



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

Z.100 Annexe E

(11/1988)

SÉRIE Z: LANGAGES ET ASPECTS INFORMATIQUES
GÉNÉRAUX DES SYSTÈMES DE
TÉLÉCOMMUNICATION

Langage de spécification et de description fonctionnelles
(LDS)

Critères d'utilisation des techniques de description
formelles (TDF)

**REPRÉSENTATION ET ÉLÉMENTS
GRAPHIQUES EN FONCTION DES ÉTATS**

Réédition de la Recommandation du CCITT Z.100
Annexe E, publiée dans le Livre Bleu, Fascicule X.1
(1988)

NOTES

1 La Recommandation Z.100 Annexe E du CCITT a été publiée dans le fascicule X.1 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

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

Représentation et éléments graphiques en fonction des états

E.1 Introduction

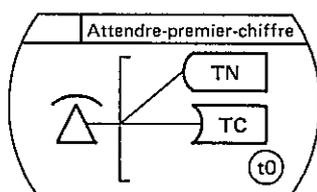
Le LDS est fondé sur un modèle de machine à états finis «étendue» (FSM), c'est-à-dire qu'une FSM est étendue à l'aide d'objets comme des variables, des ressources, etc. Une machine demeure dans un certain état et lorsqu'elle reçoit un signal, elle exécute une transition au cours de laquelle sont accomplies des opérations pertinentes (par exemple, affectation et/ou restitution de ressources, commande de ressources, émission de signaux, décision, etc.). Le comportement dynamique d'une FSM étendue peut donc être expliqué par la description, au moyen d'une procédure, de séquences d'actions sur des objets pour chaque transition de la FSM.

Suite à la transition d'état, la machine arrive à un nouvel état. On peut caractériser l'état d'une FSM étendue par des objets associés à cet état, par des informations d'objet supplémentaires (par exemple, la valeur des variables, les états des ressources, les relations entre ressources) et par des signaux pouvant être reçus dans cet état. Dans le traitement des communications téléphoniques, par exemple, «l'état d'attente-du-premier-chiffre» est représenté comme suit:

Demandeur:	combiné décroché
Emetteur de tonalités de numérotation:	émission de tonalité de numérotation
Récepteur de chiffres:	prêt à la réception
Temporisateur:	temporisation de surveillance du signal permanent, etc.
Trajet:	le demandeur est connecté à l'émetteur de tonalité de numérotation et au récepteur de chiffres

On a vu que chaque état pouvait être défini statiquement par des objets et par des informations supplémentaires (texte explicatif) associés à cet état.

Le LDS/GR est étendu avec des **éléments graphiques** afin de définir des objets associés à chacun des états. Les définitions d'état, en termes d'éléments graphiques, s'appellent des **illustrations d'état**. Le symbole d'état LDS/GR peut comporter une illustration d'état; il s'agit là d'une option du LDS/GR. La figure E-1 illustre un exemple de définition d'état de «l'état d'attente-du-premier-chiffre».



T10001720-87

FIGURE E-1

Exemple de définition d'état en termes d'éléments graphiques

Dans de nombreux cas, les actions sur chaque objet nécessaires au cours de la transition peuvent être dérivées de la différence entre les définitions d'état avant et après la transition. Si, par exemple, une ressource n'apparaît qu'après la transition, cela signifie que l'action d'affectation des ressources est requise pendant la transition. Par conséquent, si des définitions d'état détaillées sont fournies, toutes les actions de la transition FSM étendue peuvent généralement être dérivées de la différence entre les définitions antérieures et postérieures à l'état. Il arrive cependant que pendant la transition, la séquence d'actions ne puisse pas être dérivée de cette différence entre définitions d'états. C'est pourquoi, dans les diagrammes LDS, il n'est pas nécessaire de décrire explicitement les actions de transition pouvant être dérivées de la définition d'état, lorsque la séquence d'actions a moins d'importance. Dans le cas contraire, il est souhaitable de décrire explicitement les séquences d'actions.

