

LIAISON DE DONNEES

Dans les chapitres suivants nous étudions une liaison de données élémentaire entre deux équipements.

Cette étude portent sur les couches 1 et 2 du Modèle de référence de l'OSI :

- Liaison physique
- Liaison de données (logique)

Une telle liaison permet d'assurer le **transfert de blocs de données** (trames) **fiables** entre deux systèmes informatiques ou informatisés.

Nous traiterons une liaison physique classique, utilisant des modems (et une liaison directe entre équipements). Cette étude porte non seulement sur la jonction V24 mais aussi sur la manière de l'utiliser (X20bis et X21bis) et les interfaces d'accès aux réseaux numériques X21 (et X20).

Nous analyserons la liaison logique pour les protocoles (anciens) de type BSC et le protocole HDLC. **Ce protocole est le premier protocole moderne; il est aussi traité comme exemple d'un protocole de communication.**

LIAISON PHYSIQUE

1. Modes de transmission

1.1. Introduction

Sur un circuit de données, pour obtenir un rendement optimal compte tenu de la qualité de service recherchée et du taux d'erreurs de transmission observé sur la voie, l'information est transférée par blocs de quelques centaines de bits (en gros de 10 à 1000 octets) . Les octets d'un même bloc peuvent être transmis:

- indépendamment les uns des autres; on parle alors de transmission arythmique (ou asynchrone).
- accolés les uns aux autres en transmission synchrone.

Remarque : Sur certains réseaux les octets sont transmis à des intervalles réguliers sans "silence" entre les blocs ; la transmission est alors dite isochrone.

1.2. Transmission arythmique

1.2.1. Séparation entre caractères

Les caractères pouvant être séparés par un intervalle de durée quelconque, éventuellement **nulle**, il convient d'en délimiter le début et la fin par des "éléments de départ et d'arrêt".

L'exemple ci-dessous correspond au codage du caractère alphanumérique "-" (2D hexadécimal) en alphabet CCITT N°5.

Les bits de poids faible sont transmis en tête. Le "1" correspond au niveau de repos (ouvert).

La durée de transmission d'un signal élémentaire est appelée "moment". En réception le signal est analysé à des instants d'échantillonnage intervenant au milieu de ces moments.

rq: Le nombre de moments par unité de temps est appelé "**fréquence de signalisation**". Il s'exprime en **bauds**.

La fin d'une période de repos est déterminée par la transition entre le niveau de repos (circuit ouvert, "1") et un niveau actif (circuit fermé, "0"). Cette transition correspond au début de l'**élément de départ** (appelé parfois "bit de start" ...). En réception, pour éviter des erreurs dues à des coupures parasites, on contrôle que le signal reste au niveau "0" durant un demi-moment. A cet instant on valide alors l'horloge de réception.

Si le caractère transmis est codé sur 8 bits, on relève alors le niveau du signal sur les 8 coups d'horloge suivants.

On peut alors contrôler au 10ème (et éventuellement 11ème) coup d'horloge on est bien revenu au niveau repos (circuit ouvert, "1") correspondant à un **élément d'arrêt** (ou "bit de stop" ...)

1.2.2. Codage des caractères

L'avis CCITT V4 prévoit que, qu'à partir d'une fréquence de signalisation de 300 bauds, on doit placer 1 élément d'arrêt et un seul au dessous (1,5 à 50 bd) .

Lorsque, pour coder l'information, on utilise l'alphabet international numéro 5 (Avis CCITT X4, code EIA n°5, ex-code ASCII), chaque caractère est codé sur 7 bits. On peut alors utiliser le 8ème bit de l'octet pour réaliser un contrôle de **parité**. En mode arithmique cette parité doit être *paire* c'est à dire que le nombre de bits à 1 dans l'octets doit être rendu paire. Ceci assure la compatibilité avec les bandes perforées. (En mode synchrone de base, pour faciliter la synchronisation durant la transmission des caractères de synchronisation SYN la parité doit être rendue impaire ...)

1.2.3. Horloge de réception

Pour assurer un décodage correcte de l'information, il convient d'analyser le signal le plus près possible du milieu de chaque moment élémentaire et de contrôler l'élément de départ. Pour cela on utilise en général une horloge à une fréquence égale à 16 fois la rapidité de modulation. Sur la transition de départ cette horloge est validée et on vérifie que le signal reste stable durant les 8 premières périodes. Ce signal est alors divisé par 16 pour constituer l'horloge de réception. L'horloge de réception étant distincte de l'horloge d'émission des déviations se produisent. Si l'horloge de réception est à plus haute fréquence (que celle d'émission) deux instants d'échantillonnage peuvent intervenir dans le même moment; si elle est à une fréquence plus basse, un bit peut être "sauté". Le contrôle des éléments de parité et d'arrêt permet de déceler ces défauts dans un délai suffisamment bref. La stabilité (à très long terme) des horloges doit être de 0,5 % et le système de réception doit pouvoir supporter des fluctuations de 1 % . Pour éviter tout problème on utilise en général des horloges à quartz.

1.3. Transmission synchrone

1.3.1. Principe

En transmission arithmique, les éléments de départ et d'arrêt provoquent une perte de rendement de 20% (8 bits utiles sur 10) .

D'autre part il est assez difficile de réaliser une protection des données par code cyclique .

Pour améliorer les performances, on utilise donc une transmission en mode **synchrone** dans laquelle les caractères de données sont transmis sans séparations, dans une chaîne de bits consécutifs constituant un bloc .

