

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 66 (1988)

**Heft:** 7

**Artikel:** Equipements et fonctions servant à l'exploitation centralisée de centraux IFS

**Autor:** Suter, Walter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876254>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Equipements et fonctions servant à l'exploitation centralisée de centraux IFS

Walter SUTER, Berne

## Ausrüstungen und Funktionen des zentralisierten Betriebes der IFS-Zentralen

Zusammenfassung. Von 1989 an werden Kreisbetriebszentren für den zentralisierten Betrieb der IFS-Zentralen AXE 10, EWSD und System 12 eingesetzt. Produktspezifische Ausrüstungen der Zentralenlieferanten bilden dazu die Basis. Im Beitrag wird gezeigt, welche Funktionen durch welche Ausrüstungen realisiert werden und wie die neuen Ausrüstungen mit jenen zusammenarbeiten, die schon heute das bestehende Telefonnetz betrieblich unterstützen. Dabei wird das zeitliche, ebenfalls in IFS-Ausbauetufen gegliederte Vorgehen berücksichtigt. Zum Schluss wird dargelegt, welche langfristigen Entwicklungen im Bereich der betrieblichen Ausrüstungen und Hilfsmittel zu erwarten sind.

Résumé. Dès 1989, les centres d'exploitation d'arrondissement seront utilisés pour exploiter les centraux IFS AXE 10, EWSD et système 12 de manière centralisée. Cette opération s'appuyera sur les équipements spécifiques des fournisseurs de centraux. L'auteur montre les fonctions que réalisent chacun des équipements ainsi que l'interfonctionnement de ces derniers avec ceux qui assurent aujourd'hui déjà l'exploitation du réseau téléphonique. Il est tenu compte à cet égard du calendrier qui s'applique aussi aux états de développement de l'IFS. En conclusion, l'auteur évoque l'évolution envisageable à long terme pour les équipements d'exploitation et les moyens auxiliaires.

## Equipaggiamenti e funzioni per la gestione centralizzata delle centrali IFS

Riassunto. Dal 1989 per la gestione centralizzata delle centrali IFS AXE 10, EWSD e Sistema 12 verranno utilizzati dei centri di gestione circondariali. Serviranno da base gli equipaggiamenti specifici dei fornitori delle centrali. L'autore descrive le funzioni svolte dal singolo equipaggiamento e mostra in che modo gli equipaggiamenti nuovi interagiscono con quelli già impiegati per la gestione della rete telefonica. L'introduzione avverrà a tappe conformemente ai livelli d'estensione dell'IFS. L'autore accenna infine all'evoluzione a lungo termine possibile nel campo degli equipaggiamenti e dei mezzi ausiliari.

## 1 Introduction

### 11 Coup d'œil rétrospectif et normes

En Suisse, le concept de l'exploitation centralisée des centraux IFS remonte à plusieurs années déjà. En effet, depuis 1974 – époque où la réalisation d'un système de télécommunication intégré typiquement suisse était envisagée – on a travaillé de manière systématique à la mise sur pied d'un centre d'exploitation d'arrondissement (CEA). Le fait d'avoir modifié ce projet ne changea rien à l'objectif visé, quoique l'acquisition de trois systèmes IFS créa une nouvelle situation. En effet, l'exploitation d'un seul système peut être conçue de façon uniforme sans entraîner de dépenses supplémentaires. En implantant plusieurs systèmes, par contre, on doit laisser de côté le principe d'uniformité pour des raisons financières ou, du moins, s'efforcer de réduire au minimum les coûts de développement. Ce qui affecte surtout l'organisation et le déroulement des travaux, de même que les équipements, qui, pour certaines applications, doivent présenter une interface uniforme vers l'exploitant ou un processeur.

De ce point de vue, les tâches d'exploitation de l'IFS furent réunies sous une conception de base en 1984 et, par la suite, sous des conceptions détaillées [1]. Lors de la planification de l'extension des fonctions [2] – structurée en états de développement échelonnés dans le temps – les fonctions et équipements furent définis. Il en résulta les normes fondamentales de réalisation qui sont décrites ici sommairement (fig. 1):

- Répartition entre trois phases d'exploitation (BPh)
  - Phase d'exploitation 1: Service local
  - Phase d'exploitation 2: Service centralisé à partir des centres d'exploitation d'arrondissement (CEA);
  - Phase d'exploitation 3: Service centralisé à partir des CEA avec intercommunication de données avec

Terco et autres processeurs hiérarchiquement supérieurs.

- Structure d'organisation et d'exploitation présentant les distinctions suivantes:
  - places de travail *locales*, qui se trouvent dans les centraux;
  - places de travail *régionales*, qui se trouvent dans le CEA et les services décentralisés.
- En dernier lieu, une répartition des équipements entre les équipements de centraux, les équipements d'exploitation centralisés spécifiques au système et les équipements d'exploitation centralisés non spécifiques au système (notions v. tabl. I).

Tableau I. Notions et définitions

#### Centre d'exploitation d'arrondissement (CEA):

Le CEA représente l'emplacement où sont logés les équipements d'exploitation centralisés (ZBA). Il comprend deux locaux: le local des appareils CEA et le local de desserte CEA.

#### Equipements d'exploitation centralisés (ZBA):

Ensemble des moyens auxiliaires centralisés servant à l'exploitation des centraux d'un secteur IFS.

Les ZBA spécifiques au système assurent les fonctions qui présentent une interface spécifique à chaque système IFS.

Les ZBA non spécifiques au système effectuent les fonctions qui comportent des interfaces de desserte et des formats de données uniformes à tous les systèmes IFS.

#### Processeur d'exploitation (BR):

Processeur spécifique au système considéré ou réseau de processeurs spécifiques au système auquel sont reliés les centraux IFS. Il permet la desserte centralisée, l'échange des données et la maintenance des centraux IFS.

#### Spécifique au système, spécifique au produit:

Dans ce texte, les termes «système» et «produit» se rapportent aux systèmes ou aux produits IFS (AXE, EWSD, système 12, ou AOM 101, NSC, etc.).

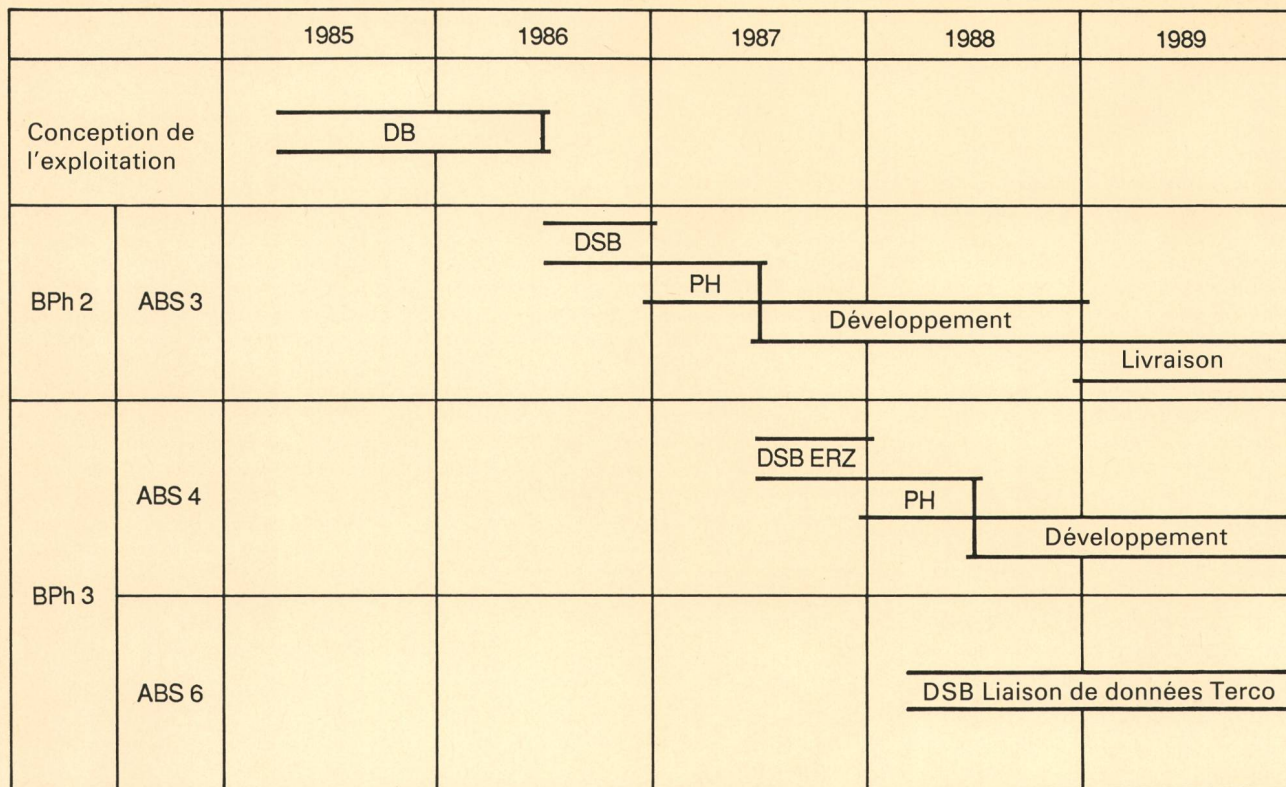


Fig. 1

**Calendrier des tâches**

- DB Description de service
- DSB Description de la structure de service
- PH Cahier des charges
- BPh 2 Phase d'exploitation 2 (exploitation centralisée à partir du CEA)
- ABS 3 Etat de développement 3 (étendue des fonctions pour l'exploitation centralisée à partir du CEA)

- ABS 4 Etat de développement 4 (étendue des fonctions de l'ABS 3 en plus de la communication de données IFS-CCE)
- ABS 6 Etat de développement 6 (étendue des fonctions de l'ABS 4 en plus de la communication de données IFS-Terco)

**12 Procédure**

Le déroulement des étapes de travail lors de la planification et de la réalisation des équipements d'exploitation centralisés (ZBA) ne diffère presque pas de celui concernant les centraux IFS [3]. Du point de vue administratif, les exigences relatives à l'exploitation affectant le choix des équipements sont formulées dans les conceptions détaillées sous forme de descriptions de service (DB) (fig. 1).

L'étape de travail suivante consiste à répartir les fonctions nécessaires entre les équipements (logiciel et matériel) dans les descriptions de la structure de service (DSB). Il faut alors déterminer si les équipements d'exploitation existants, utilisés dans le réseau téléphonique traditionnel, sont adaptés au réseau IFS. Dans l'affirmative, les interfaces doivent être définies. Prenons l'exemple des mesures du trafic. Dans ce cas, on doit déterminer si les données de mesure des centraux IFS doivent être acheminées vers le CEA, puis vers le processeur d'exploitation IFS, ou si, comme pour chaque central analogique, le traitement subséquent est effectué par le dispositif de mesure VM 85. La décision quant au degré d'utilisation des installations existantes dépend non seulement de considérations purement techniques, mais aussi économiques. Cette décision n'est pas toujours facile à prendre dans le cas d'un réseau utilisant à la fois les techniques analogique et numérique,

marqué en outre par une évolution rapide. Les exigences relatives à chaque type d'équipements (par ex. équipement IFS, VM 85, etc.) sont déterminées dans les cahiers des charges.

La figure 1 montre trois états de développement des fonctions pour la réalisation des équipements d'exploitation centralisés:

- ABS 3: Exploitation centralisée à partir du CEA
- ABS 4: Liaison de données entre CEA-CCE pour les données de taxation et les états des compteurs, desserte uniforme à partir du service des dérangements
- <sup>2</sup> - ABS 6: Réseau informatique (Terco, etc.).

**2 Etat de développement 3**

**21 Généralités**

L'état de développement 3 se caractérise pour l'essentiel par la mise en œuvre des équipements d'exploitation centralisés *spécifiques au système* considéré qui assurent les quatre fonctions principales suivantes (fig. 2).

