



HAL
open science

Réseau local de productique: **FACTOR**

Jacques Blanc-Brude

► **To cite this version:**

Jacques Blanc-Brude. Réseau local de productique : FACTOR. Réseaux et télécommunications [cs.NI]. 1985. dumas-00319458

HAL Id: dumas-00319458

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00319458>

Submitted on 8 Sep 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

CENTRE AGREE
DE GRENOBLE (C.U.E.F.A)

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir
le diplôme d'Ingénieur
du Conservatoire National des Arts et Métiers

spécialité

Informatique

par

Jacques BLANC-BRUDE

RESEAU LOCAL DE PRODUCTIQUE

FACTOR

SOUTENU LE : 28 MAI 1985

JURY

Président : J.Y. RANCHIN

Membres : L. BOLLIET

R. DOUCET

A. PEYRACHE

à mes parents,

à ma femme,

à mes enfants,

à mes amis ...

Je remercie chaleureusement,

Monsieur RANCHIN, professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider cette thèse,

Monsieur BOLLIET, professeur à l'université de Grenoble II, pour ses judicieux conseils et ses constants encouragements lors de la réalisation de ce mémoire,

Monsieur DOUCET, responsable des études et développements logiciels à la direction Recherche et Développement de la société TELEMECANIQUE, pour l'intérêt qu'il a toujours manifesté à l'égard de mon travail, ainsi que pour ses fructueux conseils techniques,

Monsieur PEYRACHE, responsable du développement du produit FACTOR à la société APSIS, qui a bien voulu m'honorer de sa participation à ce jury.

J'assure de ma gratitude les enseignants du CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) ainsi que ceux du CUEFA (Centre Universitaire d'Education et de Formation des Adultes) qui m'ont permis l'accès à ce niveau de connaissances.

Je veux enfin assurer de mon amitié, tous les participants de l'équipe de développement du produit FACTOR, notamment Messieurs FINIASZ et POUBEAU, sans oublier tous ceux qui ont contribué au bon déroulement de ce travail.

AVANT-PROPOS

Il est acquis de nos jours qu'à peu près toutes les fonctions assurées par l'homme au sein de l'entreprise industrielle, depuis la transformation de la matière et la manutention jusqu'à la conception et la réflexion stratégique, seront tôt ou tard, partiellement ou totalement, automatisées.

Cette automatisation est marquée au cours de cette décennie par une multiplication dans les unités de production d'îlots informatisés (commandes numériques, automates programmables, robots, systèmes de CAO, ordinateurs industriels, systèmes de gestion, ...). L'évolution de " l'électronique programmable " en est le principal moteur.

L'interconnexion de l'ensemble de ces systèmes de traitement de l'information, via des réseaux locaux et nationaux, devient un préalable à l'optimisation de l'activité industrielle. Ce besoin, cette nécessité derrière lesquels se dessine un marché colossal par son impact sur l'ensemble de l'industrie des systèmes d'informations, suscitent l'intérêt de tous les constructeurs quels que soient leurs domaines d'interventions (bureautique, productique, grand public ...).

La possibilité de connecter sa nouvelle gamme d'automates programmables TSX7 sur le réseau FACTOR de la société APSIS, constitue un des éléments de réponse de TELEMECANIQUE, leader européen en constituants d'automatismes, face à l'émergence d'un nouveau marché, celui de la communication.

Le travail présenté dans ce mémoire est une synthèse actuelle des phases de définition et de réalisation du "coupleur réseau FACTOR". Ce produit est développé au sein de l'activité Direction Recherche et Développement, de la société TELEMECANIQUE.

A cet effet ce mémoire est structuré de la manière suivante :

- La première partie est consacrée à une présentation générale — des réseaux locaux, leurs fonctionnalités, leurs domaines d'applications, le contexte de normalisation internationale en matière de réseaux locaux.
- La deuxième partie présente l'offre réseau de TELEMECANIQUE et le réseau FACTOR de la société APSIS.
- La troisième partie est une description du produit TELEMECANIQUE "coupleur réseau FACTOR", ses fonctionnalités, son architecture matérielle et logicielle.
- La quatrième partie, avant de conclure, fait état des évolutions fonctionnelles possibles du produit FACTOR.

SOMMAIRE

	PAGES
1 - LES RESEAUX LOCAUX ET LA NORMALISATION	5
1.1 - Les réseaux locaux	5
1.2 - Normalisation des réseaux	7
1.2.1 - Le modèle OSI (Open System Interconnection)	8
1.2.1.1 - Concepts de base du modèle OSI	10
1.2.1.2 - Couche application	11
1.2.1.3 - Couche présentation	12
1.2.1.4 - Couche session	13
1.2.1.5 - Couche transport	14
1.2.1.6 - Couche réseau	15
1.2.1.7 - Couche liaison de données	16
1.2.1.8 - Couche physique	18
1.2.1.9 - Principes d'interactions entre couches du modèle OSI	19
1.2.2 - Les organismes de normalisation et le modèle OSI	22
1.2.3 - Intérêts et limites du modèle OSI	24
1.2.4 - Les tenants et aboutissants de la normalisation	25
1.2.5 - Attitude vis à vis de la normalisation	26
2 - PRESENTATION DE L'OFFRE RESEAU TELEMECANIQUE	28
2.1 - Hiérarchisation des besoins	28
2.2 - Présentation du réseau FACTOR de la société APSIS	31
2.2.1 - Description du produit	31
2.2.2 - Les flots de données véhiculés	32
2.2.3 - Stratégie d'accès au médium	32
2.2.4 - Interconnexion des équipements	33
2.2.4.1 - La méthode d'accès non assistée	34
2.2.4.2 - La méthode d'accès assistée	34
2.2.5 - Mécanismes d'adressage	35

3 - DESCRIPTION DU PRODUIT TELEMECANIQUE "COUPLEUR RESEAU FACTOR"	37
3.1 - Présentation du produit	37
3.2 - Fonctionnalités	39
3.2.1 - Description de la fonction message	40
3.2.1.1 - Définition des besoins	40
3.2.1.2 - Principes de mise en oeuvre	42
3.2.1.3 - Emission de messages	43
3.2.1.4 - Réception de messages	46
3.2.1.5 - Interface utilisateur	48
3.3 - Architecture matérielle du coupleur FACTOR	50
3.3.1 - Présentation générale	50
3.3.2 - Fonction traitement	52
3.3.2.1 - Utilisation des ressources du processeur	53
3.3.2.2 - Organisation de l'espace mémoire adressable	54
3.3.2.3 - Gestion de la mémoire partagée	55
3.3.3 - Fonction gestion des médiums	56
3.3.4 - Fonction gestion interface automate programmable	58
3.3.5 - Fonction gestion de la face avant du coupleur	60
3.4 - Description du logiciel FACTOR	61
3.4.1 - Présentation générale	61
3.4.2 - Le logiciel FACTOR et le modèle OSI	62
3.4.2.1 - Logiciel d'accès à l'équipement	63
3.4.2.2 - Logiciel de communication	64
3.4.2.3 - Logiciel d'accès aux médiums	67
3.4.3 - Architecture du logiciel FACTOR	68
3.4.3.1 - Les modules logiciels	68
3.4.3.2 - Les tâches logicielles	69
3.4.3.3 - Structures des données échangées entre tâches	71
3.4.3.4 - Communication inter-tâches	75
3.4.4 - Implantation mémoire	80
4 - CONCLUSION	82
5 - BIBLIOGRAPHIE	84
5.1 - Ouvrages de références	84
5.2 - Séminaires articles	85

C H A P I T R E 1

Ce chapitre analyse de manière générale, les fonctionnalités et les domaines d'applications des réseaux locaux.

Il présente ensuite les concepts techniques, ainsi que les tenants et les aboutissants, liés au processus de normalisation international des réseaux locaux.

	PAGES
1 - LES RESEAUX LOCAUX ET LA NORMALISATION	5
1.1 - Les réseaux locaux	5
1.2 - Normalisation des réseaux	7
1.2.1 - Le modèle OSI (Open System Interconnection)	8
1.2.1.1 - Concepts de base du modèle OSI	10
1.2.1.2 - Couche application	11
1.2.1.3 - Couche présentation	12
1.2.1.4 - Couche session	13
1.2.1.5 - Couche transport	14
1.2.1.6 - Couche réseau	15
1.2.1.7 - Couche liaison de données	16
1.2.1.8 - Couche physique	18
1.2.1.9 - Principes d'interactions entre couches du modèle OSI	19
1.2.2 - Les organismes de normalisation et le modèle OSI	22
1.2.3 - Intérêts et limites du modèle OSI	24
1.2.4 - Les tenants et aboutissants de la normalisation	25
1.2.5 - Attitude vis à vis de la normalisation	26

1 - LES RESEAUX LOCAUX ET LA NORMALISATION

1.1 - Les réseaux locaux

Un réseau local est en général décrit comme étant un réseau privé, non public, qui offre des canaux de communication fiables à haute vitesse, optimisé pour interconnecter des unités de traitement d'informations dans une zone géographique limitée telle qu'un bureau, ou un ensemble de bâtiments.

Une multitude de réseaux locaux sont disponibles ou annoncés actuellement sur le marché de l'informatique répartie. On peut citer de manière non limitative:

Réseaux locaux pour la bureautique.

C'est la classe à laquelle on pense le plus souvent quand on parle des réseaux locaux. L'objectif essentiel de ces réseaux est de relier les différentes machines bureautiques d'une entreprise, les machines de traitement de textes, les imprimantes, les ordinateurs supportant les applications de gestion, d'archivage, messageries, ... nécessaires à la vie de l'entreprise. Dans ce type d'applications, les informations à transmettre (transfert de fichiers quelle que soit la nature de leur contenu) sont essentiellement asynchrones, il n'y a pas de contraintes temps réel qui apparaissent de manière cruciale.

Réseaux locaux de micro-ordinateurs.

L'abaissement du coût des micro-ordinateurs professionnels et le développement des logiciels qui leur sont spécifiques, tableurs, logiciels intégrés (aide à la prise de décision, aide à la gestion de planning, ...) font que leur nombre au sein des entreprises est en rapide augmentation. Pour minimiser l'investissement matériel, il est souhaitable de pouvoir partager les ressources les plus chères (imprimantes, disques durs). Le réseau local de micro-ordinateurs a pour but de satisfaire au mieux ces exigences. Là encore le trafic d'informations (fichiers, ...) est essentiellement asynchrone. Dans cette catégorie de réseau, figure les futurs réseaux dont chaque particulier disposera dans son appartement ou sa maison, et qui supporteront un ou plusieurs téléphones et quelques terminaux ou micro-ordinateurs familiaux. Une contrainte importante est le coût de connexion à ces réseaux, qui ne doit représenter qu'une fraction de celui de la machine à connecter, afin de satisfaire les conditions du marché grand public.

Réseaux locaux d'interconnexion de gros calculateurs.

Les gros calculateurs ont de plus en plus besoin d'être reliés entre eux pour partager l'information et mettre en commun des ressources chères. Une utilisation cruciale aujourd'hui pour les gros centres de calcul est celle des mémoires de masse. Les contraintes proviennent surtout des débits extrêmement élevés qui doivent être assurés. Les systèmes d'interconnexion à haut débit destinés à relier soit des processeurs fortement couplés, soit encore des postes de travail CAO-CFAO à des calculateurs effectuant de gros traitements, appartiennent également à ces réseaux locaux d'interconnexion.

Réseaux locaux industriels.

Les réseaux locaux industriels relient en général des capteurs, des actionneurs des minis et micro-ordinateurs qui assurent des fonctions de contrôle de processus (automatisation de chaînes d'assemblage, régulation de four, ...). Ces réseaux ont des contraintes tout à fait particulières; en tout premier lieu la sécurité de fonctionnement. Le réseau local doit tolérer les pannes ou assurer un fonctionnement en mode dégradé (maintenance locale du réseau), tout en acheminant des messages avec un haut degré de fiabilité. Les enjeux économiques de productivité du procédé contrôlé en est la principale raison.

La nature du trafic à prendre en compte est très diverse, trames d'informations courtes (états d'entrées-sorties, alarmes) ou importantes (téléchargement de programmes, images numérisées, ...) émises de manière périodique ou aléatoire. Le système doit pourtant être apte à écouler des pointes de trafic (effets d'avalanches de messages en cas d'alarme) dans des temps garantis.

Les contraintes ne sont pas tellement liées au débit mais à la nécessité de garantir dans certains cas des temps de transport courts bornés et une sécurité de fonctionnement très élevée.

Cette rapide énumération de divers type de réseaux locaux n'a pas l'intention d'être exhaustive, elle met simplement en évidence le fait, que les réseaux locaux doivent répondre à des besoins fonctionnels et économiques différents selon le domaine d'application considéré.

Cette constatation est très importante pour mieux appréhender la complexité du processus de normalisation des réseaux, en cours actuellement dans les différentes instances de normalisation internationales.

1.2 - Normalisation des réseaux

Le besoin sans cesse croissant en informatique répartie, de garantir la coopération entre des équipements d'origines constructeur différentes, nécessite l'adoption de standards universellement reconnus.

ISO	International Standard Organisation,
ANSI	American National Standard Institution,
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers,
ECMA	European Computer Manufacturers Association,
NBS	National Bureau of Standard,
IEC	International Electric Commission,
EIA	Electronic Industries Association
CCITT	Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique,

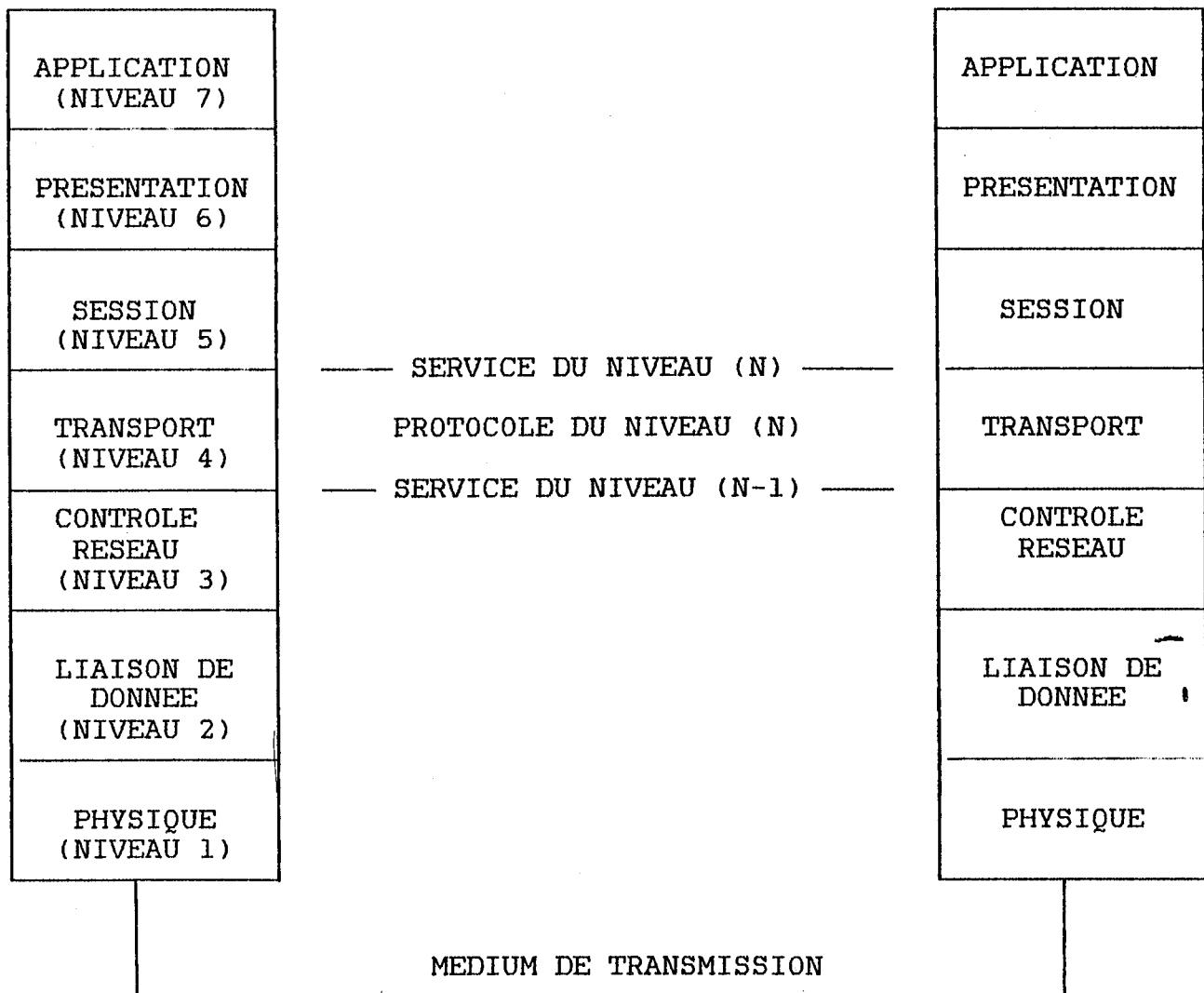
tous ces organismes de normalisation, à portée nationale, européenne ou internationale, ont un objectif commun. Il consiste à établir les spécifications d'un (de) standard(s) en matière de système de communication, permettant l'interconnexion de systèmes informatiques hétérogènes, tous constructeurs et tous domaines d'applications confondus.

1.2.1 - Le modèle OSI

Introduit en 1978 par l'ISO, l'OSI (Open System Interconnection) définit le modèle de référence d'un tel système de communication, sur lequel sont basés tous les travaux des différents organismes de normalisation pré-cités.

L'objectif de ce modèle est de fournir aux différentes équipes internationales d'experts, un cadre conceptuel et fonctionnel servant de base commune de coordination et d'élaboration de normes portant sur l'interconnexion des systèmes.

La technique de structuration de base du modèle de référence OSI est la structuration en couches.



Selon une découpe en 7 couches, ce modèle définit les différents niveaux de services et protocoles associés, pouvant être assurés par un système de communication.

L'origine de cette structuration en couches répond aux objectifs suivants :

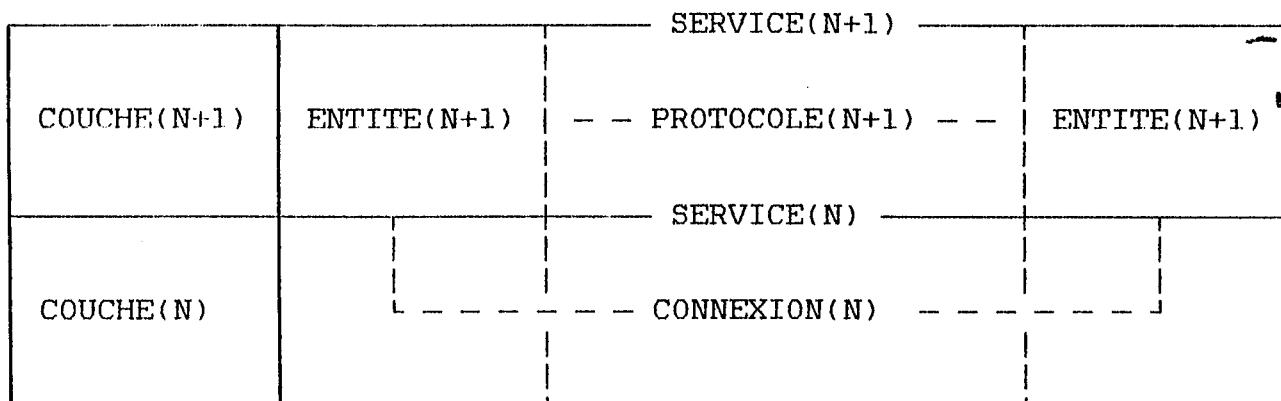
- la nécessité de pouvoir utiliser une variété de supports physiques d'interconnexion, associés à différentes procédures de contrôle, a conduit à identifier une couche "Physique" au plus bas niveau de l'architecture.
- Pour la transmission des données entre systèmes, certains supports physiques de communication nécessitent la mise en oeuvre de techniques spécifiques, au vu de leur taux d'erreurs de transmission inacceptable pour la grande majorité des applications. Ceci a conduit à identifier la couche "Liaison de données" au dessus de la couche physique.
- Dans l'architecture des systèmes ouverts, certains systèmes servent de destination finale des données, d'autres par contre servent uniquement de noeuds intermédiaires retransmettant les données à d'autres systèmes (Gateway). Ceci a conduit à identifier la couche "Contrôle Réseau" au dessus de la couche liaison de données.
- Le contrôle du transport des données d'un système source à un système destination est la dernière fonction à accomplir pour assurer la totalité du service de transport, quelles que soient les qualités de service assurées par les différents supports physiques utilisés pour la communication. Ceci a conduit à identifier la couche "Transport" au dessus de la couche réseau.
- Pour de nombreuses applications il est nécessaire d'organiser, de synchroniser le dialogue et de gérer l'échange des données. Ceci a conduit à identifier la couche "Session" au dessus de la couche transport.
- Les fonctions d'intérêt général restantes sont celles qui ont trait à la représentation et à la manipulation de données structurées, à l'intention des programmes d'application. Ceci a conduit à identifier la couche "Présentation" au dessus de la couche session.
- Enfin au plus haut niveau de l'architecture on trouve les applications utilisateurs qui consistent en des processus d'application effectuant des traitements d'informations. Ceci a conduit à identifier la couche "Application" au dessus de la couche présentation.

Cette approche est très importante, car elle permet de façon conceptuelle, de découper le problème global de la communication en sous-classes de problèmes. Il est possible de faire évoluer une couche sans bouleverser les services et interfaces avec les couches adjacentes, dès que les technologies ou les architectures évoluent.