Un diagramme LDS/GR dans lequel les transitions sont décrites exclusivement par des symboles d'action explicites est appelé **méthode de représentation LDS/GR en fonction des transitions**.

Un diagramme LDS/GR dans lequel les états sont décrits au moyen d'illustrations d'état et dans lequel les actions de transition sont réduites au minimum est appelé **méthode de représentation LDS/GR en fonction des états** ou **méthode de représentation LDS en fonction des états à l'aide d'éléments graphiques (LDS/EG)**. Ces illustrations d'état peuvent présenter des avantages quand on les applique à certaines définitions de systèmes, car elles conduisent à des diagrammes de processus plus compacts, plus déclaratifs et contenant moins de texte.

On peut également utiliser une méthode combinée, ce qui porte à trois le nombre de méthodes LDS/GR possibles:

- a) Méthodes de représentation en fonction des transitions
 - Les séquences de transition sont décrites exclusivement par des symboles d'action explicites.
 - Il s'agit, pour ainsi dire, d'une explication procédurale de la FSM étendue.
 - Cette méthode est applicable lorsque la séquence des actions est plus importante que la description détaillée des états.
- b) Méthodes de représentation en fonction des états
 - L'état est décrit de façon univoque par des éléments graphiques. L'illustration est appelée illustration d'état.
 - La séquence des actions de transition est indiquée par la différence entre les définitions antérieures et postérieures à l'état.
 - Il s'agit, pour ainsi dire, d'une spécification déclarative de la FSM étendue.
 - Cette méthode est applicable lorsque la séquence des actions à l'intérieur de chaque transition revêt peu d'importance et lorsque l'explication graphique ou la représentation compacte est souhaitable.
- c) Méthode combinée
 - Cette méthode est applicable lorsqu'on examine à la fois la séquence des actions à l'intérieur de chaque transition et la description détaillée des états.

Des exemples de ces trois méthodes sont donnés sur les figures E-2, E-3 et E-4.

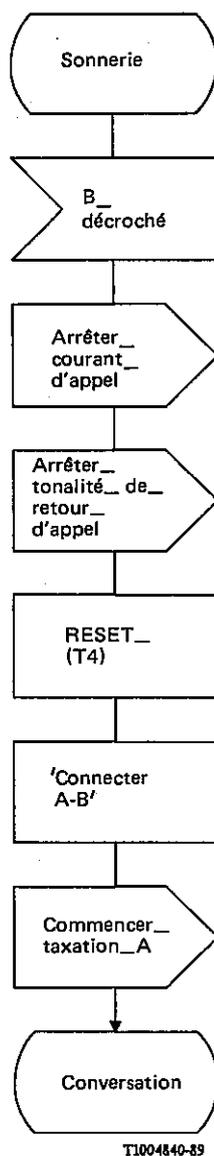


FIGURE E-2

Représentation en fonction des transitions

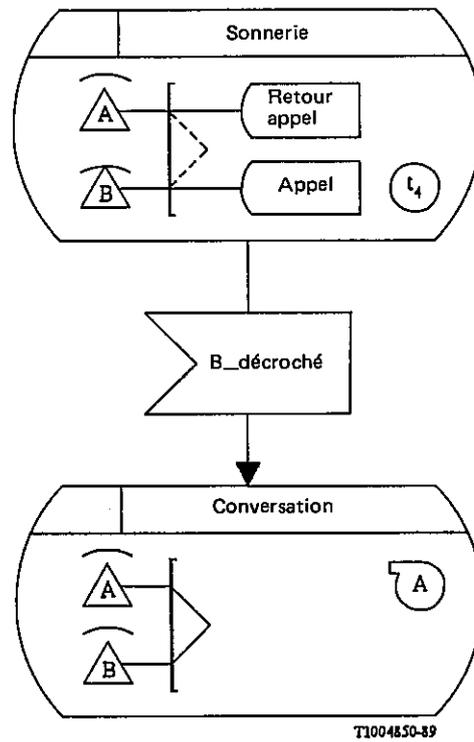
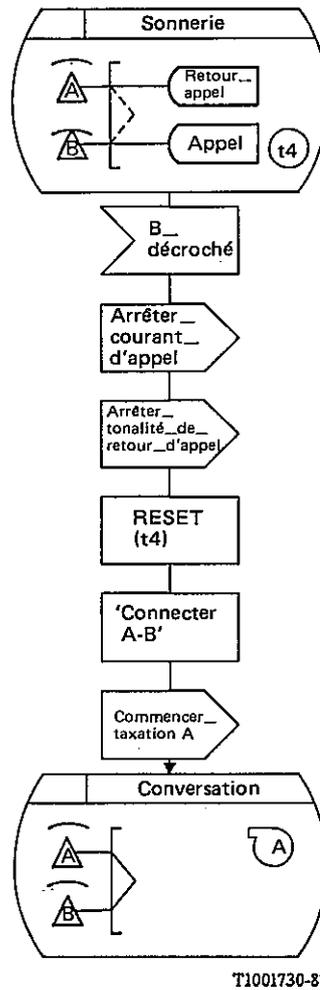