1. La *centralisation des fonctions de desserte* vise à

- assurer les véritables fonctions de concentration et de multiplexage du processeur d'exploitation qui

Tableau II. Répartition des fonctions entre les équipements AXE

Fonction	ZBA spécifiques au système		ZBA non spécifiques au système et processeurs hiérarchiquement supérieurs			
	AOM	PC	FEPAM*)	VM-85*)	CCE	Processeur DQ
Desserte — Concentration — Eléments de desserte	x x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>				
Alarmes	x		x			
Télémesures	x					
Mesure du trafic	x <sup>2)</sup>			x <sup>2)</sup>		
Saisie et analyse de la qualité de service DQ	x					x
Traitement des données de taxation	x <sup>2)</sup>				x <sup>2)</sup>	
Gestion des données d'abonnés et des données d'équipements	x					
Gestion des données de lignes et des données d'acheminement	x					

1) DCP Langage homme-machine évolué (selon CCITT), technique de formules/menus  
PC Langage procédural

2) Interface de bandes magnétiques (spécifique au produit)

\*) Equipements existants ou déjà acquis

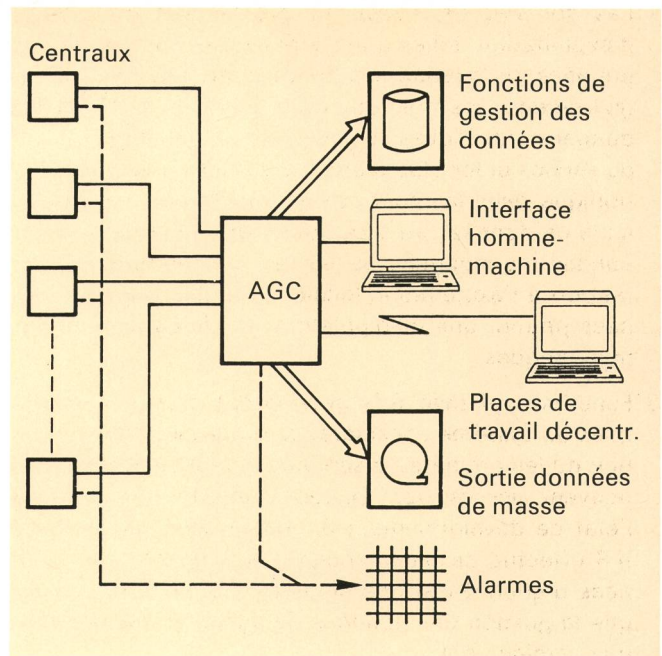


Fig. 2  
Fonctions principales de l'état de développement 3  
ZBA Equipements d'exploitation centralisés

permettent d'établir les interfaces homme-machine de l'ensemble du secteur d'exploitation dans un CEA régional et dans les services de gestion décentralisés

- par la même occasion, cette interface homme-machine peut être conçue au niveau des éléments de desserte selon les principes de l'ergonomie.

Tableau III. Répartition des fonctions entre les équipements EWSD

Fonction	ZBA spécifiques au système			ZBA non spécifiques au système et processeurs hiérarchiquement supérieurs			
	DCP	7530	PC	FEPAM*)	VM-85*)	CCE	Processeur DQ
Desserte — Concentration — Eléments de desserte	x x <sup>1)</sup>		x <sup>1)</sup>				
Alarmes	x			x			
Télémesures	x <sup>3)</sup>			x			
Mesure du trafic	x <sup>2)</sup>				x <sup>2)</sup>		
Saisie et analyse de la qualité de service DQ	x						x
Traitement des données de taxation	x <sup>2)</sup>					x <sup>2)</sup>	
Gestion des données d'abonnés et des données d'équipements		x					
Gestion des données de lignes et des données d'acheminement			x				

1) DCP Langage homme-machine évolué (selon CCITT), technique de formules/menus  
PC Langage procédural

2) Interface de bandes magnétiques (spécifique au produit)

3) Interrogation des données d'abonnés

\*) Equipements existants ou déjà acquis

2. Les *données de masse* qui proviennent du secteur d'exploitation, telles que les états des compteurs, les données de taxation, les données de jonctions (enregistrement), les données de mesure du trafic et les données spécifiques au système concernant la qualité de service et les statistiques, sont saisies de façon périodique dans les centraux et transférées sur les circuits de données au CEA pour y être enregistrées sur bandes magnétiques ou sorties sur imprimante. Par rapport à l'exploitation locale, ce traitement des données permet une manipulation simplifiée des bandes magnétiques.
3. Fonctions relatives à la *gestion des données spécifiques au système* considéré. Le processeur d'exploitation ou les ordinateurs serveurs qui lui sont raccordés peuvent assurer les fonctions informatiques. Dans l'état de développement 3, chaque système de base IFS effectue de façon spécifique la gestion des données d'abonnés et des données d'équipements ainsi que la gestion des données de lignes et des données d'acheminement.
4. *Interfaces non spécifiques au système pour la transmission des alarmes.* Non seulement les centraux IFS, mais aussi les ZBA spécifiques au système sont raccordés au système FEPAM/ZAR existant par le biais d'une interface.

## 22 Equipements

Les *tableaux II, III et IV* donnent un aperçu de la répartition des fonctions entre les équipements prévus dans l'ABS 3. Une description des ZBA spécifiques aux systèmes est donnée ci-après:

### AXE (fig. 3)

Dans le système AXE, le processeur d'exploitation AOM-101 exécute les fonctions principales en question. Les places de travail CEA sont reliées à l'AOM. Ce dernier consiste en un système commandé par ordinateur conçu spécialement par *LM Ericson* pour l'exploitation des équipements et des réseaux de télécommunication [4].

### EWSD (fig. 4)

Dans le système EWSD, le processeur de communication de données (DCP Data Communication Processor) assure les fonctions de concentration et de multiplexage ainsi que la sortie des données de masse. En revanche, les fonctions de gestion de données sont effectuées par un ordinateur serveur Siemens 7530-B. Chaque équipement est vendu sur le marché (TRANSDATA, Siemens 7500) et n'est donc pas destiné uniquement au domaine des télécommunications [5].

### Système 12 (fig. 5)

Dans le système 12, le centre d'exploitation (NSC Network Service Center) exécute les fonctions de concentration et de multiplexage ainsi que la sortie de données, alors que les fonctions de gestion des données sont assurées par un processeur (MicroVax) raccordé au NSC comme terminal émulé. Pour la gestion des données d'abonnés et des données d'équipements (CURU) réalisée dans l'ABS 3, la desserte n'est possible qu'au moyen de terminaux directement raccordés. Le NSC est un produit qui a été conçu spécialement pour le système 12 et qui présente la même technologie [6].

Tableau IV. Répartition des fonctions entre les équipements du système 12

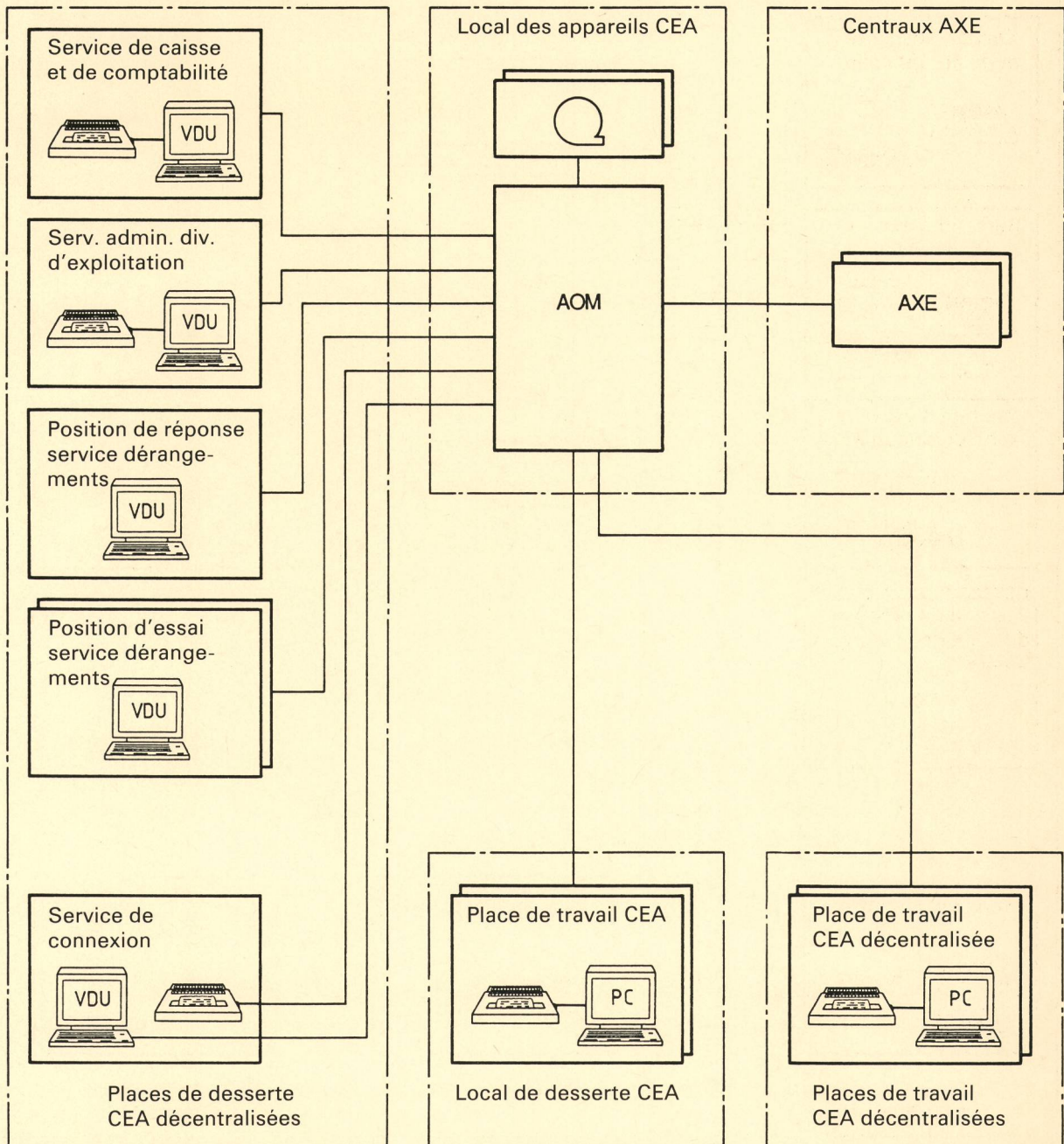
Fonction	ZBA spécifiques au système			ZBA non spécifiques au système et processeurs hiérarchiquement supérieurs			
	NSC	MicroVax	PC	FEPAM*)	VM-85*)	CCE	Processeur DQ
Desserte — Concentration — Eléments de desserte	x x <sup>1)</sup>		x <sup>1)</sup>				
Alarmes	x			x			
Télémesures	x						
Mesure du trafic	x <sup>2)</sup>				x <sup>2)</sup>		
Saisie et analyse de la qualité de service DQ	x						x
Traitement des données de taxation	x <sup>2)</sup>					x <sup>2)</sup>	
Gestion des données d'abonnés et des données d'équipements		x					
Gestion des données de lignes et des données d'acheminement		x <sup>3)</sup>	x <sup>3)</sup>				

<sup>1)</sup> NSC Langage homme-machine évolué (selon CCITT), technique de formules/menus  
PC Langage procédural

<sup>2)</sup> Interface de bandes magnétiques (spécifique au produit)

<sup>3)</sup> Pas encore déterminé

\*) Equipements existants ou déjà acquis



**Fig. 3**  
**ZBA spécifiques au système AXE**  
 AOM Processeur d'exploitation  
 VDU Console de visualisation (visual display unit)

PC Ordinateur personnel avec desserte par procédures

### Implantation de plusieurs systèmes (fig. 6)

Au moins deux CEA sont prévus dans les arrondissements des télécommunications exploitant deux systèmes IFS. Chaque CEA sera doté des équipements spécifiques à chaque système considéré. L'ABS 3 prévoit une desserte spécifique à chaque produit dans le CEA de même qu'aux places de travail décentralisées et dans les services de gestion. Ce qui signifie qu'en règle générale une place de travail devra être implantée pour chaque système de base.