1.2.1.1 - Concepts de base du modèle OSI

Avant de détailler les fonctionnalités attribuées à chacune des couches du modèle OSI, ce paragraphe a pour but de résumer les principaux concepts de base, sous-jacents à la structuration en couche du modèle OSI.

- Le modèle OSI définit pour chaque couche de niveau (N) la notion de "service offert par le niveau(N)" et la notion de "protocole de niveau(N)".
- Le service du niveau (N) représente l'ensemble des fonctionnalités offertes par la couche (N) aux couches de niveaux supérieurs.
- Le service du niveau (N) est offert par le protocole de niveau (N), à partir du service offert par le niveau (N-1).
- Le protocole de niveau (N) est l'ensemble des règles à mettre en oeuvre entre entités de niveau (N), pour garantir le service de niveau (N), à partir du service de niveau (N-1).
- Une entité de niveau (N) identifie un processus actif parmi plusieurs, au sein de la couche (N).
- Pour pouvoir échanger des informations entre deux ou plusieurs entités de niveau (N+1), il faut établir entre elles une association dans la couche de niveau (N), en suivant un protocole de niveau (N). Cette association est appelée une connexion de niveau (N).
- Une entité (N+1) peut établir une connexion (N) avec une autre entité (N+1) à l'aide du service offert par le niveau (N).



1.2.1.2 - Couche application

En tant que couche la plus élevée du modèle de référence d'interconnexion des systèmes ouverts, la couche application donne aux processus d'applications les moyens d'accéder à l'environnement OSI.

Chaque fois que des communications ont lieu entre processus d'applications, c'est au travers de la couche application que tous les paramètres concernant un processus d'application, sont portés à la connaissance de l'environnement OSI, et donc des mécanismes qui mettent en oeuvre la communication.

Parmi l'ensemble des services fournis aux processus d'applications on peut citer de manière non limitative:

- transfert d'informations entre entités d'applications (service minimum ...)
- identification des partenaires destinés à communiquer
- délivrance de l'autorisation de communiquer
- accord sur les mécanismes de secret
- authentification des partenaires devant communiquer
- détermination des conditions d'imputation des coûts
- détermination de l'adéquation des ressources
- détermination de la qualité de service acceptable (temps de réponse, taux d'erreurs tolérable, coûts associés)
- synchronisation des applications coopérantes
- choix des règles de dialogue
- accord sur les responsabilités de récupération d'erreurs
- identification des contraintes portant sur la syntaxe des données (jeux de caractères, structure des données échangées,..)

De nombreux processus d'applications dans des domaines tels que, la gestion de transactions bancaires, la gestion de fichiers ou terminaux virtuels, le courrier électronique, l'automatisation industrielle, ..., font l'objet actuellement de travaux de normalisation.

1.2.1.3 - Couche présentation

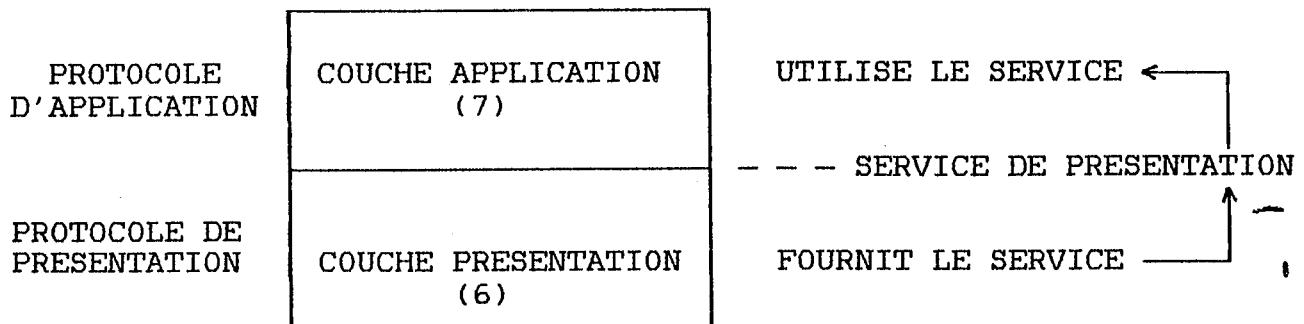
Le rôle de la couche présentation est de prendre en charge la représentation des informations, que des entités d'applications se communiquent, ou auxquelles elles se réfèrent au cours de leur dialogue.

La couche présentation assure cette représentation d'information sous deux aspects complémentaires:

- celui de la syntaxe des données qui correspond à la représentation des données transférées entre entités d'applications.
- celui de la représentation de la structure de données à laquelle les entités d'applications se réfèrent au cours de leur dialogue d'une part et de l'ensemble des actions qui peuvent être effectuées sur cette structure de données d'autre part.

La couche présentation n'interprète pas l'aspect sémantique des données, elle se limite uniquement à l'aspect syntaxique.

La couche présentation fournit les éléments syntaxiques communs utilisés par les entités d'application. Les entités d'application peuvent employer n'importe quelle syntaxe spécifique, la couche présentation assure la transformation entre cette syntaxe spécifique et la syntaxe commune nécessaire à la communication entre entités d'application.



1.2.1.4 - Couche session

Le rôle de la couche session est de fournir aux entités de présentation coopérantes, les moyens nécessaires pour organiser et synchroniser leur dialogue et pour gérer leur échange de données.

Elle offre les services suivants:

- Gestion de l'interaction.

La gestion de l'interaction permet à des entités de présentation de déterminer explicitement l'entité dont c'est le tour d'exercer certaines fonctions de contrôle :

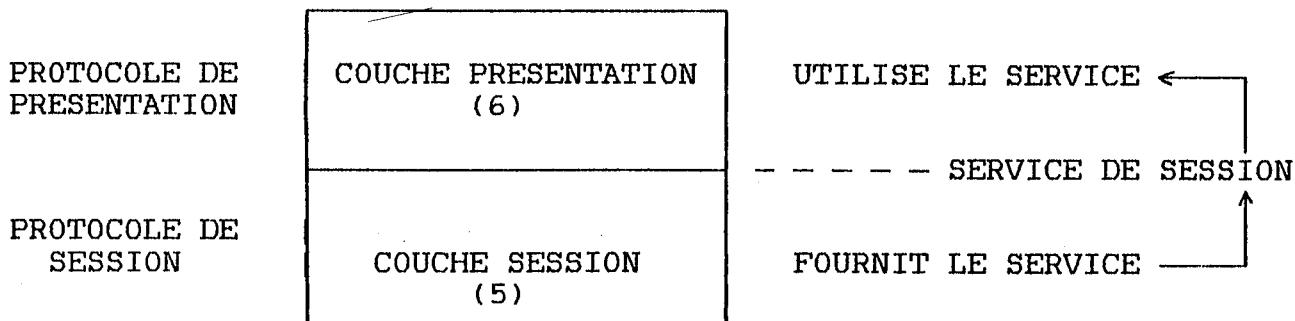
- . Interaction bidirectionnelle simultanée.
Mode d'interaction dans lequel chacune des deux entités de présentation peuvent simultanément émettre et recevoir.
- . Interaction à l'alternat.
Mode d'interaction dans lequel l'entité de représentation qui a le tour de parole peut émettre, alors que sa correspondante n'est autorisée qu'à recevoir.
- . Interaction unidirectionnelle.
Mode d'interaction dont le tour de parole n'est attribué qu'à une seule entité.

- Synchronisation

Facilité du service de session permettant à des entités de présentation de définir et d'identifier des points de synchronisation, de remettre une connexion de session dans un état défini à l'avance et de convenir d'un point de resynchronisation.

- Mise en quarantaine

Facilité du service de session permettant de ne pas mettre à disposition de l'entité de présentation destinataire, un nombre entier d'unités de données du service de session envoyées sur une connexion de session, tant qu'elles n'ont pas été explicitement libérées par l'entité de présentation expéditrice.



1.2.1.5 - Couche transport

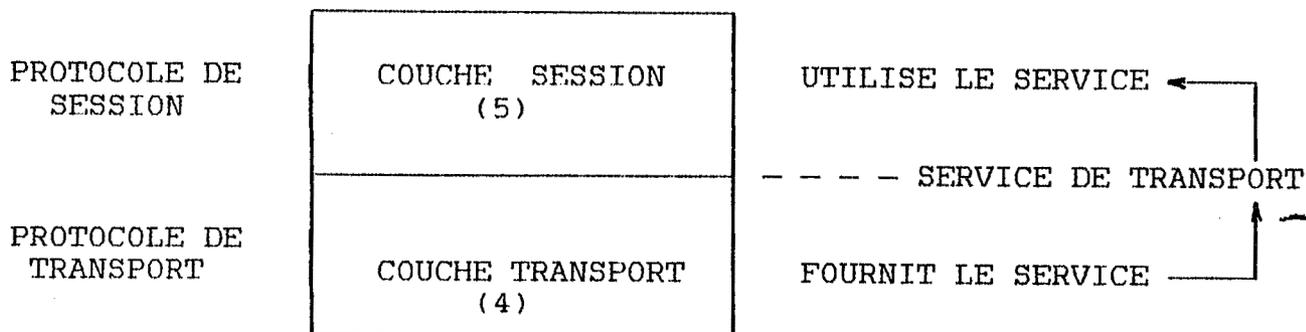
La couche transport assure un transfert de données transparent entre entités de session, en déchargeant complètement celles-ci des détails de gestion des moyens de communication utilisés pour exécuter le transfert.

La couche transport optimise l'utilisation des services de réseau disponibles, afin d'assurer au moindre coût, une qualité de service transport donnée.

Au moment de l'établissement d'une connexion de transport, les entités de session négocient la qualité de service transport à utiliser parmi un ensemble défini de classes de services disponibles. Ces classes de services sont caractérisées par des combinaisons de certains paramètres tels que le débit, le délai de transit et le délai d'établissement de connexion, ainsi que par des paramètres tels que le taux d'erreur résiduel et la disponibilité du service.

Le service transport masque aux entités de session les différences de qualité de service assurée par le service réseau. Ces différences de qualité de service existent de par la diversité des moyens de communication utilisés par la couche réseau pour garantir le service réseau (réseau téléphonique, réseau local, ...).

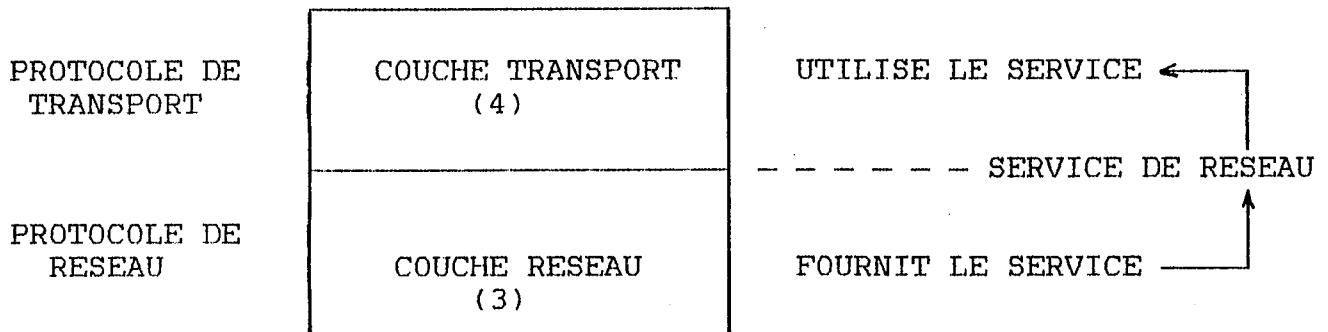
Le transfert de données assuré par le service transport a une signification "bout en bout".



1.2.1.6 - Couche réseau

La couche réseau assure un transfert transparent de données entre entités de transport. Elle rend les entités de transport indépendantes des problèmes de choix du chemin physique à employer et du routage de l'information. Ces problèmes sont liés à l'établissement et au fonctionnement d'une connexion de réseau, y compris dans le cas où plusieurs sous-réseaux sont utilisés pour assurer le transfert de données (Gateway).

Dans le cas d'un réseau public, les services fournis à la couche transport le sont à un coût connu.



1.2.1.7 - Couche liaison de données

La couche liaison de données assure un transfert transparent de données entre entités de réseau. Dans le cas des réseaux locaux elle est constituée de deux sous-couches, LLC (Logical Link Control) et MAC (Medium Access Control).

La sous-couche LLC est commune quel que soit le type de méthode d'accès au médium utilisé.

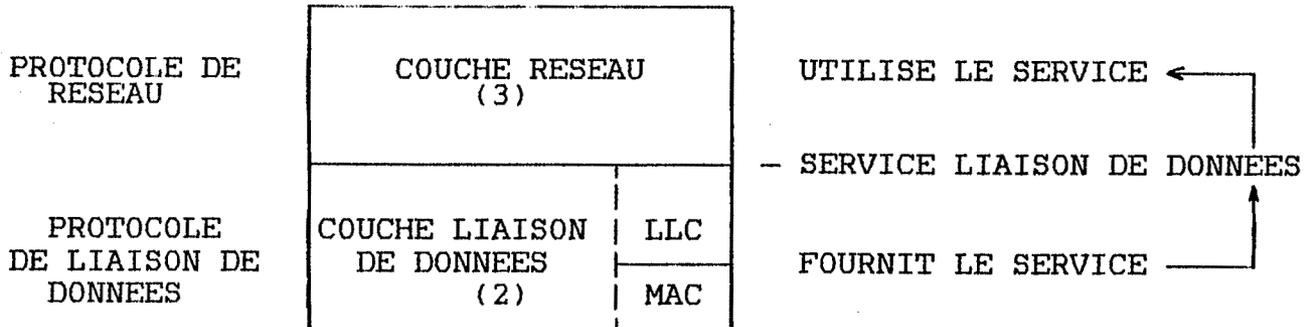
- La sous-couche LLC permet, dans la mesure du possible, de détecter et de corriger les erreurs de transmission pouvant se produire dans la couche physique, via la mise en oeuvre d'une structure de trame d'informations comportant :

- . fanions de début de trame
- . longueur de trame
- . adresse physique émetteur et destinataire
- . données à transférer
- . code de redondance cyclique pour détection et recouvrement d'erreurs

Deux classes de service peuvent être proposées dans la sous-couche LLC:

- . Une classe de service par lequel deux entités de réseau échangent des données sans avoir recours à l'établissement d'une connexion de liaison de données. Le transfert de données peut alors être de type point à point, diffusion générale à toute station (broadcast), ou diffusion sélective sur un groupe de stations (multicast). Ce type de transfert peut être utile afin de ne pas dupliquer dans la couche liaison de données des services tels que recouvrement d'erreurs, séquençement, contrôle de flux, pouvant déjà exister dans des couches supérieures (ex:transport).
Ce service répond à des besoins d'applications où il n'est pas absolument nécessaire de garantir un transfert fiable sur toutes les unités de données transférées.
- . Une classe de service par lequel deux entités de réseau échangent des données par l'intermédiaire de l'établissement d'une connexion de liaison de données. Ce service assure outre un transfert de données point à point entre entités de réseau, des fonctions de séquençement, de contrôle de flux et de recouvrement d'erreurs, dans la mesure où ces fonctions ne sont pas assurées par des couches de niveau supérieur (ex: procédure X25 TRANSPAC).

- La sous-couche MAC met en oeuvre la stratégie d'accès au médium, utilisée par l'ensemble des stations connectées au réseau pour émettre des unités de données de la sous-couche LLC. Son objectif est de gérer les demandes simultanées d'accès au médium de plusieurs stations désirant émettre, et d'éviter que celles-ci interfèrent entre elles.

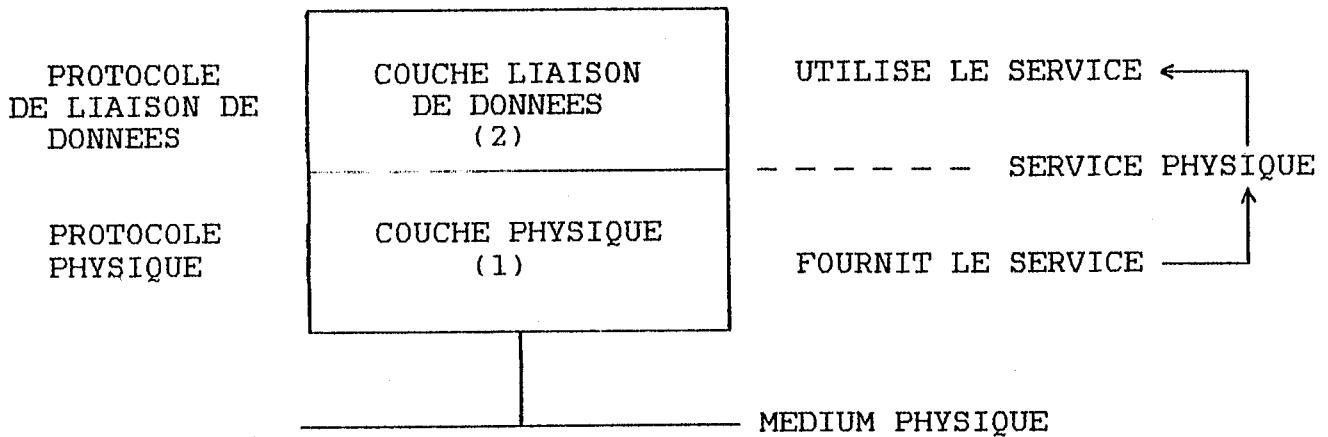


1.2.1.8 - Couche physique

La couche physique fournit :

- . les moyens mécaniques, forme des connecteurs, nombre et disposition des broches,
- . les moyens électriques, niveaux de tension,
- . les moyens fonctionnels, codage FSK, MANCHESTER, NRZ, nécessaires à la transmission transparente de trains de bits entre entités de liaison de données.

Cette transmission s'opère sur des connexions physiques pouvant être de natures diverses (transmission satellite, lignes téléphoniques, câble coaxial en milieu parasité ou non, fibres optiques , ...).



1.2.1.9 - Principes d'interactions entre couches du modèle OSI

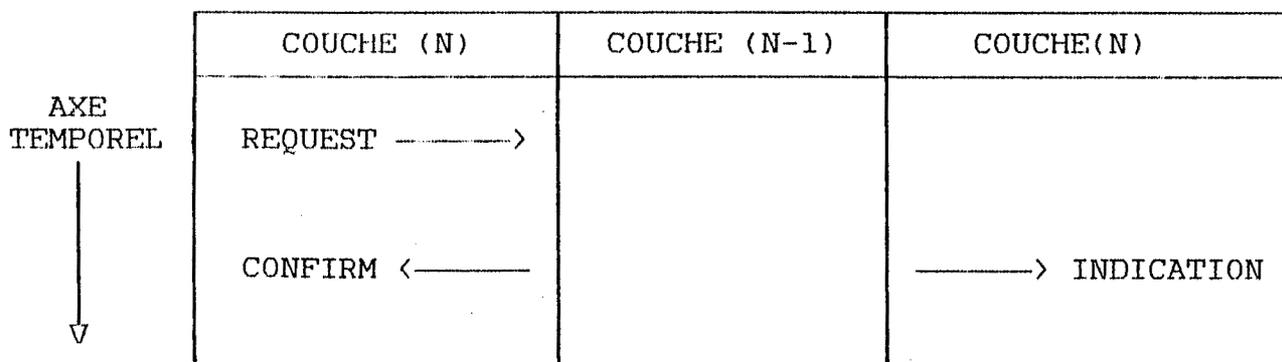
Après avoir présenté les fonctionnalités des différentes couches du modèle OSI, ce paragraphe a pour objectif de résumer les principales notions employées pour la mise en oeuvre des couches du modèle OSI. Ces notions se réfèrent essentiellement à :

- l'interface d'interaction entre couches du modèle,
- identifications des données échangées entre couches du modèle,
- techniques d'échange des données entre couches du modèle.

Interface d'interaction entre couches du modèle

Le service fourni par une couche du modèle représente l'ensemble des fonctionnalités offertes aux utilisateurs des couches supérieures. Cette notion abstraite de service, est matérialisée par un ensemble de primitives paramétrées. La nature de ces primitives et des paramètres associés caractérise le service rendu. La notion de service est indépendante de toute implémentation matérielle ou logicielle particulière. Il existe trois types de primitives:

- REQUEST
la primitive REQUEST est transmise par la couche (N) à la couche (N-1) pour demander l'initialisation d'un service,
- INDICATION
la primitive INDICATION est transmise par la couche (N-1) à la couche (N) pour indiquer l'apparition d'un événement interne à la couche (N-1), qui a une signification pour la couche (N). Cet événement peut être associé soit à une demande distante d'un service, soit à un événement local interne à la couche (N-1),
- CONFIRM
la primitive CONFIRM est transmise par la couche (N-1) à la couche (N) pour rendre compte des résultats associés à une précédente primitive de type REQUEST.



Identification des données échangées entre couches

Les primitives du service de niveau (N) sont matérialisées par l'existence de trames d'informations dénommées SDU(N), Service Data Unit du niveau (N).