FIGURE E-3
Représentation en fonction des états



T1001730-37

FIGURE E-4
Représentation combinée

E.2 *Eléments graphiques dans le LDS/GR*

La syntaxe et la sémantique définies dans la Recommandation Z.100 sur le LDS s'appliquent aux éléments graphiques. Cependant, cette syntaxe et cette sémantique sont étendues comme indiqué ci-après:

Les éléments graphiques représentent différents objets. Leur répertoire est en principe illimité, puisque l'on peut toujours imaginer de nouveaux éléments graphiques adaptés à une application nouvelle du LDS. Toutefois, dans les applications à la commutation et à la signalisation dans les télécommunications, il est apparu que le répertoire d'éléments graphiques ci-après avait une souplesse considérable:

- limite des blocs fonctionnels (à gauche ou à droite),
- équipements terminaux (divers),
- récepteur de signalisation,
- émetteur de signalisation,
- émetteur-récepteur de signalisation,
- temporisateur de surveillance,
- chemin de commutation (connecté, réservé),
- modules de commutation,
- taxation en cours,
- éléments de contrôle,
- symbole d'incertitude.

Les symboles types recommandés pour ces éléments graphiques sont indiqués au § E.2.2.

E.2.1 *Règles d'interprétation*

- 1) Un symbole d'état peut contenir une **illustration d'état**. Une illustration d'état définit l'état à l'aide d'éléments graphiques et d'un texte d'accompagnement.
- 2) Chacun des éléments graphiques d'une illustration d'état représente un objet associé à l'état, soit:
 - des ressources,
 - des variables,
 - des limites internes et externes,
 - des relations entre objets,
 - des signaux pouvant être reçus dans cet état,
 - etc.
- 3) Chacun des éléments graphiques peut être accompagné d'un **texte explicatif**. Ce texte peut servir à expliquer:
 - le nom détaillé des ressources,
 - l'état des ressources,
 - la valeur d'une variable,
 - les signaux concernant l'objet,
 - etc.
- 4) Limite des blocs fonctionnels:
 - a) Une **limite de blocs fonctionnels** sert à déterminer le caractère «interne» ou «externe» d'un élément graphique par rapport à un processus. Un élément graphique interne représente des objets appartenant à ce processus et un élément graphique externe représente des objets appartenant à un autre processus considéré.
 - b) La règle a) s'applique aussi à la distinction entre le texte d'accompagnement interne et externe. Il suffit de remplacer chaque fois l'expression «éléments graphiques» par «texte d'accompagnement» dans cette règle.
- 5) Règle d'interprétation de la transition:

Tout le traitement impliqué dans le passage d'un état au suivant se fait au moyen de la combinaison suivante:

 - Traitement à effectuer pour apporter des modifications à tous les objets pertinents dérivés de la différence entre les définitions d'état.
 - Traitement décrit explicitement dans la transition, à savoir les sorties ou les tâches.