## 23 Description des différentes fonctions

### 231 Desserte

#### a) Terminals de desserte

L'exécution efficace et sûre des tâches d'exploitation dépend en majeure partie de la conception de la communication homme-machine. Il est évident que le temps machine des centraux commandés par processeurs est consacré en premier lieu à la commutation des appels. Il n'est donc par surprenant

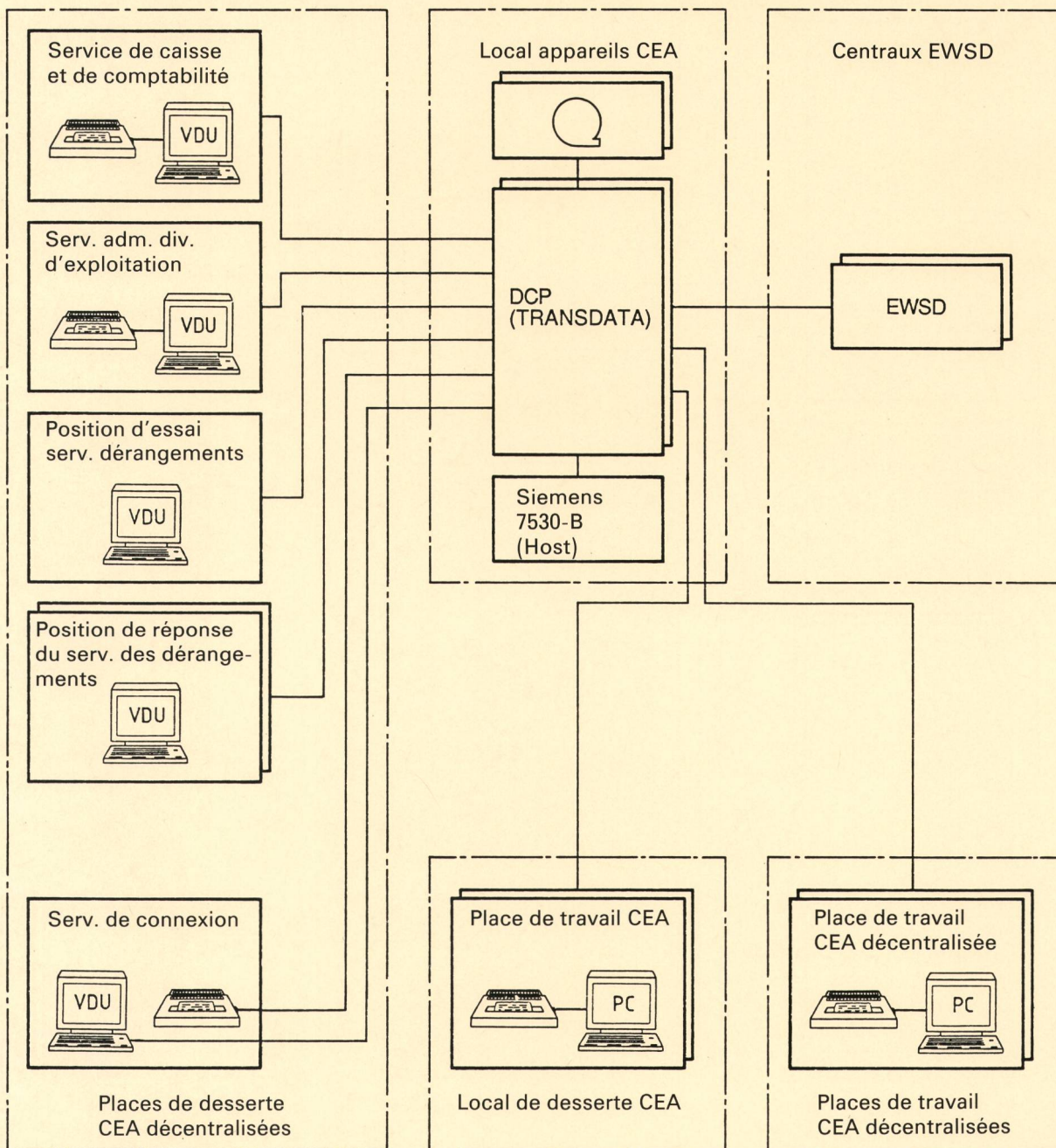


Fig. 4  
ZBA spécifiques au système EWSD

DCP Processeur de communication de données (Data Communication Processor)

VDU Console de visualisation (visual display unit)

PC Ordinateur personnel avec desserte par procédures

que, comparé aux systèmes informatiques ou à l'ordinateur personnel, la desserte des centraux paraît plutôt limitée.

Cependant, que signifie une interface homme-machine dite « adaptée à l'utilisateur » ou « conçue de façon ergonomique » dans le cas des systèmes de commutation ? Il est permis de répondre à cette question à partir du modèle à 4 niveaux figurant au tableau V.

Le *niveau 1* correspond au *niveau physique* ; il comprend le matériel (écran, clavier, sonnerie, etc.) de

même que les fonctions logicielles normalisées (codage symbolique, « feuilletter », accentuation, etc.). Même s'il est possible d'utiliser le même matériel, ce niveau est spécifique à chaque produit. Le personnel expérimenté peut acquérir très rapidement les connaissances nécessaires à la manipulation des terminaux. Chez ceux qui savent desservir un ordinateur personnel, elles sont déjà acquises.

Le *niveau 2* détermine la *syntaxe du dialogue*, notamment la définition des masques, des zones et du langage, ainsi que la structure du dialogue. Elle est

Tableau V. Modèle de desserte ergonomique

4	Niveau pratique Représentation des tâches	Desserte par procédures	Spécifique aux tâches	PC
3	Niveau sémantique (objets, modèle fonctionnel)	Objets desservis > 800 ordres	Spécifique au produit	Centraux BR
2	Niveau syntaxique (structure du dialogue)	Masques, menus, langage, structure du dialogue	Spécifique au produit	
1	Niveau physique	Matériel Logiciel de base	Spécifique au produit	

BR Processeur d'exploitation

PC Ordinateur personnel

réalisée de façon spécifique au produit considéré. L'utilisateur peut acquérir les connaissances nécessaires assez facilement.

Le *niveau 3* représente la «véritable» *sémantique*, c'est-à-dire qu'il définit les objets et les opérations s'y rapportant. Ce niveau est forcément spécifique

aux applications et, dans notre cas, au produit. Les connaissances nécessaires à l'utilisateur ne peuvent être acquises qu'au cours de la formation sur l'IFS et être assimilées par la pratique. Ce qui est facile à comprendre si l'on considère que chacun des systèmes IFS comprend jusqu'à 800 ordres de commande, et que chaque ordre comporte un nombre

Tableau VI. Appareils périphériques

Emplacement	Service	Equipement	Nombre
Local de desserte CEA	Secteur IFS	<b>Imprimante de système</b> (imprimante de protocoles) <b>Place de travail:</b> PC avec imprimante	1 par système de base
Places de travail CEA décentralisées	Secteur IFS	<b>Place de travail:</b> PC avec imprimante <b>Imprimante de système</b> (imprimante de protocoles)	1 place par 20 000 RAC AB <sup>3)</sup>
Local des appareils CEA	Secteur CEA	<b>Place de travail:</b> PC avec imprimante <b>Console du système</b>	1 place par système de base 1 console de système par ZBA <sup>2)</sup>
	Secteurs CEA et IFS	<b>Imprimante de système</b> (imprimante rapide) <b>Unité de bandes magnétiques</b> <b>Panneau d'exploitation<sup>1)</sup></b>	1 par système de base. Le système 12 présente en plus une place destinée à la gestion des données 4 unités par système de base 1 par système de base
Service de caisse et de comptabilité		<b>Place de travail:</b> Ecran de visualisation imprimante	1 place par système de base
Service administratif de la Division d'exploitation		<b>Place de travail:</b> Ecran de visualisation imprimante	1 place par système de base
Service des connexions		<b>Place de travail:</b> Ecran de visualisation <b>Imprimante de système</b> (imprimante caractère par caractère)	1 place par 30 000...40 000 RAC AB d'un système de base 1 imprimante par système de base
Service des dérangements		<b>Place de travail:</b> Ecran de visualisation ou PC	1 place par position de réponse et d'essai
Local dans le central	Secteur IFS	<b>Place de travail:</b> PC <b>Imprimante de système</b> (imprimante de protocoles) <b>Unité de bandes magnétiques</b> <b>Panneau d'exploitation<sup>1)</sup></b>	1 place par central 1 imprimante de système  1 unité de bandes magnétiques (seulement pour EWSD et le système 12) 1 par central

<sup>1)</sup> Spécifique au système dans le local des appareils. Lié à l'emplacement dans le local du CEA

<sup>2)</sup> AXE: AOM; EWSD: DCP; Siemens 7530; Système 12: MicroVax

<sup>3)</sup> Dans le système 12, un terminal supplémentaire de desserte et à la place de travail décentralisée du CEA pour les fonctions de gestion des données



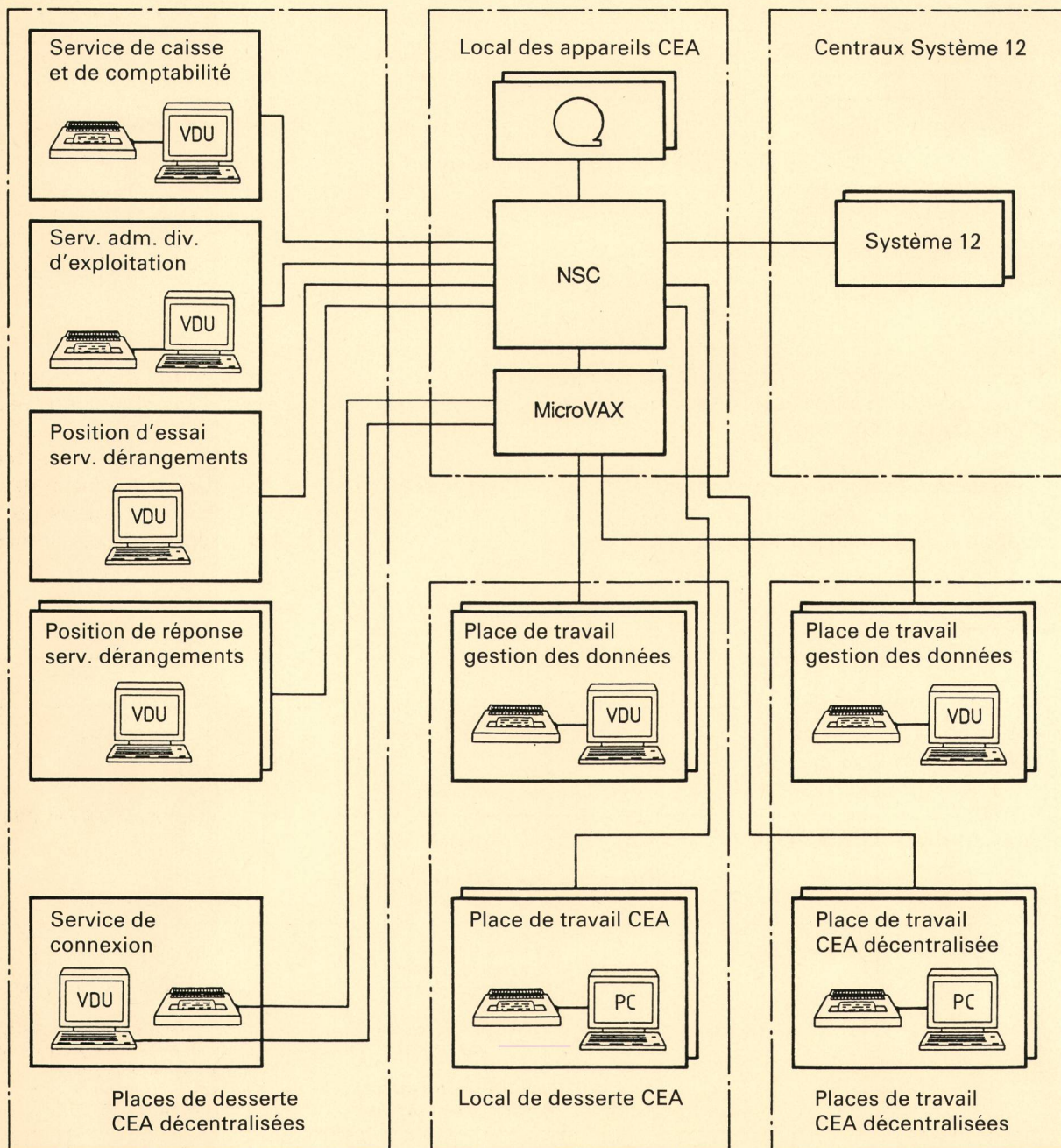


Fig. 5  
**ZBA spécifiques au système 12**  
 NSC Centre de service du réseau (Network Service Center)  
 VDU Console de visualisation (visual display unit)

PC Ordinateur personnel avec desserte par procédures

plus ou moins grand de valeurs de paramètres qu'il faut connaître.

