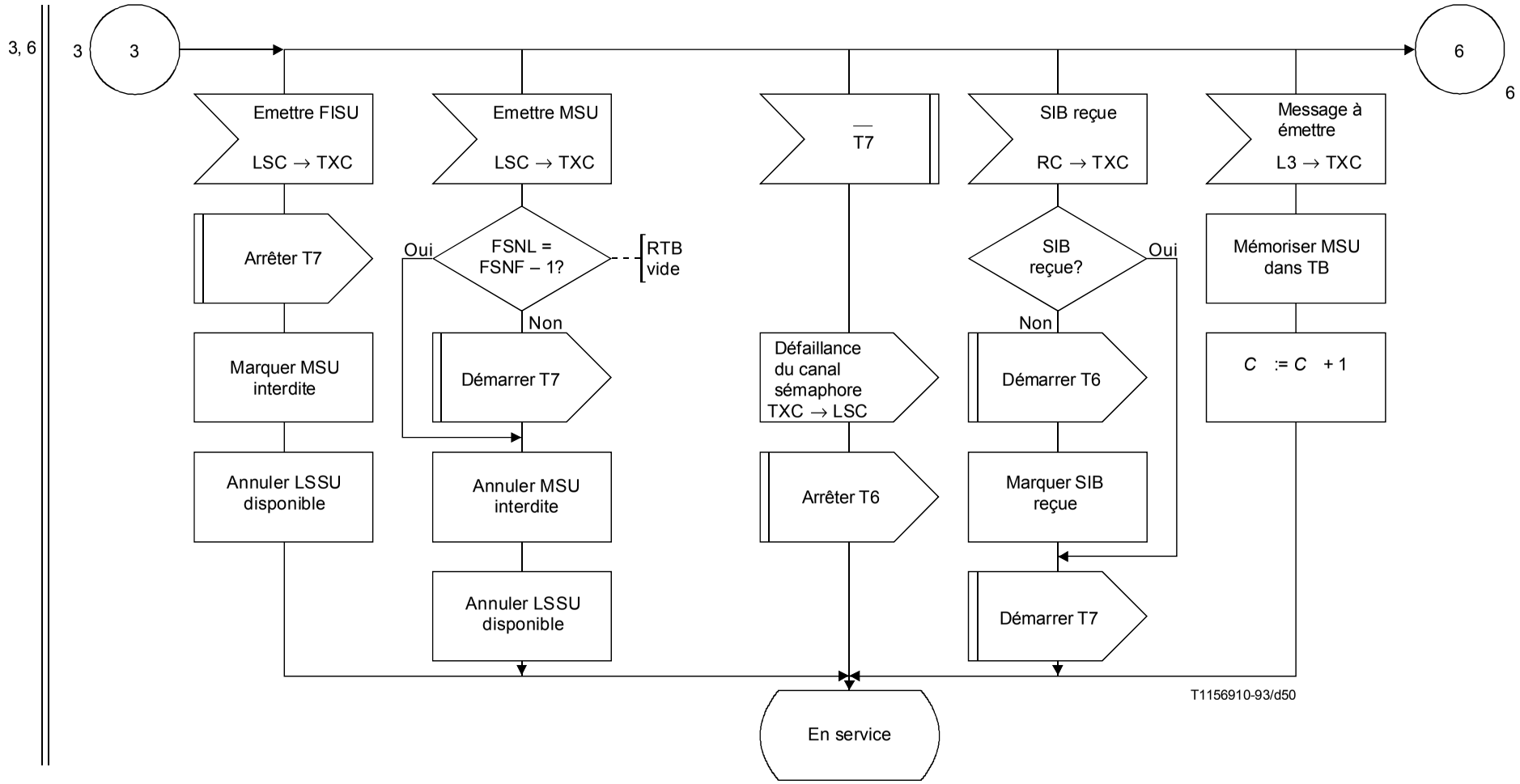
Commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 15/Q.703 (feuillet 4 sur 7)