Ainsi:

- a) Le passage de l'absence, dans un certain état, d'un élément graphique représentant une ressource à la présence de cet élément graphique dans l'état suivant, implique que la ressource est affectée dans toutes les transitions réunissant les deux états. On peut tout aussi bien représenter cette opération par une (des) tâche(s) indiquant l'affectation de la ressource dans la (les) transition(s).
 - b) Si, dans la règle a), les termes «présence» et «absence» sont inversés, le mot «affectation» sera remplacé par «restitution».
 - c) Si, dans la règle a), l'expression «élément graphique» est remplacée par «élément graphique externe», la tâche devra alors être remplacée par un signal de sortie demandant au processus auquel appartient la ressource de l'affecter, ou simplement par un signal d'entrée en provenance de ce processus indiquant que la ressource a bien été affectée.
 - d) Si, dans la règle a), les termes «présence» et «absence» sont inversés, et si l'expression «élément graphique» est remplacée par «élément graphique externe», le mot «affecter» sera remplacé par «restituer» dans la règle c).
 - e) Les règles a), b), c) et d) s'appliquent aussi à l'apparition ou à la disparition, dans l'illustration d'état, d'un texte d'accompagnement. Il suffit de remplacer chaque fois l'expression «texte d'accompagnement» par les éléments graphiques dans ces règles.
- 6) Pour un diagramme de processus donné, la position d'un élément graphique particulier (ou d'une combinaison particulière d'éléments graphiques et d'un texte d'accompagnement) doit toujours être la même au sein de l'illustration d'état, chaque fois que cet élément apparaît, de sorte que l'on peut rapidement déterminer si cet élément graphique (ou cette combinaison) est présent dans un symbole d'état, ou en est absent, et cela en comparant l'illustration d'état avec d'autres illustrations d'état dans le diagramme de processus.
 - 7) Lorsqu'un envoyeur de signalisation (une tonalité de retour d'appel, par exemple) apparaît dans une illustration d'état, le texte d'accompagnement qui lui est joint identifie un signal qui est envoyé au cours des transitions suivantes.
 - 8) Lorsque l'émetteur d'un signal permanent (une tonalité de retour d'appel, par exemple) apparaît dans une illustration d'état, le texte d'accompagnement qui lui est joint identifie un signal qui a été déclenché pour être transmis au cours des transitions suivantes et dans l'état considéré.
 - 9) Les opérations de transition qui ne peuvent être dérivées de la différence entre les définitions antérieures et postérieures à un état doivent être décrites explicitement dans la transition. Si, par exemple, une ressource associée à une variable exportée n'apparaît pas dans les états antérieurs et postérieurs, il est préférable de décrire les actions nécessaires dans la transition.

E.2.2 Symboles recommandés pour les éléments graphiques

Quand on utilise des éléments graphiques, chaque état est représenté par un symbole d'état contenant une illustration de l'état. Le format est celui que représente la figure E-5.

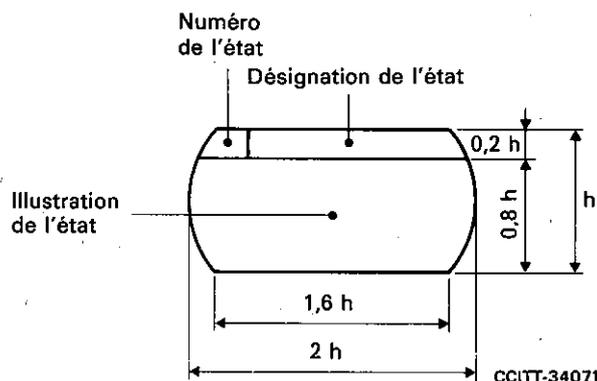


FIGURE E-5

Format recommandé pour un symbole d'état avec illustration de l'état

Un jeu élémentaire d'éléments graphiques est recommandé pour utilisation dans le LDS/GR avec application au système de description des processus de traitement des appels en télécommunications, y compris les protocoles de signalisation, les services du réseau et les procédés d'interfonctionnement de la signalisation. Beaucoup de ces éléments graphiques peuvent être utilisés dans des applications du LDS/GR autres que les processus de traitement des appels.