Il n'est plus alors possible d'utiliser une horloge indépendante relancée à la réception de chaque bloc ; l'horloge chargée de décoder les bits reçus doit être asservie à l'horloge d'émission .

Cette horloge bit de réception est intégrée à l'ETCD et fournie au coupleur de communication sur le circuit 115 de la jonction V24 ou sur l'entrée S de la jonction X21 . A l'émission on utilise aussi le plus souvent l'horloge d'émission de l'ETCD .

Si l'horloge bit permet de reconnaître les bits reçus , il reste à segmenter le bloc en une suite de caractères qui le constituent . Pour cela on doit disposer d'une horloge "caractère" . Avec l'interface X21 celle-ci est parfois fournie par l'ETCD (entrée B optionnelle) . En général elle est élaborée dans le coupleur en utilisant quelques caractères de synchronisation placés en tête du bloc : caractère SYN (16_H) dans les protocoles basés sur les caractères (BSC : Basic synchronous communication), Fanion (7E_H) pour les protocoles basés sur le bit (HDLC : High-level data link control).

On utilise un circuit électronique dont le principe est décrit ci-dessous :

Durant une première phase de "poursuite" (hunt) le système compare à chaque décalage le champ de bits reçu avec le caractère de synchronisation par exemple "SYN" (16h) en alphabet numéro 5 ou le Fanion (7Eh) en HDLC .

Lorsque l'on observe une identité, le système passe en mode "synchronisé" et signale l'arrivée de chaque caractère .

Il n'effectue plus la comparaison que tous les 8 bits (pour des caractères de cette taille). Si un caractère de synchronisation est à nouveau rencontré, il est signalé et peut être supprimé de la chaîne des caractères reçus.

1.3.2. Horloges

L'horloge "émission" peut être élaborée sur la carte coupleur et transmise au modem sur le circuit 113 de la jonction V24 ou générée dans le modem et transmise au coupleur sur le circuit 114.

L'horloge "réception" est toujours élaborée dans le modem pour pouvoir être synchronisée exactement sur l'horloge émission distante. On utilise un oscillateur asservi (VCO) sur la fréquence moyenne du flux de bit ou sur une sous-porteuse.

Pour une liaison directe (sans modem) sur la jonction V24 on connecte l'horloge de réception d'un coupleur à l'horloge d'émission de l'autre . En utilisant l'entrée horloge émission sur un coupleur (circuit 114) on peut utiliser une horloge unique.

1.4. Transmission isochrone

Dans ce mode de transmission utilisé notamment sur le réseau de transmission numérique (RTC64, gamme Trans, RNIS) la transmission se fait sans rupture et un signal est toujours émis sur le réseau . Sur une liaison à 2,048 Mb/s on multiplexe en permanence 32 voies à 64 kb/s. Toutes les stations partageant cette voie doivent être synchronisées.

2. Jonction V24

2.1. Introduction

Nous nous intéressons ici à la transmission de données sur un support de type "analogique". L'utilisation directe des supports de communications "numériques" (Transmic, Transdyn, Transcom, Transfix, RTC 64) requiert normalement des équipements différents. (interfaces X20 ou X21) .

Une liaison de données point-à-point permet d'interconnecter deux Equipements Terminaux de Traitement de Données. (**ETTD** ou **DTE** : Data Terminal Equipment) à l'aide d'Equipements de Terminaison de Circuit de Données. (**ETCD** ou **DCE** : Data Communication Equipment)

L'interface entre ETTD et ETCD est réalisée par une "jonction" normalisée :

Jonction V 24 ou V 35 Jonction X 21 ou X 20 par exemple.

La jonction V 24 est la plus couramment utilisée. Elle permet d'interfacer un ETCD dont nous donnons ci-dessous une configuration type. Sa composition , les signaux supportés et leurs fonctions déterminent en partie les fonctions que doit assurer le coupleur de communication.

2.2. Architecture et fonctionnement d'un ETCD

Le schéma ci-dessous donne l'architecture complète d'un ETCD type. Le schéma suivant en donne une version simplifiée utilisable pour une transmission " arythmique " seulement . (voir plus loin).

Habituellement l'ETCD est situé dans un coffret autonome et la jonction V24 est "visible". Dans les microordinateurs et certains terminaux on trouve de plus en plus de cartes de coupleurs série avec "Modem" intégré pouvant se connecter directement sur une liaison téléphonique . Cette technique permet de réduire les coûts et l'encombrement du matériel . Dans ce cas l'interface V24 est interne et il est parfois difficile de réaliser certains "bouclages" de test .

L'équipement de connexion permet de réaliser l'aiguillage des signaux issus ou à destination de la ligne vers l'ETTD (via l'ETCD et la jonction V24) ou vers le combiné téléphonique.

Cet aiguillage peut être commandé de deux manières:

* En mode **108/1** :

Le calculateur est maître. Il prend le contrôle de la ligne par une commande sur le circuit 108 :

Connecter le Poste de Données (CPD - DTR). Lorsque cette connexion est effective, il en est avisé par le circuit 107 : Poste de Données Prêt (PDP - DSR). Si l'opérateur utilise la ligne téléphonique, sa communication est coupée. Le logiciel de commande ne doit donc pas oublier de libérer la ligne en fin de transmission.

* En mode **108/2** :

L'opérateur est maître. Dès qu'il utilise le combiné téléphonique la liaison vers l'ETTD est rompue. L'ETTD teste l'état de cette liaison par une commande sur le circuit 108 : Terminal de Données Prêt (TDP - DTR) et peut lire l'état du système sur la ligne 107 (PDP - DSR).