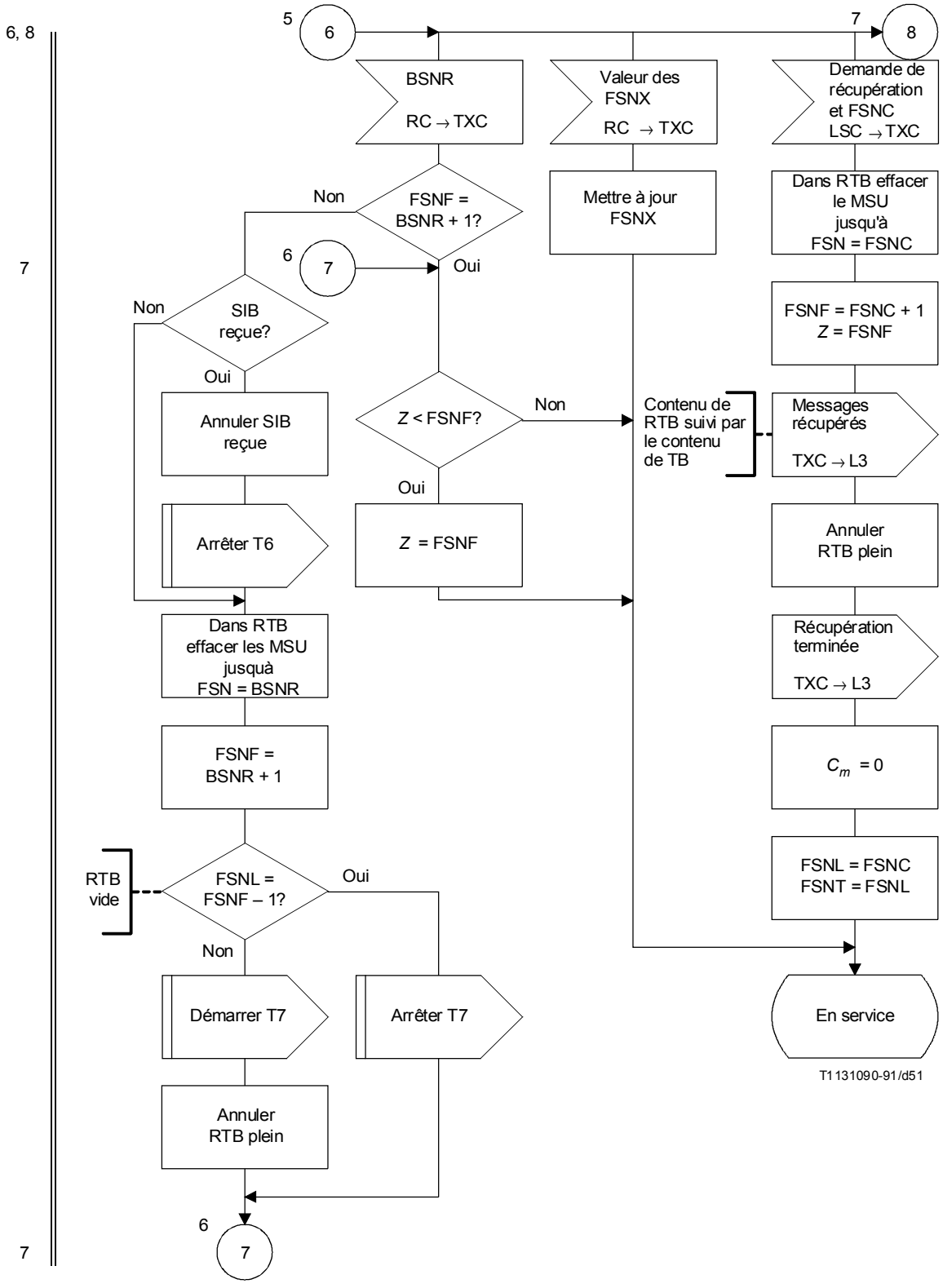
Commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 15/Q.703 (feuillet 5 sur 7)

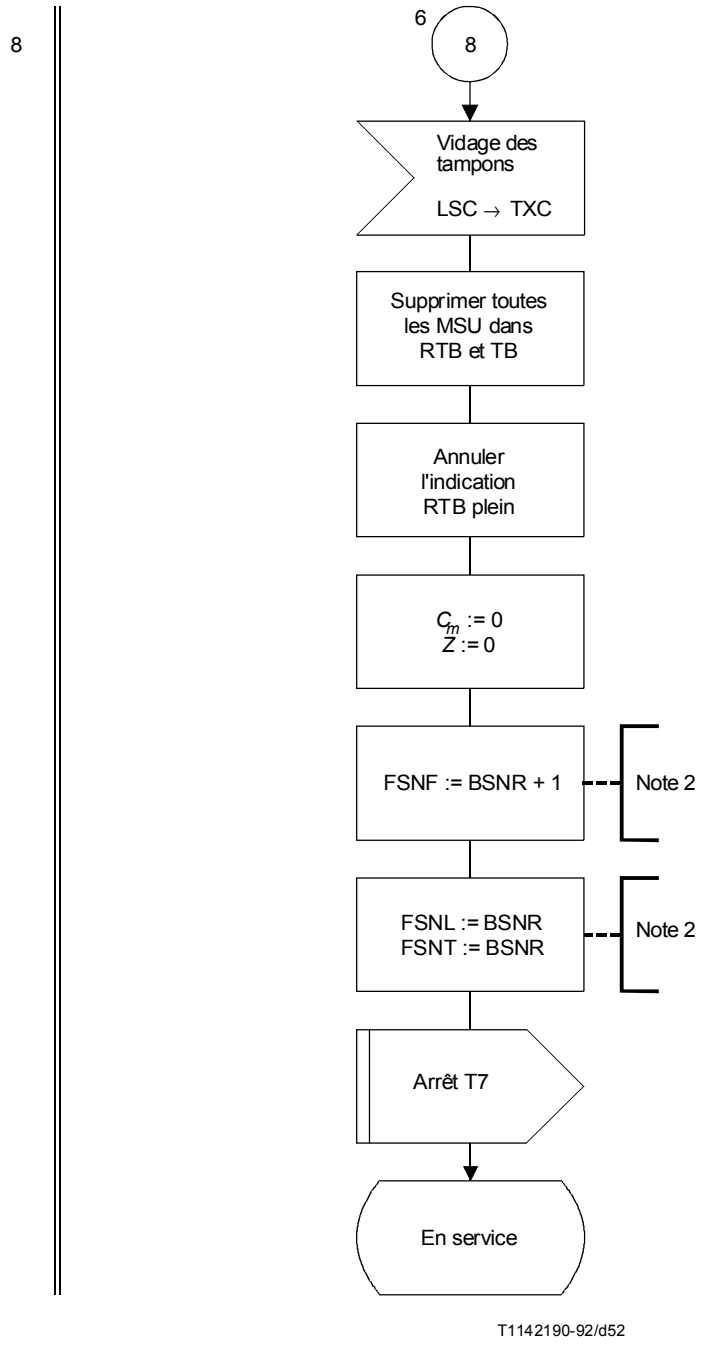
Commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 15/Q.703 (feuillet 6 sur 7)

Commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive)



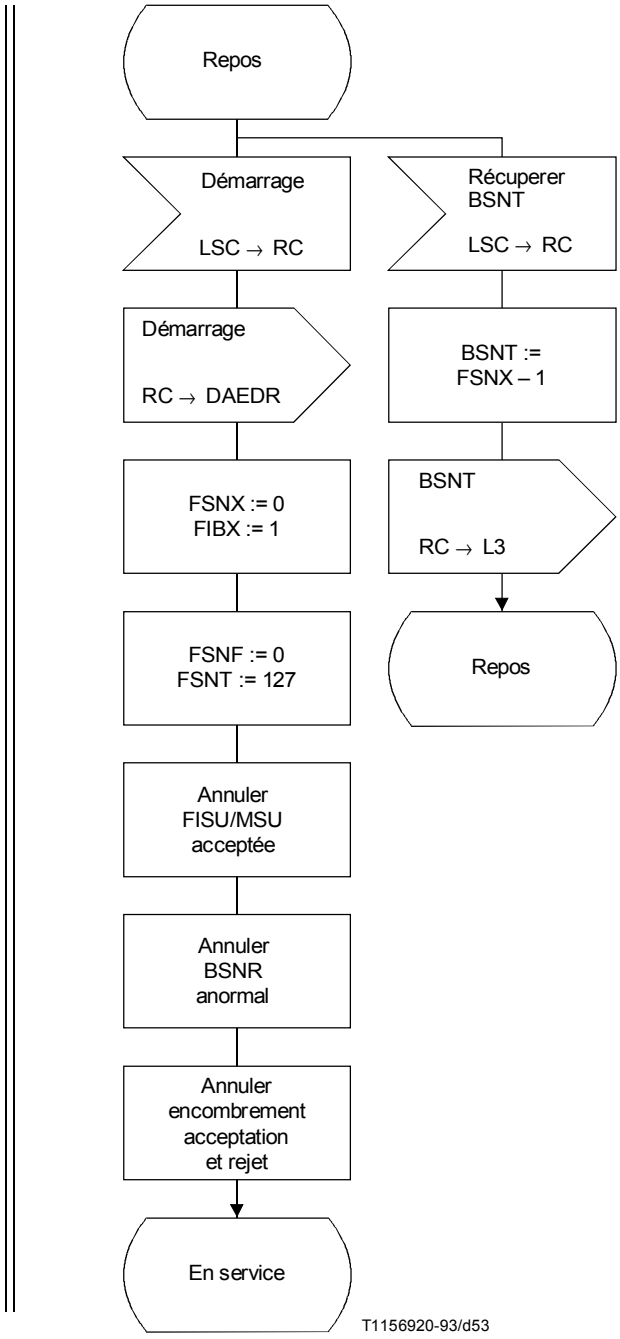
NOTES

1 Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

2 Le numéro BSNR provient de la première trame MSU/FISU mettant fin à l'état d'isolement du processeur distant.

FIGURE 15/Q.703 (feuillet 7 sur 7)

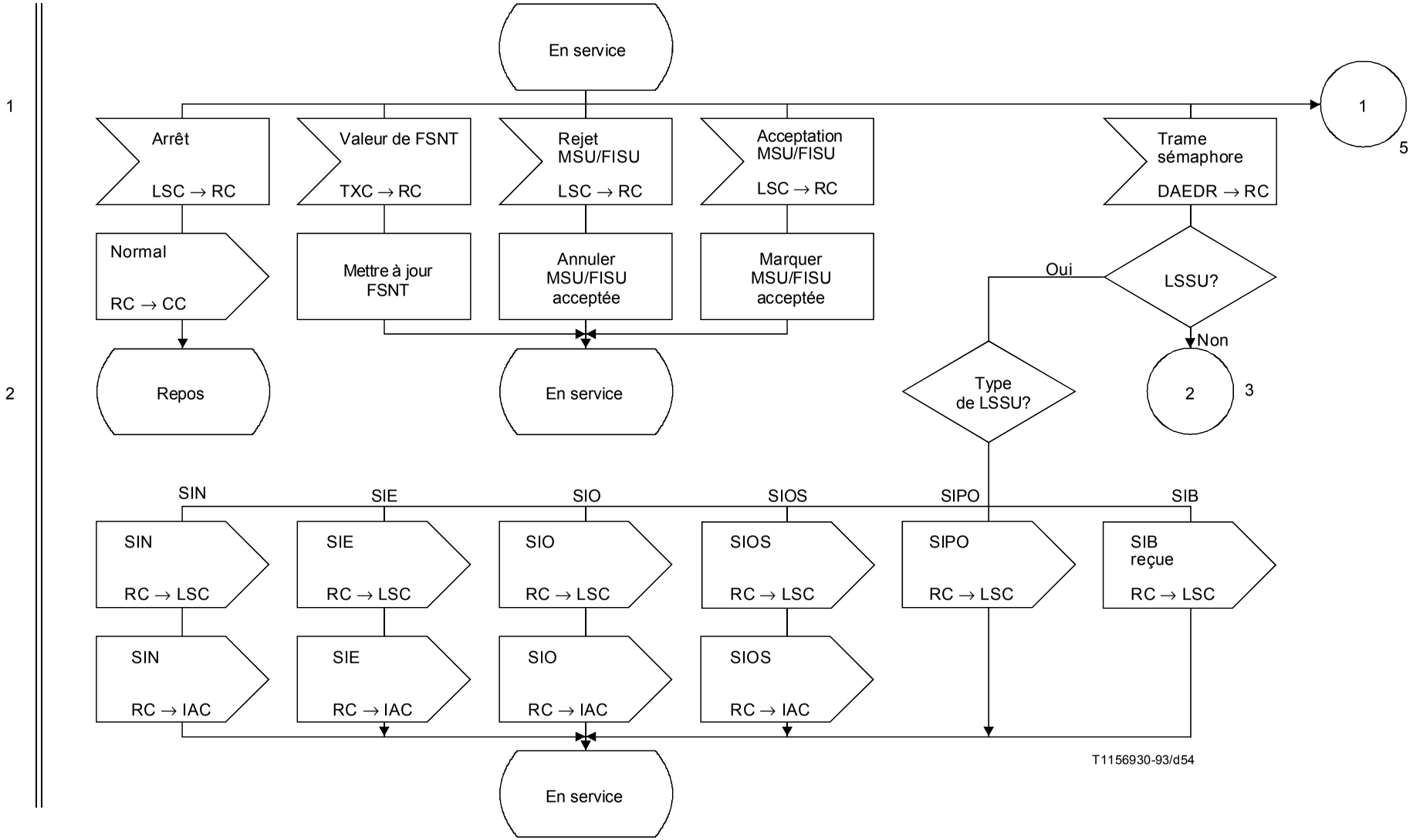
Commande de l'émission (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 16/Q.703 (feuillet 1 sur 6)