L'ensemble des symboles recommandés pour l'ensemble de base des éléments graphiques est représenté sur la figure E-6, et les proportions recommandées pour les symboles d'éléments graphiques sont indiquées à la figure E-7.

On trouvera des exemples de l'utilisation de l'ensemble de base des éléments graphiques sur la figure E-8.

E.2.3 Conventions et interprétations spéciales dans l'extension du LDS/GR en fonction des états

Dans ce paragraphe sont définies un certain nombre de conventions et d'interprétations spéciales relatives à la méthode du LDS/GR en fonction des états, à savoir:

- L'interprétation spéciale à donner aux diagrammes de processus selon la RÈGLE D'INTERPRÉTATION DE LA TRANSITION [règle 5) du § E.2.1].
- La position unique des éléments graphiques (ou des éléments graphiques avec texte d'accompagnement) à l'intérieur de l'illustration de l'état, qui est requise lorsque l'on utilise des éléments graphiques [règle 6) du § E.2.1].
- L'interprétation spéciale à donner aux variables représentées par des éléments graphiques externes et par un texte d'accompagnement externe, en tant que mandataires d'autres variables associées à d'autres processus.

E.3 Critères de sélection pour les éléments graphiques

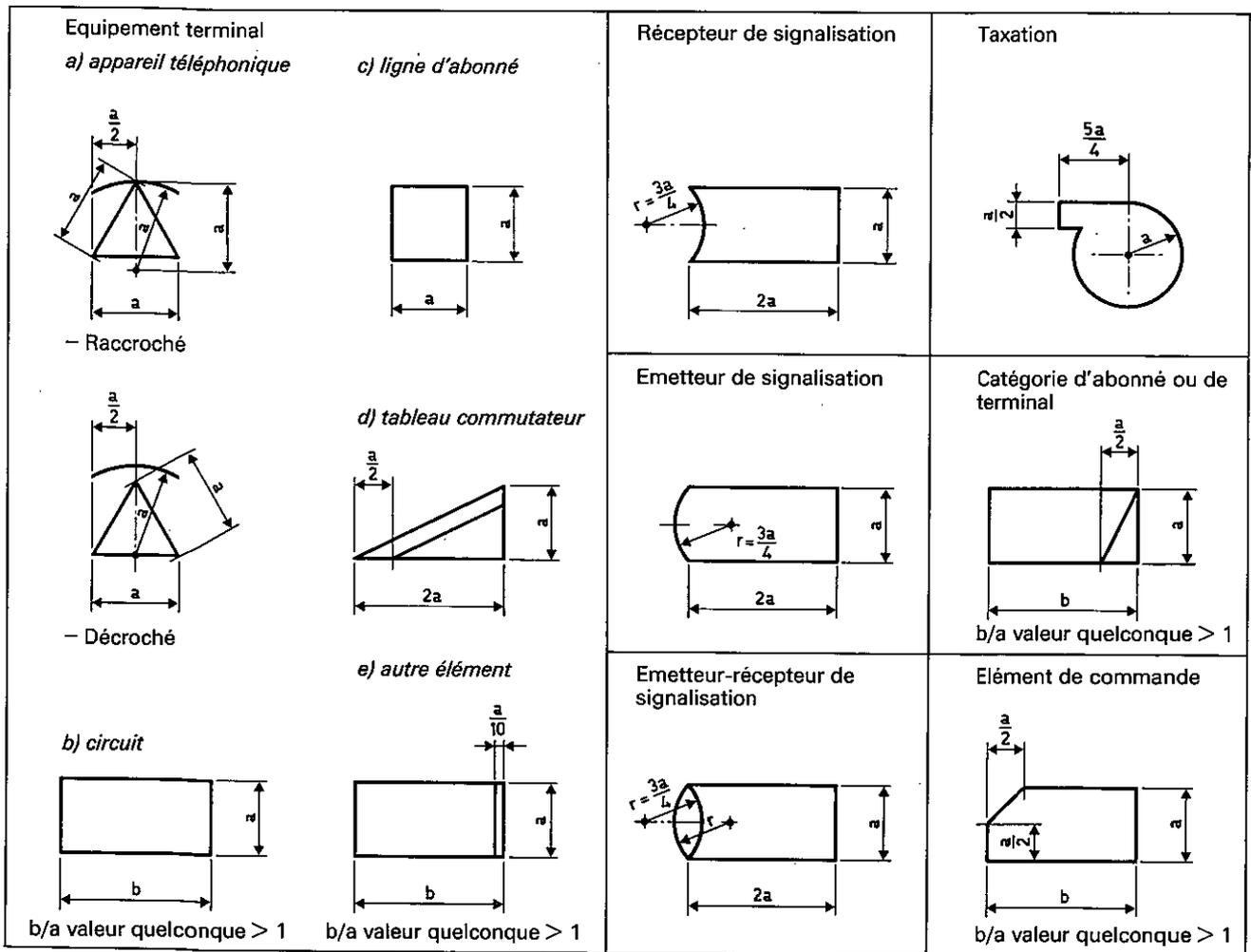
Le choix de symboles pour les éléments graphiques repose sur les considérations et critères généraux de sélection ci-après. Il convient de s'y rapporter avant d'élaborer de nouveaux symboles pour de plus vastes applications du LDS.