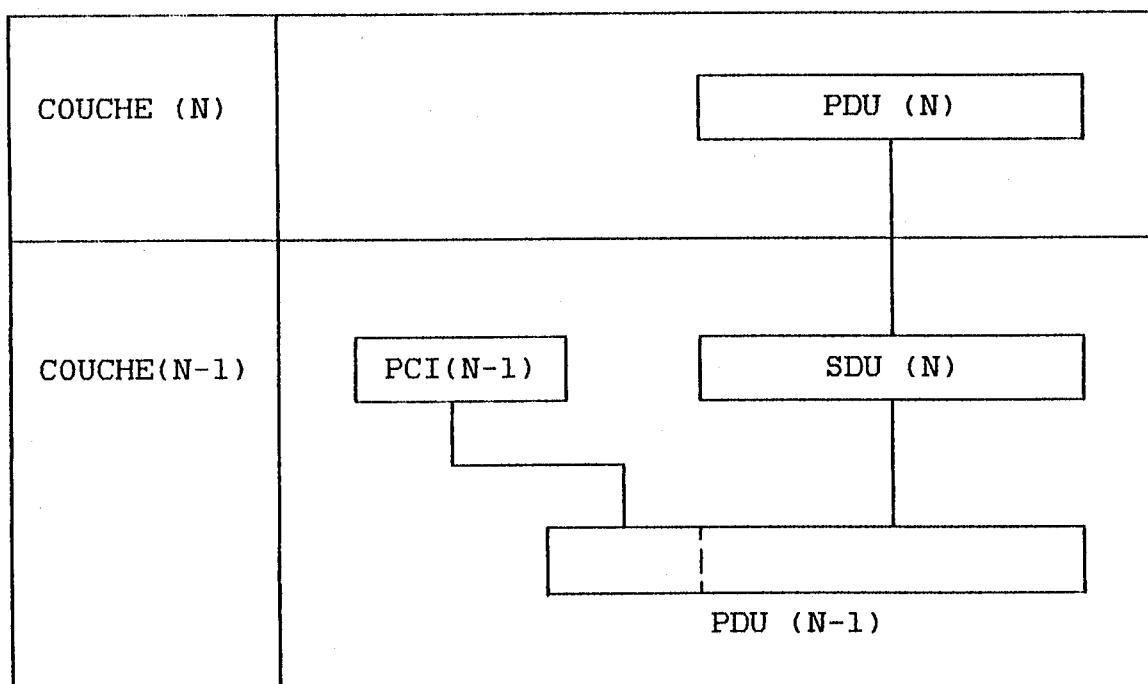
On peut donc distinguer des trames du type :

- PSDU Presentation Service Data Unit
- SSDU Session Service Data Unit
- TSDU Transport Service Data Unit
- NSDU Network Service Data Unit
- LSDU data Link Service Data Unit

Le protocole de niveau (N) est matérialisé par l'échange de trames d'informations dénommées PDU(N), Protocol Data Unit du niveau (N).

On peut distinguer de la même manière des trames du type :

- PPDU Presentation Protocol Data Unit
- SPDU Session Protocol Data Unit
- TPDU Transport Protocol Data Unit
- NPDU Network Protocol Data Unit
- LPDU data Link Protocol Data Unit



PCI : Information de contrôle de protocole
PDU : unité de donnée du protocole (Protocol Data Unit)
SDU : unité de donnée du service (Service Data Unit)

Techniques d'échange des données entre couches du modèle

Tout ou partie des techniques citées ci-après est utilisé par les différentes couches du modèle, selon les fonctionnalités que celles-ci doivent assurer. Ces techniques sont mises en oeuvre soit lors d'interactions entre couches adjacentes, soit lors d'interactions entre couches homologues distantes. Certaines couches du modèle peuvent ne pas faire appel à ces techniques, et se reposer sur l'emploi de celles-ci dans des couches inférieures ou supérieures du modèle.

On distingue de manière non exhaustive les techniques suivantes:

- Contrôle de flux
fonction contrôlant le flux des données entre couches homogènes distantes ou entre couches adjacentes.
- Multiplexage
fonction d'une couche (N) permettant de prendre en charge plusieurs connexions (N) sur une seule connexion (N-1)
- Démultiplexage
fonction accomplie par une entité (N) qui identifie des unités de données du protocole (N) correspondant à plusieurs connexions (N) parmi les unités de données de service (N-1) reçues sur une connexion (N). C'est la fonction inverse de la fonction multiplexage.
- Segmentation
fonction accomplie par une entité (N) pour mettre en correspondance une unité de données du service (N) avec plusieurs unités de données de protocole (N).
- Réassemblage
fonction accomplie par une entité (N) pour mettre en correspondance plusieurs unités de données du protocole (N) avec une entité de données du service (N). C'est la fonction inverse de la fonction segmentation.
- Maintien en séquence
fonction assurée par la couche (N) pour conserver la séquence des unités de données de service (N) remises à la couche (N).
- Accusé de réception
fonction de la couche (N) permettant à une entité (N) destinataire d'informer une entité (N) expéditrice de la réception d'une unité de données du protocole (N).
- Réinitialisation
fonction mettant les entités (N) correspondantes dans un état défini à l'avance, avec possibilité de perte ou de duplication de données.

1.2.2 - Les organismes de normalisation et le modèle OSI

Après avoir présenté le modèle OSI, son architecture, ses fonctionnalités, les techniques employées, le tableau suivant cite les références d'une partie des différents travaux des organismes de normalisation vis-à-vis du modèle de référence OSI.

MODELE DE REFERENCE OSI	ISO	IEEE	ECMA	NBS	CCITT
	ISO DIS 7498				
APPLICATION (7)	ISO TR6132		ECMA 88 ECMA 87 ECMA 85	NBS ICST/HLNP 80-6	
REPRESENTATION (6)			ECMA 84 ECMA 86		
SESSION (5)			ECMA 75	NBS ICST/HLNP 80-1 NBS ICST/HLNP 81-2	
TRANSPORT (4)	ISO DIS 8072 ISO DIS 8073		ECMA 72	NBS ICST/HLNP 81-20 NBS ICST/HLNP 83-1 NBS ICST/HLNP 83-3 NBS ICST/HLNP 83-4 NBS ICST/HLNP 83-5	
RESEAU (3)	ISO DIS 8348	IEEE 802.1	ECMA TR-13	NBS ICST/HLNP 80-15	
LIAISON DE DONNEE (2)	ISO DIS 4335	IEEE 802.2			X 2 5
	ISO DIS 7809	IEEE	IEEE	IEEE	
PHYSIQUE (1)		802.3	802.4	802.5	
		CSMA/ CD BUS	TOKEN BUS	TOKEN RING	ECMA 81 ECMA 80

ETHERNET
MAP
RESEAU IBM

Les travaux du comité 802 de l'IEEE ont aujourd'hui la plus grande influence en matière de normalisation des réseaux locaux. Les travaux de l'ECMA convergent aussi vers les avis de l'IEEE.

Cependant les objectifs de l'IEEE sont plus restreints que ceux de l'ISO. D'une part le modèle OSI d'interconnexion des systèmes ouverts concerne les réseaux publics, alors que l'IEEE ne s'intéresse qu'aux réseaux locaux, c'est à dire aux réseaux de communication de données dont l'étendue est limitée à un immeuble, un campus d'université, ou une usine.

D'autre part l'IEEE 802 ne vise pas l'interconnexion universelle de systèmes, mais plutôt l'utilisation d'un médium unique par des équipements différents. Ces équipements peuvent ou non appartenir à des applications fonctionnelles séparées.

Aussi les spécifications de l'IEEE 802 couvrent essentiellement les niveaux 1 et 2 du modèle de référence OSI.

On peut toutefois constater que les normes n'exploitent pas encore toutes les possibilités technologiques, en ce qui concerne notamment les fibres optiques, support de transmission des futurs réseaux.

1.2.3 - Intérêts et limites du modèle de référence OSI

Le modèle de référence de l'ISO est important comme base de développement des travaux de standardisation et constitue un guide de mise en oeuvre. Il facilite l'analyse des fonctions d'un réseau, mais il comporte aussi un certain nombre de limites:

- L'état de la normalisation ne couvre actuellement que les couches basses du modèle, les couches session et celles de niveaux supérieurs sont encore floues.
- D'autre part ce modèle est surtout adapté à l'interconnexion de grands ordinateurs hétérogènes (gestion de base de données, calculateurs scientifiques, ...). Il ne répond pas directement aux spécificités des réseaux locaux de contrôle-commande des systèmes de productique, où l'aspect "temps" est un critère fonctionnel important (datation des messages, validité temporelle d'un message, ...).
Il existe toutefois une tentative de convergence des travaux du comité PROWAY (normalisation des réseaux locaux de contrôle commande, sous groupe IEC) avec ceux du comité 802.4 de l'IEEE.
- Difficulté d'évaluer la conformité aux normes. En effet il n'existe pas à l'heure actuelle d'outils de certification de protocoles efficaces, ce qui rend illusoire les annonces de conformité aux sept couches, annoncées par les constructeurs.

1.2.4 - Les tenants et les aboutissants de la normalisation

Au vu du large spectre des intérêts particuliers, stratégiques, économiques et techniques des différents intervenants (organismes de normalisation, utilisateurs industriels, organismes d'état, ...), il est compréhensible que les instances de normalisation doivent composer avec des exigences variées. Elles se sont donc résignées à normaliser plus d'un réseau local, avec plus d'une topologie, plus d'une méthode d'accès au médium, plus d'un mode de transmission et enfin plus d'un type de médium, sans pour autant favoriser une prolifération de normes et de solutions.

Il est toutefois instructif de remarquer l'existence d'une convergence entre l'influence politico-économique de certains constructeurs et les normes promulguées. Cette convergence exprime bien quels sont les enjeux du processus de normalisation des réseaux. Les constructeurs les plus importants, ou association de constructeurs, au vu de la part de marché qu'ils représentent, imposent leurs solutions techniques par le biais de la normalisation.

Certains produits ont été ainsi normalisés de par le fait de leur existence et de leur acceptation massive sur le marché. Dans le domaine de la bureautique, ETHERNET initialement développé par XEROX puis supporté par DEC, INTEL et depuis par bien d'autres, est un exemple d'un tel produit. Les concepts d'ETHERNET sont normalisés par le comité 802.3 de l'IEEE.

MAP, Manufacturing Automation Protocol, initialement spécifié par GENERAL MOTORS et maintenant officiellement supporté par de grands leaders mondiaux tel que GENERAL ELECTRIC, GOULD MODICON, ALLEN-BRADLEY, INTEL, HEWLETT PACKARD, DEC, UNGERMANN-BASS et bien d'autres non avoués au niveau européen, sera certainement dans un futur proche, l'équivalent d'ETHERNET dans le domaine de la productique. MAP intègre le concept du jeton, normalisé par le comité 802.4 de l'IEEE.

C'est à terme l'existence de composants qui vaudra valeur de validation et de promotion des normes de réseaux locaux.

1.2.5 - Attitude vis à vis de la normalisation

Pour tout constructeur de produits réseaux n'ayant pas d'ambitions avouées au niveau des instances de normalisation, le respect des normes existantes ou à venir dans la conception de ses produits, est le garant à plus ou moins long terme :

- de la possibilité d'assimiler la sortie des nouveaux composants qui intègrent progressivement les fonctions des couches du modèle OSI. Ceci permet de réduire la complexité de développement des produits ainsi que les délais de réalisation, sans remettre en cause radicalement les investissements logiciels et matériels déjà engagés.
- de la possibilité, au vu de la production de masse de ces composants et de la diminution du coût matière dû à l'intégration, d'atteindre un coût de connexion à un réseau en regard du prix des équipements à connecter. Dix à douze pour cent, est un objectif espéré pour le ratio "prix connexion / prix équipement connecté".
- de la future possibilité d'homologation des produits réseaux développés, ce par domaine d'application, garantissant aux utilisateurs l'adéquation d'un bon fonctionnement des équipements hétérogènes sélectionnés par celui-ci.
- de pouvoir annoncer commercialement l'adoption de normes, permettant ainsi de toucher un marché d'utilisateurs potentiellement plus important.

Cependant les constructeurs désireux de conduire le développement d'un produit réseau, ne peuvent pas se permettre d'attendre l'aboutissement du processus de normalisation et donc de la disponibilité des composants sur le marché. En effet, ils doivent effectuer très rapidement des choix de conception et de réalisation, pour espérer pouvoir répondre à un besoin utilisateur urgent ou éventuellement spécifique.

Il existe donc avant la maturité de certains standards, des créneaux temporels où des produits hors normes ont une opportunité et une certaine durée de vie, car ils répondent à un besoin utilisateur immédiat. Toutefois afin d'être adopté sur le marché, de tels produits doivent clairement annoncer leur volonté d'offrir soit une future compatibilité aux standards, une fois ceux-ci finalisés, soit une passerelle (gateway) vers ces standards.

C H A P I T R E 2

Ce chapitre présente l'offre de TELEMECANIQUE en matière de produits réseaux, vis-à-vis de l'existence d'une segmentation du marché des réseaux locaux industriels.

Il présente ensuite, le produit réseau FACTOR de la société APSIS.

	PAGES
2 - PRESENTATION DE L'OFFRE RESEAU TELEMECANIQUE	28
2.1 - Hiérarchisation des besoins	28
2.2 - Présentation du réseau FACTOR de la société APSIS	31
2.2.1 - Description du produit	31
2.2.2 - Les flots de données véhiculés	32
2.2.3 - Stratégie d'accès au médium	32
2.2.4 - Interconnexion des équipements	33
2.2.4.1 - La méthode d'accès non assistée	34
2.2.4.2 - La méthode d'accès assistée	34
2.2.5 - Mécanismes d'adressage	35

2 - PRESENTATION DE L'OFFRE RESEAU TELEMECANIQUE

2.1 - Hiérarchisation des besoins

L'automatisation donne naissance dans les unités de production à une multiplication "d'îlots automatisés" tels que, commandes numériques, automates programmables, calculateurs industriels, systèmes de gestion, etc.

La politique de connexion industrielle d'une entreprise, doit répondre non seulement aux objectifs localisés de cette automatisation, mais doit aussi répondre aux objectifs d'une gestion globale de l'entreprise. L'enjeu est l'intégration de ces îlots d'automatisation, à la gestion de production (ateliers flexibles), et à la gestion générale (financière, commerciale, personnel, ...) de l'entreprise. La maîtrise des flux d'informations entre ces "îlots", devient un des points clefs de l'optimisation des systèmes de production de l'entreprise.

La répartition "d'îlots automatisés" au sein d'une entreprise, ne se fait pas au hasard, elle s'organise selon une structure fonctionnellement et géographiquement hiérarchisée, et dont les strates successives induisent des besoins de communication diversifiés en termes de protocoles d'application, de temps de réponse, de sûreté de fonctionnement, de nombre d'abonnés(stations), de distance à couvrir, de vitesse de transmission et de résistance à l'environnement.

Pour répondre à la diversité fonctionnelle et économique de ces besoins, l'offre réseau de TELEMECANIQUE est structurée autour d'une gamme de réseaux :

- . réseau de niveau "flux d'information processus", bas de gamme
- . réseau de niveau "gestion salle de commande", milieu de gamme
- . réseau de niveau "informatique", haut de gamme.

Réseau de niveau "flux d'information processus"

Géographiquement situé autour du procédé à contrôler, machine, atelier, il permet l'interconnexion des dispositifs de commande, automates programmables, systèmes d'acquisition et de restitution des informations, (entrées-sorties tout ou rien, analogiques, comptage rapide, ...).

Outre la capacité de communication d'états ou d'événements dans des temps garantis, les objectifs essentiels de ce niveau de réseau sont :

- . un faible coût de connexion
- . la réduction des coûts de câblage entre processus et équipements d'automatismes.

Couvert actuellement par le produit réseau TELWAY7, il s'agit d'un réseau local homogène, qui permet de communiquer uniquement entre des équipements TELEMÉCANIQUE, selon des protocoles d'applications spécifiques à TELEMÉCANIQUE.

Il existe actuellement une volonté de normalisation de ce niveau de réseaux, notamment dans le cadre du projet FIP (Flux Information Processus).

Réseau de niveau " gestion salle de commande"

Géographiquement situé au niveau d'un atelier d'une usine, il permet l'interconnexion du niveau pré-cité et de l'informatique de l'entreprise.

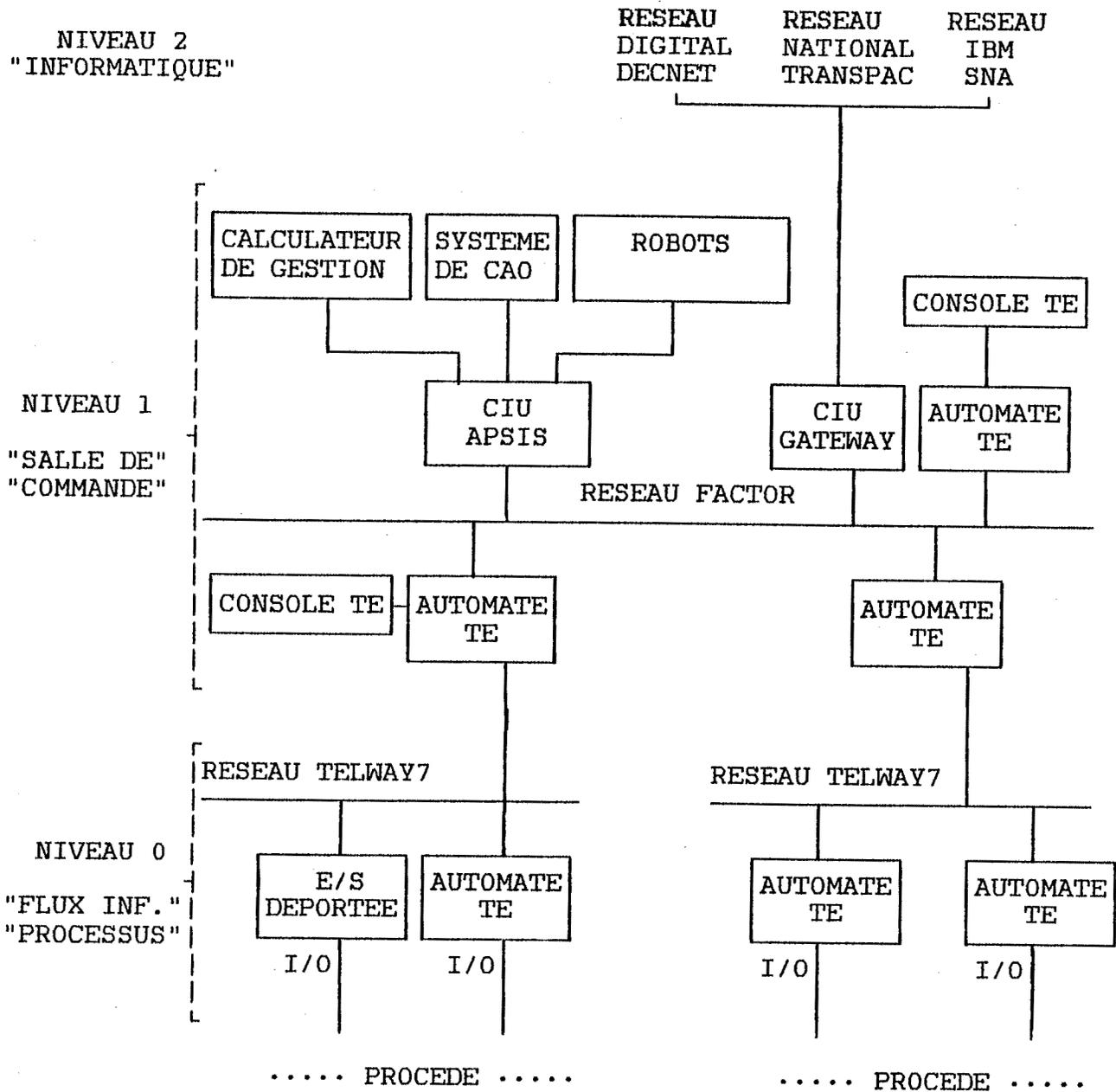
Couvert actuellement par le produit réseau FACTOR, il s'agit d'un réseau local hétérogène, reliant des équipements de nature et de constructeurs différents, automates programmables, calculateurs de gestion de production, robots, postes de contrôles.

De par le caractère d'hétérogénéité des matériels connectés, ce niveau de réseau nécessite l'adoption de normes internationales en matière d'interconnexion des systèmes ouverts.

Réseau de niveau "informatique"

Il permet l'interconnexion d'usines de production décentralisées, de départements d'un groupe industriel, à l'échelle nationale ou internationale.

Ce niveau est couvert par des réseaux du type DECNET de DIGITAL, SNA d'IBM et TRANSPAC ou TELECOM1 au niveau national. Ils permettent l'interconnexion d'ordinateurs supportant d'importantes bases de données (systèmes de CAO, données conjoncturelles, ...). Ces besoins seront couverts à terme par le développement de passerelles (gateway) sur le réseau FACTOR.



NIVEAU "Informatique"

Consolidation des données au niveau d'un groupe industriel gestion organisationnelle, stratégique de la société.

NIVEAU "Gestion salle de commande"

exploitation, maintenance, synoptiques opérateurs, téléchargement (ateliers flexibles).
Gestion de production (commandes clients, planning, stocks, consolidation locale des données, ...),

NIVEAU "Flux d'informations processus"

Automatismes de commande, de surveillance, de signalisation, de régulation, d'acquisition et de réglage.

NIVEAU "Procédé"

Informations issues des capteurs, commande des actionneurs.

2.2 - Présentation du réseau FACTOR de la société APSIS

Après avoir situé le réseau FACTOR dans l'offre réseau de TELEMECANIQUE, la suite de ce chapitre est consacrée à une présentation du réseau FACTOR.

FACTOR est un réseau local hétérogène de productique, développé par la société APSIS, permettant la mise en oeuvre d'applications sûres de fonctionnement en milieu industriel.