Le détecteur d'appel permet de signaler à l'ETTD un appel ("sonnerie") téléphonique pour lui demander d'établir la connexion.(circuit 125 : Indicateur d'Appel (IA)).

Le circuit de connexion sépare aussi les signaux émis et reçus. Un transformateur équilibré évite la réinjection du signal à émettre sur le circuit de réception. Une porte à l'émission évite de détourner le signal reçu dans le circuit d'émission (à basse impédance). Cette porte est fermée par une commande sur le circuit 105 : Demande pour émettre (DPE - RTS). L'ETTD est avisée de la fermeture effective par le circuit 106 : Prêt A Emettre (PAE - CTS).

Lorsque le circuit d'émission est établi, l'ETTD peut envoyer ses données sur le circuit 103 : Emission de données (ED - TxD).

Le signal PDP ne donne aucune information sur l'état d'un ETCD distant. Un "Détecteur de signal" permet de déceler la présence d'une "porteuse" sur la ligne en réception et d'en avertir l'ETTD par le circuit 109 : Détection de Signal (DS - DCD).

Une information plus précise est disponible si l'on utilise un "Détecteur de qualité de signal". Il s'agit d'un dispositif à seuils qui vérifie que le signal reçu, restant entre deux seuils préfixés, n'est ni anormalement affaibli, ni perturbé par des "bruits" trop importants. Le résultat de ces test est fourni sur le circuit 110 : Détection de la Qualité du Signal (DQS - SQD).

Les données sont délivrées à l'ETTD sur le circuit 104 : Réception de Données (RD - RxD). Ce circuit peut éventuellement être automatiquement ouvert en l'absence de porteuse de qualité suffisante.

Pour des **transmissions synchrones**, l'ETCD doit comporter des circuits d'horloge de transmission et de synchronisation.

A la réception, l'horloge "bit" ne peut être régénérée que dans l'ETCD. Elle sera fournie au coupleur de communication de l'ETTD sur le circuit 115 : Horloge Réception (HR - TxC).

A l'émission elle peut être générée soit sur ce coupleur soit dans l'ETCD. Dans le premier cas, elle sera fournie à l'ETCD sur le circuit 113 : Horloge Emission (HE - TxC); dans le second elle sera reçue sur le circuit 114.

La masse est commune à tous ces circuits et connectée sur le circuit 102.

Nous venons d'indiquer les circuits de base de la jonction V24 et leur rôle. Pour un ETCD arythmique les circuits ED, RD, DPE, PAE, CPD, PDP ou DP peuvent être considérés

comme indispensables pour la connexion d'un ETCD. Pour la connexion directe de deux ETDD ,que nous décrirons plus loin, ils le sont pratiquement aussi!

Nom		FONCTION	Sens / ETCD	Broche 25b 15b 9b			Circuit RS232 v24	
GND		Masse électrique		7	7	5	AB	102
ED	TxD	Emission	Vers -->	2	2	3	BA	103
RD	RxD	Réception	Depuis <--	3	3	2	BB	104
DPE	RTS	Demande pour émettre	Vers -->	4	4	7	CA	105.
PAE	CTS	Prêt à émettre	Depuis <--	5	5	8	CB	106
PDP	DSR	Poste de données prêt	Depuis <--	6	6	6	CC	107
DS	DCD	Détection de porteuse	Depuis <--	8	8	1	CF	109
		Réservé pour équipement de test		9				
		Réservé pour équipement de test		10				
		Non assigné (souvent + V)		11				
DS	DCD	DS sur voie de retour	Depuis <--	12			SCF	122
PAE	CTS	PAE sur voie de retour	Depuis <--	13			SCB	121
ED	TxD	ED sur voie de retour	Vers -->	14	9		SBA	118
HE	TxC	Horloge émission	Depuis <--	15	10		DB	114
RD	RxD	RD sur voie de retour	Depuis <--	16	11		SBB	119
HR	RxC	Horloge réception	Depuis <--	17	12		DD	115
		Non assigné		18	13			
DPE	RTS	DPE sur voie de retour	Vers -->	19	14			2. 39.
CPD TDP	DTR	Connecter le poste de données	Vers -->	20	15	4	CD	108/1 108/2
DQS	SQD	Détection de qualité du signal	Depuis <--	21			CG	110
IA	RI	Indicateur d'appel	Vers -->	22		9	CE	125
SDB		Sélecteur de débit binaire	Vers --> Depuis <--	23			CH / CI	111/ 112
HE	TxC	Horloge émission	Vers -->	24			DA	113
		Non assigné		25				

La jonction V24 comporte actuellement 39 circuits. Elle permet d'établir **deux connexions duplex simultanées**. Les circuits ci-dessus sont donc dupliqués si on utilise une " **voie de retour** ". Les autres circuits sont des circuits de test ou permettent de faire varier la fréquence des horloges.

Un autre groupe de circuits (série **200** : 201 à 213) permet de réaliser un appel automatique sur le réseau téléphonique commuté en envoyant les chiffres du numéro d'appel et en détectant les différentes tonalités (Invitation à numéroté, Occupation notamment).

2.3. Connexions

Ces circuits sont utilisables grâce à un connecteur normalisé à 25 broches. Si un nombre supérieur de circuits de jonction est nécessaire un connecteur à 37 broches peut être utilisé. Souvent on n'utilise que 9 ou 11 circuits (voir standard X20 bis ou x21bis); un connecteur

à 9 broches ou à 15 est alors suffisant.. Le tableau ci-dessous donne les équivalences entre circuits, numéros de broche et fonction selon leurs dénominations française et anglaise.