Le *niveau 4* définit les *tâches et leur déroulement* du point de vue de l'utilisateur. Les tâches sont déterminées par rapport aux objets et aux opérations du niveau 3 (et inversement). Ainsi, l'interface est définie d'après les tâches prévues et elle est en majeure partie spécifique au produit, notamment dans l'installation des abonnés. De plus, l'utilisateur peut acquérir en tout temps les connaissances nécessaires

en desservant les terminaux (par exemple, les instructions de desserte sont traduites dans les langues officielles).

Jusqu'à présent, la desserte des systèmes IFS n'atteint que le niveau 3. On n'escompte pas pouvoir réaliser le niveau manquant 4, appelé aussi *desserte par procédures*, sur les processeurs de commutation. L'ordinateur personnel offre cependant certaines possibilités.

C'est pourquoi des ordinateurs personnels seront

introduits pour toutes les interfaces de desserte à partir de l'état de développement 3, excepté pour celles qui présentent un niveau 4 spécifique aux fonctions, notamment la gestion des données d'abonnés et des données d'équipements, et qui seront exclusivement utilisés à cet effet.

Il reste encore à définir les exigences concernant le niveau 4 (logiciel) qui doit être développé (v. ex. à la fig. 7). Les exigences ne pourront être établies que progressivement avec la collaboration des utilisateurs et après un certain temps d'exploitation.

b) *Appareils de sortie*

Le tableau VI donne un aperçu de l'ensemble des appareils périphériques raccordés au CEA.

*Imprimantes:* Dans les centraux IFS, on prévoit, comme imprimante de système, une imprimante de protocoles pour assurer l'ensemble des fonctions d'édition. Chaque place de travail CEA est dotée d'une imprimante de console.

Dans le local de desserte CEA se trouve une imprimante de protocoles configurée comme imprimante

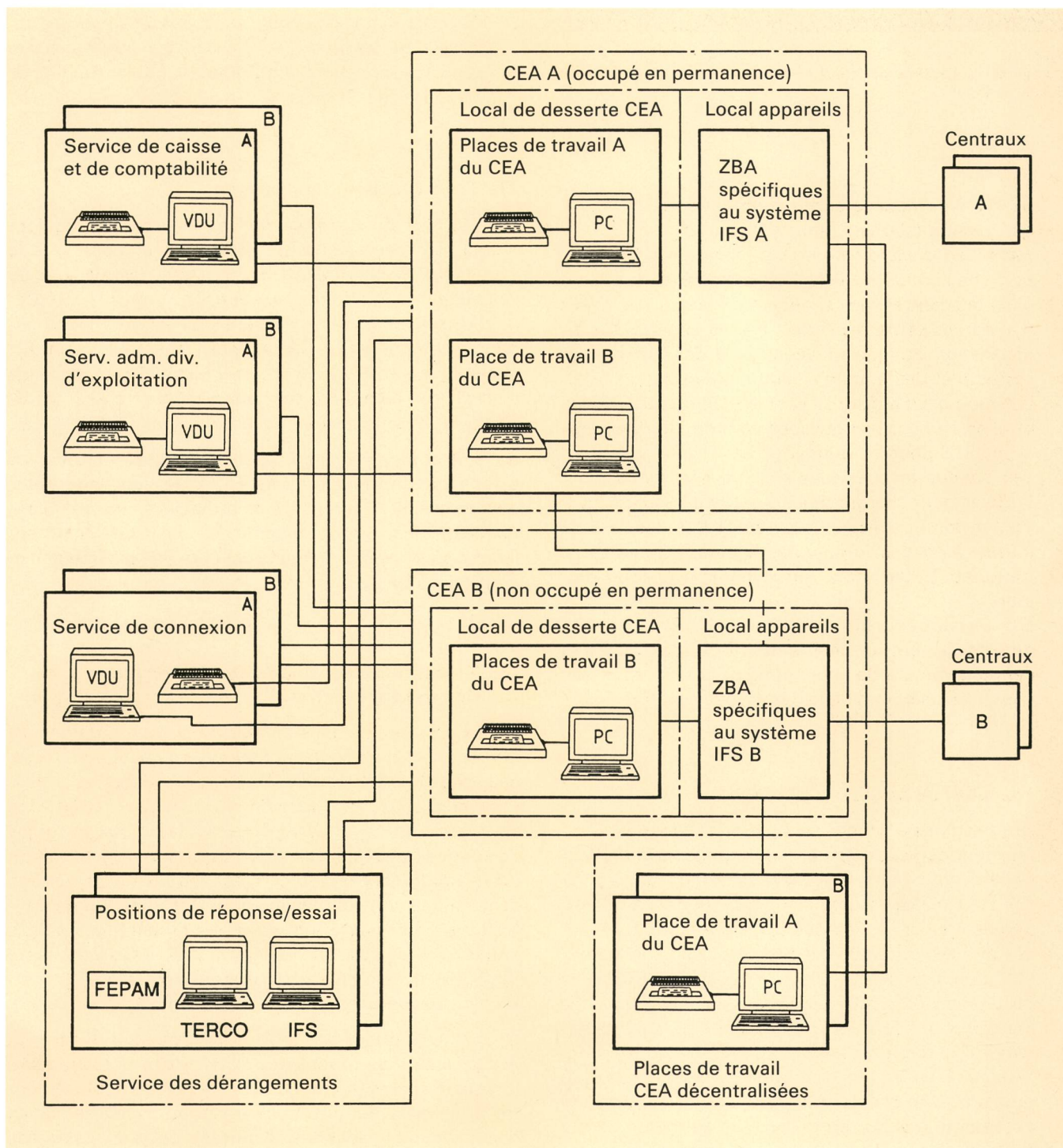


Fig. 6  
ZBA spécifiques au système lors de l'utilisation de deux systèmes IFS

A Système IFS A  
B Système IFS B

VDU Console de visualisation (visual display unit)  
PC Ordinateur personnel avec desserte par procédures

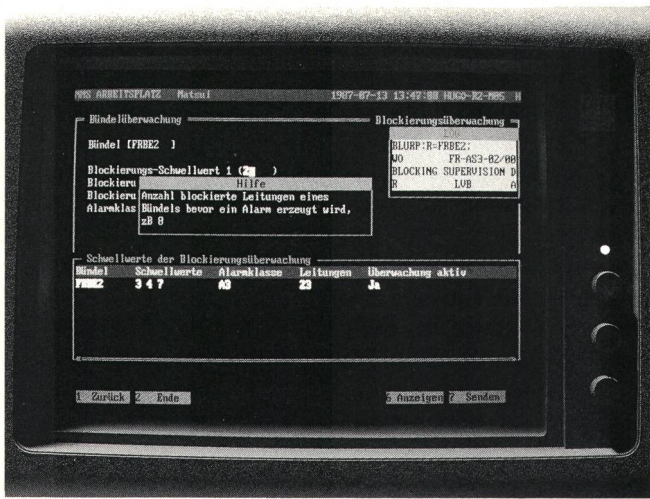


Fig. 7  
Exemple d'une desserte par procédures  
(Source: AXE 10)

de système pour la sortie spontanée de messages de système (alarmes, etc.).

**Panneaux d'exploitation:** Des panneaux d'exploitation spécifiques au produit considéré sont utilisés dans les centraux et, si nécessaire, dans les locaux d'appareils et de desserte CEA. Ils servent à la signalisation optique et acoustique des alarmes de système et des états d'exploitation anormaux.

Les *mémoires à disques* sont spécifiques au produit et elles ne sont pas utilisées comme interfaces externes IFS pour les données.

Les *bandes magnétiques* sont utilisées comme interfaces pour charger des programmes, pour sauvegarder des données et pour sortir des données de masse (états des compteurs, données de mesure du trafic, etc.). Elles sont particulières à chaque produit.

Les *disquettes* sont spécifiques au produit considéré et servent au chargement de programmes, à l'enregistrement des données PC, etc. Elles ne sont pas utilisées comme interfaces externes IFS.

### c) Fonctions de base pour la desserte

**Autorisations d'accès:** Il est permis à chaque utilisateur d'effectuer seulement les transactions de desserte qui lui sont attribuées. Les autorisations d'accès sont réalisées dans les processeurs d'exploitation de manière spécifique à chaque produit. Un accès ne peut être autorisé que si les conditions pour l'utilisateur (mot de passe), l'appareil d'entrée, la destination (central ou centraux) et l'étendue des manipulations (ordres, groupe d'ordres, chaque paramètre d'un ordre) sont respectées.

**Listage:** L'ensemble des transactions de desserte qui sont exécutées sur un terminal de desserte du processeur d'exploitation doivent être imprimées au fur et à mesure. Normalement, les imprimantes des consoles servent à cet effet. Pour plusieurs applications, un «command log file», contenant les derniers ordres de commande et les réponses, suffit.

**Formules/masques:** Les processeurs d'exploitation permettent l'affichage de chaque ordre MML<sup>1</sup> par le biais de formules/masques. La formule est différente pour chaque produit et elle est préparée par le fournisseur.

**Ordres à terme:** Les processeurs d'exploitation permettent d'exécuter à terme les ordres de commande.

**Fichiers de commande:** Les processeurs d'exploitation permettent la définition et le stockage des fichiers de commande (séquence d'ordres MML) ainsi que leur exécution dans un délai précis.

**Acheminement des sorties:** Les messages (alarmes, etc.), la sortie des données (données de masse, listes, etc.) et les transactions de desserte sous forme de listes doivent être configurées pour les appareils de sortie qui sont raccordés au processeur d'exploitation, soit l'imprimante ou les unités de bandes magnétiques.

## 232 Transmission des alarmes

Les alarmes de système déclenchées par les équipements IFS (centraux, SAP, ZBA) sont dirigées vers le système FEPAM existant, qui transmet les alarmes au calculateur centralisé de réception d'alarmes (ZAR). Celui-ci traite les alarmes et les achemine vers les appareils périphériques ZAR concernés [7]. Tous les centraux analogiques et IFS peuvent être surveillés à partir des centres de réception des alarmes centralisés (ZAS/SAV), dont les locaux se situent dans les CEA.

Au CEA et aux places de travail CEA décentralisées, les dispositifs d'alarmes propres à l'IFS, tels que le terminal de desserte et l'imprimante de protocoles, assurent l'annonce des alarmes de système IFS ainsi que l'accès sélectif à d'autres informations concernant la maintenance corrective (fig. 8).

## 233 Télémessures et positions du service des dérangements

Dans l'IFS, les fonctions de mesure et d'essai du raccordement d'abonné sont intégrées dans chaque système, sauf pour le système EWSD. Les procédures et la desserte sont cependant spécifiques à chaque produit. Une grande partie des messages qui arrivent aux positions de réponse peuvent être liquidés en interrogeant l'état du raccordement ou les caractéristiques de traitement, sans qu'une véritable mesure soit effectuée. Comme interfaces de desserte, on utilise les terminaux habituels situés dans les centraux et dans le CEA. Dans le système EWSD, l'accès au FEPAM est aussi nécessaire pour effectuer les mesures.