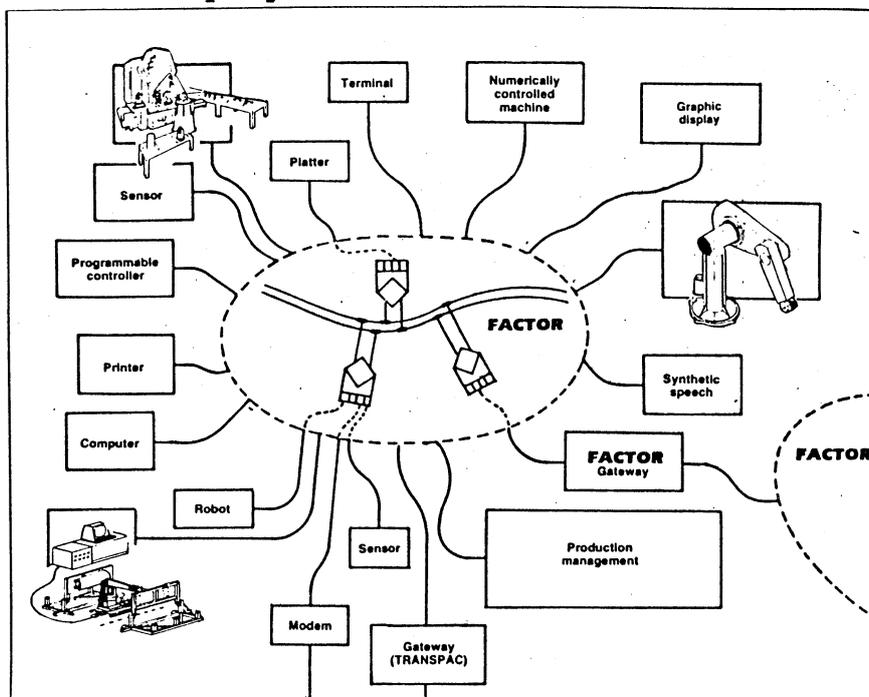
2.2.1 - Description du produit

FACTOR est un produit informatique qui permet le transfert d'informations nécessitées par les applications modernes d'automatisation de la production, qui mettent en oeuvre des robots, des automates programmables, des ordinateurs, des micro-calculateurs, ... Il constitue un outil de communication entre équipements HETEROGENES.

Un communicateur CIU (Communication Interface Unit), de la société APSIS, constitue une interface intelligente entre des équipements hétérogènes et le réseau FACTOR. Un communicateur CIU peut supporter jusqu'à 4 équipements hétérogènes, connectés par des liaisons V24, GPIB, ou autres.

Conçu autour de la norme 802.3 de l'IEEE, le réseau FACTOR a une topologie de type bus. Il utilise une transmission en bande de base codage manchester à 2 mégabits par seconde, sur un ou deux médiums de transmission de type câble coaxial de 2km maximum.

Un réseau FACTOR peut être composé de 1 à 64 segments de 2km (tronçons de câble coaxial liés par des répéteurs passifs), chaque segment peut supporter 64 stations de type communicateur CIU ou autres (automate programmable TE).



2.2.2 - Les flots de données véhiculés

Afin de répondre aux caractéristiques des transferts d'informations dans les applications temps réel réparties de contrôle de procédé telles que :

- . caractéristiques sporadiques (transfert de fichier, téléchargement),
- . caractéristiques express (effet d'avalanche suite à une alarme),
- . caractéristiques périodiques (dialogue, gestion des états, ...),

FACTOR assure la gestion de deux flots de données :

- un flot de données normal,
- un flot de données express, prioritaire par rapport au flot de données normal.

Le flot de données normal est véhiculé sur un médium, le flot de données express sur l'autre médium. En cas de panne ou de maintenance d'un des deux médiums, les deux flots de données sont véhiculés sur le médium valide, la commutation est automatique.

2.2.3 - La stratégie d'accès au médium

La stratégie d'accès au médium APSISNET, est de type CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) avec mise en oeuvre d'un système de priorités APSIS pour la résolution des conflits d'accès au médium en cas de collision. L'objectif de la stratégie d'accès au médium APSISNET est de garantir :

- le meilleur temps d'accès possible en cas de faible trafic sur le médium, par une stratégie de type CSMA/CD,
- un temps d'accès borné en cas de fort trafic sur le médium, par la mise en oeuvre d'un mécanisme de priorité APSIS en cas de collision.

2.2.4 - Interconnexion des équipements

La connexion d'un équipement hétérogène à un communicateur CIU comprend :

- une partie physique, c'est la nature de la liaison utilisée pour connecter l'équipement au communicateur (liaison série V24 ou boucle de courant, GPIB, ...)
- la gestion logique de la liaison physique ou procédure de gestion de ligne, qui peut être :
 - . La procédure FNEI (Factor Network Equipment Interconnection), de liaison point à point "half duplex", proposée en standard par APSIS,
 - . La procédure "full duplex" de type terminal, également proposée en standard par APSIS. Cette procédure gère la connexion entre le communicateur et l'équipement de façon bidirectionnelle simultanée, la qualité de la liaison est alors celle offerte par la liaison physique.
 - . Une procédure spécifique développée par l'utilisateur.
- la méthode d'accès au logiciel réseau, utilisée par l'équipement FACTOR offre deux types de méthodes d'accès:
 - . Une méthode d'accès non assistée
 - . Une méthode d'accès assistée mono ou multi-voies.

Pour chaque équipement hétérogène connecté, il existe dans le communicateur, un "représentant d'application", qui met en oeuvre d'une part la procédure de gestion de ligne et d'autre part la méthode d'accès au logiciel réseau.

Les informations sont échangées sous forme de messages utilisateurs de longueur variable, dont la signification n'est connue que des applications, et sous forme de compte-rendus fournis par la méthode d'accès aux applications pour contrôler les échanges.

2.2.4.1 - La méthode d'accès non assistée

La méthode d'accès non assistée est proposée aux équipements programmables acceptant de prendre en charge les contraintes d'accès au réseau. Le représentant d'application se contente alors de mettre les messages envoyés par l'équipement ou par le réseau, sous une forme acceptée par les outils de communication du système. Les objets manipulés par les applications utilisant la méthode d'accès non assistée sont essentiellement :

- les boîtes aux lettres ,
- les sessions.

2.2.4.2 - La méthode d'accès assistée

L'objet de cette méthode est de rendre les échanges à travers le réseau transparents pour l'équipement connecté, et donc d'offrir aux applications une interface leur permettant, autant que faire se peut, d'ignorer les contraintes dues à l'interface session, du logiciel réseau.

Dans la méthode d'accès assistée, on appelle "voie", l'entité logique permettant à une application connectée au réseau de dialoguer avec un correspondant et un seul, il s'agit d'une liaison de type point a point. Une voie correspond à deux boîtes aux lettres et à la session qui les relie.

La méthode d'accès assistée offre deux services de connexion :

- Le premier permet de définir une session par équipement connecté et est appelé le service "monovoie",
- Le second permet de définir plusieurs sessions par équipement connecté et est appelé le service "multivoies".

2.2.5 - Le mécanisme d'adressage

FACTOR permet à des applications de communiquer indépendamment de leur localisation physique sur le médium. Chaque station est identifiée par un nom, composé de quatre caractères alphanumériques, unique dans le réseau, associé à une adresse physique lors de la configuration du réseau.

Pour communiquer entre elles, les applications disposent d'objets appelés "boîtes aux lettres" qui sont les seules entités adressables du réseau.

Elles donnent une représentation des applications sur le réseau à travers deux fonctions:

- la désignation de l'application sur le réseau,
- la définition du comportement de cette application.

Quand une application crée une boîte aux lettres, elle lui assigne un nom logique (4 caractères alphanumériques) qui concaténé au nom logique de la station (4 caractères alphanumériques) forme son nom externe. C'est ce nom externe qui permet d'accéder à cette boîte aux lettres depuis les différents points du réseau. De plus une boîte aux lettres possède un attribut de type : serveur, client ou lettre. A chacun de ceux-ci est associé un sous-ensemble des primitives de la méthode d'accès. En créant des boîtes aux lettres de types différents, une application se donne la possibilité d'apparaître simultanément avec des noms et comportements différents.

Une "connexion de session" est la liaison entre deux boîtes aux lettres, gérée par les applications communicantes. La connexion de session est une entité créée dynamiquement entre une boîte aux lettres de type client et une boîte aux lettres de type serveur. Seule l'application qui possède la boîte aux lettres client, peut prendre l'initiative de la création de la connexion de session, la boîte aux lettres correspondante acceptant ou refusant cette création. Les applications possédant une connexion de session peuvent utiliser l'ensemble des primitives de la méthode d'accès qui manipulent cet objet et donc en particulier émettre et recevoir des messages normaux ou express.

Les boîtes aux lettres de type "lettre" sont utiles aux applications ne nécessitant pas de sécurité de transfert au niveau réseau. Les lettres sont envoyées sans aucune tentative d'assurer leur bonne réception par le destinataire. Leur taille est limitée comme pour les messages express à la taille de l'information élémentaire circulant sur le réseau soit 128, 256, 512, ou 1024 octets, valeur définie lors de la génération du système.

C H A P I T R E 3

Après avoir présenté et situé le réseau FACTOR au sein de l'offre réseau TELEMECANIQUE, ce chapitre est consacré à la description du produit "coupleur réseau FACTOR", ses fonctionnalités, son architecture matérielle et logicielle.

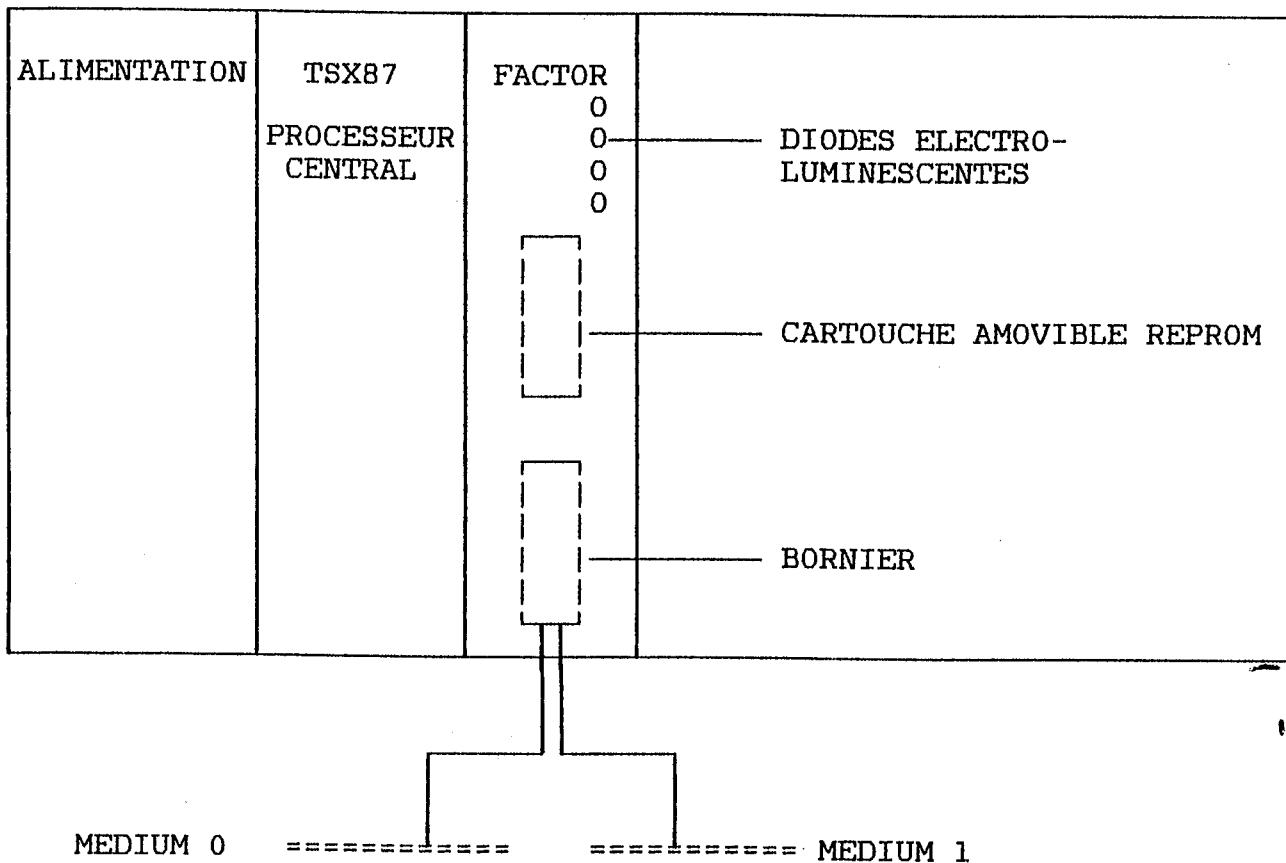
	PAGES
3 - DESCRIPTION DU PRODUIT TELEMECANIQUE "COUPLEUR RESEAU FACTOR"	37
3.1 - Présentation du produit	37
3.2 - Fonctionnalités	39
3.2.1 - Description de la fonction message	40
3.2.1.1 - Définition des besoins	40
3.2.1.2 - Principes de mise en oeuvre	42
3.2.1.3 - Emission de messages	43
3.2.1.4 - Réception de messages	46
3.2.1.5 - Interface utilisateur	48
3.3 - Architecture matérielle du coupleur FACTOR	50
3.3.1 - Présentation générale	50
3.3.2 - Fonction traitement	52
3.3.2.1 - Utilisation des ressources du processeur	53
3.3.2.2 - Organisation de l'espace mémoire adressable	54
3.3.2.3 - Gestion de la mémoire partagée	55
3.3.3 - Fonction gestion des médiums	56
3.3.4 - Fonction gestion interface automate programmable	58
3.3.5 - Fonction gestion de la face avant du coupleur	60
3.4 - Description du logiciel FACTOR	61
3.4.1 - Présentation générale	61
3.4.2 - Le logiciel FACTOR et le modèle OSI	62
3.4.2.1 - Logiciel d'accès à l'équipement	63
3.4.2.2 - Logiciel de communication	64
3.4.2.3 - Logiciel d'accès aux médiums	67
3.4.3 - Architecture du logiciel FACTOR	68
3.4.3.1 - Les modules logiciels	68
3.4.3.2 - Les tâches logicielles	69
3.4.3.3 - Structures des données échangées entre tâches	71
3.4.3.4 - Communication inter-tâches	75
3.4.4 - Implantation mémoire	80

3 - DESCRIPTION DU PRODUIT TELEMECANIQUE "COUPLEUR RESEAU FACTOR"

3.1 - Présentation du produit

Le produit "coupleur réseau FACTOR", permet la connexion directe d'automates programmables de haut de gamme (TSX67,TSX87) aux deux médiums du réseau FACTOR de la société APSIS. Cette connexion se présente sous la forme d'un coupleur intégré, carte électronique munie d'une face avant, directement couplée sur le bus fond de panier de l'automate programmable.

AUTOMATE PROGRAMMABLE TELEMECANIQUE



La face avant du coupleur FACTOR comporte:

- Un bornier en partie basse de la face avant qui permet :
 - . le raccordement du coupleur aux deux cables en provenance des médiums, tout en autorisant la déconnexion soit de l'un soit des deux cables simultanément pour des raisons de maintenance utilisateur.
 - . le codage de l'adresse physique du coupleur sur le réseau. Le codage de l'adresse physique est lié au bornier et non au coupleur, ceci permet l'échange standard d'un coupleur défectueux sans avoir à reprogrammer l'adresse physique.
- En partie médiane, une cartouche amovible de mémoires REPR0M constitue le support de diffusion client du logiciel spécifique du coupleur
- Une série de diodes électro-luminescentes permettant l'affichage de l'état de fonctionnement du coupleur.

3.2 - Fonctionnalités

La fonction principale du coupleur réseau FACTOR, est de permettre l'échange de messages entre équipements, qu'ils soient homogènes, ou hétérogènes TE .

Cet échange de messages est assuré dans les configurations suivantes:

- échange de messages entre automates TE qu'ils soient connectés sur un même réseau FACTOR, ou sur des réseaux FACTOR différents,
- échange de messages entre tout automate TE connecté sur un réseau FACTOR et tout automate TE connecté sur réseau TELWAY7,
- échange de messages entre tout équipement "non TE" connecté sur un réseau FACTOR, et tout automate TE qu'il soit connecté sur réseau FACTOR ou sur réseau TELWAY7.

Cette fonction message permet d'établir des dialogues point à point entre des entités distantes de par le réseau FACTOR telles que :

- Automate TE
- Console TE (connectée à un automate TE)
- Module numérique (coprocesseurs spécifiques de l'automate)
- Equipement non TE

3.2.1 - Description de la fonction message

3.2.1.1 - Définition des besoins

Lors de l'échange de messages entre deux équipements sur le réseau FACTOR, qu'ils soient TE ou non TE, deux cas de figure sont à distinguer :

Premier cas de figure

Les deux équipements veulent accéder aux fonctionnalités offertes par les protocoles d'application définis par TE, (protocole de réglage console, ...).

C'est le cas d'un dialogue entre deux automates TE, ou d'un équipement non TE voulant accéder à des informations internes d'un automate TE, ou d'une structure réseau d'automates TE.

Dans ce cas, TELEMECANIQUE impose sa méthode de dialogue sur le réseau FACTOR à savoir :

- Les deux équipements doivent être connectés sur le réseau FACTOR sous un nom de station spécifique TE, du type "Txxx", où xxx correspond au numéro de station de l'adressage interne TE. Les noms de station "T000" à "T999" sont des noms de station réservés par TELEMECANIQUE sur tout réseau FACTOR,
- Les deux équipements, doivent dialoguer par échange de datagrammes TE,
- Les datagrammes échangés, doivent être véhiculés sur le réseau FACTOR, en tant que partie donnée d'une lettre APSIS, ceci nécessitant d'accéder au réseau FACTOR, via la méthode d'accès non assistée,
- Chaque équipement doit posséder en interne une boîte aux lettres FACTOR de type lettre de nom générique "TSX7", sur laquelle sont émis les lettres citées précédemment,
- Les deux équipements doivent respecter le protocole TE utilisé, (questions, réponses, acquittement, ...).

Deuxième cas de figure

Les deux équipements veulent dialoguer selon un protocole d'application non TE, uniquement connu de l'utilisateur, et défini par lui, pour les besoins spécifiques de l'application qu'il traite.

C'est le cas d'un programme utilisateur d'un automate TE, désirant dialoguer avec un équipement non TE.

Dans ce cas, le fait que les équipements puissent être hétérogènes, impose que seules les données définissant le protocole de l'utilisateur soient véhiculées sur le réseau FACTOR de telle manière que :

- A l'émission d'un message vers l'équipement non TE, seule la partie donnée du datagramme TE soit émise sur le réseau FACTOR. L'équipement non TE reçoit alors uniquement les données de protocole qu'il est capable d'interpréter, préalablement mises en forme par l'utilisateur au niveau automate TE. C'est le cas en particulier d'un équipement non intelligent où le protocole est inexistant, (console standard du commerce, imprimante, ...).
- A la réception d'un message provenant d'un équipement non TE, le coupleur réseau FACTOR-TE, puisse après encapsulation de ces données de protocole par une enveloppe datagramme spécifique, transmettre ce datagramme à l'automate. Le programme utilisateur récupère alors dans la partie donnée de ce datagramme, les données émises par l'équipement non TE, structurées selon un format que lui seul connaît.

De plus en fonction des possibilités des deux équipements concernés, c'est à l'utilisateur de définir le mode de transmission à utiliser sur le réseau FACTOR à savoir :

- soit par lettre, en utilisant la méthode d'accès non assistée du logiciel FACTOR,
- soit par message normal (ou express) sous session, en utilisant la méthode d'accès non assistée ou assistée mono ou multivoies du logiciel FACTOR.

Nota : ce type de dialogue est analogue au cas de deux programmes utilisateurs d'automates TE, désirant dialoguer sous session via le réseau FACTOR.

3.2.1.2 - Principes de mise en oeuvre

La possible coexistence au sein d'un automate TE des deux modes de dialogue cités précédemment, protocole d'application TE ou non TE, impose que le coupleur réseau FACTOR-TE intègre deux "représentants d'application" différents :

- un premier représentant d'application, gérant tous les dialogues effectués selon un protocole TE.
Ce représentant d'application (couple : "procédure protocole TE" " méthode d'accès non assistée"), assure une compatibilité stricte avec le service message des automates de la gamme TSX7.

- un deuxième représentant d'application, gérant tous les dialogues effectués selon un protocole non TE.
Ce représentant d'application, couple "procédure protocole non TE", "méthode d'accès utilisateur", est paramétré par l'utilisateur selon ses propres besoins, (méthode d'accès non assistée, ou assistée mono ou multi-voies), lors de la phase de configuration du réseau sur le poste de pilotage FACTOR. Ce deuxième représentant d'application est donc à ce titre optionnel.

C'est la manière d'adresser le coupleur FACTOR par l'automate, qui détermine le type de protocole d'application à utiliser:

- adressé en tant que "coupleur réseau" le coupleur FACTOR met en oeuvre un protocole d'application TE,
- adressé en tant que "module numérique" le coupleur FACTOR met en oeuvre un protocole d'application non TE.

Le coupleur FACTOR se comporte donc soit comme un coupleur réseau (protocole TE), soit comme un module numérique (protocole non TE).

3.2.1.3 - Emission de messages

C'est sur le champ, "adresse destinataire" du datagramme reçu depuis l'automate TE, que le coupleur réseau FACTOR-TE reconnaît le protocole d'application à utiliser.

- Si l'adresse destinataire du datagramme est adressée au module coupleur réseau FACTOR, via une adresse du type :
 - mon numéro de réseau,
 - mon numéro de station,
 - numéro de porte (numéro de porte n'étant pas la porte entrée-sortie)c'est un protocole d'application TE qui est à utiliser.