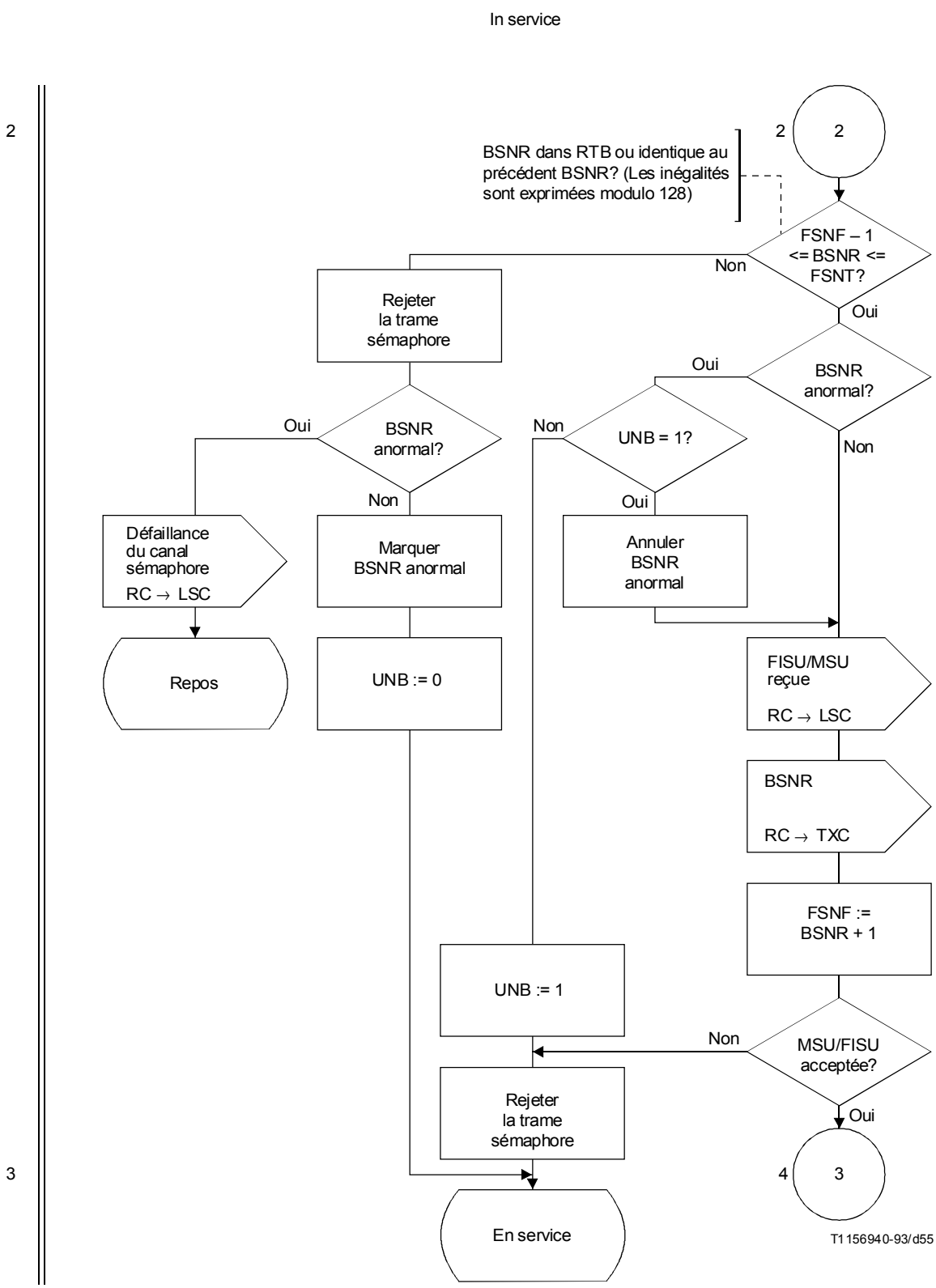
Commande de la réception (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 16/Q.703 (feuillet 2 sur 6)