2.4. Nature des signaux sur l'interface

Les interfaces V28 et V10 utilisent des câbles multiples avec une masse commune à tous les circuits. L'interface V11 est assuré par une transmission différentielle (pas de retour commun) et nécessite une paire torsadée pour chaque circuit.

Etat logique	V24	V28	V10	V11
4. 1.	Fermé	> = 3 volts	> = 0, 3 volts	
4. 2.	Ouvert	< = 3 volts	< = 0, 3 volts	
masses		retour commun		différentielles

L'interface V28 est en général réalisé par des circuits intégrés adaptateurs de niveau de tension et d'impédance, de type xx188 en émission et xx189 en réception (ex. 75188 et 75189). Ces circuits sont , électriquement, inverseurs pour **garder la signification logique des signaux**. Ces boîtiers supportent des tensions maximales de m15 volts et sont très sensibles aux surtensions (en particulier générées par effet d'antenne sur les lignes de connexion en cas d'orage).

Sur la jonction les signaux sont codés NRZ (non retour à zéro). Trois recommandations du CCITT : V28 (RS232C) , V10 (RS423) et V11 (RS422) peuvent être choisies en fonction des performances recherchées. Elles décrivent leurs caractéristiques électriques , notamment les niveaux de tension requis.

Les courbes ci-contre donnent les performance débit - distance associées à chaque recommandation.

courbe a : V11 avec circuit de terminaison (adaptation)
 b : V11 sans circuit de terminaison
 c : V10
 d : V28 (hors norme) câble blindé
 e : V28 (hors norme) câble normal
 n : V28 norme.

2.5. Utilisation de la jonction V24 pour une liaison ETTD - ETTD

Des interfaces séries utilisant la jonction V24 ont été installées sur tous les équipements informatiques ou presque pour permettre leur utilisation à distance. Il était donc très tentant d'utiliser ces jonctions pour connecter directement deux ETTD qui en sont pourvues, par exemple une visu et un miniordinateur (ou un grand nombre d'autres périphériques). La jonction V24 étant par principe dissymétrique (ETTD <-> ETCD) on se heurte à quelques difficultés pour connecter deux équipements de même nature.

Lorsque l'on utilise deux ETCD (Modem) les liaisons sont "croisées" sur la ligne de transmission entre les ETCD (lignes "Ron" et "Tron").

L'utilisation d'un "suppresseur de modems" appelé aussi "null modem" rend le même service. Ces appareils peuvent apparaître comme inutilement coûteux. Un "suppresseur de modems" peut aisément être construit, par exemple en suivant le schéma ci-dessous.

De nombreuses autres

configurations peuvent être utilisées : il suffit que les circuits "sortants" soient reliés aux circuits "entrants" de n'importe quel ETTD. Le schéma ci-dessus permet de mettre en oeuvre un mécanisme de contrôle de flux disponibles sur de nombreux coupleurs de communication intégrés. Le schéma suivant illustre les différents endroits où peuvent se trouver les " croisements ", qui doivent, tout compte fait, être en nombre impair....

On notera que des croisements peuvent préexister dans le câblage des cartes coupleurs.

Les " straps " ne sont pas toujours disponibles sur les coupleurs de micro ou mini-ordinateurs. Ils ne le sont jamais sur les périphériques qui sont **toujours câblés pour être directement connectables** à un ETCD (modem).

Une sage précaution consiste à ne jamais croiser de fils à l'intérieur d'un câble, ou si cela est fait, **à l'indiquer très clairement par un étiquetage informatif....**

2.6. Coupleurs de communication

Les communications en série pouvant se faire soit en mode arythmique, soit en mode synchrone, on trouve plusieurs types de coupleurs de transmission en fonction du mode utilisé : Arythmique : UART, Synchrone : USRT ou mixte : USART.

Une autre classification peut se faire en fonction de leur degré de puissance de traitement, certains pouvant traiter partiellement l'information transmise.

On trouvera ci-dessous un bloc diagramme simplifié d'un coupleur de transmission arythmique. Les fonctions d'émission occupent la partie supérieure et les fonctions de réception la partie inférieure. Il est composé d'un sous-ensemble réalisant l'interface avec l'unité centrale, de sous-ensembles réalisant les conversions série-parallèle et parallèle-série de l'information, d'un sous-ensemble d'horloge et d'un sous-ensemble gérant son fonctionnement interne.

Les registres tampon en émission et en réception permettent de désynchroniser le rythme de transfert de données en unité centrale et coupleur du rythme de transmission.

La logique interne permet de travailler sur des caractères de différentes longueurs (5 à 8 bits) avec un ou plusieurs éléments d'arrêt et une génération et un contrôle de la parité ou de l'imparité des caractères.

En mode arythmique l'horloge fournie peut être à 16 fois ou plus du rythme de transmission pour assurer une reconnaissance correcte des caractères.

En synchrone, l'horloge est synchronisée de manière externe, dans le modem, et égale au rythme de transmission.

Le(s) registre(s) d'état permet(tent) de signaler, d'une part que le registre tampon et le registre à décalage d'émission sont vides, d'autre part qu'un caractère valide est dans le registre tampon de réception et qu'une (ou plusieurs) erreur(s) de parité, format de caractère ou, surtout **d'écrasement de caractères** a été enregistrée.

Dans les coupleurs synchrones la synchronisation caractère est à la charge du coupleur et utilise un circuit selon le principe décrit ci-dessus. Ces circuits sont aussi capables de réaliser la détection d'erreur par code cyclique. Pour cela, ils possèdent en réception une file tampon de 3 caractères.