- . Le datagramme reçu est transmis au représentant d'application TE correspondant, où il est interprété par la procédure "protocole TE".
- . L'interprétation de ce datagramme par la procédure "protocole TE" peut donner lieu à la réémission de ce datagramme ou d'une réponse à celui-ci soit à l'automate soit sur le réseau.
- . Si après interprétation, ce datagramme demande à être émis sur le réseau, l'adressage FACTOR du destinataire (station "Txxx" boîte aux lettres "TSX7"), est déterminée à partir du champ adresse destinataire du datagramme, puis il est confié dans son intégralité, à la méthode d'accès non assistée, en tant que partie donnée d'un lettergramme APSIS.

- Si le datagramme est adressé explicitement au module numérique coupleur FACTOR, par une adresse destinataire datagramme du type:

- numéro de réseau,
- numéro de station,
- porte entrée-sortie,
- numéro du module coupleur FACTOR,
- numéro de voie,

c'est un protocole d'application non TE qui est utilisé.

- . Le datagramme, reçu selon le protocole d'échange entre automate et module numérique, est transmis au représentant d'application non TE, où il est traité par la procédure "protocole non TE".
- . Le traitement consiste à éliminer l'enveloppe datagramme TE, et ne confier que la partie donnée de ce datagramme, à la méthode d'accès configurée par l'utilisateur.
- . Il est de la responsabilité de l'utilisateur de formater la partie donnée du datagramme, en accord avec le format des données que s'attend à recevoir la méthode d'accès à savoir :
 - . uniquement les données de son protocole, en cas de configuration d'une méthode d'accès assistée multi-voies (plusieurs voies point à point configurées). Dans ce cas le numéro de voie spécifié dans l'adressage destinataire TE est interprété par la procédure "protocole non TE" comme étant le numéro de la voie APSIS sur laquelle il faut émettre les données utilisateurs.
 - . uniquement les données de son protocole, en cas de configuration d'une méthode d'accès assistée monovoie (une seule session point à point configurée sur le poste de pilotage). Dans ce cas le numéro de voie spécifié dans l'adressage destinataire TE n'est pas interprété par la procédure "protocole non TE", pour assurer l'émission des données utilisateurs. Ce numéro de voie doit toutefois être différent du numéro réservé à la voie de service des modules numériques de la gamme TSX7. Le numéro de voie "1" peut être employé par défaut par l'utilisateur dans ce cas.
 - . ses données de protocole, encapsulées par la structure des requêtes APSIS, en cas de configuration d'une méthode d'accès non assistée. La structure des requêtes est définie dans le document méthode d'accès TRANSMATE de la société APSIS.
 - . L'adressage réel du destinataire sur le médium FACTOR est connu soit par la méthode d'accès si elle est assistée, soit explicitement indiquée par l'utilisateur, dans la requête APSIS dans le cas d'une méthode d'accès non assistée.

- . Si les datagrammes reçus sont relatifs à une mise en paquet de l'automate, le coupleur FACTOR doit stocker localement l'ensemble des datagrammes concernés par la mise en paquet, et émettre à la méthode d'accès le message dans sa totalité. Ce stockage est à effectuer quelle que soit la méthode d'accès configurée par l'utilisateur.

3.2.1.4 - Réception de messages

Le critère de sélection du mode de dialogue en réception est implicite puisque lié au représentant d'application qui reçoit le message.

- Représentant d'application protocole TE:

- . La procédure "protocole TE" de ce représentant d'application est, via sa méthode d'accès non assistée, en permanence à l'écoute de la réception d'un lettergramme sur sa boîte aux lettres interne "TSX7".
- . Tout lettergramme reçu sur cette boîte aux lettres contient dans sa partie donnée un datagramme TE.
- . Après interprétation de ce datagramme, celui-ci est transmis soit à l'automate TE, soit réexpédié sur le réseau.

- Représentant d'application protocole non TE:

- . La procédure "protocole non TE" de ce représentant d'application est via sa méthode d'accès configurée (dont le type est connu par la procédure "protocole non TE), en permanence à l'écoute de la réception d'une information en provenance du réseau.
- . Toute information reçue est habillée d'une enveloppe datagramme spécifique, avant d'être transmise à l'automate TE.
- . L'enveloppe datagramme spécifique, consiste à générer localement au niveau du coupleur réseau, un datagramme dont les champs sont forcés aux valeurs suivantes :

<type>	= "point à point"
<catégorie>	= "normal"
<adr. émetteur>	= "mon réseau, ma station, porte entrée-sortie, mon numéro de module, numéro de voie"
<adr. destinataire>	= porte entrée-sortie de l'automate
<data>	= informations reçues depuis le réseau

- . Le numéro de voie de l'adresse émetteur est déterminé de la manière suivante:
 - . en cas de configuration d'une méthode d'accès assistée multi-voies le numéro de voie de l'adresse émetteur TE est forcé avec la valeur de la voie APSIS qui a été utilisée pour acheminer le message. Ce numéro de voie APSIS est connue par la procédure "protocole non TE".
 - . en cas de configuration d'une méthode d'accès assistée mono-voie le numéro de voie de l'adresse émetteur TE est forcé à une valeur par défaut "1", qui ne doit pas avoir de signification particulière pour l'utilisateur.

- . Si la taille de l'information reçue depuis le réseau est supérieure aux possibilités de contenance d'un datagramme, alors le coupleur FACTOR effectue une mise en paquet, en accord avec celle pratiquée au niveau automate.

3.2.1.5 - Interface utilisateur

L'interface utilisateur de la fonction message du coupleur FACTOR-TE est constituée par les deux blocs fonctions "message" et "texte". Quel que soit le protocole d'application utilisé, ces deux blocs messages peuvent être utilisés indifféremment.

- Dans le cas d'accès aux fonctions des protocoles d'application TE, aucun des paramètres de ces deux blocs fonctions n'a de signification particulière, pour le réseau FACTOR.
 - . La procédure "protocole TE" du représentant d'application correspondant masque au niveau du coupleur réseau FACTOR-TE, toutes les différences pouvant exister :
 - . adressage TE vis à vis de l'adressage FACTOR,
 - . gestion de datagrammes TE vis-à-vis de la gestion de lettres APSIS,
 - . transparence vis-à-vis de la mise en paquet automate,
 - . gestion de l'extension de header datagramme.

- Dans le cas d'accès à un protocole d'application non TE, la signification des paramètres de ces deux blocs fonctions est la suivante:

- . En émission

Informations données par l'utilisateur:

- . <adr. destinataire> = "numéro de réseau,
numéro de station,
porte entrée-sortie,
numéro du module numérique coupleur
FACTOR,
numéro de voie"
- . <porte émetteur> = numéro de porte locale sur laquelle
est réalisée l'émission
- . <data > = données utilisateur structurées en
accord avec le format de donnée que
s'attend à recevoir la méthode d'accès
configurée par lui.
- . Le numéro de voie de l'adresse destinataire doit être mis
à jour soit :
 - . avec la valeur par défaut "1" dans le cas d'une méthode
d'accès assistée mono-voie
 - . avec le numéro de voie APSIS sur lequel l'utilisateur veut
émettre les données spécifiées dans le champ <data>.

- . En réception

Informations données par l'utilisateur

- . <porte logique> = porte locale sur laquelle l'échange
est réalisé
- . <numéro module> = numéro de module numérique coupleur
- . <numéro voie> = numéro de la voie
- . <adresse buffer> = identification du buffer utilisateur
- . Le numéro de voie de l'adresse émetteur doit être mis à jour
soit :
 - . avec la valeur par défaut "1" dans le cas d'une méthode
d'accès assistée mono-voie
 - . avec le numéro de voie APSIS sur lequel l'utilisateur veut
recevoir les données.

3.3 - Architecture matérielle du coupleur FACTOR

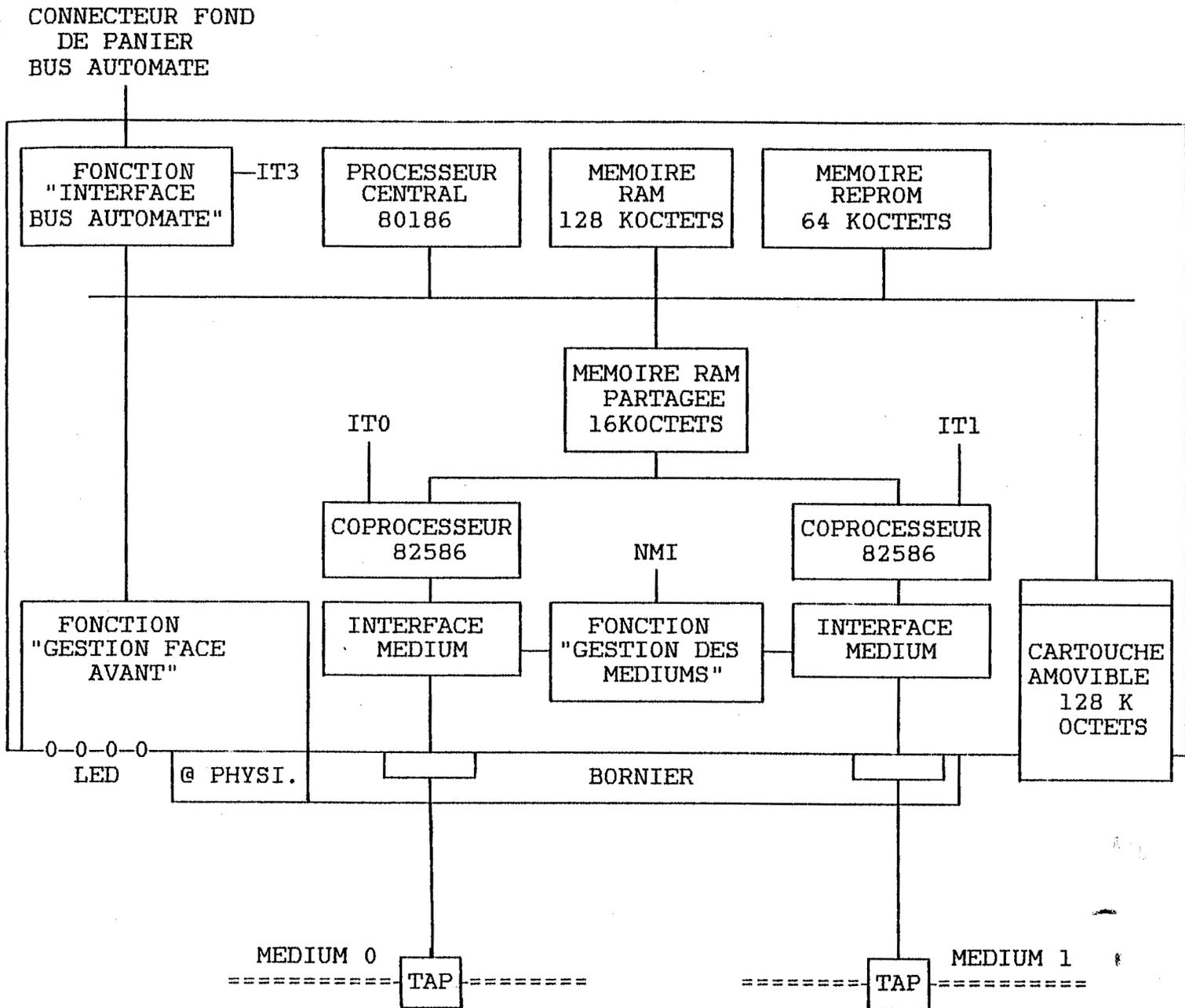
3.3.1- Présentation générale

La conception de l'architecture de l'électronique du coupleur FACTOR a été guidée par les objectifs suivants :

- Garantir une capacité de traitement du flux d'informations transitant dans le coupleur, qui soit en regard des performances du débit d'informations assuré au niveau des médiums (4 mégabits par seconde dans le cas de deux médiums). La performance globale d'émission et de réception d'informations par le coupleur est autant liée à sa capacité de traiter l'information à travers les différentes couches logicielles du modèle OSI, qu'à ses caractéristiques de débit d'informations sur le médium.
- Maximiser l'utilisation de composants à haut degré d'intégration permettant par voie de conséquence de minimiser les critères suivants:
 - . nombre de composants utilisés (contraintes alimentations, dissipation thermique)
 - . connectique entre composants (fiabilité accrue)
 - . surface occupée sur le circuit imprimé (contraintes packaging)
 - . coût matière résultant (contraintes marketing)

Essentiellement conçue à base de composants de la société INTEL, l'architecture du coupleur FACTOR est structurée autour de quatre blocs fonctionnels, qui assurent respectivement les fonctions suivantes :

- Fonction traitement
- Fonction gestion des médiums
- Fonction gestion interface automate programmable
- Fonction gestion face avant coupleur



Architecture du coupleur réseau FACTOR

3.3.2 - Fonction traitement

La fonction traitement comporte essentiellement trois parties :

- Un processeur 80186 d'INTEL utilisé à 8MHz, qui outre ses capacités d'exécution d'instructions 16 bits, intègre deux canaux DMA de 2 "mégabytes/secondes", trois "timers" programmables, un contrôleur d'interruption 4 niveaux d'it, ainsi que plusieurs "chips select" programmables permettant la gestion du décodage des adresses de l'espace mémoire et de l'espace périphérie du processeur,
- Une capacité mémoire de 128 koctets de boitiers RAM dynamique, de 64 koctets de boitiers REPR0M, associés avec une cartouche amovible de 128 koctets de boitiers REPR0M, ainsi que 16 koctets de RAM dynamique, partagée via un double accès, entre la fonction traitement et la fonction gestion des médiums,
- Deux coprocesseurs 82586 d'INTEL avec leur interface médium associée (codage décodage Manchester), équivalents des composants 82501 d'INTEL mais à 2 méga-bits par seconde.

3.3.2.1 - Utilisation des ressources du processeur

Les ressources intégrées du processeur 80186 sont utilisées de la manière suivante :

- Canaux DMA

- . canal 0 : transfert de buffers entre RAM privée 80186 et RAM partagée 80186/82586
- . canal 1 : rafraîchissement mémoire dynamique

- Timers

- . timer 0 : gestion délais attente médium 0
- . timer 1 : gestion délais attente médium 1
- . timer 2 : gestion horloge temps réel

- Niveau d'interruptions

- . NMI : interruption fonction "gestion des médiums", ou coupure secteur
- . INTO : interruption du 82586 médium 0
- . INT1 : interruption du 82586 médium 1
- . INT2 : interruption horloge temps réel (sortie timer 2)
- . INT3 : interruption fonction "interface automate programmable"

- Memory chips select

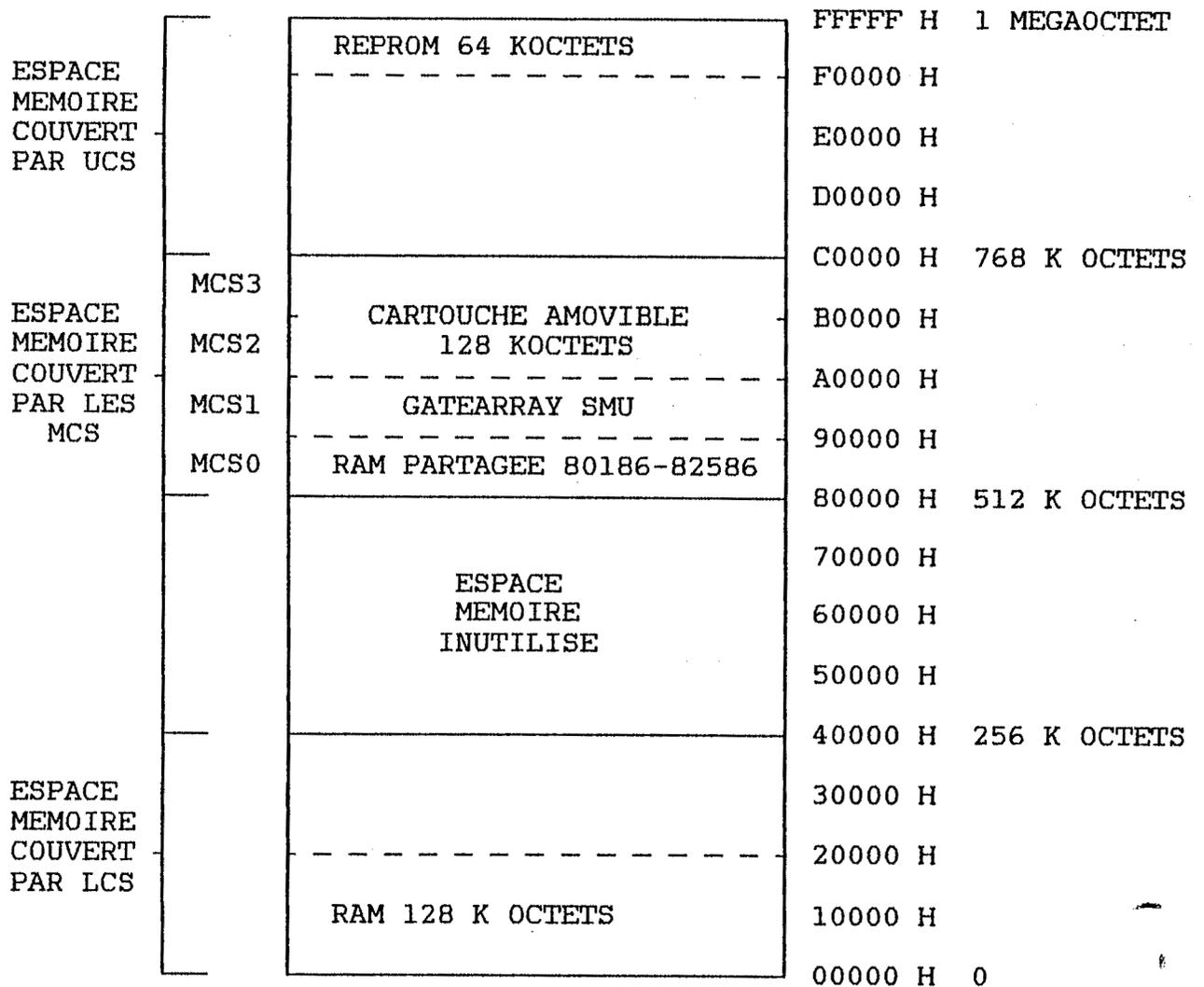
- . LCS : mémoire RAM processeur 128 koctets
- . UCS : mémoire REPR0M processeur 64 koctets
- . MCS0 : RAM partagée 16 koctets
- . MCS1 : composant SMU (interface automate programmable)
- . MCS2 : cartouche amovible
- . MCS3 : cartouche amovible

- Peripherals chips select

- . PCS0 : registre compteur collision (médium 0 et médium 1)
- . PCS1 : registre visualisation LED face avant
- . PCS2 : registre codification numéro de station
- . PCS3 : registre état automate (Power fail, CPU fail,...)
- . PCS4 : libre
- . PCS5 : libre
- . PCS6 : libre

3.3.2.2 - Organisation de l'espace mémoire adressable

L'espace mémoire adressable du processeur 80186 de 1 mégaoctet, est structuré de la façon suivante:



3.3.2.3 - Gestion de la mémoire partagée

L'existence de cette mémoire partagée répond au besoin exprimé précédemment, de garantir une capacité de traitement du flux d'informations transitant dans le coupleur, qui soit à la hauteur du débit d'informations assuré au niveau des médiums. Cette mémoire partagée est accédée en double accès :

- par des transferts DMA (Direct Memory Access) des deux composants 82586, quand ceux-ci, au vu de l'activité sur leurs médiums respectifs, ont besoin de vider le contenu de leur file d'attente interne de réception, ou de remplir leur file d'attente interne d'émission.
- par des transferts DMA du processeur central 80186, quand celui-ci décide de recopier dans sa mémoire RAM 128 koctets le contenu des trames d'informations reçues par les 82586, ou inversement en émission.

Cette mémoire partagée est donc le maillon qui permet de désynchroniser et donc de paralléliser l'activité de réception et d'émission des 82586 sur le réseau, et l'activité de traitement des trames d'informations à émettre ou reçues par le processeur 80186. En effet au prix d'une copie de buffer par transfert DMA, le processeur 80186 devient autonome, et n'est pas bloqué ou ralenti (attente du bus) pour l'accès à ses ressources locales (RAM, REPRM) quelle que soit l'activité au niveau du médium. La taille de cette mémoire partagée joue un rôle de bufferisation et donc de compensation des différences de flux d'informations provenant du médium ou venant de l'automate programmable.

La gestion de cette mémoire partagée, assure la priorité aux demandes de transfert DMA des deux coprocesseurs 82586, vis-à-vis des demandes de transfert DMA du processeur 80186. Ceci permet d'éviter lors de transferts DMA 80186 en cours, l'apparition "d'overrun ou d'underrun" au niveau des 82586. De plus elle assure la priorité aux demandes de transfert DMA du 82586 du médium 0 (messages express), par rapport à celles du 82586 du médium 1 (messages normaux).

3.3.3 - Fonction gestion des médiums

L'algorithme APSISNET de gestion de la méthode d'accès au médium, a pour but de borner les temps d'accès au médium en cas de collisions. Après une collision de deux ou plusieurs messages, le temps d'attente avant tentative de réémission de chacun de ces messages, est fonction de la priorité de chaque message et du nombre de collisions successives que ce message a déjà rencontré.

Après une collision, l'algorithme APSISNET autorise à réémettre rapidement les messages urgents (priorité express, nombre de collisions déjà rencontrées élevé), par contre il diffère l'autorisation de réémission des messages moins urgents (priorité normale, nombre de collisions nul ou faible).