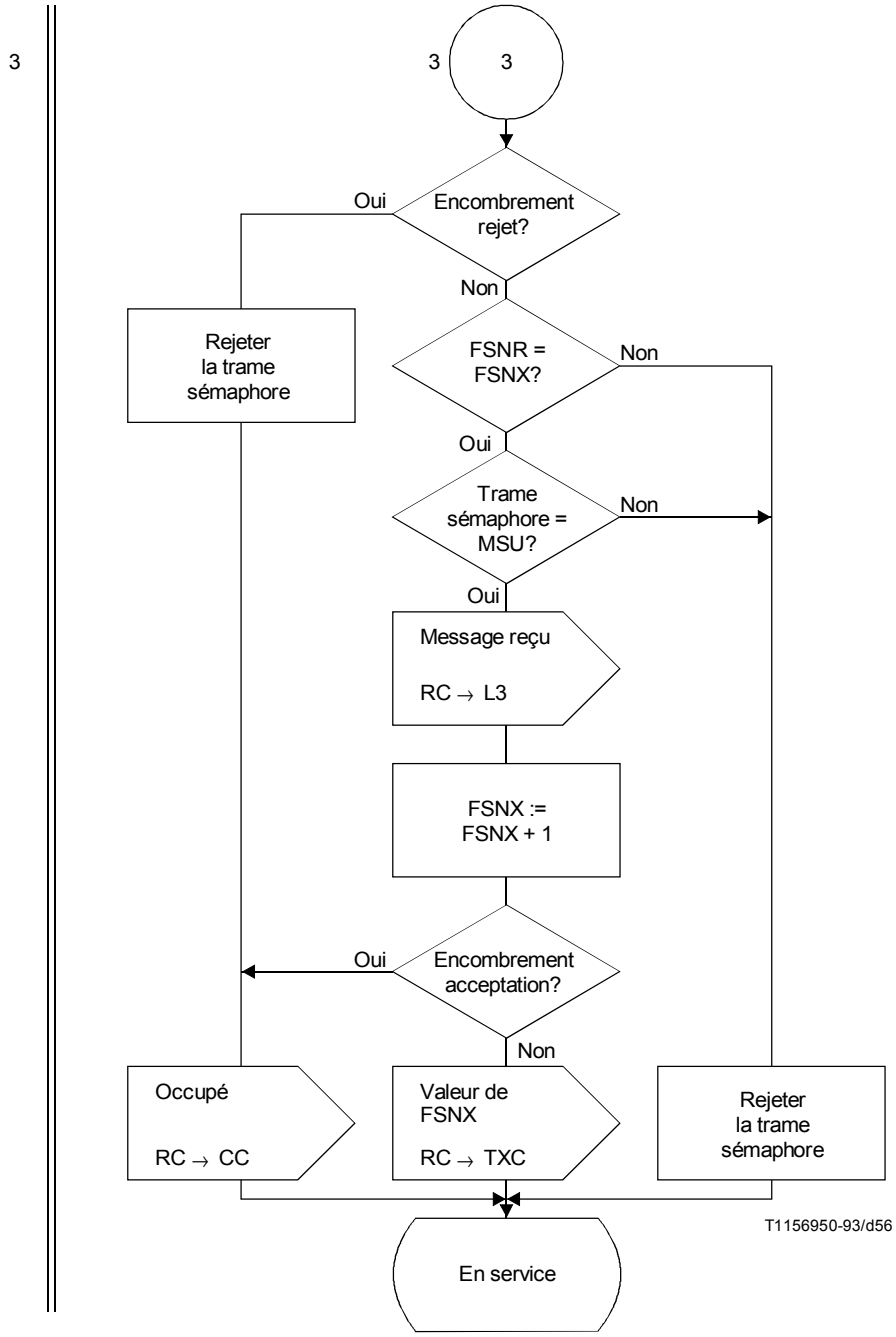
Commande de la réception (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 16/Q.703 (feuillet 3 sur 6)