Bloc diagramme simplifié d'un coupleur arythmique (UART)

Rq : Les problèmes d'interface ne sont pas pris en compte .

2.7. annexe : Extraits de la recommandation V24

Couche 1/OSI : Service Physique

Jonctions X21, X21bis, X20, X20bis

Divers interfaces entre ETTD et ETCD (modems, Adaptateurs de terminaux, etc.) sont normalisés. Ils sont conçus pour fournir un **accès aux réseaux en commutation de circuits**. Ils se place au niveau 1/OSI (physique) et fournissent des moyens d'adressage pour ce type de réseaux de télécommunications.

Les réseaux récents (RNIS, Réseaux locaux) devraient utiliser l'interface X21 pour un accès synchrone ou X20 pour un accès arythmique pour atteindre des débits plus élevés.

Ces interfaces normalisés en 1972, soit 8 ans avant le modèle ISO sont conformes à l'état de l'art, en matière de réseaux, à cette époque. *Ils s'appuient donc sur des "protocoles basés sur le caractère"* (BSC pour X21). En ce sens ils fonctionnent à **l'alternat**.

Cependant, à titre provisoire depuis 1972, on utilise encore presque toujours une interface V24. Sa mise en oeuvre est décrite dans les Recommandations X21bis pour un accès synchrone et X20 bis pour un accès arythmique.

Les interfaces X20 et X21 n'utilisent qu'un nombre réduit de signaux physiques. La signalisation est réalisée en partie par des échanges de caractères entre ETTD et ETCD. Ces caractères sont issus de l'alphabet international n°5 (IA5). En mode synchrone, l'échange s'effectue par un protocole de type BSC (Basic Synchronous Communication; voir chapitre correspondant).

3. Recommandation X21

3.1. interface physique

Il comporte 8 circuits. C'est un sous-ensemble de l'interface X24 qui donne en plus un circuit optionnel de synchronisation de trame (circuit de jonction F).

Le tableau ci-dessous décrit cette interface. Le numéro des broche correspond au connecteur 15 broches définit dans le standard ISO 4903

Circuit de jonction	Désignation	Sens ETTD ↔ ETCD	Broche connecteur 15 b
G	Terre ou retour commun		8
G _a	Retour commun de l'ETTD		
T	Émission	Vers	2
R	Réception	Depuis	4
C	Commande	Vers	3
I	Indication	Depuis	5
S	Horloge bit	Depuis	6
B	Horloge caractère	Depuis	7

3.2. Service fourni

Commutation à l'appel

Possibilité de se connecter à un abonné distant via un réseau en commutation de circuits.

Circuits spécialisés

Utilisation de circuits réservés.

Extensions pour nouveaux services

Elles ont été introduites vers 1984 pour utiliser les liaisons par satellites.

- Adresses multiples pour la diffusion des données
- Appels simplifiés
 - Appels directs
 - Numérotation abrégée
- Facilités de taxation
 - à l'arrivée (P.C.V.)
 - avis de taxation
- Groupes fermés d'utilisateurs
 - simple
 - accès entrant
 - accès sortant
- Réacheminement des appels
- Identification des lignes
- QOS (Qualité de service) améliorée
 - Codage pour réduire le taux d'erreur
 - Attente de libération du demandé occupé

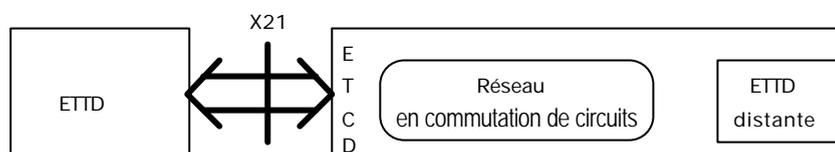
3.3. Etablissement d'une liaison

Il est décrit par les automates et les diagrammes temporels ci-dessous.

Nous noterons que ces automates décrivent le fonctionnement de l'interface et non du logiciel à installer sur l'ETTD ou l'ETCD. Il est possible (et nécessaire pour une implémentation) de dériver les automates de ces deux logiciels des automates fournis dans la norme.

3.3.1. Notation

Dans ces automates et les diagrammes temporels correspondants l'ETCD "cache" le réseau et l'entité (ETTD) distante à l'ETTD locale.



Sur les automates, l'état est codé dans un ovale séparé verticalement en deux zones. Dans la partie supérieure sont notés le numéro et le nom de l'état considéré.

Dans la partie basse sont données les valeurs des signaux sur les circuits T,R,C et I avec le codage suivant :

Signaux fournis par l'ETTD : T, C

Signaux fournis par l'ETCD : R, I

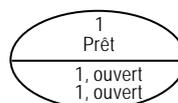
Sur les circuits C et I les signaux sont : ouvert ou fermé

Sur les circuits T et R ils peuvent prendre les valeurs 0, 1 0101.. ou D (données). X désigne une valeur quelconque.

par exemple : état 1, Prêt

T = 1 C = ouvert

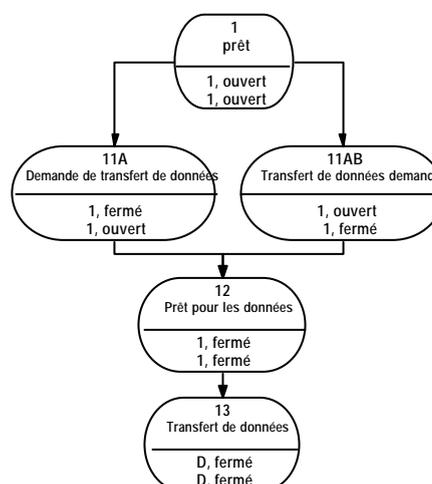
R = 1 I = ouvert



3.3.2. Liaison spécialisée

L'automate ci-contre montre l'établissement d'une liaison spécialisée soit à la demande de l'ETTD locale (état 11A) soit à la demande de l'ETTD distant (état 11B).