Chaque message est porteur d'une priorité qui est fonction d'une part de l'équipement émetteur, privilégié ou non-privilégié, et d'autre part, du flot de données sur lequel le paquet est émis, flot de données normal ou flot de données express.

	EQUIPEMENT PRIVILEGIE	EQUIPEMENT NON PRIVILEGIE
FLOT DE DONNEES NORMAL	PRIORITE 2	PRIORITE 3
FLOT DE DONNEES EXPRESS	PRIORITE 0	PRIORITE 0

- 0 : priorité maximum
- 1 : priorité réservée aux messages d'acquittement des messages de priorité 0, 2 ou 3
- 3 : priorité minimum

Le délai respecté par chaque station avant de réémettre son message après une collision, est calculé de la manière suivante :

- D : délai d'attente (en micro secondes)
- K : nombre de collisions successives du message (compris entre 1 et 7)
- P : priorité du message (comprise entre 0 et 3)
- T : délai de propagation maximum ("Round trip delay" 10 micro-sec pour 2km)

D est calculé de telle manière qu'il soit compris entre les valeurs:

"X" et "X + (K*6*T)" avec $X = (2*T) + (K*P*6*T)$

Pour atteindre ces objectifs, l'algorithme APSISNET nécessite la mise en oeuvre des fonctionnalités suivantes:

- Toute station sur le médium voit les collisions et ce, quelle que soit son activité au moment de la collision :
 - . la station est en émission; elle a participé à la collision,
 - . la station va émettre ; elle doit cependant attendre que les stations qui ont précédemment collisionné aient émis sur le médium, selon leurs priorités respectives,
 - . la station n'a rien à émettre; elle doit cependant gérer un compteur de nombre de collisions successives au cas où elle aurait besoin d'émettre avant qu'une trame ne soit émise sans collision sur le médium.
- Toute station sur le médium sait qu'une trame a été émise sans collision afin de remettre à zéro son propre compteur de collision, ce toujours quelle que soit son activité au moment de la détection du passage de cette trame correcte.
- Toute station lorsqu'elle collisionne sait inhiber la séquence interne de réémission après collision du 82586, et réinitialiser le 82586 pour la réémission de ce message au bout d'un temps calculé. Le temps de calcul et de réinitialisation du 82586 ne doit pas dépasser 50 micro-secondes dans le cas de messages express et 100 micro-secondes dans le cas des messages normaux.

Toutes ces fonctionnalités ne sont pas offertes par le composant 82586 d'INTEL, c'est donc là l'objectif du bloc fonctionnel "gestion des médiums". Ce bloc "gestion des médiums" gère de manière cablée, un compteur "nombre de collision successives" pouvant évoluer entre 0 et 15, et un signal d'interruption. Au vu de deux événements pouvant se produire sur le médium "émission de trame sans collision" et "émission de trame avec collision", la fonction "gestion des médiums" se comporte de la manière suivante :

- à chaque collision se produisant sur le médium
 - . le compteur collision est incrémenté de 1
 - . un signal d'interruption est généré pour avertir le processeur 80186 de l'occurrence de cet événement
- à chaque émission de trame sans collision
 - . le compteur de collision est remis à zéro
 - . un signal d'interruption est généré au processeur 80186 uniquement sur la première occurrence de cet événement après une collision.

Sur chaque interruption provenant de la fonction "gestion des médiums" (interruption NMI), le processeur 80186 recalcule un nouveau délai d'attente selon l'algorithme APSISNET, et réinitialise le ou les coprocesseurs 82586 selon l'activité locale à traiter.

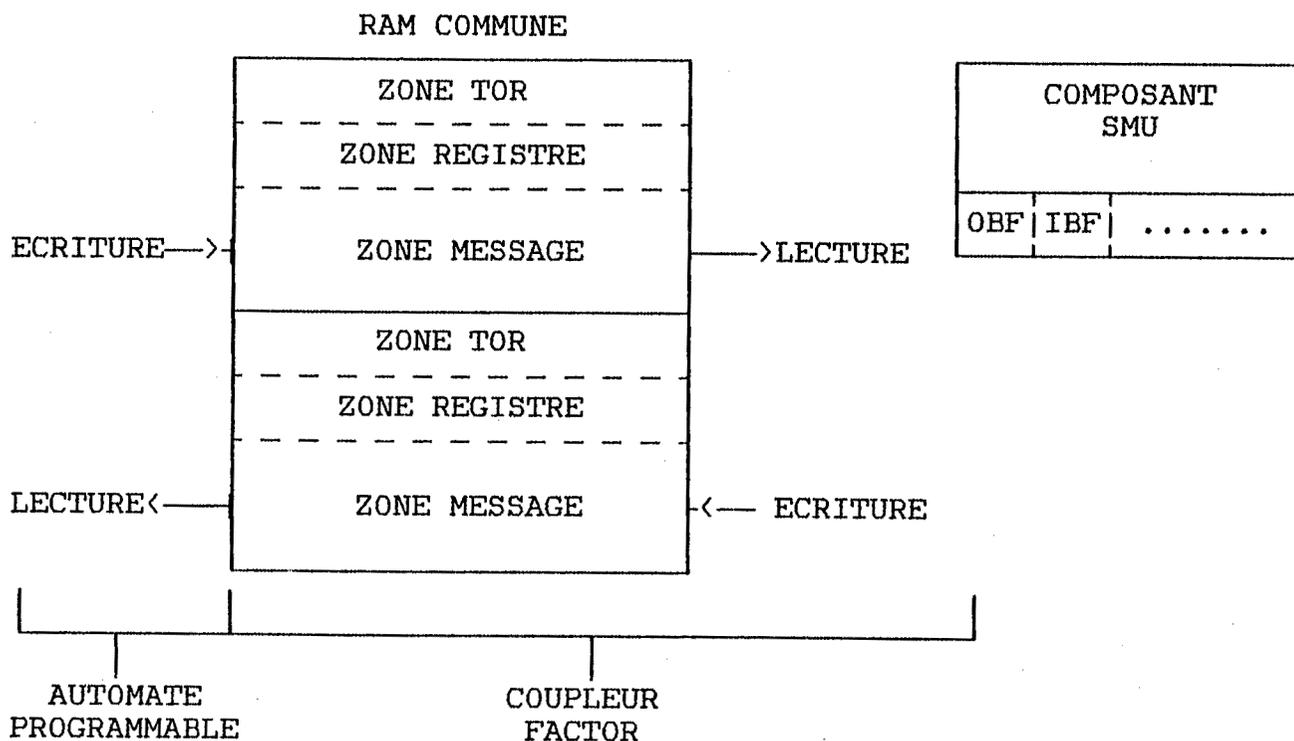
3.3.4 - Fonction gestion interface automate programmable

La communication entre le processeur central automate programmable et la carte coprocesseur coupleur FACTOR, est effectué via une mémoire commune, implantée sur le coupleur FACTOR. La gestion des accès simultanés à cette mémoire commune par les deux processeurs est assuré par le SMU (Share Memory Unit), "gatearray" spécifiquement conçu par TELEMECANIQUE. Cette mémoire commune est physiquement différente de la mémoire partagée existante entre le processeur 80186 et les deux coprocesseurs 82586.

Le SMU est un circuit développé autour d'un réseau de portes logiques, qui assure le partage via le bus fond de panier de l'AP (Automate Programmable), d'une RAM commune située sur la carte coupleur FACTOR. Le SMU permet de réaliser trois types d'échanges :

- échange de bits TOR (Tout Ou Rien),
- échange de registres,
- échange de messages.

Les fonctions du coupleur FACTOR sont assurées à l'aide d'échanges de messages.



La RAM commune gérée par le SMU est divisée en deux zones :

- une zone de 512 octets en accès en lecture pour l'AP et en accès lecture-écriture par le coupleur FACTOR,
- une zone de 512 octets en accès en écriture pour l'AP et en accès lecture-écriture par le coupleur FACTOR.

Chacune de ces deux zones comporte :

- une zone TOR de 4 quartets (échanges TOR)
- une zone de deux registres de 16 octets (échanges registres)
- une zone message de 444 octets (échanges messages)

L'accès aux zones messages est synchronisé à l'aide de deux flags internes au mot d'état du SMU :

- un bit OBF (Output Buffer Full) pour la zone en écriture vue de l'AP. Quand il est à 1, ce bit provoque une interruption au niveau du coupleur FACTOR (IT3) indiquant que l'AP a écrit un message dans la RAM commune. Le coupleur doit remettre ce bit OBF à zéro une fois qu'il a lu le message. L'AP doit surveiller la mise à zéro de ce flag pour savoir s'il peut déposer un nouveau message au coupleur.
- un bit IBF (Input Buffer Flag), pour la zone en lecture vue de l'AP. Ce bit est mis à 1 par le coupleur FACTOR, lorsqu'il a écrit un message dans la RAM commune pour l'AP. Ce bit est remis à zéro par l'AP lorsqu'il a lu le message. Le coupleur FACTOR doit surveiller la remise à zéro de ce flag pour savoir s'il peut déposer un nouveau message à l'AP.

3.3.5 - Fonction gestion face avant du coupleur

L'état de la face avant du coupleur FACTOR , diodes électroluminescentes, codage adresse physique réseau, détection présence bornier, est gérée par des registres spécifiques adressés par le processeur 80186 via des "peripheral chips select".

3.4 - Description du logiciel FACTOR

Après avoir décrit l'architecture matérielle du coupleur FACTOR, la suite de ce chapitre présente le logiciel FACTOR.

3.4.1 - Présentation générale

Le logiciel du coupleur réseau FACTOR, met en oeuvre les concepts d'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts, préconisés par l'ISO, il supporte à cet effet les 7 couches définies par le modèle OSI.

L'objectif de ce chapitre est de présenter quelle est l'architecture logicielle qui a été choisie pour implémenter les sept couches du modèle OSI dans le cadre du réseau FACTOR. Il est à noter que le modèle OSI n'émet aucune recommandation ou avis à ce sujet, puisqu'il est directement lié à "l'operating system" utilisé, domaine qui n'est pas normalisé à ce jour.

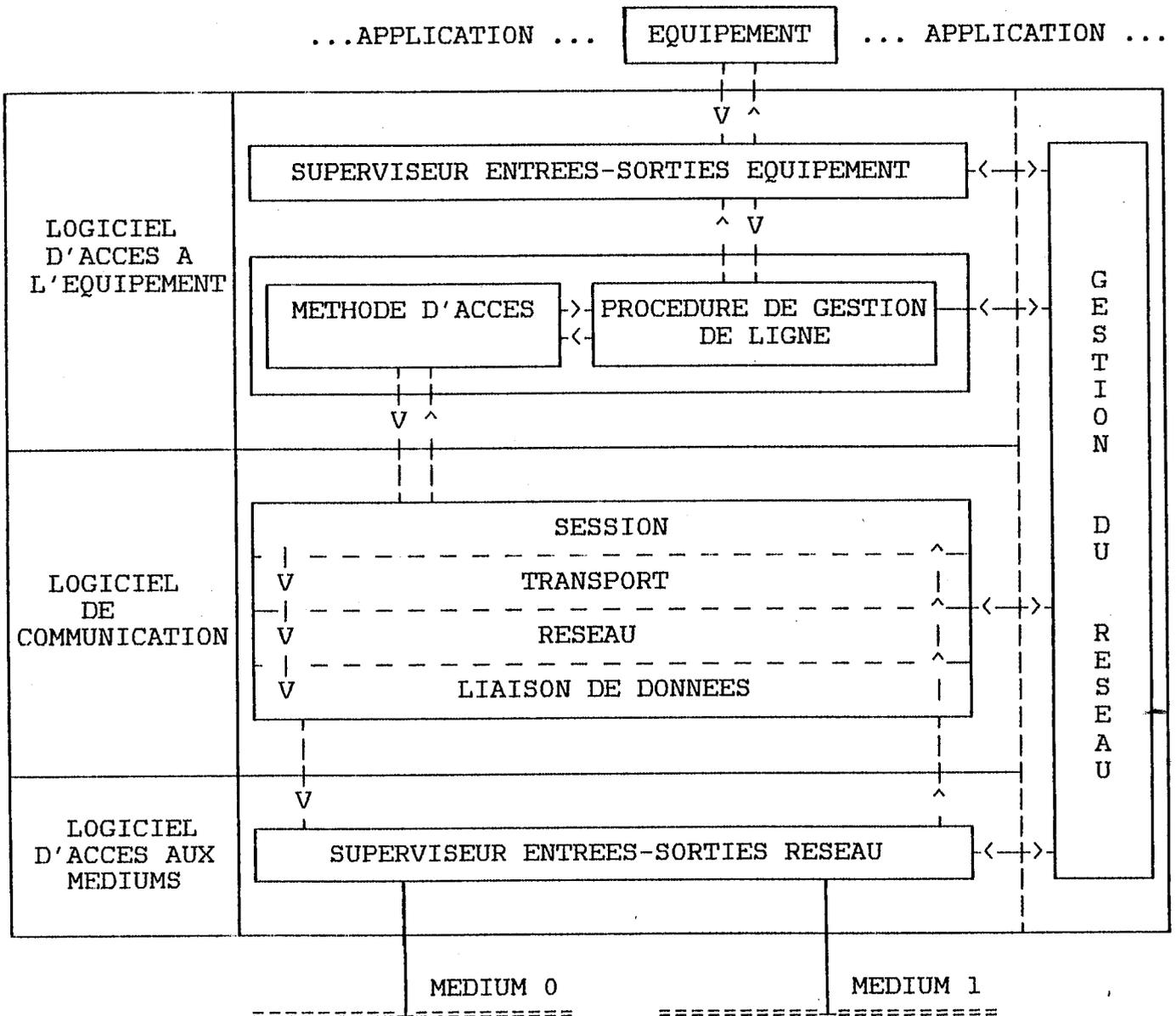
Dans le cadre du réseau FACTOR, "l'operating system" utilisé est AMSTER-186. AMSTER-186 est un moniteur temps réel multi-tâches développé par la société APSIS, dont l'interface externe est un sous-ensemble strictement compatible du moniteur temps réel RMX86 de la société INTEL. AMSTER-186 assure cependant des performances temps réel améliorées par rapport à RMX86.

La programmation du logiciel FACTOR et de AMSTER-186 est réalisée en PLM86, langage structuré de la société INTEL.

3.4.2 - Le logiciel FACTOR et le modèle OSI

Le logiciel FACTOR est fonctionnellement composé de trois parties :

- Logiciel d'accès aux équipements hétérogènes
- Logiciel de communication
- Logiciel d'accès aux médiums



3.4.2.1 - Logiciel d'accès à l'équipement

Le logiciel de connexion d'un équipement hétérogène au réseau FACTOR est composé de trois parties:

- Superviseur entrées-sorties équipement

Ce superviseur entrées-sorties équipement a pour objectif de gérer la nature de la liaison physique qui relie l'équipement au réseau FACTOR:

- . c'est le driver de gestion du composant SMU (interface bus automate) dans le cas du coupleur FACTOR TE,
- . c'est un driver liaison série V24 ou un driver bus GPIB dans le cas d'un communicateur CIU d'APSYS.

- Procédure de gestion de ligne

La procédure de gestion de ligne prend en compte le protocole utilisé pour dialoguer avec l'équipement:

- . c'est la procédure FNEI (Factor Network Equipment Interconnection) ou la procédure "Full duplex", proposées en standard dans le cas d'un communicateur CIU d'APSYS.
- . c'est la procédure "protocole TE", ou "protocole non TE" définies précédemment dans le cas d'un coupleur FACTOR TE.

- Méthode d'accès au logiciel de communication

La méthode d'accès est l'interface offert à la procédure pour dialoguer avec le logiciel de communication. C'est une méthode d'accès non assistée dans le cas de la procédure "protocole TE". C'est la méthode d'accès configurée par l'utilisateur (non assistée, assistée mono ou multi-voies) dans le cas de la procédure "protocole non TE".

L'association d'une procédure de gestion de ligne et d'une méthode d'accès constitue un "représentant d'application". Tout équipement connecté au réseau (Automate programmable, console, calculateur,...) voit le logiciel de communication à travers un représentant d'application. Selon la nature de l'équipement, ce représentant d'application peut masquer les particularités du logiciel de communication (cas d'une méthode d'accès assistée associée à une procédure standard APSIS). Au contraire il permet l'accès de l'équipement aux fonctionnalités spécifiques du logiciel de communication, dans le cas d'une procédure client associée à une méthode d'accès non assistée.

Bien que structurellement situé en lieu et place de la couche présentation (niveau 6 OSI), le logiciel d'accès à l'équipement n'assure aucune des fonctionnalités de la couche présentation du modèle OSI. La couche présentation est utilisée dans le logiciel FACTOR uniquement pour prendre en compte l'aspect d'hétérogénéité de la nature de la connexion des équipements. Elle ne gère pas l'hétérogénéité de la syntaxe des données manipulées par ces équipements.

3.4.2.2 - Logiciel de communication

Le logiciel de communication met en oeuvre les fonctionnalités définies par les couches session, transport, réseau et liaison de données du modèle OSI.

- La couche session du logiciel FACTOR.

Elle gère la communication entre deux équipements, identifiés chacun par une "boîte aux lettres", de type "client" pour l'un, de type "serveur" pour l'autre. A l'initialisation, la gestion de l'interaction entre les équipements est liée à la nature de la boîte aux lettres. Le possesseur de la boîte aux lettres client a le droit d'établir une connexion de session. Le possesseur de la boîte aux lettres serveur peut accepter ou refuser l'ouverture d'une connexion de session, il ne peut en aucun cas prendre l'initiative de la créer. Une fois la connexion de session établie, la gestion de l'interaction entre les deux équipements devient bidirectionnelle simultanée. La connexion de session se comporte alors comme une liaison point à point full duplex.

La couche session du logiciel FACTOR n'assure pas les fonctionnalités de gestion de points de synchronisation ou de mise en quarantaine, telles que celles définies dans le modèle OSI.

Les primitives de service du niveau session du logiciel FACTOR sont les suivantes :

- . CREATE_BAL/FREE_BAL création, destruction de boîtes aux lettres,
- . OPEN_SES/ACCEPT_SES/CLOSE_SES ouverture, acceptation, fermeture d'une connexion de session,
- . SEND_MSG_NOR/RECEIVE_MSG_NOR émission, réception de messages normaux sur une connexion de session,
- . SEND_MSG_EXP/RECEIVE_MSG_EXP émission, réception de messages express sur une connexion de session,
- . SEND_MSG_LET/RECEIVE_MSG_LET émission, réception de lettres (service "non fiable" ne nécessitant pas l'emploi d'une connexion de session)
- . RESET/ABORT réinitialisation, abandon d'une connexion de session

- La couche transport du logiciel FACTOR

La couche transport du logiciel FACTOR, assure la fragmentation, le séquençement, et le contrôle de flux du transfert d'unités de données de protocole de niveau session. Ces fonctions sont réalisées en accord avec la taille de l'information élémentaire circulant sur le réseau, soit 128, 256, 512 ou 1024 octets, valeur définie lors de la génération du système FACTOR.

La qualité de service assurée par la couche transport s'appuie sur le service fiable offert par les niveaux réseau et liaison de données (accusé de réception par message, procédure de recouvrement des erreurs de transmission, redondance du médium).

La couche transport du logiciel FACTOR n'assure pas de multiplexage de connexion de session sur des connexions de transport(chemins virtuels).

- La couche réseau du logiciel FACTOR

La couche réseau du logiciel FACTOR assure deux fonctions :

- . gestion du catalogue des stations
- . gestion des deux médiums

La gestion du catalogue des stations permet d'établir l'association entre le nom logique des stations utilisé par les équipements (4 caractères alphanumériques), et l'adresse réelle de ces stations sur le réseau FACTOR (numéro de segment, adresse physique sur le segment). Le catalogue des stations est généré lors de la configuration du réseau sur le poste de pilotage, il est téléchargé dans chaque station au démarrage du réseau.

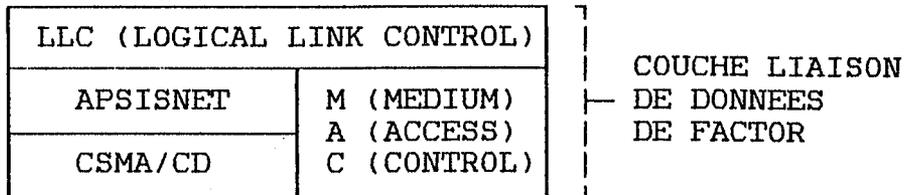
La gestion des deux médiums assure l'aiguillage en émission réception des messages express sur le médium 0, des messages normaux ou lettres sur le médium 1. En cas d'erreurs ou d'indisponibilité temporaire ou prolongée d'un des deux médiums, la gestion des médiums assure la redirection de la totalité du trafic (messages express, normaux, lettres) sur le médium disponible. Cette fonction assure en fait le multiplexage et le démultiplexage de connexions de réseau sur des connexions de liaison de données.

- La couche liaison de données du logiciel FACTOR

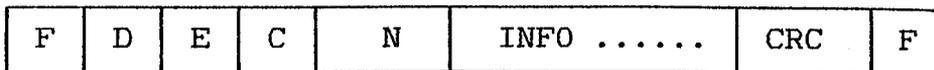
La couche liaison de données du logiciel FACTOR assure deux fonctions :

- . échange de messages en point à point avec gestion d'un accusé de réception de niveau liaison de données du récepteur. En cas d'erreurs de transmission, la couche liaison de données tente la réémission du message trois fois, avant de détecter une erreur majeure. Dans ce cas l'erreur est communiquée au niveau réseau pour indiquer un des événements suivant : "station distante indisponible" ou "médium indisponible". C'est alors le niveau réseau qui prendra l'initiative de réémettre ce message sur l'autre médium. Cet échange de messages point à point est un service fiable, utilisé pour transférer les messages normaux, ou express sous session, ainsi que les lettres.
- . échange de messages en diffusion sélective ou générale, sans gestion d'un accusé de réception par message. La qualité de ce service "non fiable" est celle offerte par la qualité de transmission du médium.