1) Facilité de reproduction

Afin de permettre une reproduction commode des diagrammes LDS à l'aide des méthodes de reproduction fondées sur les lignes colorées ou le tirage bleu en papier au ferroproussiate, sur la photocopie ou la photoimpression, les symboles des éléments graphiques doivent être constitués de lignes nettes, sans dégradation ou coloration.

2) Intelligibilité

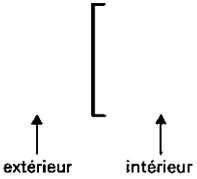
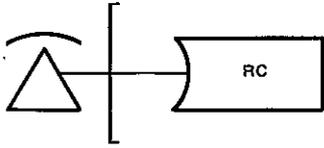
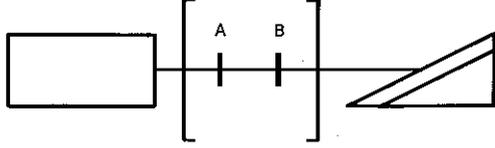
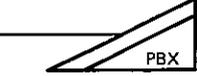
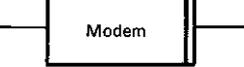
- a) Pertinence – La forme de chaque symbole doit être appropriée au concept que ce symbole représente.
- b) Caractère distinctif – Lors du choix d'un ensemble de symboles de base, il convient de faire en sorte que chaque symbole puisse être aisément identifié par rapport aux autres symboles de cet ensemble.
- c) Affinité – Les formes des éléments graphiques représentant des fonctions différentes mais connexes, par exemple, les récepteurs et les émetteurs, doivent être reliées les unes aux autres d'une manière évidente.
- d) Texte d'accompagnement abrégé associé aux symboles – Dans certains cas, il est prévu qu'un texte abrégé sera associé à un élément graphique, afin d'indiquer la catégorie de cet élément; par exemple, les lettres CMF pourront accompagner le symbole correspondant à un récepteur pour indiquer que celui-ci peut recevoir des signaux du code multifréquence. En pareil cas, les éléments graphiques doivent comporter un espace fermé dans lequel pourront être inscrits un très petit nombre de caractères alphanumériques.
- e) Limitation du nombre des symboles – Le nombre total de symboles doit être réduit à un minimum afin que la méthode de représentation graphique puisse être aisément apprise.