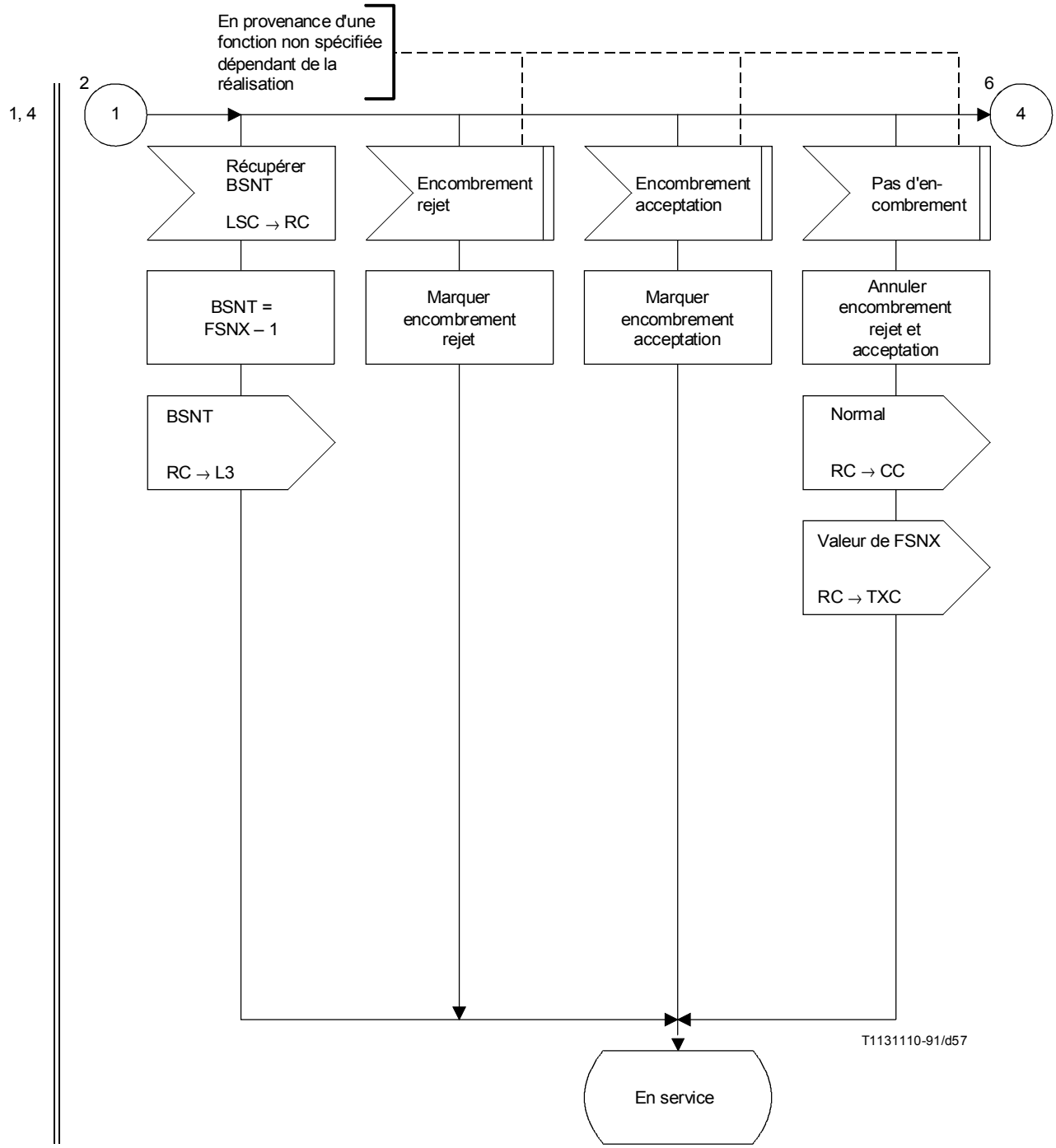
Commande de la réception (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 16/Q.703 (feuillet 4 sur 6)

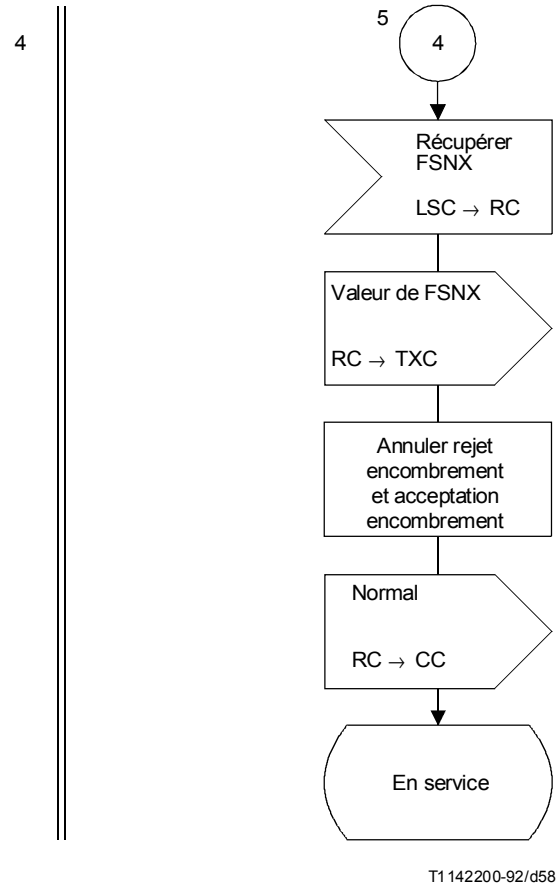
Commande de la réception (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 16/Q.703 (feuillet 5 sur 6)