On notera l'évolution des signaux sur les 4 circuits à l'interface.



Durant le transfert de données les caractères sont émis sur les circuits T et R. Entre les trames le niveau de repos est 1.

3.3.3.Liaison commutée

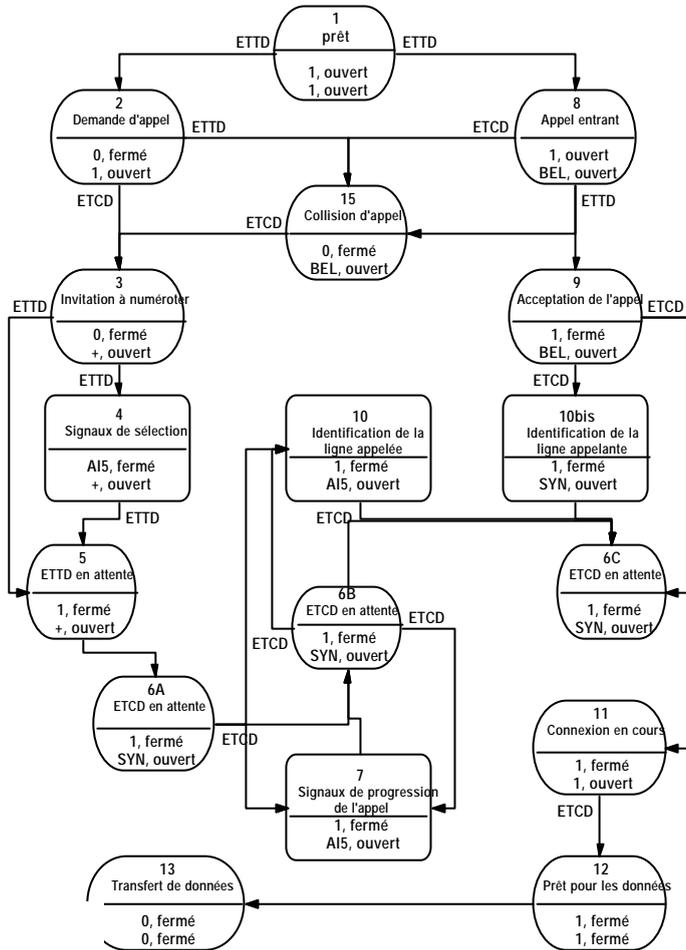
L'interface X21 est surtout utile pour accéder à des réseaux de télécommunications à haut débit en commutation de circuits (RNIS, liaisons par satellite).

L'automate ci-contre montre l'établissement de connexion.

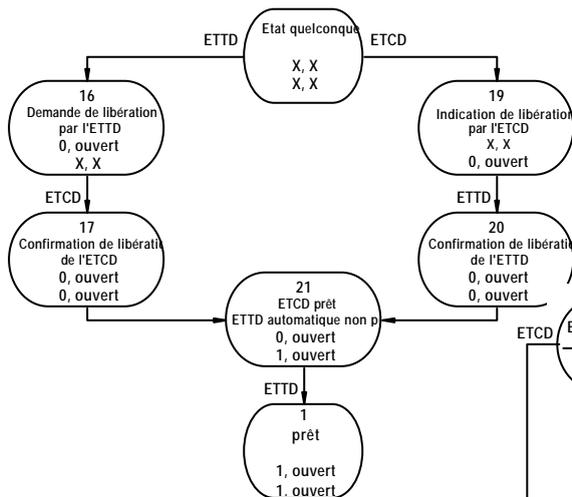
Les états 6A, 6B et 6C sont équivalents (état 6) fonctionnellement et ne sont présentés séparés que pour des raisons de commodité.

Le second automate décrit la phase de libération. Celle-ci peut être lancée par l'ETTD ou l'ETCD non seulement durant de transfert de données (état 13) mais depuis n'importe quel état.

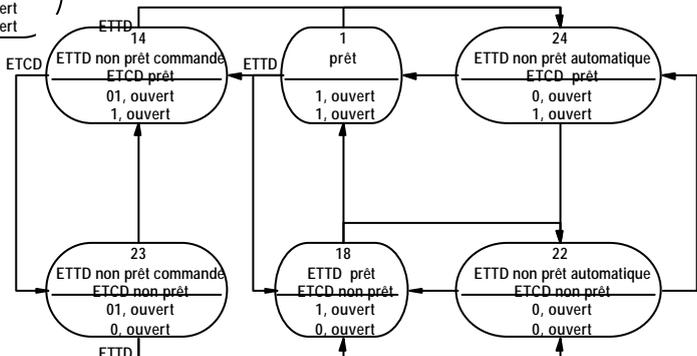
De plus durant le repos le système peut être prêt à fonctionner



(état 1) ou non prêt soit parce qu'il termine une libération, sur incident de l'ETCD ou à la demande de l'ETTD. L'automate ci-dessous décrit la déconnexion et ces différents états du



système au repos.



Une description simplifiée de l'établissement et de la libération de connexion et du transfert de données est illustrée sur les diagrammes temporels ci-dessous.