CCITT-34110

FIGURE E-7

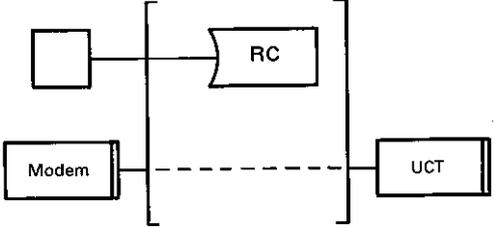
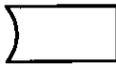
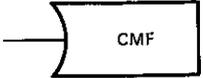
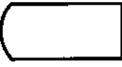
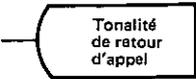
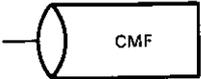
Proportions recommandées pour l'ensemble de base des éléments graphiques

N°	Élément graphique	Commentaires	Exemples
1.	<p><i>Limites du bloc fonctionnel (BF)</i></p> 	<p>Sert à distinguer les éléments à l'intérieur et à l'extérieur des limites du bloc fonctionnel. Seul les états des éléments se trouvant à l'intérieur de ces limites peuvent être modifiés directement par ce processus.</p>	<p>1.1 Récepteur de chiffres (RC) se trouvant à l'intérieur des limites du bloc fonctionnel, raccordé à un combiné se trouvant à l'extérieur de ces limites.</p>  <p>1.2 Circuit se trouvant à l'extérieur des limites du bloc fonctionnel, connecté par l'intermédiaire d'un dispositif de commutation à deux étages à un commutateur se trouvant à l'extérieur des limites du bloc fonctionnel</p> 
2.	<p><i>Équipement terminal</i></p> <p>a) Appareil téléphonique</p> <p>raccroché </p> <p>décroché </p> <p>b) Circuit </p> <p>c) Ligne d'abonné [excepté a)] </p> <p>d) Tableau commutateur manuel </p> <p>e) Autre élément </p>	<p>Il peut être utile de représenter l'équipement terminal extérieur aux limites du bloc fonctionnel (par exemple, appareil téléphonique et équipement de tableau commutateur) pour assurer une meilleure compréhension des opérations de traitement.</p>	<p>2.1 A raccroché </p> <p>2.2 B décroché </p> <p>2.3 Joncteur d'arrivée (d'un centre à commutation spatiale) </p> <p>2.4 Ligne d'abonné de départ vers une ligne partagée </p> <p>2.5 Tableau commutateur privé (PBX) </p> <p>2.6 Modem </p>

CCITT-20880

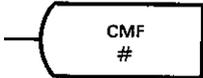
FIGURE E-8

Exemples d'utilisation de l'ensemble de base des éléments graphiques

N°	Élément graphique	Commentaires	Exemples
3.	<p><i>Trajet de commutation</i></p> <p>a) établi </p> <p>b) réservé </p>	<p>Pour représenter la connexion des terminaux et/ou des dispositifs de signalisation intervenant dans le processus.</p>	<p>3.1 Ligne d'abonné connectée à un récepteur de chiffres (RC) à impulsion de numérotation et à un modem avec trajet réservé vers une unité centrale de traitement (UCT)</p> 
4.	<p><i>Récepteur de signalisation</i></p> 	<p>Pour indiquer la nature des signaux reçus en particulier de ceux qui traversent les limites du bloc fonctionnel.</p>	<p>4.1 Récepteur de signalisation de code multifréquence (CMF).</p> 
5.	<p><i>Émetteur de signalisation</i></p> 	<p>Pour spécifier un processus d'émission de signaux et pour indiquer la nature des signaux émis, en particulier de ceux qui doivent traverser les limites du bloc fonctionnel.</p>	<p>5.1 Émetteur de tonalité de retour d'appel</p> 
6.	<p><i>Émetteur-récepteur de signalisation</i></p> 	<p>Combine les fonctions d'émetteur et de récepteur de signalisation.</p>	<p>6.1 Émetteur-récepteur CMF</p> 
7.	<p><i>Temporisateur de surveillance du processus</i></p> 	<p>Représente le temporisateur qui doit fonctionner dans l'état.</p>	<p>7.1 Temporisateur t_3 en cours</p>  <p>7.2 Temporisateur générique t_s en cours</p>  <p>où $s = 1, 2, \dots, n$ pour définir les différentes tonalités de service</p>