La couche liaison de données est structurellement découpée de la manière suivante :



- . La gestion de trames HDLC (sous-couche LLC) est prise en charge par une configuration spécifique du composant 82586. Le format des trames utilisé est le suivant :



- F : fanion (1 octet)
- D : adresse destinataire (1 octet)
- E : adresse émetteur (1 octet)
- C : champ commande (1 octet)
- N : taille du champ INFO en nombre d'octets (2 octets)
- INFO : champ information
- CRC : code de redondance cyclique (2 octets)

- . La méthode d'accès au médium (MAC) est prise en compte en partie par le 82586 et "l'interface médium" pour l'aspect CSMA/CD, et en partie par le logiciel et la fonction câblée "gestion des médiums" pour l'algorithme APISISNET.

3.4.2.3 - Logiciel d'accès aux médiums

Le logiciel d'accès aux médiums est composé des drivers nécessaires à la gestion des deux coprocesseurs 82586, et de la fonction cablée "Gestion des médiums".

Ce logiciel prend en charge la gestion de la recopie des buffers "lignes" dans les buffers "équipements" et réciproquement. Les buffers lignes sont ceux gérés par les 82586 dans la mémoire partagée 80186/82586, pour émettre ou recevoir les trames d'informations transitant sur le médium.

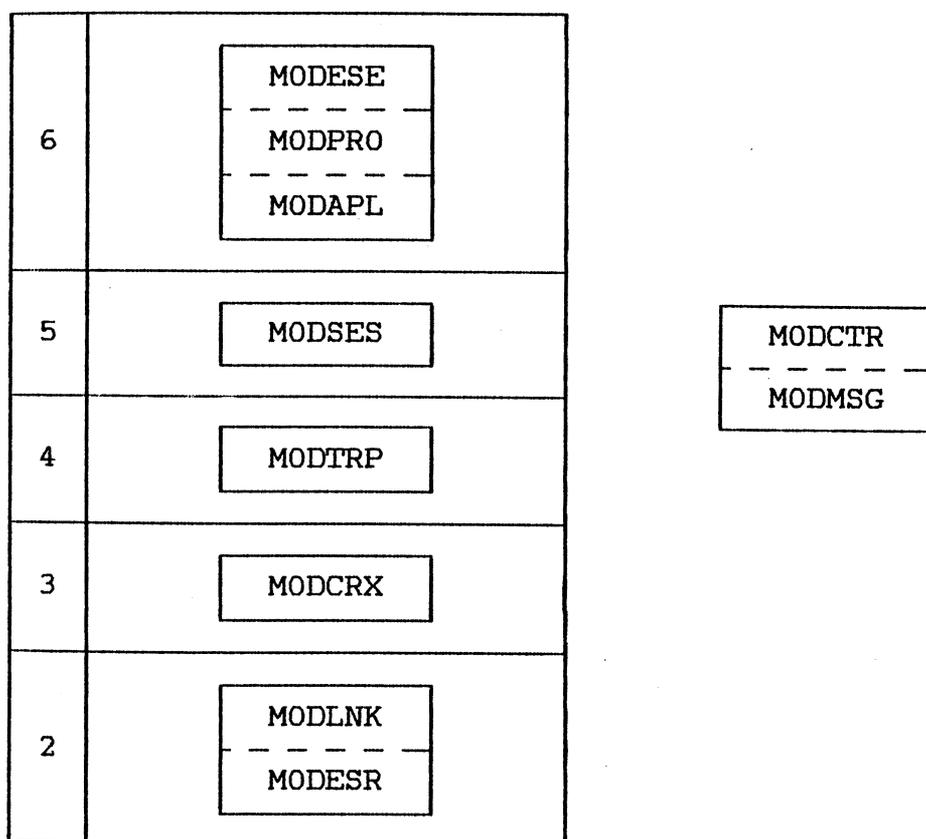
Les buffers équipements sont ceux gérés par le logiciel de communication et le logiciel d'accès à l'équipement dans la mémoire privée du 80186. Une fois la recopie d'un buffer ligne dans un buffer équipement (ou inversement) réalisée par transfert DMA, les couches logicielles (niveaux 2 à 7) sont alors totalement autonomes pour l'accès à leur ressources mémoire, par rapport à l'activité d'émission ou de réception du contenu des buffers lignes par les 82586.

3.4.3 - Architecture du logiciel FACTOR

Ce paragraphe est consacré à la description de la structure interne du logiciel FACTOR et de sa découpe en modules et en tâches logicielles.

3.4.3.1 - Les modules logiciels

Le logiciel FACTOR est conçu de manière modulaire. Un module est matérialisé par une bibliothèque de programmes objets. Ces programmes objets sont issus soit de la compilation de programmes sources PLM86, soit de l'assemblage de programmes sources assembleur 80186. Le schéma suivant fait état des modules du logiciel FACTOR vis-à-vis du modèle OSI.



- MODESE : module superviseur entrées-sorties équipement
- MODPRO : module de gestion de la procédure
- MODMAC : module méthode d'accès au logiciel de communication
- MODSES : module session
- MODTRP : module transport
- MODCRX : module réseau
- MODLNK : module gestion liaison de données
- MODESR : module superviseur entrées-sorties réseau
- MODMSG : module formatage de messages
- MODCTR : module contrôleur de site

Les modules contrôleur de site "MODCTR" et gestionnaire des messages "MODMSG" offrent un service commun à l'ensemble des modules logiciels. Ils assurent le formatage de messages et l'échange de ces messages avec le poste de pilotage central du réseau FACTOR.

3.4.3.2 - Les tâches logicielles

Le logiciel FACTOR s'exécute sous le contrôle du moniteur temps réel multi-tâches AMSTER-186. La découpe en tâches du logiciel FACTOR est la suivante :

- La tâche d'initialisation "INI" a pour but de créer l'ensemble des tâches spécifiées, ainsi que tous les objets FACTOR (boîtes aux lettres, sessions, files d'attente, ...) nécessaires au fonctionnement de ces tâches. Cette initialisation est réalisée en fonction de la table de configuration de la station qui a été préalablement téléchargée via le réseau. Cette tâche est détruite à la fin de l'initialisation.
- La tâche "SMU" met en oeuvre le module driver entrées-sorties équipement, qui gère l'interface bus avec l'automate programmable. Cette tâche est connectée au niveau d'interruption hardware IT3 du 80186.
- La tâche "PRTE" met en oeuvre la procédure de gestion du protocole TE, via un dialogue avec la tâche "MANA" méthode d'accès non assistée. L'ensemble de ces deux tâches constitue un représentant d'application.
- La tâche "PNTE" met en oeuvre la procédure de gestion du protocole non TE, via un dialogue avec la tâche "MA.." méthode d'accès configurée par l'utilisateur. Ce couple de tâches représente un second représentant d'application.
- La tâche dispatcher "DSP" met en oeuvre les modules session (MODSES), transport (MODTRP) et réseau (MODCRX) du logiciel de communication. Ces trois modules sont toutefois respectivement désynchronisés dans leur fonctionnement, par des échanges entre modules via la boîte aux lettres commune DSP.
- La tâche "LNO" met en oeuvre le niveau liaison de données (module MODLNK), pour le médium 0 (messages express) et respectivement la tâche "LN1" pour le médium 1 (messages normaux ou lettres).
- La tâche "ESR0" met en oeuvre le driver entrées-sorties réseau de gestion du composant 82586 du médium 0, et respectivement la tâche "ESR1" pour le médium 1. Ces tâches sont respectivement connectées aux niveaux d'interruptions hardware IT0 et IT1 du 80186.
- La tâche "NMI" est connectée au niveau d'interruption hardware NMI du 80186, elle met en oeuvre deux fonctions gérées par polling sous ce niveau d'it :
 - . gestion de l'algorithme APSISNET, calcul des délais d'attente après collision, au vu des événements signalés par la fonction cablée "Gestion des médiums" (trame émise avec collision, trame émise sans collision, compteur nombre de collisions).
 - . gestion d'une coupure secteur imminente, information donnée par le bloc alimentation de l'automate programmable.

- Les tâches contrôleur de site "CTR" et gestion des messages "MSG" mettent en oeuvre les modules de formatage (MODMSG) et de transfert de messages (MODCTR) avec le poste de pilotage central du réseau.
- La tâche horloge "HRL" gère le temps sur une unité de base de temps de 10 millisecondes. Cette tâche est connectée au niveau d'interruption hardware IT2 du 80186.
- La tâche gestion des délais "DEL" prend en compte toutes les demandes de délais exprimées par les tâches des représentants d'applications.

Les modules des tâches du logiciel de communication, sont écrits de manière réentrante. Ceci permet de ne disposer en mémoire que d'un seul exemplaire du code exécutable de ces modules, bien qu'ils soient instanciés dynamiquement par plusieurs tâches (ex: module méthode d'accès, module liaison de données).

3.4.3.3 - Structure des données échangées entre tâches

Les différentes primitives d'interactions entre couches du modèle OSI et donc entre tâches du logiciel FACTOR, sont codées dans des structures de contrôle appelées EICB (Extended Interface Control Block) d'une taille de 80 octets.

A chaque buffer contenant une trame d'information reçue du réseau ou à émettre sur le réseau, est associé un EICB qui pointe sur ce buffer. C'est cet EICB qui est transmis entre tâches du logiciel FACTOR, via des boîtes aux lettres, et non le buffer associé. Un EICB comporte essentiellement des informations du type:

- code du module logiciel émetteur
- code du module logiciel destinataire
- code de la primitive
- champ status, compte-rendu
- pointeur sur un buffer
- index dans ce buffer
- longueur des informations dans le buffer
- une zone de pointeur de chaînage permet éventuellement de ranger l'EICB dans une file d'attente, interne à la tâche qui est en train de le traiter
- une zone d'en-têtes de protocoles.

A l'initialisation, la tâche INI crée dynamiquement un certain nombre d'EICB et de buffers gérés dans une file d'attente circulaire. Ces EICB et buffers sont des ressources communes à l'ensemble des tâches du logiciel FACTOR. Ces ressources sont consommées, liées entre elles, et rendues dynamiquement selon les besoins, par les différentes tâches du logiciel FACTOR.

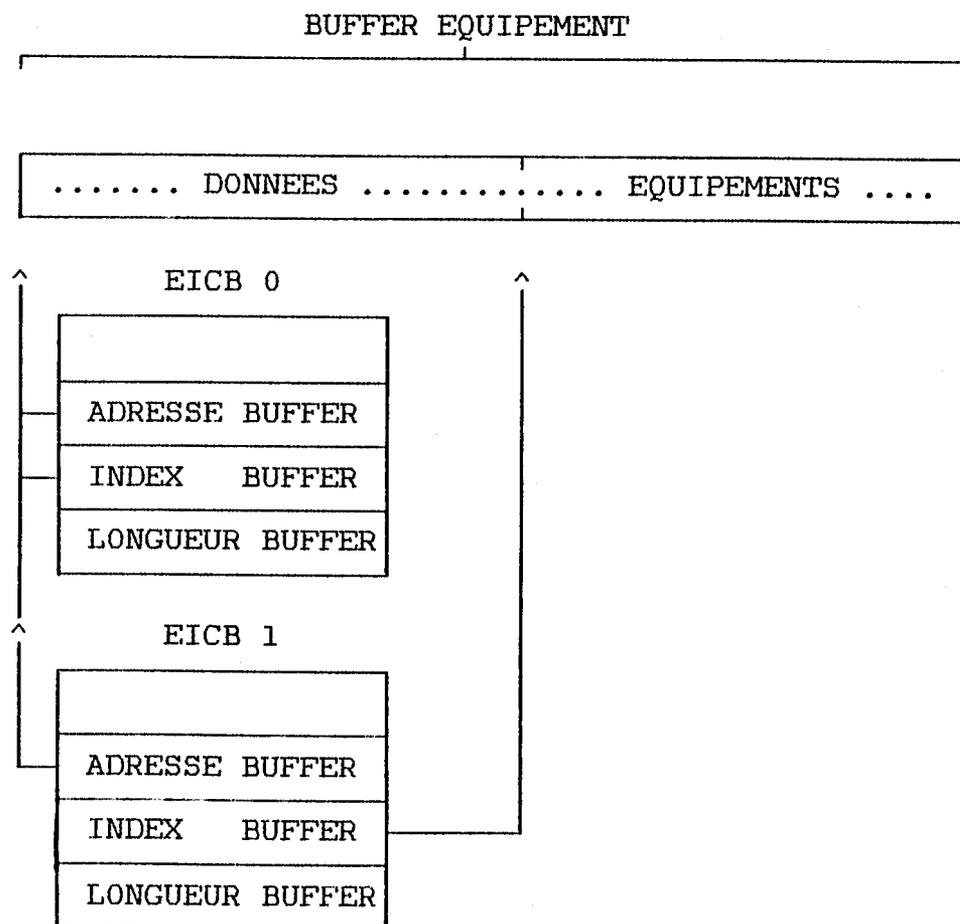
Il existe aussi des ressources ICB (Interface Control Block) de plus petite taille que les EICB (16 octets), non associées à un buffer, pour toutes les primitives de services entre tâches du logiciel FACTOR, nécessitant peu d'informations à transférer.

Selon le cas traité, émission ou réception d'informations sur le médium, les structures de contrôles EICB sont utilisées de la manière suivante:

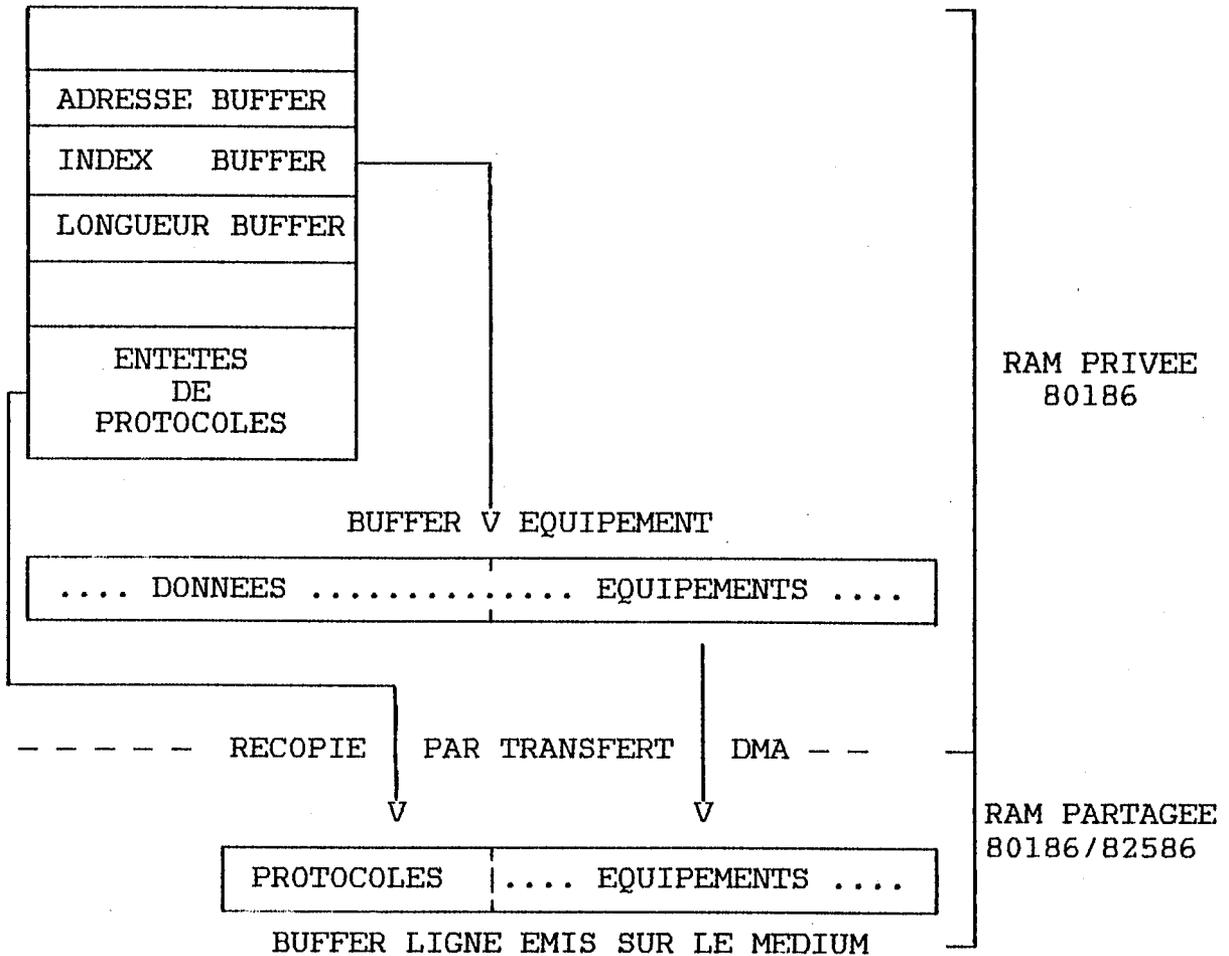
- Emission sur le médium d'une information provenant de l'équipement

L'information provenant dans ce cas de l'automate programmable, est stockée par le driver entrées-sorties équipement dans un buffer, pointé par une ressource EICB. Cet EICB transite ensuite à travers les différents modules du logiciel FACTOR (représentant d'application, session, transport, contrôle réseau liaison de données) où les informations de protocoles de ces différents modules sont rajoutées en fond d'EICB dans la zone "en-têtes protocoles".

Lors de son passage dans le module transport (MODTRP) l'information provenant de l'équipement peut être découpée en un certain nombre de fragments. Le module transport génère autant d'EICB que de fragments nécessaires au transport de l'information équipement via la couche contrôle réseau.

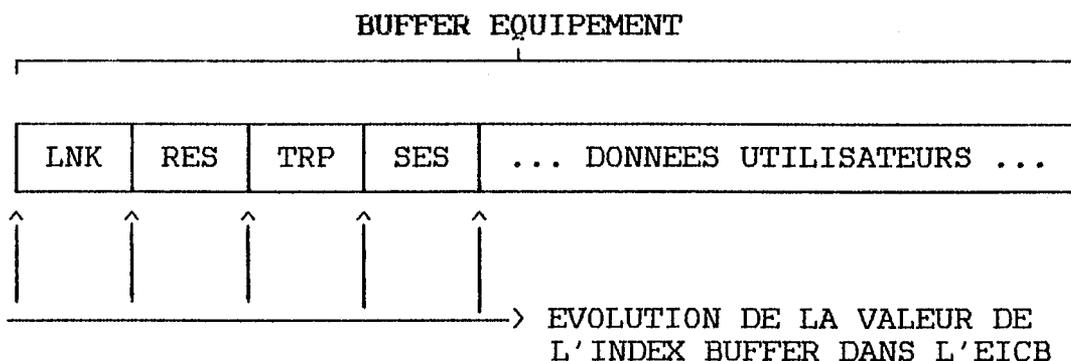


C'est au niveau du driver d'entrées-sorties réseau, que les informations de protocoles contenues dans l'EICB et les informations de l'équipement contenues dans le buffer, toutes deux situées dans la mémoire RAM privée du 80186, sont recopiées via transfert DMA dans un buffer ligne, situé dans la mémoire partagée 80186/82586.



- Réception d'une information provenant du réseau

Toute trame d'information reçue par le driver entrées-sorties réseau dans un buffer ligne, est recopiée dans un buffer équipement pointé par une ressource EICB avant d'être transmis au module liaison de données. Cet EICB remonte ensuite à travers les différents modules du logiciel FACTOR (liaison de données, réseau, transport, session, représentant d'application). Les informations de protocoles de ces différents modules, présents cette fois-ci dans le buffer équipement, sont masquées aux modules de niveaux supérieurs par modification du champ "Index buffer" de l'EICB.



A chaque fois qu'un EICB est transmis entre modules du logiciel FACTOR, les champs "Code module émetteur", "Code module destinataire", "Code primitive", "Index buffer", "Longueur buffer", sont mis à jour.

3.4.3.4 - Communication inter-tâches

Les tâches du logiciel FACTOR, communiquent entre elles par l'échange des structures de contrôle définies précédemment, qu'elles se passent soit par l'intermédiaire de "Mailbox", soit par appel procédural et stockage dans des files d'attentes. Elles se synchronisent par l'attente ou le positionnement d'événements.

Les "Mailbox"

Le terme "mailbox" est utilisé pour le différencier du terme "boîte aux lettres" utilisé par l'adressage du niveau session. Les "Mailbox" sont des objets gérés par le moniteur temps réel AMSTER-186. Celui-ci offre des primitives telles que, "Send\$message" "Receive\$message" pour respectivement déposer ou consommer un message dans une "mailbox". Une "mailbox" peut contenir plusieurs messages gérés en FIFO (First In First Out).

Les événements

Les tâches utilisent les événements pour se synchroniser entre elles. Les deux tâches procédures "PNTE" et "PRTE" disposent par exemple d'un vecteur de 16 événements chacune, utilisables pour la synchronisation de leur dialogue avec les tâches méthode d'accès "MANA", "MA..", ou avec le superviseur d'entrées-sorties équipement. Ces événements sont manipulés par des primitives AMSTER-186 du type "RQ\$ATTENDRE\$EVENEMENT", "RQ\$EFFACER\$EVENEMENT", "RQ\$SIGNALER\$EVENEMENT".