3.3.4. Diagrammes temporels

Notation pour les circuits C et I :

Le signal "ouvert" sera noté "Off" (niveau 1)

Le signal "fermé" sera noté "On" (niveau 0)

Les tableaux ci-dessous donnent le séquençement des commandes fournies à l'interface soit par l'ETTD soit par l'ETCD. Le temps se déroule "verticalement".

Dans le premier diagramme l'ETTD prend l'initiative

- d'établir la communication
- de rompre la communication

à travers un réseau en commutation de circuits.

Dans le second c'est l'ETTD distante qui prend ces initiatives. L'ETTD local est accepteur; il perçoit les commandes distantes à partir des indications qui lui sont délivrées par l'ETCD.

Vision ETTD local INITIATEUR

Phase	ETTD	ETCD	Commentaires
REPOS APPEL	T=1 C= Off T=0, C=0n T="Numéro appelé" C= 0n T=1, C=0n	R=1, I= Off R='+', I=Off	SynSyn+++
Voir local accepteur		R= '...PA...', I=Off	Progression d'appel Demande vers ETTD di stant Réponse ETTD di stant si appel accepté
Li ai son éta bli e		R=1, I=0n	
TRANSFERT	T=..info.., C=0n	R=..info.., I=0n	transfert duplex possi ble
LIBERATION	T=0, C=Off	R=..info.., I=0n R=0, I=Off	
REPOS	T=1, C=Off	R=1, I=Off	

Nota : Toutes les phases sont contrôlées par des temporisations (chien de garde)

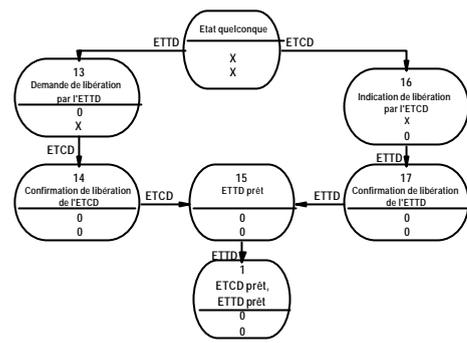
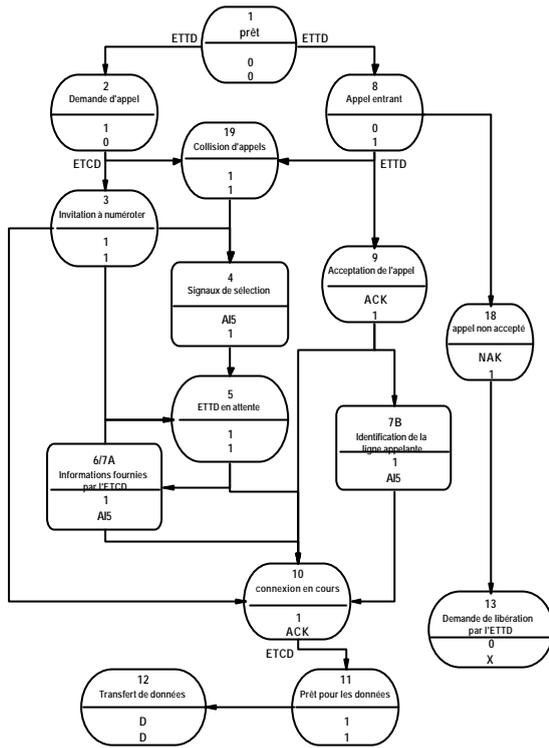
Vision ETTD local ACCEPTEUR

Phase	ETTD	ETCD	Commentaires
REPOS APPEL entrant	T=1 C= Off T=1, C=0n	R=1, I= Off R=' BEL' , I=Off R= SynSyn, I=Off R=1, I=Off R=1, I=0n	SynSynBel Bel Bel si appel accepté
Li ai son éta bli e			
TRANSFERT	T=. . i nfo. . , C=0n	R=. . i nfo. . , I=0n	transfert duplex possibl e
LI BERATI ON	T=0, C=Off	R=0, I=Off R=1, I=Off	Confir mati on
REPOS	T=1, C=Off		

3.3.5. Contenu de l'information fournie par l'ETCD

Les échanges de messages entre ETTD et ETCD permettent à l'ETTD de recevoir du réseau un certain nombre d'information :

- Identification de la ligne du demandeur et du demandé
- Informations de taxation
- Sous-adressage
- Indication de la date et l'heure
- Caractéristiques de la communication (ex : taxation à l'arrivée)
- Type d'indication de communication (ex : centralisé multipoint)
- Indication de groupe fermé d'utilisateurs
- Indication de groupe fermé d'utilisateurs avec accès sortant



4.0.1. Informations fournies par l'ETCD

Comme X21, le protocole X20 permet de recevoir des informations de l'ETCD:

- Identification de la ligne du demandeur et du demandé
- Informations de taxation
- Indication de la date et l'heure
- Caractéristiques de la communication (ex : taxation à l'arrivée)
- Type d'indication de communication (ex : centralisé multipoint)

5. Interfaces X21bis et X20bis

Elles décrivent une interface mettant en oeuvre la jonction V24 et donnent une signification aux états des circuits 107 et 108 pour la signalisation.

5.1. Liaison synchrone : X21bis

5.1.1. Circuits de jonction V24 utilisés

Circuits	Désignation
102	Terre de signalisation ou retour commun
103	Emission de données
104	Réception de données
105	Demande pour émettre
106	Prêt à émettre
107	Poste de données prêt
108/1	Connectez le poste de données sur la ligne
109	Détecteur du signal reçu sur la ligne
114	Horloge bit pour l'émission
115	Horloge bit pour la réception
125	Indicateur d'appel (optionnel)
140	Bouclage/maintenance (optionnel)
141	Bouclage local (optionnel)
142	Indicateur d'essai (ETCD)

5.1.2. Utilisation des circuits de commande

Pour un réseau commuté, la numérotation utilise les circuits de jonction V24 de la série 200 (numéro codé sur les circuits 206 à 209, etc.)

L'appel se fait à l'aide du circuit 108/1 que l'ETTD passe à l'état FERME

L'acceptation d'appel est donnée en passant le circuit 108/1 (u le circuit 108/2) à l'état FERME.

L'indication de libération est fournie par le circuit 107 qui passe de l'état FERME à l'état OUVERT.

La confirmation de libération est donnée par le circuit 108/1 (ou 108/2).

Il n'y a pas d'indication des signaux de progression d'appel.

Les tableaux ci-dessous résument les fonctions des circuits 107 et 108.

Etat du circuit 107	Fonction dans le réseau
FERME	Prêt pour les données
OUVERT	Indication de libération par l'ETCD
OUVERT	Confirmation de libération par l'ETCD

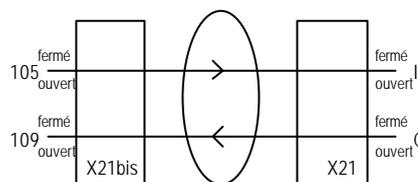
Etat du circuit 108/1	Fonction dans le réseau
FERME	Demande d'appel
FERME	Acceptation d'appel
OUVERT	Demande de libération par l'ETTD
OUVERT	Réponse de libération par l'ETTD

Le circuit 108/2 peut être utilisé à la place du 108/1.

Etat du circuit 108/2	Fonction dans le réseau
FERME	Acceptation d'appel
OUVERT	Demande de libération par l'ETTD
OUVERT	Réponse de libération par l'ETTD

L'interfonctionnement entre ETTD reliés à un réseau en X21bis et à l'autre en X21 doit être assuré en mode duplex. Pour permettre l'interfonctionnement en demi-duplex (alternat) le circuit 105 de la jonction V24 est projeté sur le circuit I de X21 et le circuit 109 sur le circuit C selon le schéma suivant.

Si cette fonctionnalité n'est pas assurée le réseau doit fournir I= fermé et R=1 si 105 est à l'état fermé



5.1.3. Maintenance : bouclages et localisation des dérangements

Un circuit de communication peut être testé en le bouclant à l'entrée (jonction V24) ou à la sortie du modem (accès à la ligne).

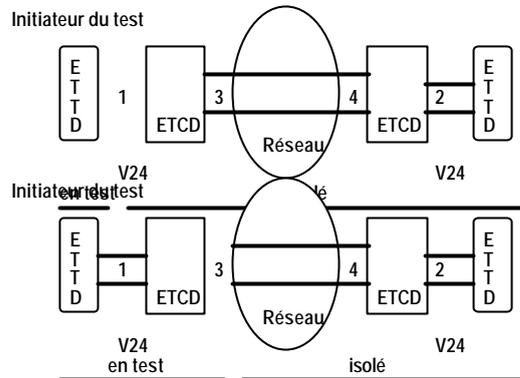
4 types de bouclages sont standardisés, correspondants aux 4 endroits possibles:

- Boucle de type 1 pour les essais fondamentaux :

103 = 104 = 1
 105 ouvert
 140 et 141 ouvert

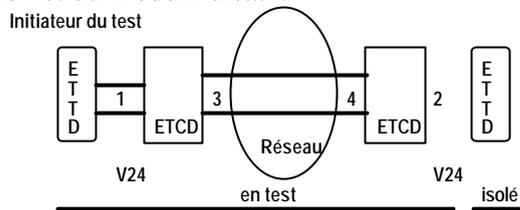
- Bouclage de type 3 : test de l'ETTD, du modem et de leur connexion

Le schéma décrit le bouclage 3b
 Des bouclages intermédiaires (3a, 3c) permettent de tester la jonction ou l'entrée du modem

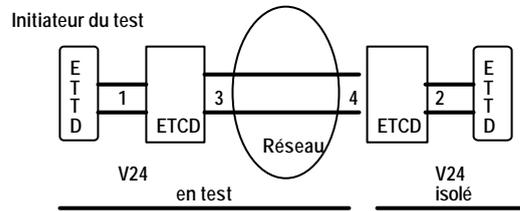


- Bouclage de type 2 : test de la liaison et du modem distant

104 = 103 = 1
 109 = 105 = ouvert
 106, 107, 125 ouvert
 142 fermé



- Bouclage de type 4 : test de la liaison (réservé à l'opérateur du réseau) pour liaison 4 fils



Les bouclages sont réalisés par des interrupteurs sur les modems. Les bouclages de type 2 et 3 peuvent être télécommandés par les circuits 140 et 141. Durant le test le circuit 142 es positionné à FERME (actif).

Les bases de temps continuent à être fournies par le modem.

5.2. Liaison arithmique : X20bis

Circuits	Désignation
102	Terre de signalisation ou retour commun
103	Emission de données
104	Réception de données
106	Prêt à émettre
107	Poste de données prêt
108/1	Connectez le poste de données sur la ligne
108/2	Equipement terminal de traitement de données prêt
109	Détecteur du signal reçu sur la ligne
125	Indicateur d'appel (pour réseau commuté uniquement)

Les techniques de bouclage sont identiques à celles indiquées pour X21bis.