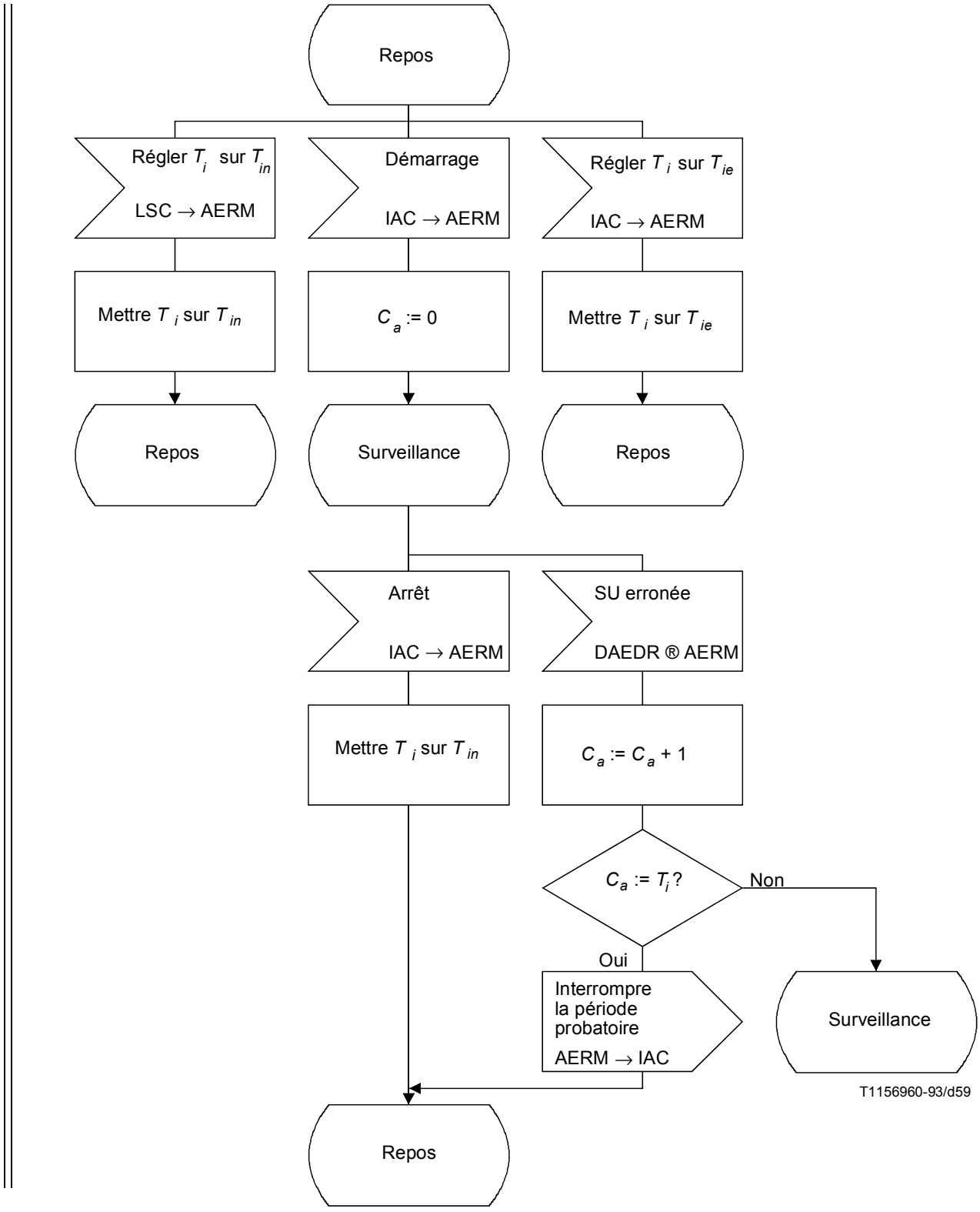
Commande de la réception (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 16/Q.703 (feuillet 6 sur 6)

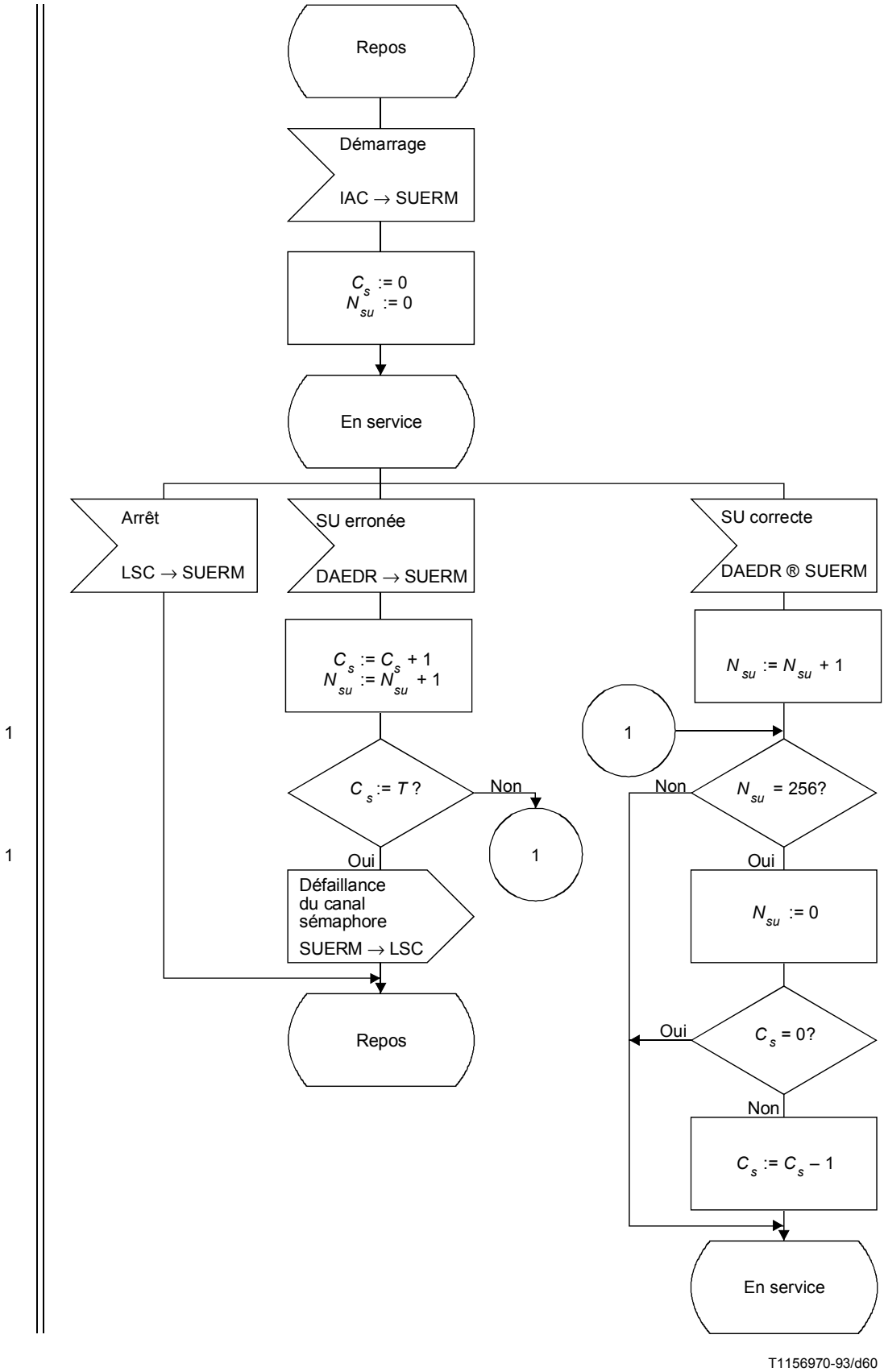
Commande de la réception (méthode avec retransmission cyclique préventive)