La même interface est utilisée à la position d'essai et aux positions de réponse du service des dérangements, lorsqu'un seul système IFS est exploité. La figure 9 montre le schéma des positions dans les arrondissements des télécommunications disposant de deux systèmes IFS.

<sup>1</sup> MML = langage homme-machine

## 234 Mesures du trafic

Les données de mesure du trafic sont saisies de la même façon dans tous les systèmes IFS, c'est-à-dire selon la méthode recommandée par le CCITT. Par contre, la conception des programmes de mesure, le nombre maximal des objets à mesurer simultanément et les interfaces pour la sortie des données diffèrent d'un sys-

tème à l'autre. Sont saisis les faisceaux de lignes, les faisceaux d'équipements de commutation d'abonné (ECA), les destinations et les équipements internes à dimensionner pour l'acheminement du trafic.

Les mesures sont réduites au minimum afin de ne pas perturber le trafic des données et les opérations que le central traite en temps réel:

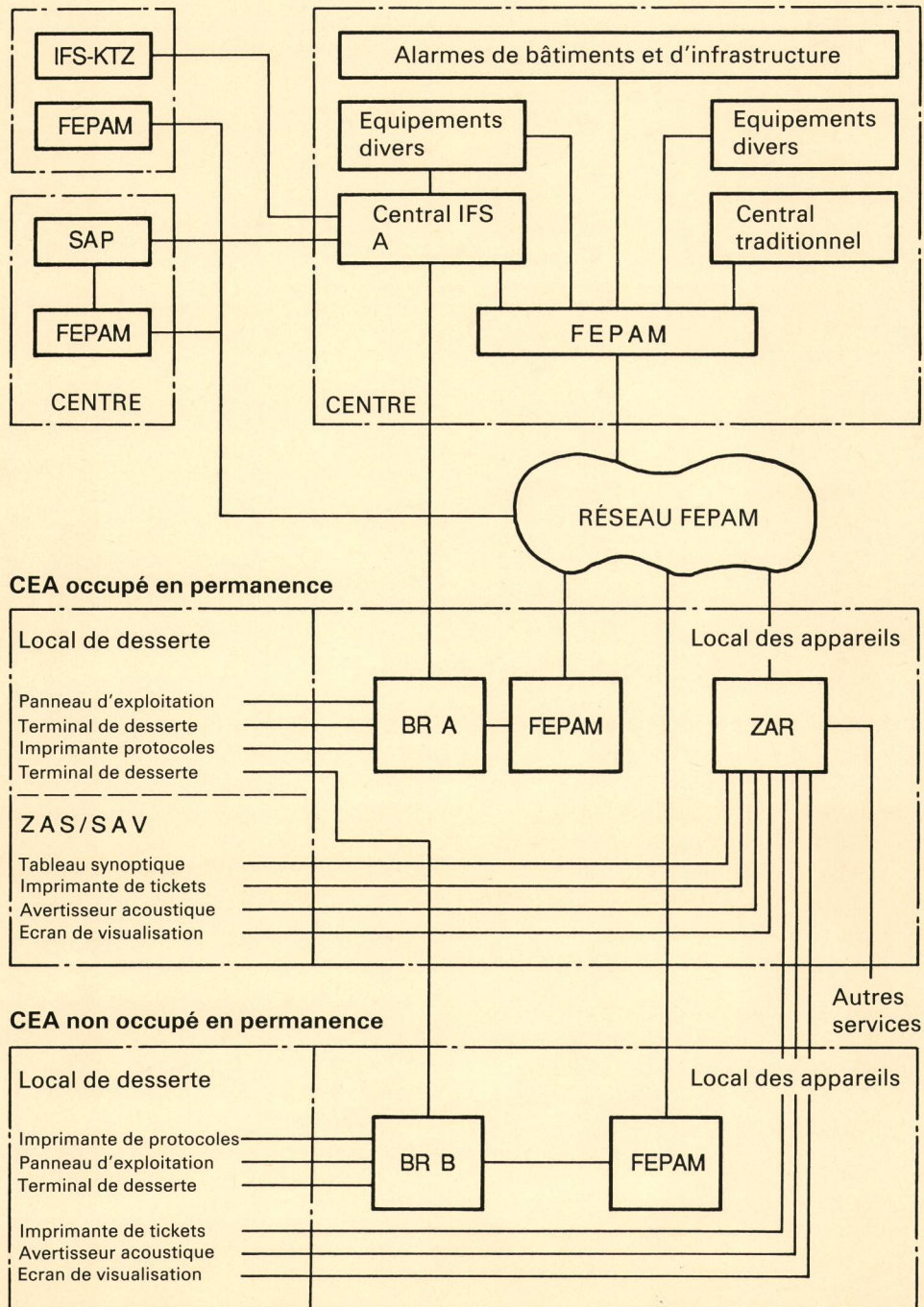


Fig. 8

### Aperçu de la transmission des alarmes

BR A Processeur d'exploitation du système IFS A  
 BR B Processeur d'exploitation du système IFS B  
 FEPAM Système télécommandé de test, d'alarme et de mesure  
 CEA Centre d'exploitation d'arrondissement

SAV Centre de réception des avis de dérangements et des alarmes «commutation»  
 ZAS Centre de réception des alarmes  
 ZAR Calculateur centralisé de réception d'alarmes

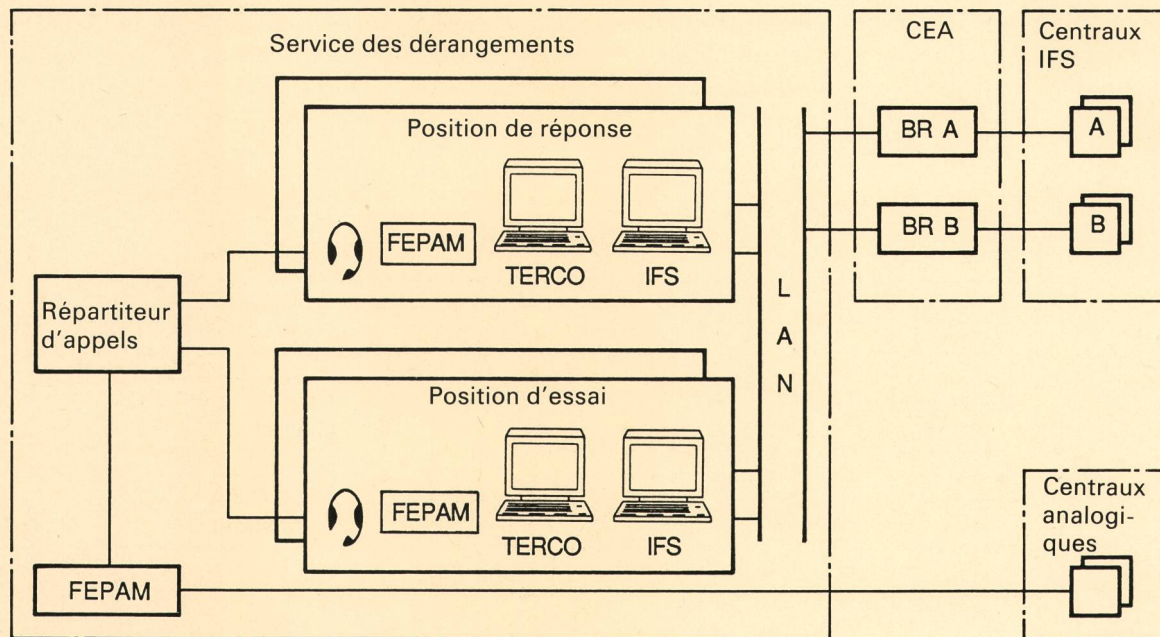


Fig. 9  
Télémesure à partir du service des dérangements pour deux systèmes IFS

BR A Processeur d'exploitation du système IFS A

BR B Processeur d'exploitation du système IFS B

FEPAM Système télécommandé de test, d'alarme et de mesure

CEA Centre d'exploitation d'arrondissement

LAN Réseau local (Local Area Network)

Terco Rationalisation du service téléphonique à l'aide d'ordinateurs

- faisceaux de lignes: régulièrement, pendant cinq jours ouvrables à raison de quatre heures par jour
- faisceaux ECA: régulièrement, pendant cinq jours ouvrables à raison de huit heures par jour
- domaines de destination: une fois par an, pendant dix jours ouvrables à raison de huit heures par jour
- faisceaux internes: seize fois par an, pendant cinq jours ouvrables à raison de huit heures par jour.

Les données de mesure du trafic sont acheminées des centraux jusqu'au processeur d'exploitation, où elles sont sorties sur bandes magnétiques par le biais de l'interface spécifique au système. Par la suite, les bandes magnétiques sont traitées par le dispositif de mesure (VM 85).

### 235 Saisie et observation de la qualité de service

La qualité de service (DQ) est celle qui peut être constatée par l'abonné. Elle est déterminée sur la base du trafic produit dans les centraux locaux IFS. Pour la saisie de la qualité de service, trois procédés doivent être distingués. Lors de la saisie *automatique* des pertes de communications, un compteur approprié est utilisé pour certaines d'entre elles. Pour l'enregistrement *statistique* des données de liaisons, les données correspondant aux

appels déterminés selon une méthode statistique sont mémorisées (call records). Certains indices de la qualité de service ne peuvent être décelés qu'au moyen de l'*observation de service semi-automatique*.

La saisie est différente pour chaque système IFS. La distinction se situe au niveau des tâches suivantes:

- les procédés (par ex. enregistrement semi-automatique)
- le type et le volume de données enregistrées
- la desserte (configuration des programmes de mesure, etc.)
- le nombre maximal d'objets pouvant être mesurés simultanément
- les interfaces servant à la sortie des données.

En ce qui concerne la qualité du service, il y a également lieu de maintenir le volume des données saisies et le temps nécessaire à l'opération dans des limites raisonnables. Les données sont saisies dans les centraux locaux IFS une fois par année pendant cinq jours, à quatre périodes différentes du jour.

Les données sont transmises des centraux locaux vers le processeur d'exploitation, où elles sont enregistrées sur bandes magnétiques dans un format particulier au système pour être finalement traitées par un système informatique (processeur DQ). Le traitement a pour but d'ef-

fectuer des comparaisons de qualité dans un réseau mixte (techniques numérique et analogique) [8]. Pour l'analyse, le traitement subséquent doit comprendre les trois procédés.

### 236 Traitement des données de taxation

Le traitement des données de taxation comprend la saisie des états des compteurs, l'enregistrement des données de taxation (pour l'établissement des extraits de taxes) et le relevé intermédiaire des compteurs de taxes. Les données collectées dans les centraux (données de taxation enregistrées et états des compteurs) sont acheminées vers le processeur d'exploitation, où elles sont enregistrées sur bandes magnétiques pour être finalement traitées par le CCE (fig. 10). Le relevé intermédiaire des compteurs de taxes est effectué directement au terminal de desserte du service de caisse et de comptabilité.

La conception des trois systèmes IFS est différente. Dans l'AXE et le système 12, une mise en mémoire temporaire des données est effectuée dans le processeur d'exploitation, alors que l'EWSD permet d'enregistrer les données transmises directement sur bandes magnétiques dans le CEA. Par conséquent, les protocoles des trois systèmes diffèrent. Les données de taxation et les états des compteurs sont transférés périodiquement

des centraux vers le processeur d'exploitation par le biais d'un protocole spécifique au système. Ces données sont enregistrées sur bandes magnétiques au CEA chaque semaine et à la fin de la période comptable. Finalement, les bandes magnétiques sont expédiées au CCE par la poste. La figure 11 illustre un protocole de transmission.

### 237 Gestion des données d'abonnés et des données d'équipements

Avec le remplacement des centraux analogiques par des centraux IFS, l'administration ne doit plus intervenir au niveau du matériel, mais à celui du logiciel, ce qui est en particulier le cas pour le nombre de données d'abonnés qui est appelé à augmenter considérablement. Les systèmes IFS représentent la base de données actuelle pour ce type de données (valable pour le déroulement des communications). Cependant, cette base de données ne contient pas l'important volume de données du répartiteur principal et des équipements de prétraitement. Ces données sont associées à celles des abonnés par l'affectation des numéros d'appel et de position et peuvent être traitées par le système de gestion des données (fig. 12).