Les files d'attentes

Les files d'attentes sont utilisées par les différentes tâches du logiciel FACTOR, soit de manière interne (stockage d'EICB à l'intérieur d'une tâche), soit pour offrir des services communs à plusieurs tâches. Dans le second cas, l'exclusion mutuelle de plusieurs tâches pour l'accès à une même ressource "file d'attente" est assurée à l'aide de "régions". Une région est un objet AMSTER-186 assimilable au concept de sémaphore des systèmes temps réels. Ces objets sont manipulés à l'aide des primitives AMSTER-186 "RQ\$CREER\$REGION", "RQ\$PRENDRE\$REGION", "RQ\$LIBERER\$REGION".

Le schéma de la page suivante résume les différentes interactions existantes entre les tâches du logiciel FACTOR.

E/S AUTOMATE PROGRAMMABLE

7

6

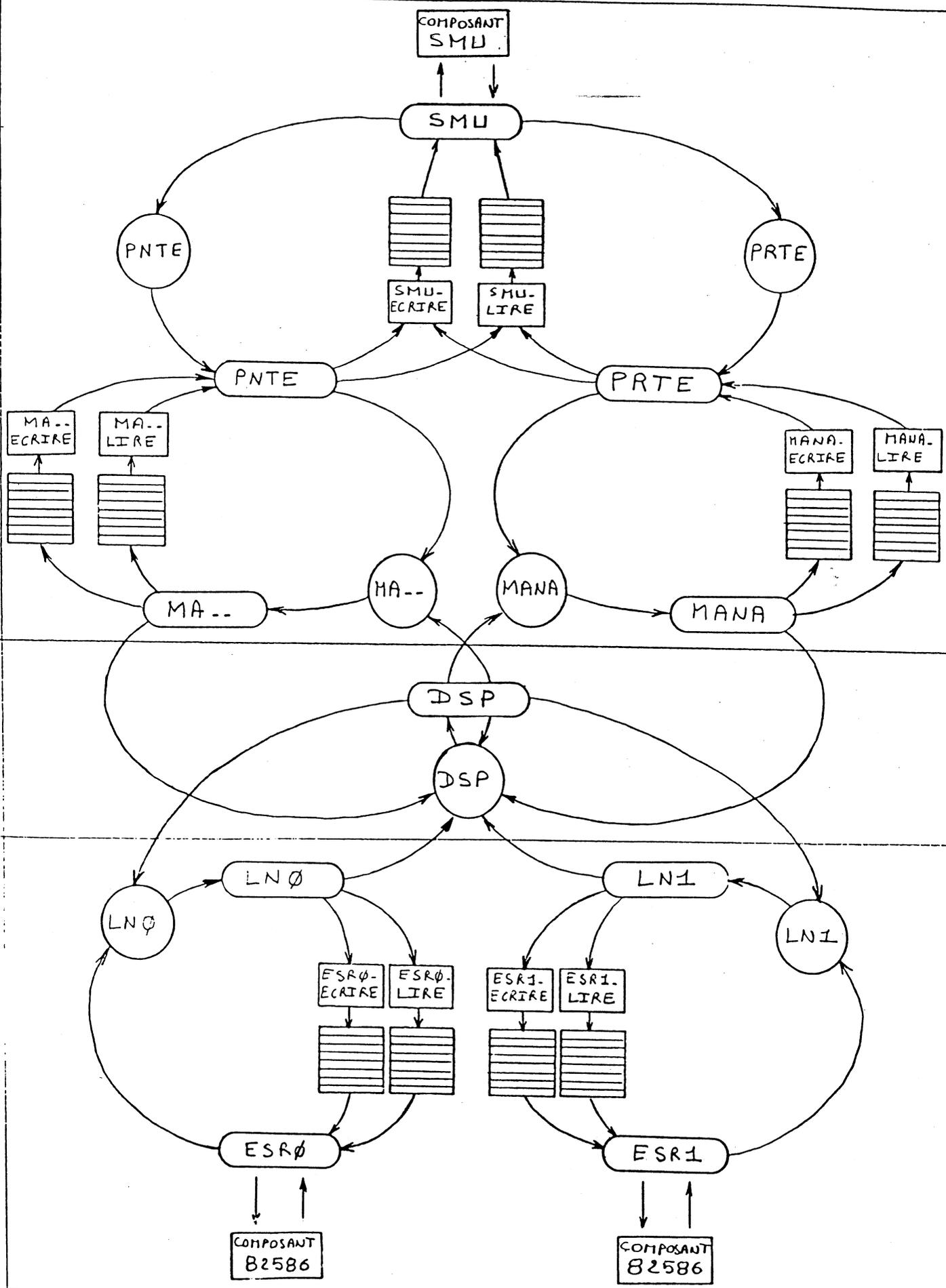
5

4

3

2

1

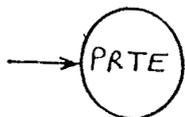


E/S MEDIUM Ø

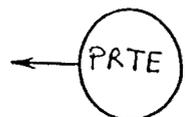
E/S MEDIUM 1

PRTE

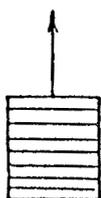
TACHE LOGICIELLE "PRTE"



DEPOSER UN MESSAGE DANS LA MAILBOX "PRTE"



PRENDRE UN MESSAGE DANS LA MAILBOX "PRTE"



PRENDRE UN MESSAGE DANS UNE FILE D'ATTENTE



DEPOSER UN MESSAGE DANS UNE FILE D'ATTENTE



APPEL AU SOUS-PROGRAMME "MANA-LIRE"

L'échange d'informations entre les tâches procédures "PRTE" ou "PNTE" et la tâche "SMU" s'effectue de la manière suivante:

- dans le sens tâche procédure vers tâche "SMU", la tâche procédure opère des appels procéduraux aux points d'entrées :
 - . SMU_LIRE, pour donner des ressources de lecture EICB à la tâche "SMU", afin que celle-ci puisse stocker dans un buffer équipement, les informations provenant de l'automate programmable. La tâche procédure obtient ses ressources de lecture EICB de la tâche méthode d'accès, via un appel procédural au point d'entrée "MA_LIRE".
 - . SMU_ECRIRE, pour donner une ressource d'écriture EICB à la tâche "SMU", afin que cette dernière opère l'écriture du contenu du buffer associé à l'EICB, dans le buffer message du composant SMU, où il sera lu par l'automate programmable. La tâche procédure obtient ses ressources d'écriture EICB de la tâche méthode d'accès, via un appel procédural au point d'entrée "MA_ECRIRE".
- dans le sens tâche "SMU" vers tâche procédure, la tâche "SMU" dépose en fin de lecture ou d'écriture les ressources EICB correspondantes dans la "mailbox" associée à la tâche procédure. Elle positionne ensuite un des événements de la tâche procédure. Cette dernière une fois réveillée dans son attente sur cet événement, peut alors aller consommer dans sa "mailbox" le ou les EICB de compte-rendus d'entrées-sorties équipement.

L'échange d'information entre une tâche procédure (PRTE ou PNTE) et la tâche méthode d'accès associée (MANA ou MA..) s'effectue de la manière suivante:

- dans le sens méthode d'accès vers procédure, c'est la tâche procédure qui au vu d'événements positionnés par la tâche méthode d'accès "file d'attente ma_lire non vide", "file d'attente ma_écrire non vide", effectue des appels procéduraux aux points d'entrées pré-cités "MA_LIRE" ou "MA_ECRIRE".
 - . un appel à "MA_LIRE" permet d'obtenir une ressource de lecture (EICB, plus buffer équipement associé), que la tâche procédure peut communiquer à la tâche "SMU" via un appel procédural au point d'entrée "SMU_LIRE". La tâche "SMU" peut alors stocker les informations provenant de l'automate dans le buffer de cette ressource de lecture.
 - . un appel à "MA_ECRIRE" permet d'obtenir une ressource d'écriture (EICB, plus buffer équipement associé), qui correspond à une information provenant du réseau, et qui doit être communiquée à l'automate programmable. La tâche procédure communique cette information à l'automate via un appel procédural au point d'entrée "SMU_ECRIRE".
- dans le sens procédure vers méthode d'accès, la tâche procédure dépose ses messages dans la "mailbox" associée à la tâche méthode d'accès. C'est le cas d'une information équipement, contenue dans une ressource de lecture, et qui en fin de lecture au niveau de la tâche "SMU", demande à être émise sur le réseau via la tâche méthode d'accès.

Au sein de la tâche dispatcher "DSP", les échanges d'informations entre les modules session, transport, réseau, sont effectués via la "mailbox" DSP. L'échange d'informations entre la tâche dispatcher et les tâches liaison de données "LNO" et "LN1" s'effectue de la manière suivante:

- le module réseau de la tâche dispatcher, au vu du médium à emprunter (message express, normal, lettres, médiums indisponibles), dépose la ressource EICB correspondante au message dans la "mailbox" liaison de données soit du médium 0, soit du médium 1.
- réciproquement les tâches liaisons de données "LNO" et "LN1" transmettent leurs messages au module réseau de la tâche dispatcher, via la "mailbox" DSP.

Les échanges d'informations entre les tâches liaisons de données ("LNO", "LN1") et les tâches entrées-sorties réseaux ("ESR0", "ESR1") sont basés sur les mêmes principes que ceux existant entre la tâche entrées-sorties équipement "SMU" et les tâches procédures ("PRTE", "PNTE").

3.4.4 - Implantation mémoire

Vis-à-vis des ressources mémoires du produit coupleur FACTOR, les différents modules logiciels sont implantés de la manière suivante :

- La REPR0M de base de 64 Koctets contient le code des fonctions suivantes:
 - . initialisation des composants 80186 et 82586
 - . autotests
 - . "bootstrap" de téléchargement de la table de configuration de la station
 - . moniteur temps réel AMSTER-186
- La cartouche amovible REPR0M de 128 Koctets contient le code des fonctions:
 - . logiciel d'accès à l'équipement (driver SMU, procédures, méthode d'accès)
 - . logiciel de communication (session, transport, contrôle réseau, liaison de données, contrôleur de site, gestionnaire de messages, gestion des délais, horloge temps réel)
 - . logiciel d'accès aux médiums (driver entrées-sorties réseau)
- La RAM de base de 128 Koctets, contient toutes les données des différents modules du logiciel FACTOR
 - . objets FACTOR: boîtes aux lettres, session, EICB, buffers équipement
 - . objets AMSTER-186: régions, mailbox, files d'attentes

Elle contient de plus la table des vecteurs d'interruptions utilisée par le 80186.

- La RAM partagée 80186/82586 de 16 Koctets contient toutes les structures de données nécessaires au fonctionnement des 82586, ainsi qu'un "pool" de buffers lignes exploité par les composants 82586.

C H A P I T R E 4

Après un résumé des principaux thèmes abordés dans ce mémoire et avant de conclure, ce chapitre fait état des axes d'évolutions possibles, des fonctionnalités du produit réseau FACTOR.

4 - CONCLUSION

PAGES

82

4 - CONCLUSION

L'interconnexion des systèmes de traitement de l'information via des réseaux locaux et nationaux, devient un préalable à l'optimisation de l'activité industrielle. Cette évolution, derrière laquelle se dessine un marché colossal par son impact sur l'ensemble de l'industrie des systèmes d'informations, suscite l'intérêt de tous les constructeurs, quels que soient leurs domaines d'interventions, bureautique, productique, grand public,

La diversité des besoins fonctionnels et économiques des domaines d'applications des réseaux locaux, liée au large spectre des intérêts stratégiques et économiques des constructeurs de réseaux locaux, génère l'existence d'une multitude de produits sur le marché de la communication. L'incompatibilité de ces produits a pour conséquence préméditée, de verrouiller un réseau local sur une gamme de produits d'un constructeur donné.

La volonté de garantir la coopérabilité de l'ensemble des systèmes de traitement de l'information, est l'objectif recherché par des instances internationales de normalisation, telles que IEEE, ECMA, NBS, ANSI, CCITT, IEC, EIA. Tous leurs travaux sont basés sur le modèle de référence d'interconnexion des systèmes ouverts, défini par l'ISO. Les normes de réseaux locaux promulguées par ces instances de normalisation, sont en fait le reflet des volontés stratégiques et techniques, des principaux constructeurs ou association de constructeurs, selon la part de marché qu'ils représentent:

- norme IEEE 802.3, réseau ETHERNET, domaine bureautique, constructeurs XEROX, DEC, INTEL, ...
- norme IEEE 802.4, réseau MAP (Manufacturing Automation Protocol) domaine productique, constructeurs GENERAL MOTORS, IBM, GENERAL-ELECTRIC, GOULD MODICON, ALLEN BRADLEY, INTEL, ...
- norme IEEE 802.5, futur réseau IBM.

C'est à terme l'existence de composants qui vaudra valeur de certification des produits vis-à-vis des normes, et de promotion des réseaux locaux via l'abaissement du coût de connexion.

Cependant la constante de temps du processus "normalisation, existence de composants sur le marché" se chiffre en années. Dès lors il existe des créneaux temporels où des réseaux hétérogènes "hors normes" ont une opportunité, car ils répondent à un besoin utilisateur immédiat. Tel est le cas du réseau local hétérogène de productique FACTOR, développé et commercialisé à ce jour par la société APSIS.

Ce mémoire décrit le produit "Coupleur réseau FACTOR" permettant la connexion des automates programmables de la série TSX7 de TELEMECANIQUE, au réseau FACTOR de la société APSIS. Il présente les solutions techniques retenues pour la mise en oeuvre de l'architecture matérielle et logicielle de ce produit, tout en établissant un parallèle avec les recommandations des normes.

Outre ses capacités de fonctionnement dans un environnement industriel parasité, sa faculté de gestion de priorités de messages et sa haute disponibilité (redondance des médiums), le réseau FACTOR ne gère pas à ce jour une variable "Temps", commune à l'ensemble des équipements connectés au réseau. Pourtant le "temps" est primordial dans les systèmes de productique, car il permet :

- d'établir sur un poste central de surveillance, la chronologie temporelle d'apparition des événements contenus dans les messages,
- d'établir la validité temporelle de l'information contenue dans un message, au vu du délai de transmission de ce message sur le réseau.

La gestion du "temps", est un des axes d'évolution possible des fonctionnalités du produit réseau FACTOR, via la mise en oeuvre de mécanismes "hardware" de gestion d'une horloge commune et de datation automatique des messages émis ou reçus.

L'existence d'une passerelle (gateway) entre le réseau FACTOR et le réseau MAP, constitue un deuxième axe d'évolution possible des fonctionnalités du réseau FACTOR.

L'existence actuelle du produit réseau FACTOR sur le marché des réseaux locaux, liée à des évolutions fonctionnelles telles que passerelle vers MAP, innovation dans la gestion du temps, devraient permettre le rassemblement d'un consensus d'utilisateurs industriels autour de FACTOR, afin d'assurer une réussite commerciale à ce produit.

5 - BIBLIOGRAPHIE

5.1 - Ouvrages de références

- Local area networks market - Europe
FROST & SULLIVAN 1983
- Le développement des réseaux locaux industriels et ses implications économiques, techniques et stratégiques
BIPE 1984
- Politique des produits de connexion et des réseaux d'automates programmables
APSYS 1982
- Programmable controllers market
FROST & SULLIVAN 1984
- Les réseaux locaux d'entreprises, marchés et technologies
F. HOSTES EDI_TEST 1984
- Téléinformatique, transport et traitement de l'information dans les réseaux et systèmes téléinformatiques
G. MACCHI, JF. GUILBERT DUNOD 1979
- Systèmes informatiques répartis, concepts et techniques
CORNAFION DUNOD 1981
- Computer network architectures
A. MEIJER & P. PEETERS
Computer science press 1982
- Microcomputer networks tutorial
HA. FREEMAN & KF. THURBER
IEEE computer society press 1981
- Manufacturing Automation Protocol
MAP specification
GENERAL MOTORS CORPORATION April 6 1984
- IAPX 186 user's reference manual
INTEL CORPORATION 1983
- 82586 local area network coprocessor reference manual
INTEL CORPORATION 1984
- TOKEN_NET Local area network system description
CONCORD DATA SYSTEM INC 1983
- ETHERNET data link layer and physical layer specifications
INTEL CORPORATION September 1980

5.2 - Séminaires articles

- Systèmes informatiques distribués pour applications industrielles temps réel
G LE LANN
séminaire DINOV 13, 14 et 15 mars 1984
- Systèmes de traitements distribués
séminaire Integrated Computer Systems 1984
- Les réseaux locaux classification et quelques exemples actuels
Special NCC minis et micros n0:216 bis 1984
- Local area networking becomes a standard feature
DIGITAL DESIGN march 1984
- Comprendre le processus de normalisation des réseaux
MINIS ET MICROS n0 209 1984
- Closing in on open systems
ELECTRONICS may 31 1984
- Software standards
ELECTRONICS DESIGN december 27 1984
- Local area network is MAP it?
CONTROL ENGINEERING july 1984
- Vers un standard des réseaux locaux industriels avec MAP
ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE n:78 novembre 1984
- Factory automation : the standard bearer for industrial evolution
SOLUTION INTEL january/february 1985
- Dossier systèmes contrôle commande
INSTRUMENTATIONS ET SYSTEMES n:9 décembre 1984
- LAN'S: the coming revolution in factory control
MACHINE DESIGN november 22 1984
- Local net communications improves at both ends
ELECTRONIC DESIGN april 16 1981
- ETHERNET: distributed packet switching for local computer networks
Communications of the ACM july 1976
- The evolution of a standard ETHERNET
BYTE december 1984
- Update on local area network standards
Industrial and process control magazine November 1983

- How broadband modems operate on token-passing nets
DATA_COMMUNICATIONS june 1983
- Use modeling techniques to estimate local net success
EDN april 14 1983
- In praise of ring architecture for local area networks
COMPUTER DESIGN march 1983
- Communications processor connect dissimilar hosts and workstations
MINIS MICROS SYSTEMS march 1983

5.3 - Documents de normes

- ISO/TC/184
Systèmes de traitement de l'information se rapportant à
l'automatisation industrielle
INTERNATIONNAL STANDARD ORGANIZATION 1983
- ISO/DIS 7498
Systèmes de traitement de l'information
Interconnexion des systèmes ouverts, modèle de référence de base
INTERNATIONNAL STANDARD ORGANIZATION 1982
- ISO/DIS 8073
Information processing systems, Open systems interconnection
connection oriented transport protocol specification
INTERNATIONNAL STANDARD ORGANIZATION 1984
- ISO/DIS 8072
Information processing systems, Open systems interconnection
transport service definition
INTERNATIONNAL STANDARD ORGANIZATION 1984
- ISO/DIS 8348
Information processing systems, Open systems interconnection
Network service definition
INTERNATIONNAL STANDARD ORGANIZATION 1984
- ISO/TR 6132
Numerical control of machines
operational command and data format
INTERNATIONNAL STANDARD ORGANIZATION 1981
- ISO/DIS 4335
Data communication high level data link control procedures
Consolidation of elements of procedures
- ISO/DIS 7809
Data communication high level data link control procedures
Consolidation of classes of procedures
- IEEE Standard 802.2
Logical Link Control
IEEE Computer Society November 1982
- IEEE Standard 802.3
CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications
IEEE Computer Society December 1982
- IEEE Standard 802.4
Token Passing Bus Access Method
IEEE Computer Society December 1982

- Standard ECMA 80
Local area networks (CSMA/CD baseband) Coaxial cable system
European Computer Manufacturers Association September 1982
- Standard ECMA 81
Local area networks (CSMA/CD baseband) Physical layer
European Computer Manufacturers Association September 1982
- Standard ECMA 82
Local area networks (CSMA/CD baseband) Link layer
European Computer Manufacturers Association August 1983
- Standard ECMA 84
Local area networks Data presentation protocol
European Computer Manufacturers Association September 1982
- Standard ECMA 85
Local area networks Virtual file protocol
European Computer Manufacturers Association September 1982
- Standard ECMA 86
Local area networks Generic data presentation
Services description and protocol definition
European Computer Manufacturers Association March 1983
- Standard ECMA 87
Local area networks Generic virtual terminal
Service and protocol description
European Computer Manufacturers Association March 1983
- Standard ECMA 88
Local area networks Basic class virtual terminal
Service description and protocol definition
European Computer Manufacturers Association March 1983
- Standard ECMA 75
Local area networks Session protocol
European Computer Manufacturers Association January 1982
- Standard ECMA 72
Local area networks Transport protocol
European Computer Manufacturers Association September 1982
- Standard ECMA TR-13
Local area networks Network layer principles
European Computer Manufacturers Association September 1982

- ICST/HLNP 80-6
Features of the file transfer protocol
and the data presentation protocol
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology September 1980
- ICST/HLNP 80-1
Features of the transport and the session protocol
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology September 1980
- ICST/HLNP 81-2
Specification of the session protocol
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology March 1981
- ICST/HLNP 81-20
A benchmark for implementations of the NBS transport protocol
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology September 1981
- ICST/HLNP 83-1
Specification of a transport protocol for computer communications
Volume 1 : Overview and services
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology January 1983
- ICST/HLNP 83-3
Specification of a transport protocol for computer communications
Volume 3 : class 4 protocol
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology February 1983
- ICST/HLNP 83-4
Specification of a transport protocol for computer communications
Volume 4 : service specifications
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology January 1983
- ICST/HLNP 83-5
Specification of a transport protocol for computer communications
Volume 5 : Guidance for the implementor
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology January 1983
- ICST/HLNP 80-15
Service specification of a network interprocess communication
protocol
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
Institute for Computer Sciences and Technology October 1980