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 17/Q.703

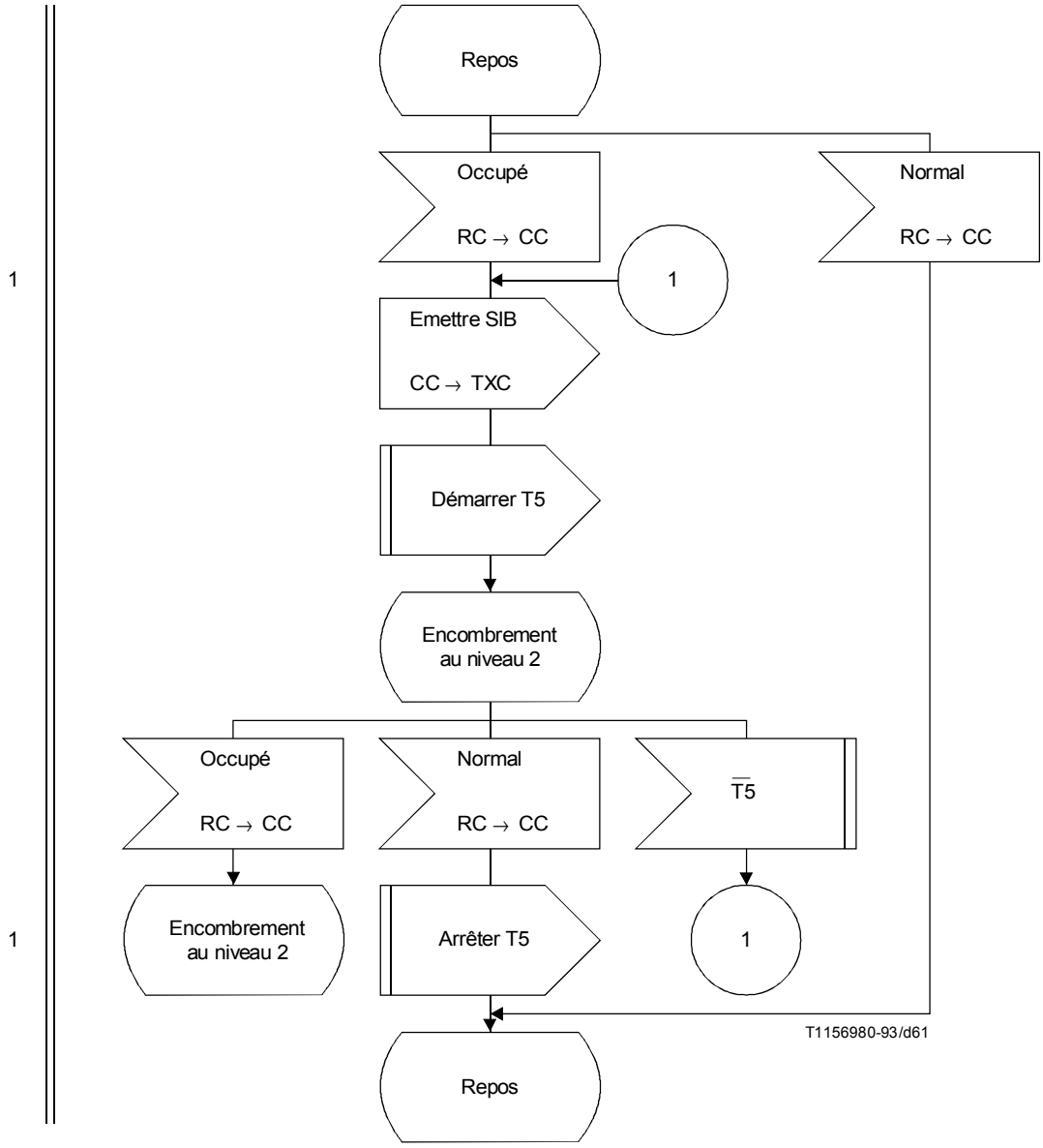
Surveillance du taux d'erreur pendant l'alignement



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 18/Q.703

Surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores



NOTE – Les abréviations et les temporisations utilisées dans cette figure sont définies au 12.2.

FIGURE 19/Q.703

Contrôle d'encombrement

Imprimé en Suisse

Genève, 1994