Les données d'abonnés comprennent les données résidentes des centraux (par ex. les numéros d'abonnés, les

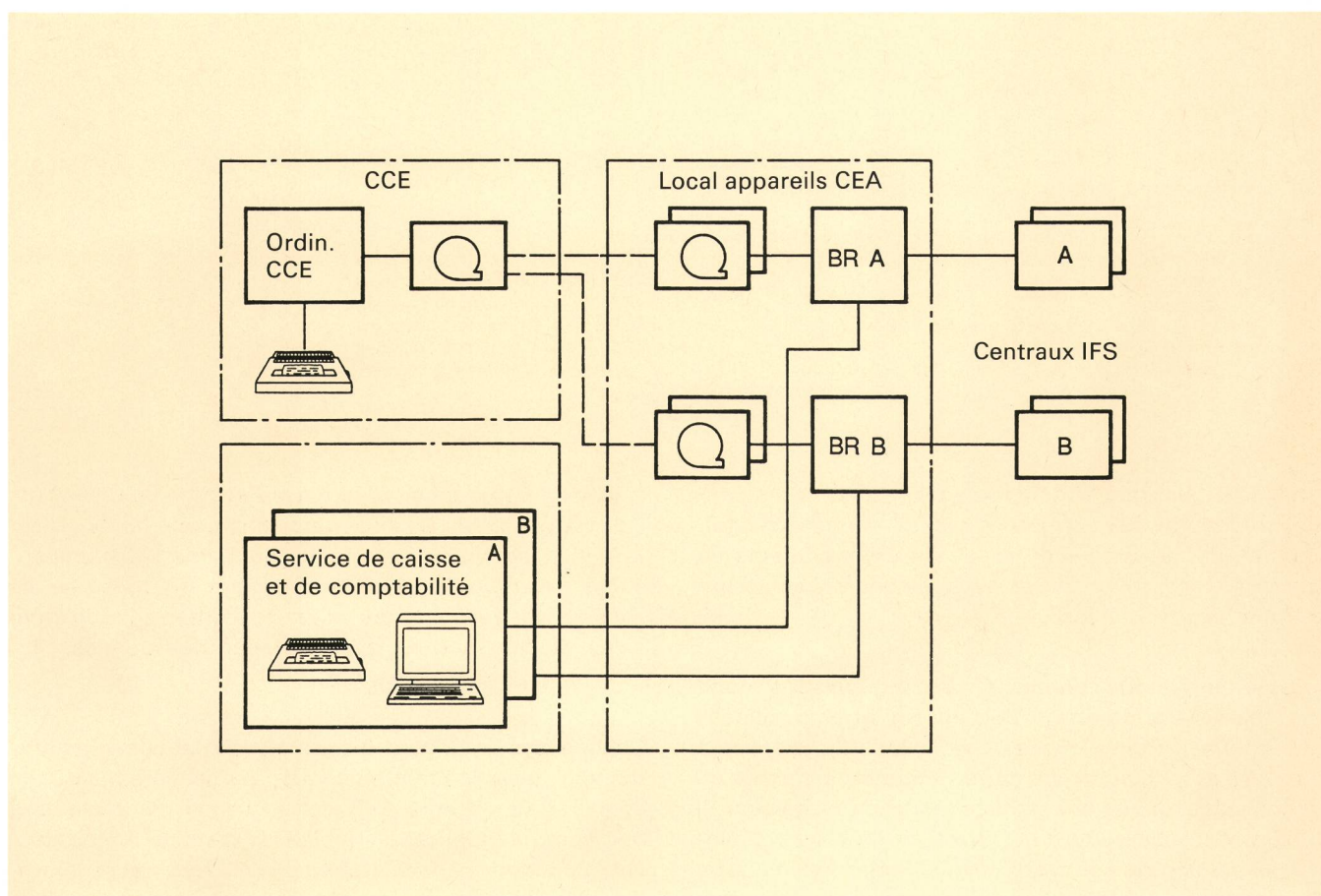


Fig. 10  
Traitement des données de taxation

BR A Processeur d'exploitation du système IFS A  
BR B Processeur d'exploitation du système IFS B

CCE Centre de calcul électronique des PTT  
CEA Centre d'exploitation d'arrondissement

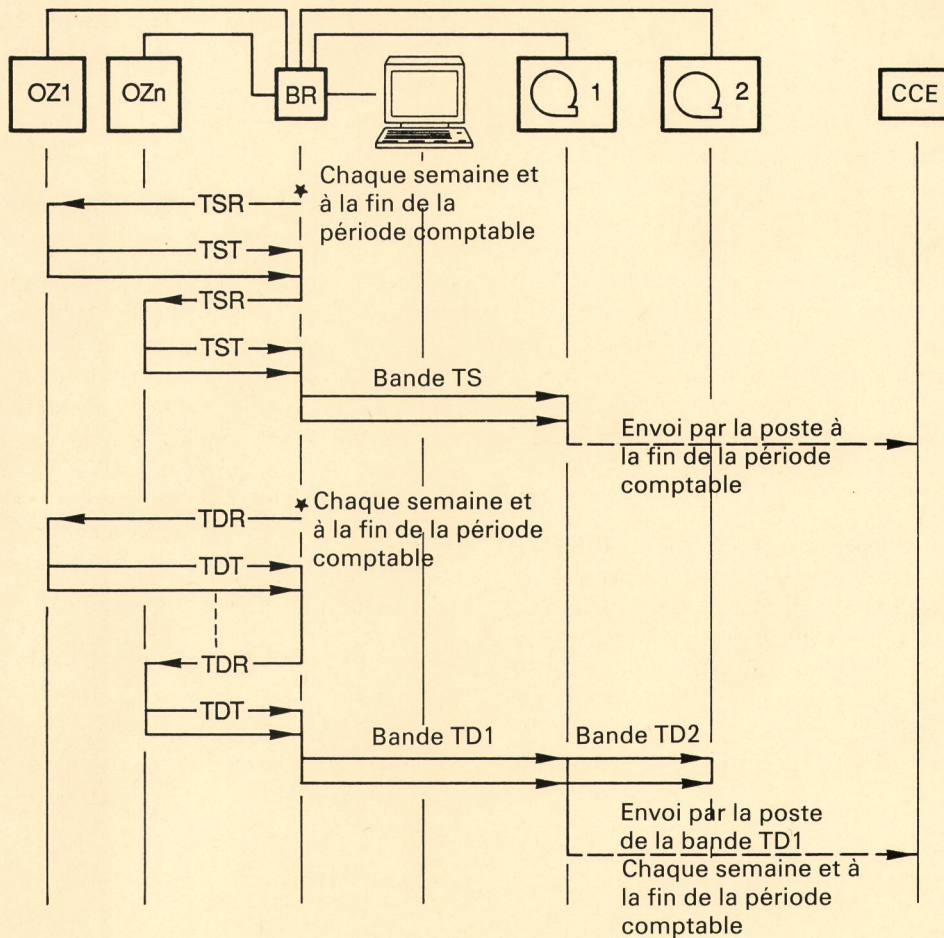


Fig. 11  
Exemple de transmission des données de taxation et de l'état des compteurs

BR	Processeur d'exploitation	TDT	Transfert des données de taxation
CTL1	Central local 1	TD1	Données de taxation 1
CTLn	Central local n	TD2	Données de taxation 2
CCE	Centre de calcul électronique des PTT	TSR	Demande d'états des compteurs
Pér. compt.	Période comptable	TST	Transfert d'états des compteurs
TDR	Demande de transfert des données de taxation	TS	Etat des compteurs

caractéristiques de traitement d'abonnés, les particularités du raccordement d'abonné) et les données d'équipements du répartiteur principal entre les contacts de lignes et les centraux IFS. Le système de gestion assure les fonctions suivantes:

- Le *traitement de la première mise en circuit* comprend la saisie et le stockage de l'ensemble des données d'abonnés et des données d'équipements relatives à la mise en circuit initiale du répartiteur principal et du central IFS qui lui est rattaché. Pour ce traitement, il n'est pas nécessaire de disposer de la base de données IFS dans le central IFS; les données peuvent être emmagasinées dans un fichier temporaire et y être actualisées.
- Le *traitement en ligne* concerne le traitement interactif des données, comme le transfert d'un raccorde-

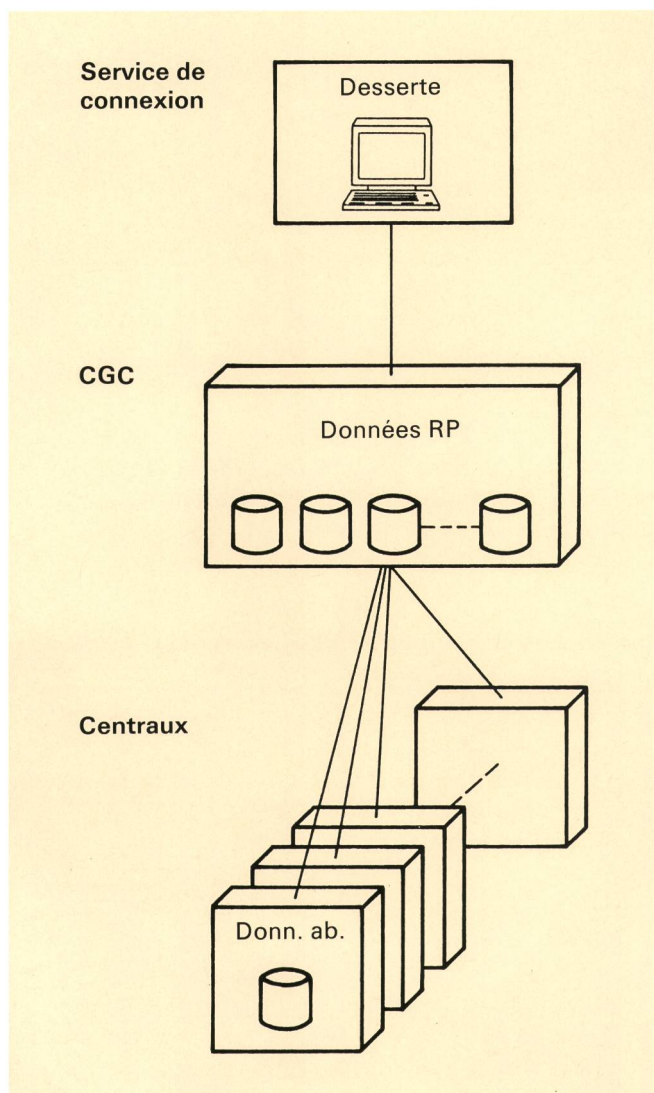
- ment, l'introduction d'un nouvel abonné, la résiliation, la réduction et l'extension des équipements de présélection, la renumérotation, le changement de numéro.
- Les *fonctions auxiliaires* comprennent la sortie de listes, le transfert des données d'interrogation pour les vérifications de la consistance des données, les autorisations d'accès, etc.

Chaque système gère les données d'abonnés et des données d'équipements de façon particulière. En ce qui concerne le système AXE, cette gestion est implémentée comme application logicielle dans le processeur d'exploitation. Dans le système EWSD, on utilise le progiciel SLIMAG dans le calculateur de traitement Siemens 7530-B. Dans le système 12, la gestion est mise en œuvre comme application logicielle dans un MicroVax. Le processeur est relié au NSC comme terminal de des-

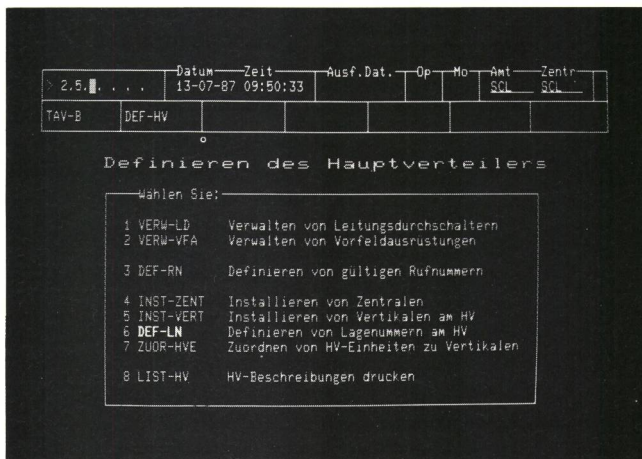
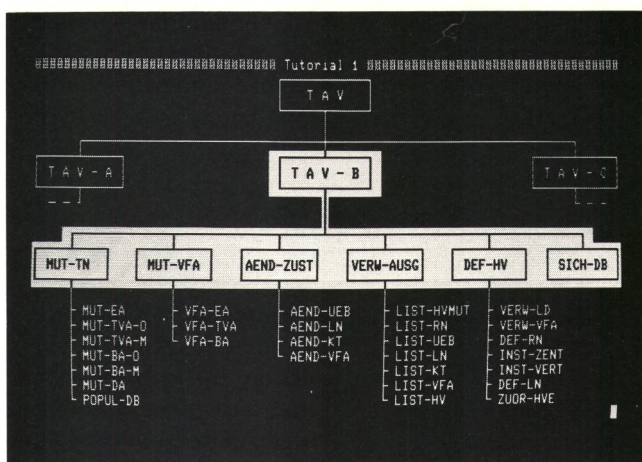
serte émulé et l'accès ne s'effectue que directement par un terminal de desserte du MicroVax. La figure 13 montre un masque destiné à la gestion des données d'abonnés et des données d'équipements.

### 238 Gestion des données de lignes et des données d'acheminement

Les systèmes IFS sont fondés sur un modèle de données qui doit correspondre aux besoins du marché mondial. Ce modèle diffère pour chaque système et ne répond pas précisément à la configuration du réseau suisse. En outre, la base de données est limitée et ces informations s'arrêtent au terminal de lignes MIC. Le cheminement des lignes à travers le répartiteur, le SAP et l'amplificateur n'est pas pris en considération. Par conséquent, le cheminement est géré avec des moyens auxiliaires particuliers (Baskal). Comme pour la gestion des données d'abonnés et d'équipements, les données de lignes et d'acheminement résidentes, accompagnés des données externes Baskal et IFS, sont acheminées



**Fig. 12**  
**Gestion des données d'abonnés et des données d'équipements**  
 Données RP Données du répartiteur principal  
 Donn. ab. Données d'abonnés  
 CEA Centre d'exploitation d'arrondissement



**Fig. 13**  
**Masques pour la gestion des données d'abonnés et des données d'équipements (ECA)**  
 (Source: Système 12)

vers un système de gestion des données commun (fig. 14). Les fonctions suivantes sont nécessaires :

- *Saisie des données*: saisie et stockage de l'ensemble des données.
- *Mutations*: mutation des données pendant l'exploitation normale.
- *Interrogation/sortie de listes*: préparation de sorties sur le terminal de desserte et l'imprimante; elles sont choisies et classées selon des critères de sélection pouvant être déterminés librement. L'exploitant peut déterminer la représentation des listes dans un cadre précis. Le nombre de lignes et de voies d'acheminement, classées selon certaines caractéristiques, par exemple, libre ou connecté, doit pouvoir être édité sur ces listes.
- *Gestion*: les fonctions de gestion du système, telles que les autorisations d'accès, la mise en mémoire de sauvegarde, la détermination des valeurs permanentes, etc.

La gestion des données de lignes et d'acheminement est réalisée en tant qu'application logicielle spécifique au produit par le processeur d'exploitation. La figure 15 montre un masque destiné à la gestion des données de lignes et des données d'acheminement.



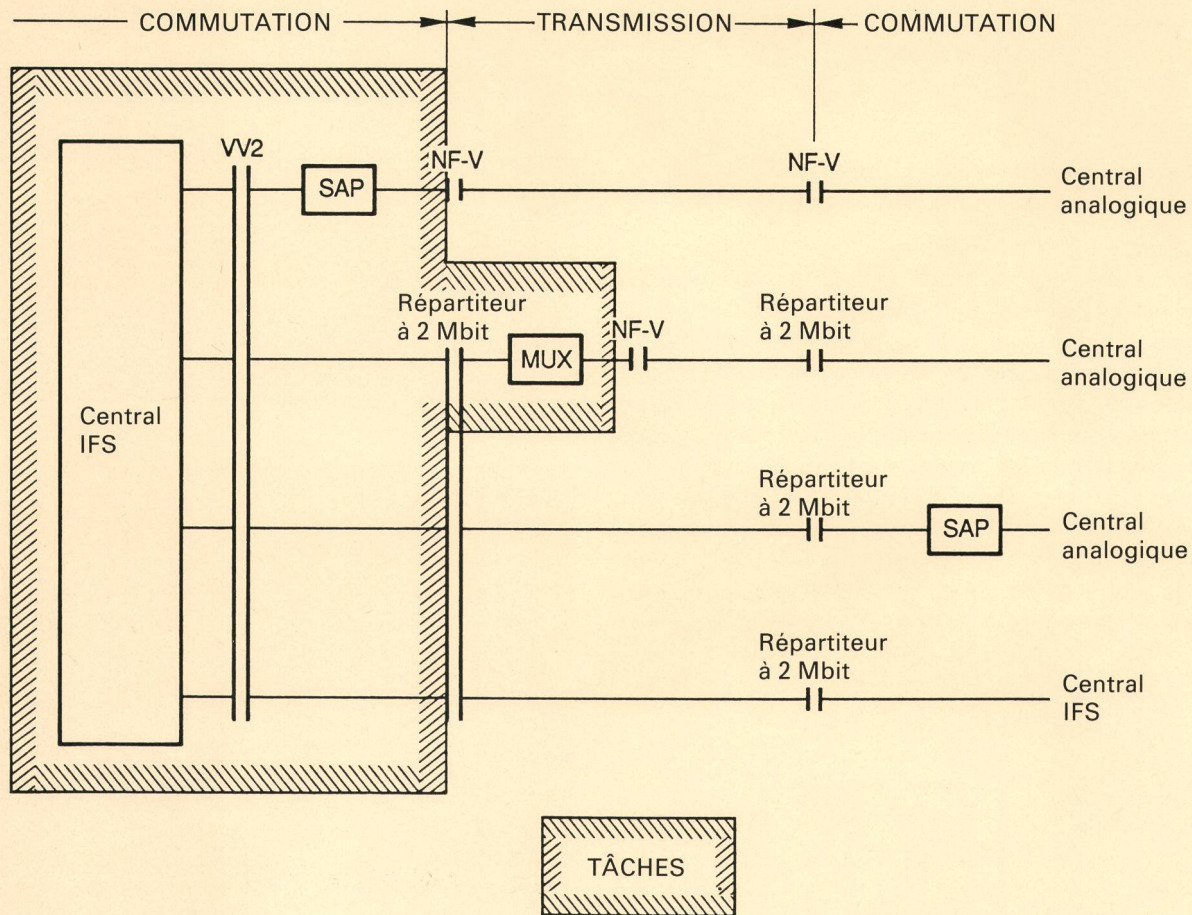


Fig. 14  
Gestion des données de lignes et des données d'acheminement  
VV2 Répartiteur de commutation  
SAP Adaptateur d'interface

MUX Multiplexeur  
NF-V Répartiteur BF

## 24 Exigences principales

### 241 Infrastructure de communication

Dans l'état de développement 1, le réseau reliant le processeur d'exploitation aux centraux est spécifique à chaque système pour un certain temps encore (fig. 16). Actuellement, les systèmes AXE et EWSD sont fondés sur un réseau en étoile avec des lignes point à point et des protocoles spécifiques à chaque produit. Le système 12, par contre, utilise le système de signalisation N° 7, dans lequel un OMAP spécifique à ce système est employé en plus du sous-système de message de transport (message transfer part), qui est un produit suisse (tabl. VII). Etant donné que les processeurs hiérarchiquement supérieurs ne sont pas reliés directement aux processeurs d'exploitation, la transmission des données de masse s'effectue au moyen de bandes magnétiques.

### 242 Performances

Les ZBA spécifiques au système doivent répondre aux exigences établies dans les cahiers des charges IFS. Ils

doivent pouvoir gérer 150 000 raccordements d'abonnés et 60 000 lignes de jonction. Les conditions suivantes doivent ainsi être respectées:

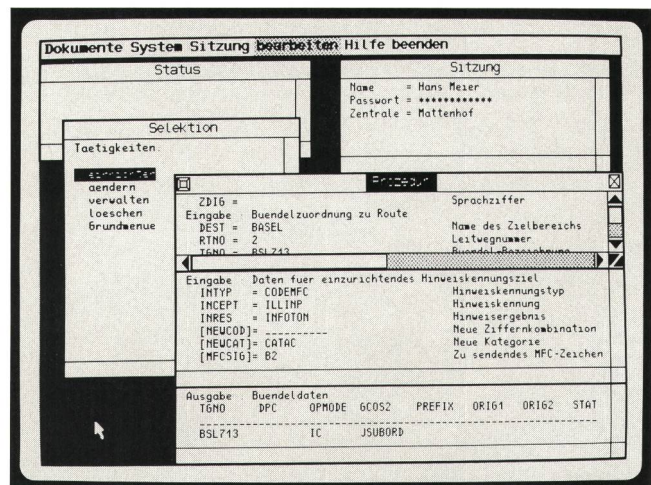
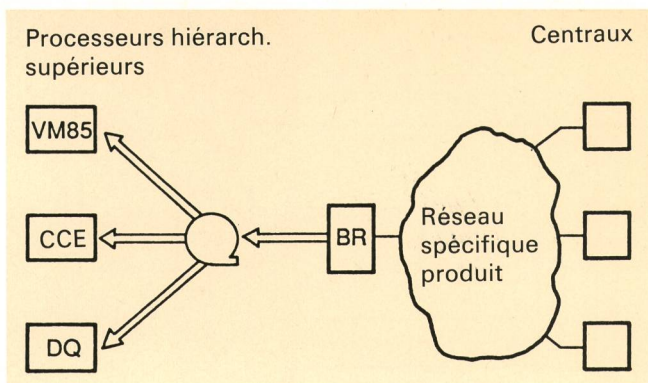
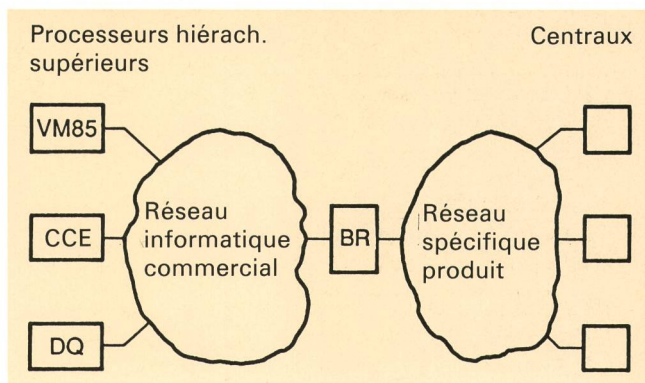


Fig. 15  
Exemple de la configuration d'un écran destiné à la gestion des données de lignes et des données d'acheminement  
(Source: EWSD)



**Fig. 16**  
**Infrastructure de communication pour ABS 3**  
 BR Processeur d'exploitation  
 DQ Qualité de service  
 CCE Centre de calcul électronique des PTT  
 VM-85 Dispositif de mesure VM 85



**Fig. 17**  
**Infrastructure de communication avec échange de données**  
 BR Processeur d'exploitation  
 DQ Qualité de service  
 CCE Centre de calcul électronique des PTT  
 VM-85 Dispositif de mesure VM 85

- La desserte interactive doit toujours être assurée, particulièrement lorsque des transferts de données de masse sont effectués simultanément.
- Pour les terminaux de desserte qui ne sont pas raccordés par des modems, il faut confirmer les ordres en moins de 2 s; pour ceux reliés par des modems, le temps est de 5 s.
- L'enregistrement simultané sur 4 bandes magnétiques des données de masse provenant de quatre secteurs d'exploitation doit être possible. Les données de taxation, de mesure du trafic ou de la qualité de service du secteur d'exploitation, représentant le flux de données pour une période de sept jours, doivent être en-

registrées sur bandes magnétiques en moins de six heures.

### 243 Flux de données

Le *tableau VIII* présente le flux de données d'un secteur d'exploitation gérant 150 000 raccordements d'abonnés et 20 000 lignes de jonction pendant la journée. Les valeurs indiquées diffèrent pour chaque produit et ne se rapportent qu'aux cas extrêmes.

La vitesse de transmission des données de taxation journalières et des données de mesure du trafic entre

**Tableau VII. Réseau reliant le processeur d'exploitation aux centraux**

Système	Structure	Transmission	Débit	Protocole
AXE	Réseau en étoile	Ligne point à point avec modem	9,6 kbit/s	X.25
EWSD	Réseau en étoile	Ligne point à point avec modem	9,6 kbit/s	MSV2/CM
Système 12	Raccordement par 2 liaisons N° 7 du CCITT	Liaison MIC à 2 Mbit	64 kbit/s	OMAP N° 7 du CCITT (spécifique au produit)

**Tableau VIII. Flux journalier de données d'un secteur d'exploitation (MBytes)**

Type	Dimension	Nombre de centraux	Données de taxation	Mesure du trafic	Qualité de service	Somme	Total
1	1 000 TNA	20	60	116	400	576	11 520
2	2 500 TNA	20	150	116	400	666	13 320
3	7 500 TNA	4	450	303	400	1153	4 612
4	12 000 TNA	3	750	490	400	1640	4 920
5	20 000 VL	1	—	407	—	407	407
Total		48	8250	7729	18 800		34 779

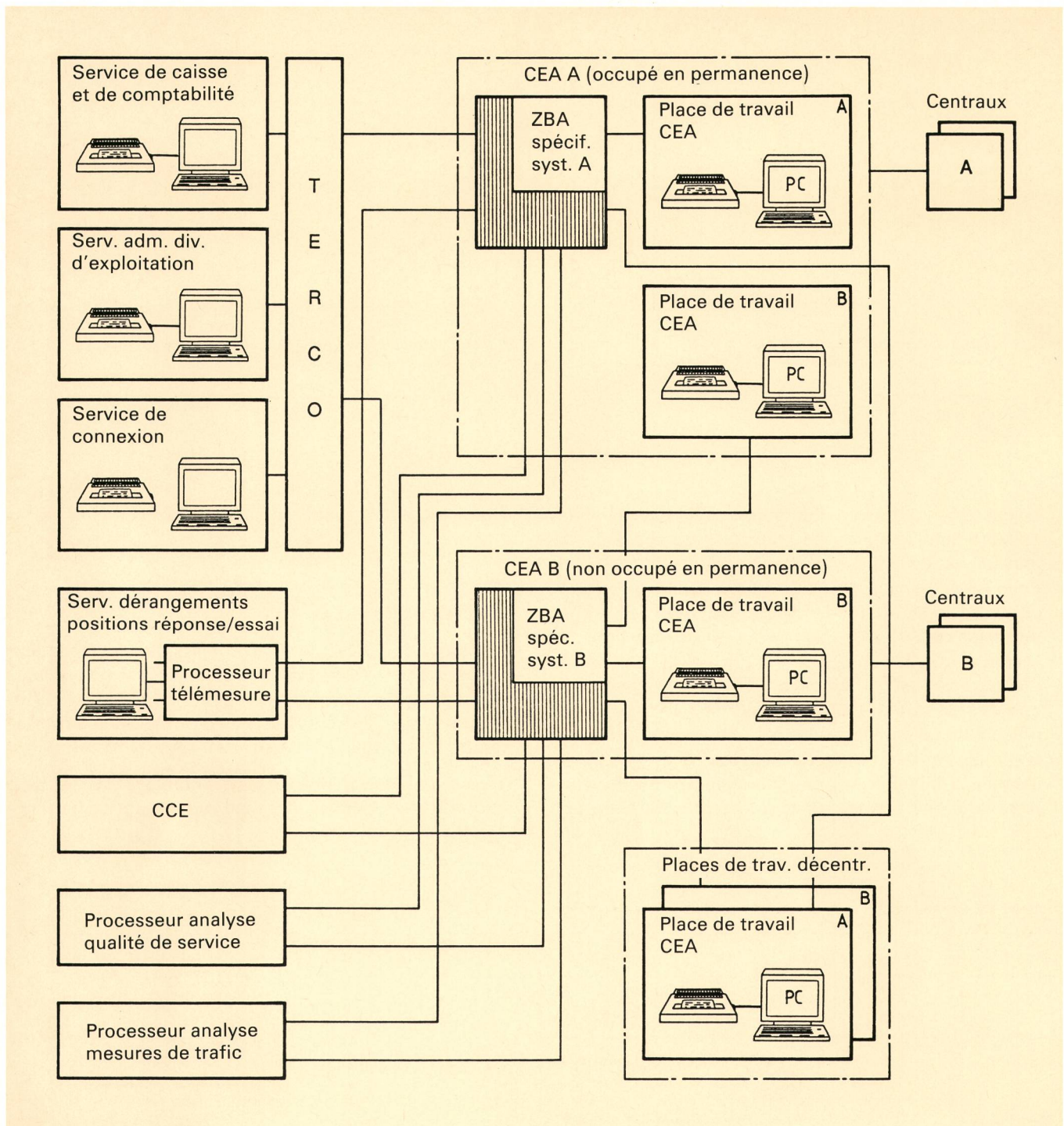


Fig. 18  
 Equipements d'exploitation centralisée avec raccordement normalisé  
 A Système IFS A  
 B Système IFS B  
 DQ Qualité de service

CCE Centre de calcul électronique des PTT  
 ZBA Equipements d'exploitation centralisés

les centraux et le CEA est d'environ 40 minutes pour les centraux desservant 12 000 raccordements d'abonnés. Lors de quatre transmissions simultanées, la durée de transmission se monte à huit heures environ pour un secteur d'exploitation (v. tabl. VIII), ce qui signifie que les données peuvent être acheminées complètement pendant la nuit (dans les cas extrêmes).

### 3 Etats de développement 4 et 6

L'état de développement 3 permettra d'établir les conditions de base pour l'exploitation centralisée à partir d'un

CEA. Lors des prochains états de développement il est prévu de relier les équipements d'exploitation centralisée aux processeurs hiérarchiquement supérieurs, tels que le CCE, le Terco, etc. (fig. 17). Il sera donc nécessaire de réaliser des interfaces non spécifiques au système, d'une part pour les données de masse qui sont actuellement transmises aux processeurs d'analyse sur des circuits de données (CCE, processeurs de mesure du trafic et d'observation de la qualité de service), d'autre part également pour l'intercommunication de données entre l'IFS et Terco par exemple. Puisque dans le cas des processeurs hiérarchiquement supérieurs, on

utilise ou prévoit d'utiliser des produits commerciaux, les protocoles correspondants seront aussi employés (par ex. X.25). Toutefois, les ZBA spécifiques au système devront être modifiés en conséquence.

L'extension des fonctions se limitera aux fonctions de surveillance et de gestion (network management) prévues pour le système de signalisation N° 7 et le réseau Swissnet. Les objectifs seront atteints en deux étapes.

Dans l'état de développement 4, les données de taxation ne seront plus transmises des processeurs d'exploitation au CCE sur bandes magnétiques, mais plutôt par l'intermédiaire de circuits de données (fig. 18). Aux positions de réponse et d'essai du service des dérangements, on établira une place de travail uniforme, à partir de laquelle les centraux en technique traditionnelle et les centraux IFS pourront être gérés. A cet effet, il sera nécessaire d'implanter un processeur au service des dérangements qui sera relié au réseau IFS par une interface interactive.

L'état de développement 6 vise le raccordement au système Terco. Ainsi, les données résidentes d'abonnés des centraux IFS seront disponibles au système Terco. Les places de travail IFS décentralisées étant situées dans les services de gestion seront supprimées, car leurs fonctions pourront être exécutées au moyen du terminal Terco.

#### 4 Perspectives

La centralisation des fonctions d'exploitation s'effectue donc à deux niveaux: d'une part les interfaces homme-machine sont réunies localement, d'autre part les équipements d'exploitation sont centralisés dans le local des appareils, équipements reliés aux centraux par des lignes point à point, formant ainsi un réseau en étoile. La centralisation des interfaces permet une exploitation pratique et rationnelle. De son côté, la centralisation des équipements est déterminée par le niveau actuel de la technique, qui restreint l'accès à l'ensemble des fonctions d'exploitation au niveau du CEA. Cette solution révèle la tendance à long terme à vouloir réaliser les fonctions d'exploitation aussi bien centralisées que décentralisées qui seront reliées par un réseau informatique d'exploitation. Les centraux IFS formeront ainsi les nœuds du réseau et pourront assurer l'accès aux fonctions d'exploitation. Les fabricants IFS offriront dans un avenir rapproché des réseaux de communication intégrés dans un système fermé sur la base du protocole X.25 et du système de signalisation N° 7 du CCITT.

Tableau IX. Abréviations

AB	Abonné
ABS	Etats de développement IFS
AOM	Desserte centralisée pour centraux AXE
AXE	Système de commutation numérique d'Ericsson
BPh	Phase d'exploitation
BR	Processeur d'exploitation
CCE	Centre de calcul électronique des PTT
CEA	Centre d'exploitation d'arrondissement
CTC	Central concentrateur
CTL	Central local
DB	Description de service
DCP	Desserte centralisée pour centraux EWSD
DQ	Qualité de service
DSB	Description de la structure de service
EWSD	Système de commutation numérique de Siemens
FEPAM	Système télécommandé de test, d'alarme et de mesure
IFS	Système de télécommunication intégré
Mbit	Mégabit
MUX	Multiplexeur
NF-V	Répartiteur BF
NSC	Desserte centralisée pour centraux Système 12
PC	Ordinateur personnel
PH	Cahier des charges
RP	Répartiteur principal
SAP	Adaptateur d'interface entre circuits numériques et analogiques
SAV	Centre de réception des avis de dérangements et des alarmes «commutation»
TD	Données de taxation
TDR	Demande de transfert des données de taxation
TDT	Transfert des données de taxation
TERCO	Rationalisation du service téléphonique à l'aide d'ordinateurs
TS	Etats des compteurs
TSR	Demande de transfert d'états des compteurs
TST	Transfert d'états des compteurs
VM-85	Dispositif de mesure VM 85
VV2	Répartiteur de commutation à 2 Mbit
ZAR	Calculateur centralisé de réception d'alarmes
ZAS	Centre de réception des alarmes
ZBA	Equipements d'exploitation centralisés

#### Bibliographie

- [1] *Röthlisberger J.* IFS: de l'exploitation locale à l'exploitation centralisée. Bull. techn. PTT, Berne 65 (1987) 6, p. 296.
- [2] *Wuhrmann K.E.* Le système de télécommunication intégré IFS – Situation au début de 1986. Bull. techn. PTT, Berne 64 (1986) 6, p. 276.
- [3] *Herheuser R.* Arbeitsschritte bei der Planung und Realisierung von Fernmeldediensten. Techn. Mitt. PTT, Bern 64 (1986) 5, S. 262.
- [4] *Kreis W.* Le système de commutation digital AXE 10 pour la Suisse. Bull. techn. PTT, Berne 65 (1987) 1, p. 15.
- [5] *Schärer P.* Le système de commutation numérique EWSD. Bull. techn. PTT, Berne 64 (1986) 11, p. 512.
- [6] *Metzger R.* Le système 12 – un système de télécommunication numérique pour la Suisse. Bull. techn. PTT, Berne 65 (1987) 3, p. 124.
- [7] *Meyer A.* Calculateur centralisé des postes récepteurs d'alarmes. Bull. techn. PTT, Berne 64 (1986) 7, p. 338.
- [8] *Gfeller H.* Modernisierte Einrichtung zur Ermittlung der Dienstqualität im schweizerischen Telefonnetz. Techn. Mitt. PTT, Bern 64 (1986) 8, S. 380.