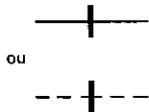
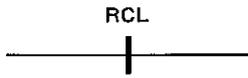
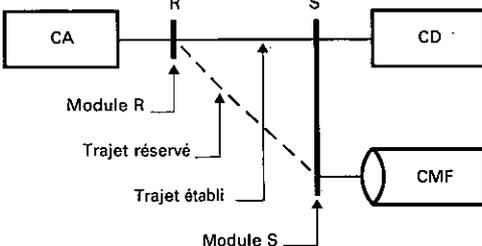
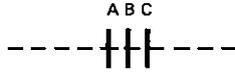
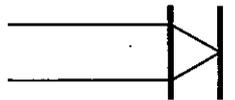
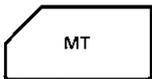
CCITT-20890

FIGURE E-8 (suite)

N°	Elément graphique	Commentaires	Exemples
8.	<p><i>Taxation en cours</i></p> 	<p>Le texte d'accompagnement de cet élément indique à quel usager est imputée la taxe.</p>	<p>8.1 La taxation de l'abonné A est en cours</p> 
9.	<p><i>Catégorie d'abonné ou de terminal (et information d'identité)</i></p> 	<p>Cet élément est utile pour indiquer tout changement dans la catégorie d'abonné ou de terminal, pour chaque abonné participant à une communication conférence</p>	<p>9.1 L'abonné C a la catégorie d'origine 2</p> 
10.	<p><i>Symbole d'incertitude</i></p> <p>#</p>	<p>Solution de remplacement pour une information délibérément non définie qui est indiquée sans ambiguïté dans d'autres illustrations d'état. Dans certains cas, on peut effectuer sans risque la fusion de deux ou plusieurs états en un seul, ce qui facilite considérablement la compréhension du diagramme.</p>	<p>10.1 Combiné raccroché ou décroché</p>  <p>10.2 Un signal CMF non défini est émis dans cet état</p> 

CCITT-20900

FIGURE E-8 (suite)

N°	Élément graphique	Commentaires	Exemples
11.	<p data-bbox="256 174 446 201"><i>Module de commutation</i></p>  <p data-bbox="363 309 391 331">ou</p>	<p data-bbox="561 174 903 219">Pour indiquer quels modules de commutation interviennent dans le processus.</p> <p data-bbox="561 230 903 405"><i>Remarque</i> – La ligne horizontale est l'élément graphique représentant un trajet de commutation qui peut être établi ou réservé. La ligne verticale peut être utilisée pour représenter soit un module de commutation complet (lorsque l'indication de la structure interne du module n'est pas demandée) soit l'un des étages de commutation dans un module de commutation.</p>	<p data-bbox="927 174 1345 219">11.1 Trajet établi en passant par un module de commutation RCL (Réseau de connexion de ligne)</p>  <p data-bbox="927 432 1425 454">11.2 Trajets établis et réservés en passant par deux modules</p>  <p data-bbox="986 745 1206 801">CA – Circuit d'arrivée CD – Circuit de départ CMF – Code multifréquence</p> <p data-bbox="927 824 1445 869"><i>Remarque</i> – Dans cet exemple, CA est connecté à CD mais CA n'est pas connecté à l'émetteur/récepteur CMF</p> <p data-bbox="927 913 1445 958">11.3 Trajet établi en passant par un module de commutation à trois étages RSN</p>  <p data-bbox="927 1149 1445 1193">11.4 Trajet réservé en passant par un module de commutation à trois étages ABC</p>  <p data-bbox="927 1350 1318 1373">11.5 Trajet établi en passant par un réseau plié</p> 
12.	<p data-bbox="256 1610 547 1655"><i>Élément de commande affecté à un processus</i></p> 	<p data-bbox="561 1610 903 1731">Pour indiquer quel équipement de commande intervient dans le processus (notamment des modules qui doivent avoir une dimension). Ce symbole peut servir à indiquer que des éléments logiciels particuliers ont été affectés au processus.</p>	<p data-bbox="927 1610 1281 1632">12.1 Mémoire-tampon (MT) d'enregistreur</p> 

CCITT-20910

FIGURE E-8 (fin)

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication