

1957-1998 Les centraux semi-électroniques

Contexte :

Après la commutation téléphonique *électro-mécanique* et l'évolution de l'électronique et de l'informatique, arrivent les *Commutateurs à calculateur électronique* cent transmission des conversations dans le réseau de connexions demeure maintenue sous forme analogique, par un courant modulé à la fréquence de la voix de chaque interlocuteur, en mobilisant pour chaque conversation en cours et pendant toute sa durée, l'emploi d'une liaison physique de bout en bout via le réseau de transmission des télécommunications par multiplexage analogique (par courants porteurs)).

Le 25 février 1957, les recherches sur la **Commutation Électronique** débutent officiellement dans notre pays,

Dans les années 1950, en raison du développement des composants électroniques restant encore à perfectionner grandement, le seul choix matériellement faisable est de *privilégier l'étude de systèmes à commande centralisée*, de telle manière que soient concentrés dans "le cerveau" du Commutateur tous les composants nobles, à haute valeur ajoutée ; le reste des organes demeurant relativement simplifié et rustique.

Du 4 au 6 mars 1957 se tient aux USA le tout premier Colloque de Commutation Électronique (Electronic Switching Symposium) à l'initiative des Laboratoires Bell. Ce colloque agit comme un électrochoc en France.

Les laboratoires Bell invitent dans leurs laboratoires de Murray Hill, dans le New Jersey, tous les organismes et sociétés publics ou privés qui ont des accords de brevets avec Western Electric. *Une démonstration d'une première maquette de central téléphonique électronique* est effectuée devant les participants à ce colloque : des exposés sont faits et une abondante documentation est remise aux invités. **Pierre Marzin**, qui avait tenu à participer en personne à ce symposium, en revint enthousiasmé.

Les Commutateurs semi-électroniques : développés à Issy-les-Moulineaux, dans les laboratoires du CNET.

Aussi, le 25 mars 1957, il est créé en France, par Note de **Service du CNET**, le **Département Recherches sur les Machines Électroniques**, à Issy-les-Moulineaux avec à sa tête M. Louis-Joseph Libois ; département faisant partie du Centre National d'Études des Télécommunications, alors dirigé par M. **Pierre Marzin**.

En 1958, ayant mené à bien ses premières études de sous-ensembles (maquettes de mémoires, circuits logiques), le département RME du CNET décide de les réunir dans un ordinateur expérimental, "**Antinea**". Celui-ci permet de tester fiabilité et performances des circuits, et d'entraîner les personnels à la conception de systèmes et à leur programmation. "**Antinea**", qui commence à exécuter des programmes en 1960, fait partie de la nouvelle "génération" des ordinateurs transistorisés. C'est surtout, de notre point de vue, le premier calculateur électronique digital construit et mis en service opérationnel par un laboratoire français du secteur public.

"**Antinea**" sert de calculateur de commande à une maquette d'autocommutateur téléphonique, "**Antarès**", en 1961-1962.

L'étape suivante consiste à réaliser une machine plus puissante, "**Ramsès**", incorporée en 1964 au central "**Aristote**" qui desservira la zone téléphonique de Lannion.

En 1963 : **Aristote**, a été le premier **commutateur téléphonique électronique de type spatial** en Europe.

Les premières recherches s'orientent donc rapidement vers des systèmes de commutation à commande électronique informatisée, fonctionnant à l'aide de programmes enregistrés. Ce qui aboutit naturellement à privilégier dans un premier temps, la mise au point de Commutateurs hybrides, semi-électroniques, dont le système de commande est certes entièrement électronique, mais qui agit sur un réseau de connexion encore mécanisé faisant circuler les courants de conversations purement analogiques.

À cette époque, la voie du Semi-Électronique Spatial apparaît logiquement comme la solution de progrès alors envisageable - la technologie temporelle étant jugée alors trop complexe à maîtriser...

Trois systèmes prototypes semi-Électroniques Spatiaux sont développés par le CNET: **ARISTOTE**, **SOCRATE** et **PERICLES**.

Du 28 mars au 1er avril 1966, le Colloque International de la Commutation Électronique qui se tient à Paris permet de confronter les nombreux systèmes électroniques en cours d'étude et les quelques prototypes en cours d'expérimentation (les prototypes français transférés en 1963 et 1964 à Lannion (22) seront visités le 2 avril 1966 par les participants).

Les leaders en matière d'expérimentation réelle sont les USA et la France ainsi que la Grande-Bretagne.

Du 6 au 9 juin 1972, durant le Colloque International de la Commutation qui se tient au M.I.T de Boston (USA), sont présentés des systèmes Semi-Électroniques Spatiaux entièrement fonctionnels, prêts à être déployés massivement dans le monde.

Du 9 au 13 septembre 1974, le Colloque International de la Commutation qui se tient à Munich (RFA) confirme le choix prioritaire du Spatial ainsi que l'intérêt de la commande centralisée par programme enregistré (logiciel).

Les Commutateurs électroniques spatiaux sont le lien entre les systèmes électromécaniques et les systèmes entièrement électroniques dits temporels ; ces systèmes, du type spatial, sont en réalité semi-électroniques.

Ces Commutateurs permettent à moindre coût et sans nécessiter de mises au point pointues nécessaires aux commutateurs temporels alors encore en développement, de combler rapidement le retard criant du téléphone en France, même s'ils sont moins perfectionnés que les Commutateurs temporels. Ils occupent entre le tiers et la moitié de l'espace occupé par un Commutateur électromécanique crossbar à capacité égale.

Inaugurés en France à titre expérimental dès 1963, commandés en grande série en 1976, les Commutateurs semi-électroniques sont aujourd'hui désinstallés en France depuis la fin de l'année 2000, (Le dernier Commutateur Semi-Électronique Spatial de France, Commutateur **MÉTACONTA 11F**, a été arrêté le 27 novembre 2000, à Marseille-Garibaldi).

La France est le premier pays en Europe à mettre en fonctionnement sur le réseau public les premiers Commutateurs électroniques à calculateur central à programme enregistré. (systèmes **ARISTOTE** et **SOCRATE**).

Par la suite chaque Commutateur semi-électronique remplace avec succès sans aucune adaptation particulière un ou plusieurs Commutateurs à organes tournants hors d'âge ou à barres croisées les plus anciens, pour un coup d'achat et d'entretien bien moindre.

Les systèmes semi-électroniques à calculateur électronique centralisé déployés en France sont les suivants :

- **ARISTOTE prototype** électronique, conception en 1960. testé en 1962 au laboratoire d'Issy-les-Moulineaux,
- **SOCRATE prototype** quasi-électronique, construit puis mis à l'essai à Issy-les-Moulineaux en 1963. déménagé à Lannion puis remonté le 21 avril 1964.
- **PÉRICLÈS prototypes** semi-électroniques,
- **MÉTACONTA 11A** semi-électroniques à usage international,
- **MÉTACONTA 11H prototypes** semi-électroniques,
- **MÉTACONTA 11F**, semi-électroniques
- **AXE Spatial**, semi-électroniques.

les prototypes :

- **ARISTOTE** (Autocommutateur Réalisant Intégralement et Systématiquement Toutes les Opérations de Téléphonie Électronique) est mis en conception à partir de 1960. Il est équipé d'un calculateur central unique : **RAMSES I** (Réalisation d'un Automate Mathématique pour Système Electronique Séquentiel) , mais de plusieurs calculateurs périphériques nommés « Explorateurs ». Sa capacité théorique atteint 30.000 abonnés.

Le Commutateur électronique **ARISTOTE** à commande centralisée est constitué par une organisation à 4 niveaux :

1) Il est équipé au 1er niveau d'un Calculateur Centralisé unique, à structure parallèle de 32 bit : **RAMSES I**, organe chargé d'assurer à lui seul le fonctionnement des organes périphériques, Le Calculateur Centralisé assure à lui seul l'établissement ou la fin des communications et il intègre, en plus de son logiciel de fonctionnement, la cartographie complète de tous les abonnés qui sont reliés au commutateur **ARISTOTE** (numéros de téléphone des abonnés et caractéristiques optionnelles).

Le Calculateur centralisé **RAMSES I** emploie 24.000 transistors et 65.000 diodes.

2) Il est équipé au 2ème niveau de plusieurs calculateurs périphériques nommés « Explorateurs », qui sont les organes d'entrée du Calculateur Centralisé chargés d'interroger l'état instantané dans lequel se trouve chaque ligne téléphonique du commutateur, ainsi que le « Distributeur » qui est l'organe de sortie placé sous le contrôle direct du Calculateur Centralisé chargé de commander le Réseau de Connexion.

3) Il est équipé au 3ème niveau du Réseau de Connexion du commutateur permettant de créer les routes temporaires de passage des communications téléphoniques des abonnés. Il s'agit d'une Matrice de Commutation, qui, bien que restant de conception analogique, est désormais équipée de points de jonctions de commutation entièrement transistorisés (PNP-NPN) ; donc sans aucune pièce mobile : **ARISTOTE** est donc considéré comme un Commutateur Électronique à part entière.

Le Réseau de Connexion d'ARISTOTE emploie 30.000 transistors et 45.000 diodes.

4) Il est équipé au 4ème niveau du Groupe de Concentration (GC) des abonnés, formé par les concentrateurs locaux ou distants de type crossbar (matériel CP400), où sont reliés les abonnés du commutateur téléphonique. Il s'agit de l'interface d'entrée placée entre les téléphones des abonnés et le reste du commutateur téléphonique.

La matrice de commutation, même si elle demeure analogique, est donc désormais équipée de points de jonctions de commutation entièrement transistorisés (PNP-NPN) sans pièces mobiles. Ce sera d'ailleurs la seule expérimentation d'une matrice analogique sans pièces mobiles, car l'inconvénient de ce premier prototype est qu'il y a dispersion et affaiblissement des signaux analogiques de conversation dans la matrice de commutation transistorisée, ce qui nécessite de rajouter des circuits d'amplification électroniques supplémentaires et complique le système.

Ce prototype est déménagé à Lannion en 1963 et mis en service avec succès le 1er décembre 1965 sur "abonnés internes" au CNET Lannion.



Le Commutateur ARISTOTE est mis en service en exploitation réelle sur le réseau téléphonique public le 10 février 1966 et ce jusque'en 1969.

- **SOCRATE** (Système Organique de Commutation Rapide Automatique à Traitement Électronique ou Système Original de Commutation Rapide Automatique à Taxation Électronique). Il est équipé de deux calculateurs périphériques spécialisés pour la commutation téléphonique dénommés « Multienregistreurs » qui constituent de fait un commutateur centralisé.

Le prototype SOCRATE utilise 17.000 transistors et 70.000 diodes. Sa mémoire morte (ROM) est de 130.000 bit (16,25 Ko), sa mémoire vive à tores de ferrite (RAM) est de 130.000 bit (16,25Ko) et sa mémoire de masse est un tambour (DRUM) de 1Mbit (125 Ko). Sa capacité théorique atteint 20.000 abonnés

Le principe : Plutôt que dédoubler les organes et les faire travailler en synchronisme assorti d'un contrôle permanent par comparaison, il s'agit dans le cas du système SOCRATE de mettre au point le nouveau principe du partage de charge de calcul dans plusieurs organes électroniques centralisés, principe du partage de charge qui sera ultérieurement adapté et adopté dans les commutateurs de type temporel à venir, principe qui permet d'assurer la fiabilité du système grâce à l'adaptabilité du système suivant le trafic à gérer et qui permet une sorte de redondance des organes de calculs par « répartition ». Toutefois, en cas d'arrêt total de l'un des deux calculateurs, le calculateur indemne doit pouvoir continuer à écouler la totalité du trafic téléphonique et doit donc être dimensionné en conséquence.

Afin d'éviter les pertes de signal, le Réseau de Connexion est construit à partir de simples Multisélecteurs électromécaniques crossbar de type CP400 et des organes classiques de commande et de liaison avec les Multienregistreurs que sont les Explorateurs et les Distributeurs ; le but de la conception du système SOCRATE n'étant pas d'effectuer de recherches sur les Réseaux de Connexion. Ainsi, le système SOCRATE est-il qualifié de Commutateur Quasi-Électronique.



Commutateur SOCRATE le 21 avril 1964, remonté à Lannion.

- Le Commutateur SOCRATE est mis en service avec succès en France le 6 novembre 1964 à Lannion sur le réseau téléphonique public.
- Le Commutateur SOCRATE est le premier Commutateur du monde à calculateurs fonctionnant en partage de charge.
- Le Commutateur SOCRATE fonctionnera jusques au 20 octobre 1972.

PÉRICLÈS (Prototype Expérimental Réalisé Industriellement d'un Commutateur à Logique Électronique Séquentielle) issu des prototypes ARISTOTE et SOCRATE.

Le but du Commutateur PÉRICLÈS est de continuer à développer et à fiabiliser le principe du travail en partage de charge, déjà inauguré avec le Commutateur SOCRATE entre deux unités de calculs centralisées, capables de travailler soit en partage de charge en service normal, soit en synchronisme dans le but d'effectuer des contrôles de fonctionnement par comparaison, soit de manière alternée en cas d'arrêt de fonctionnement (voulu ou accidentel) de l'un des deux Multienregistreurs.

PÉRICLÈS est conçu par le CNET et le laboratoire de la SOCOTEL, avec la société LMT concernant le prototype MICHELET, la CIT et la STE concernant le prototype MAISONS-LAFFITTE A2.

Le Commutateur semi-électronique PÉRICLÈS est constitué par une organisation à 4 niveaux :

1) Il est équipé au 1er niveau de 2 Calculateurs Centralisés spécialisés dans la téléphonie, fonctionnant en partage de charge, et qui sont appelés Multienregistreur A et Multienregistreur B ; cet organe-double est chargé d'assurer à lui seul le fonctionnement des organes périphériques, en collectant et en interprétant les signalisations reçues, puis en renvoyant aux organes subalternes les ordres de commutation conformément à ce qui est programmé dans la mémoire centrale de calcul. Les deux Multienregistreurs A et B assurent à eux seuls l'établissement ou la fin des communications et incluent, en plus du logiciel de fonctionnement enregistré, la cartographie complète de tous les abonnés qui sont reliés au commutateur PÉRICLÈS (numéros de téléphone des abonnés et caractéristiques optionnelles). Les deux Multienregistreurs (MR) réalisent en outre la fonction de taxation et de gestion des abonnés.

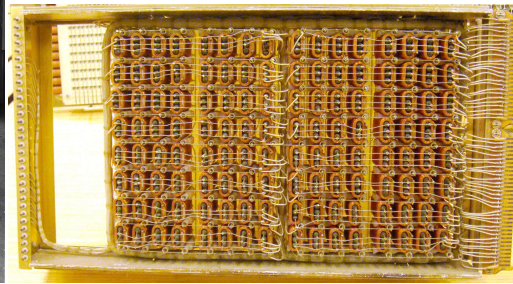
2) Il est équipé au 2ème niveau de plusieurs calculateurs périphériques nommés « Explorateurs », qui sont les organes d'entrée de l'Unité de Calcul Centralisée chargés d'interroger l'état instantané dans lequel se trouve chaque ligne téléphonique du Commutateur, ainsi que de « Distributeurs » qui sont les organes de sortie placés sous le contrôle direct de l'Unité de Calcul Centralisée chargée de commander le Réseau de Connexion.

Il existe des Distributeurs Rapides (DR) placés sous les ordres de l'un ou l'autre des calculateurs et des Distributeurs Lents (DL) placés sous les ordres des deux calculateurs. Ils sont actionnés suivant que l'action à mener par l'Unité de Commande Centralisée doit exécuter soit des manœuvres prioritaires (comme par exemple la télétaxation), soit des manœuvres qui ne le sont pas (comme l'envoi de la tonalité au décrochage abonné).

3) Il est équipé au 3ème niveau du Réseau de Connexion du Commutateur permettant de créer les routes de passage temporaires des communications téléphoniques des abonnés. Il s'agit d'une Matrice de Commutation, de conception analogique, équipée de points de jonctions de commutation à relais miniaturisés à bobine et à contacts scellés à 3 contacts : 2 contacts pour les conversations analogiques et 1 contact pour le maintien électrique.

4) Il est équipé au 4ème niveau du Groupe de Concentration (GC) des abonnés, formé par les concentrateurs locaux ou distants, où sont reliés les abonnés du commutateur téléphonique. Il s'agit de l'interface d'entrée placée entre les téléphones des abonnés et le reste du commutateur téléphonique.

En outre, le Réseau de Connexion du système PÉRICLÈS abandonne les Multisélecteurs à barres croisées au profit de matrices miniaturisées : désormais, le réseau de connexion est construit à partir de relais à tiges et contacts scellés groupés sur des cartes de matrice de base à 64 points, ce qui présente une miniaturisation par rapport aux matrices à barres croisées dites « CROSSBAR » tout en évitant d'utiliser une matrice de commutation transistorisée dont les composants électroniques ne sont pas assez développés à cette époque et qui provoquent trop d'affaiblissement et de diaphonie.



Commutateur **PÉRICLÈS I** Paris-Michelet, peu avant sa mise en service. Carte composant la Matrice de Connexion des Commutateurs **PÉRICLÈS**, réalisée à partir de 128 relais à tige et contacts scellés.

Ce type de Commutateur prototype préfigure d'ailleurs la famille à venir des Commutateurs **MÉTACONTA**. .

- Le Commutateur **PÉRICLÈS I** est inauguré à Clamart (92) le 17 décembre 1969 et mis en fonctionnement sur 200 abonnés tests.

Puis il est mis en service avec succès sur le réseau téléphonique public en France le 21 décembre 1970 à Paris-Michelet (Clamart) pour une capacité de 800 abonnés poussée ultérieurement à 2000. Il fonctionnera jusques en 1974.

- Un second Commutateur **PÉRICLÈS II**, d'une capacité de 3000 abonnés, fabriqué par la SLE-CITEREL, est mis en test courant 1971 puis en exploitation sur le réseau téléphonique public à Maisons-Laffitte le 18 décembre 1973 (Maisons-Laffitte A2). Il fonctionnera jusques au 16 juillet 1981 (date de remplacement par un Commutateur AXE Spatial).

Le **MÉTACONTA** :

La société américaine **ITT**, ayant participé à en France au programme **PÉRICLÈS**, investit massivement dans les commutateurs semi-électroniques à partir de l'année 1965. En effet, à cette époque, la commutation temporelle reste encore un idéal qui ne peut être atteint dans l'immédiat.

En revanche, il devient à cette époque à la portée de concevoir un commutateur à commande centralisée et à programme enregistré de grande fiabilité, de grande capacité, pouvant équiper les grandes agglomérations.

La société **ITT** dispose aisément des fonds nécessaires à l'investissement massif dans cette technologie pour son développement, si bien qu'elle disposera dès l'année 1972 d'une gamme de Commutateurs **MÉTACONTA** parfaitement fonctionnels, fiables et commercialisables.

MÉTACONTA 11A aussi connu sous l'appellation **MÉTACONTA L**, est développé par la CGCT à Paris, est issu des prototypes **SOCRATE**, **ARISTOTE** et **PÉRICLÈS**.

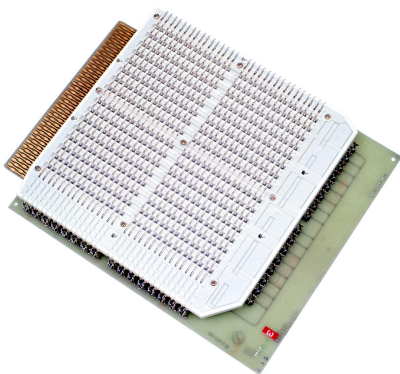
MÉTACONTA = Après le **PENTACONTA** : en effet, l'appellation **MÉTACONTA** est choisie pour caractériser la nouvelle famille des commutateurs conçus sous contrôle de l'**ITT** (Nom de marque déposé le 22 septembre 1969), appelée à remplacer la famille **PENTACONTA**.

Il est équipé d'une Unité de Commande Centralisée constituée de deux calculateurs centraux **LCT3200** (32 bits) très volumineux car réalisés en grande partie avec des cartes munies des tous premiers Circuits Intégrés **TTL** de la Texas Instruments ayant été produits, ainsi que par une proportion encore significative de composants discrets (transistors). Les diverses cartes formant les sous-ensembles sont alors connectées sur un fond de panier où les différentes broches de connexion sont alors wrappées entre-elles.

Le Calculateur **LCT3200** est en France le premier calculateur informatique à usage téléphonique fabriqué industriellement en série, il a été intégré à la partie commutation par Laboratoire Central des Télécommunications, situé à Vélizy.

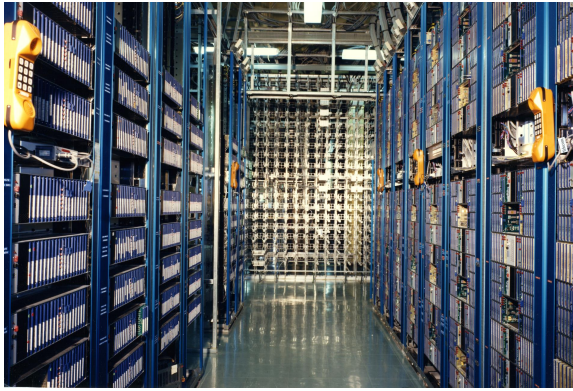
Le Calculateur **LCT3200** est fabriqué à l'usine **LMT** de Laval : un accord-groupe interne à **ITT** prévoit que seule la **LMT** fabrique les calculateurs pour l'ensemble de ses filiales. Certains Commutateurs **MÉTACONTA 11A** seront équipés ultérieurement de calculateurs centraux **LCT3202** plus évolués. Le Réseau de Connexion est constitué du tout nouveau **MINISÉLECTEUR** miniaturisé à contacts de type **MÉTABAR** à 256 points de connexion implanté sur circuit imprimé.

Le Minisélecteur est un organe déjà au point depuis 1967.



Les barres croisées deviennent des rubans de contacts miniaturisés.

Les contacts croisés de ce nouvel organe sont commandés par des relais eux aussi miniaturisés.



1987

Salle des Transmissions, associée au Commutateur MÉTACONTA 11A de Reims CITP1 (HM03). (Il s'agit des premiers équipements de modulation numérique mis en service en 1981 pour le desservir)

Le premier Commutateur MÉTACONTA 11A, mis en installation à partir de Juillet 1971, est mis en service pour la première fois dans le monde, au Maroc, à Rabat-Agdal, le 26 février 1972. Le système a en outre été implanté en Finlande dans la ville de Kuopio en Décembre 1976, puis au Mexique...

- Le système MÉTACONTA 11A est également installé en France, en seulement 2 exemplaires :

- Paris-Bagnolet 2 en tant que Centre de Transit International, commandé en 1978, prévu pour 1980, mis en service le 24 novembre 1981, (arrêt 3 octobre 1991). Premier commutateur à vocation internationale à commande électronique en France, fabricant : LMT. (Calculateurs LCT3200). Il assure le trafic international de départ, et le trafic mixte vers les USA.

- Reims CITP1 en tant que Centre International de Transit Principal, commandé en 1979, prévu pour 1982, mis en service le 26 avril 1983 (arrêt 5 janvier 1993) - fabricant : CGCT - (capacité 9.000 circuits internationaux ; calculateurs LCT3202).

- À leur mise en service, ces 2 Commutateurs MÉTACONTA 11A assurent désormais l'échelon hiérarchique le plus haut du réseau international français, en "détrônant" les 17 Crossbar CIA qui assuraient ce rôle jusqu'alors : Bagnolet 2 pour l'Île-de-France et Reims CITP1 pour la province.

- La capacité typique de raccordement d'un Commutateur MÉTACONTA 11A est de 6.000 circuits en tant que Commutateur de Transit.

ITT a commencé en 1967 le développement d'une première génération de processeurs numériques spécifiquement conçus pour le contrôle des centres de commutation téléphonique.

Plus de 200 unités de l'ITT 3200, l'une de celles conçues au sein de cette première génération, ont été construites, et il exista des centraux téléphoniques contrôlés par cet ordinateur dans plus de 10 pays.

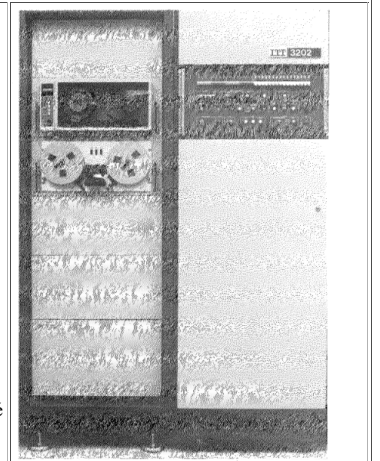
Le processeur ITT 3202 a la même structure de base que l'ITT 3200.

L'unité centrale de traitement (CPU), qui décode et exécute les instructions du programme stocké, est connectée via un canal parallèle (bus) de 32-bit, à un ou plusieurs modules de mémoire à accès aléatoire et via un autre canal 32 bits avec tous les contrôleurs de périphériques numériques, dont certains qui ont un accès direct à la mémoire.

Les connexions aux périphériques téléphoniques se font par un canal longue distance, également 32 bits. Enfin, toutes les unités de temporisation, d'échange de données et de supervision nécessaires au fonctionnement en configuration dupliquée sont connectées à l'Unité Centrale de Traitement par la voie d'entrée/sortie et une voie d'état ; l'échange de données avec l'autre processeur se fait via un canal inter-processeur.

Il convient de noter que les canaux de mémoire, d'entrée/sortie et longue distance et le canal d'état sont respectivement compatibles, fonctionnellement et physiquement, avec les celles du processeur ITT 3200.

L'unité centrale traite des mots de 32 bits et dispose d'une capacité d'adressage de 512 K mots avec possibilité d'adressage indexé et/ou d'adressage indirect multi-niveaux. La liste des instructions est de 106 instructions.



MÉTACONTA E11 (abréviation de : Électronique projet numéro 11) de la LMT à Boulogne, est issu des prototypes Socrate, Aristote et Périclès. Le système est très proche du système MÉTACONTA 10R dont il est l'adaptation pour le marché français, par le développement conjoint entre LMT et l'Administration des Télécommunications d'un logiciel adapté au marché français. La dénomination E11 est décidée par l'administration des télécommunications.

L'architecture d'un Commutateur MÉTACONTA E11 est constituée de trois niveaux :

1) Le premier niveau est l'Unité de Commande Centralisée composée de deux calculateurs LCT3202, à circuits intégrés TTL les plus récents (famille TTL - S (Shottky)), fonctionnant en service normal en partage de charge, c'est-à-dire en se répartissant les différentes tâches.

Les Calculateurs LCT3202 sont tous fabriqués à l'usine LMT d'Orvault : un accord-groupe interne à ITT prévoit que seule la LMT fabrique les calculateurs pour l'ensemble de ses filiales.

À noter que dans le cas du MÉTACONTA E11, les deux calculateurs constituant l'Unité de Commande Centralisée gèrent la totalité des opérations de commande, ils ne délèguent donc aucune tâche de commande de moindre importance à d'autres organes. En cas d'avarie de l'un des deux calculateurs, le calculateur restant fonctionnel doit pouvoir à lui seul reprendre la totalité du trafic téléphonique. Il doit donc être dimensionné en conséquence.

À titre transitoire, le premier prototype MÉTACONTA E11 est équipé provisoirement d'une Unité de Commande Centralisée constituée de deux calculateurs centraux LCT3200 très volumineux réalisés avec les tous premiers circuits intégrés TTL sur des cartes connectées entre-elles par wrappage, jusqu'à son remplacement quelques mois plus tard par 2 nouveaux calculateurs LCT3202 à circuits intégrés TTL de nouvelle génération et pourvus de nouveaux fonds de paniers avec circuits imprimés multi-couches, plutôt bien miniaturisés pour cette époque (3 fois moins volumineux), moins gourmands en énergie et deux fois plus puissants que les précédents. Le Calculateur LCT3202 constitue, en plus de ses améliorations en termes de performance, une version industrialisée du Calculateur LCT3200.



Calculateurs (provisoires) LCT3200 du Commutateur prototype MÉTACONTA E11 de Athis-Mons A1

2) Le second niveau est composé du nombre nécessaire d' Organes d' Accès au Réseau de Connexion : il s'agit de Marqueurs (MESL) et (MESG), de Distributeurs Lents (DL) et d'Explorateurs Autonomes Distributeurs Rapides (EADR), quatre types d'organes d'interface intimement liés.

Les Marqueurs (MESL et MESG) sont des organes électroniques qui servent d'interface entre les deux calculateurs qui donnent les ordres et le Réseau de Connexion (CX). Ils exécutent les ordres de connexion et déconnexion reçus, en commandant la mise au travail ou au repos des connexions désignées.

Les Distributeurs Lents (DL) sont des organes dupliqués par sécurité, qui réalisent à la demande de l'Unité de Commande centralisée, le repositionnement des relais des minisélecteurs du Réseau de Connexion (CX) à leur état de repos initial, et ce lorsque la contrainte de temps n'est pas prioritaire.

Les Explorateurs Autonomes - Distributeurs Rapides (EADR) sont des organes dupliqués par sécurité, qui réalisent deux fonctions :

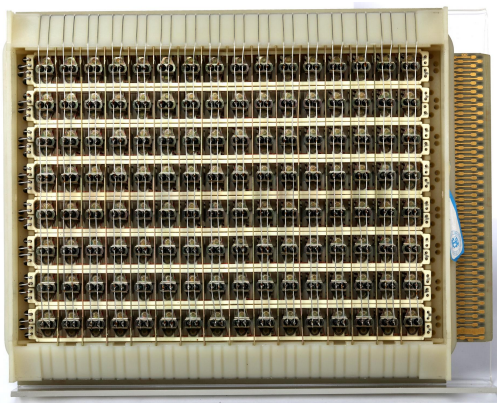
- la fonction Explorateur Autonome qui consiste à détecter et à transmettre à l'Unité de Calcul centralisée tous les changements d'états reçus par les circuits terminaux.

(L'EADR est l'œil de l'UC sur le CX)

- la fonction Distributeur Rapide qui réalise, à la demande de l'Unité de Commande centralisée, le positionnement des relais des minisélecteurs du Réseau de Connexion (CX), et ce lorsque la contrainte de temps est prioritaire (Cas typique de l'établissement d'une communication).

3) Le troisième niveau est l'Unité de Connexion formée par le Réseau de Connexion analogique spatial (CX) constitué par la somme des cartes équipées de relais à tige et contacts scellés (modèles HERKON) ; relais calés par un cadre de plastique. Les cartes composant la Matrice de Connexion sont intimement associées aux Éléments de Sélection de Lignes (ESL) où sont raccordés les abonnés ; idem quant aux Éléments de Sélection de Groupes (ESG) où sont raccordés les circuits de jonction (notamment en relation avec les autres commutateurs).

Commandé en été 1973, livré et mis en test en Juin 1976, le système MÉTACONTA E11 est mis en service pour la première fois en France à Athis-Mons le 3 septembre 1976 dans le réseau téléphonique public. Athis-Mons A1 (SD01) - capacité initiale : 9.000 abonnés - fabricant LMT - (arrêt le 18 avril 1984)



Salle du Réseau de Connexion du Commutateur prototype MÉTACONTA E11 Athis-Mons A1. Carte équipée de relais à tiges et contacts scellés (modèles HERKON) appartenant au Réseau de Connexion du Commutateur MÉTACONTA E11.



Relais Herkon utilisé (Longueur de l'ampoule de verre : 28 mm)

Dans le Réseau de Connexion du Commutateur MÉTACONTA E11, il est à noter que le maintien des connexions établies dans les relais durant les conversations téléphoniques s'effectue désormais magnétiquement par effet d'aimantation, ce qui ne nécessite que la présence des 2 seuls fils véhiculant les conversations téléphoniques pour chaque abonné ce qui assure, comparé au prototype précédent PÉRICLÈS (à 3 fils) une simplification notable du Réseau de Connexion, visible en comparant les photographies des exemplaires de cartes composant les matrices de connexion respectives des systèmes E11 et PÉRICLÈS).

À partir du Commutateur d'abonnés MÉTACONTA E11, les Commutateurs électroniques de type spatial sont capables d'accepter la numérotation depuis l'abonné de départ en fréquences vocales (DTMF) en plus d'accepter la numérotation à impulsions décimales (DC) en vigueur en France depuis 1913.

- Un second Commutateur MÉTACONTA E11 est commandé en Juin 1974. Il est mis en service le 28 avril 1977 à Marseille. Marseille-Prado 1 (MA51) - Fabricant LMT (arrêt le 4 juin 1985).

En plus de la création de nouveaux abonnés, il sera utilisé, après son extension, pour reprendre les abonnés du Commutateur ROTARY 7A1 de Marseille-Prado en Septembre 1978.

- Seuls deux Commutateurs d'abonnés de ce modèle sont installés en France et une dizaine de technologie voisine dans le reste du monde.

- La capacité typique de raccordement est de 30.000 abonnés, soit 3.000 erlangs avec Calculateurs provisoires LCT3200 installés.

- Ce système est capable d'écouler 110.000 appels à l'heure.

- Ces deux Commutateurs MÉTACONTA E11 sont arrêtés judicieusement avant l'entrée en vigueur de la Nouvelle Numérotation à 8 chiffres du 25 octobre 1985, ce qui évite d'avoir à étudier les adaptations logicielles à réaliser dans le réseau français.

MÉTACONTA CENTREX & MÉTACONTA 10R :

Le **MÉTACONTA CENTREX** particulier pour la France est construit par la LMT, équipé de calculateurs LCT3200 tel un MÉTACONTA 11A, mais pourvu d'une matrice de connexion réalisée en mini-relais à contacts scellés Herkon, qui sera réutilisée pour le MÉTACONTA E11.

Il y aura un seul exemplaire en service en France, à titre semi-public et semi-privé :

- Par souci d'organisation et d'efficacité, **Aéroport de Paris** souhaite alors unifier et améliorer la desserte téléphonique du futur aéroport de Roissy, en donnant à tous les utilisateurs les services adaptés à leurs besoins, avec toute la souplesse et les facilités possibles, tout en évitant la prolifération de nombreux standards et autres petits PABX. La solution d'un Commutateur semi-Électronique à commande à programme enregistré semble alors la solution la plus moderne à adopter.
- Le marché entre l'Administration des Télécommunications et la société LMT est signé en Juin 1969.
- La capacité typique de raccordement est de 30.000 abonnés, soit 3.000 erlangs avec Calculateurs LCT3200 installés.
- Ce système est capable d'écouler 110.000 appels à l'heure.
- Ce Commutateur est le premier Commutateur téléphonique à équiper le nouvel Aéroport Nord Roissy Charles De Gaulle qui ouvre à la clientèle le 13 mars 1974.
- Ce Commutateur est équipé de la fonction Sélection Directe à l'Arrivée.
- Le raccordement au réseau public des premiers Commutateurs Téléphoniques privés pourvus de la fonction Sélection Directe à l'Arrivée est autorisée par arrêté du Ministre des Postes et Télécommunications du 14 juin 1972.
- Le Commutateur MÉTACONTA Centrex Aéroport Nord 1 (ND01) est mis en service le 11 décembre 1972, avec une capacité initiale de 6.000 abonnés qui sera étendue ultérieurement à 30.000.
- À sa mise en service, la connexion au Réseau Téléphonique Commuté Public s'effectue via une liaison de Transmission Analogique Multiplexée, via câble coaxial de type 4 MHz, soit 960 voies téléphoniques simultanées, directement reliée jusqu'au Centre l'Exploitation du Réseau National Paris-Interurbain-Archives, situé dans Paris.
- Une cérémonie d'inauguration en grande pompe se déroule le 27 février 1973 en présence de M. le Directeur Général des Télécommunications - Louis-Joseph Libois et de M. le PDG de la société LMT - Claude Etchegaray. Il est vrai qu'il s'agit du 1er Commutateur de la famille MÉTACONTA qui soit mis en service en France.
- La Compagnie France Centrex, notamment chargée d'exploiter ce Commutateur téléphonique, est créée le 5 novembre 1973.
- La convention entre l'État et cette société est signée le 9 novembre 1973 par M. le Directeur Général des Télécommunications - Louis-Joseph Libois et M. le PDG de la société Guy Cornet-Vernet.
- Le Commutateur MÉTACONTA Centrex Aéroport Nord 1 (ND01) est arrêté le 18 mai 1989.

Le **MÉTACONTA 10R**,

Du MÉTACONTA Centrex découlera le MÉTACONTA 10R, non déployé en France, mais du MÉTACONTA 10R sera issu le MÉTACONTA E11...

- Le premier exemplaire de Commutateur MÉTACONTA 10R dans le monde en tant que Commutateur d'abonnés est mis en service aux USA, dans le Nevada, à Las Vegas, le 2 septembre 1974. Il est d'une capacité de 10.000 lignes et dessert les quartiers du centre de la ville.

Le **MÉTACONTA 11F** des sociétés françaises CGCT et LMT est commandé dès 1976 par l'Administration des Télécommunications.

L la première commande de 5 Commutateurs MÉTACONTA 11F le 28 septembre 1976 concernant Paris, Lyon et Marseille.

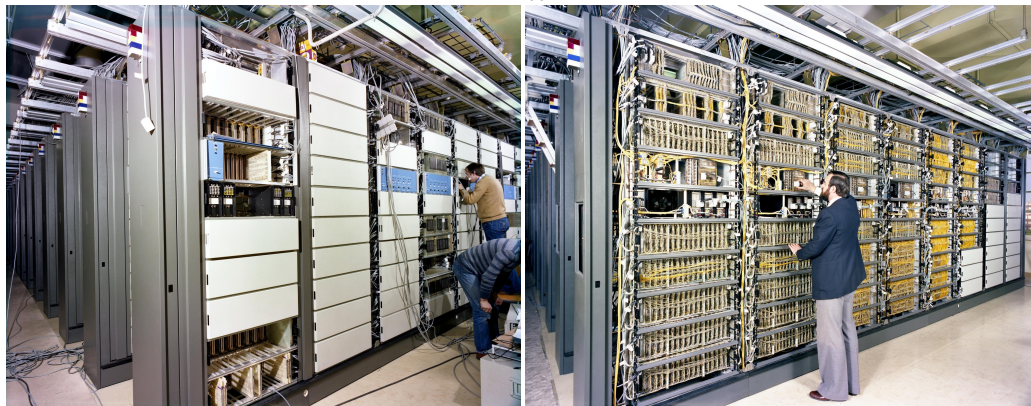
Cette variante de Commutateurs MÉTACONTA est spécifique aux besoins du marché français (d'où le F).

Le système est développé pour la France par un Groupement d'Intérêt Économique CGCT-LMT dénommé FRAMETA. Il est le résultat de la fusion technologique des systèmes MÉTACONTA 11A et E11 issues des deux sociétés sœurs filiales d'ITT :

- Il reprend d'une part le calculateur central LCT3202 (32 e.b) à circuits intégrés du système MÉTACONTA E11 de la LMT (trois fois moins volumineux et deux fois plus puissant que le calculateur LCT3200 du MÉTACONTA 11A), ainsi que le logiciel développé initialement pour le système E11.
- Il reprend d'autre part le réseau de connexion du nouveau MINISÉLECTEUR miniaturisé à contacts de type MÉTABAR à 256 points de connexion conçu initialement pour le prototype MÉTACONTA 11A de la CGCT.

Il existe également un modèle de MINISÉLECTEUR miniaturisé à contacts de type MÉTABAR à 160 points de connexion afin de raccorder les abonnés en bout de chaîne. Ont existé 8 variantes de cartes équipées de MINISÉLECTEURS.

Le principe même du MINISÉLECTEUR avait alors séduit les ingénieurs des télécommunications, qui les préféraient aux relais reed ; les MINISÉLECTEURS rappelant les MULTISÉLECTEURS crossbar utilisés en PENTACONTA et CP400.



Montage en cours du Commutateur MÉTACONTA 11F Michelet 2 ES1 (CC22) par l'équipe CGCT.

L'architecture d'un Commutateur MÉTACONTA 11F est constituée de trois niveaux.

1) Le premier niveau est l'Unité de Commande Centralisée composée de deux calculateurs LCT3202, à circuits intégrés TTL, fonctionnant en service normal en partage de charge, c'est-à-dire en se répartissant les différentes tâches. À noter que dans le cas du 11F, les deux calculateurs constituant l'Unité de Commande Centralisée (qui dans le cas du 11F porte intégralement son nom) gèrent la totalité des opérations de commande, ils ne délèguent donc aucune tâche de commande de moindre importance à d'autres organes. À noter qu'en cas d'avarie de l'un des deux calculateurs, le calculateur restant fonctionnel doit pouvoir à lui seul reprendre la totalité du trafic téléphonique. Il doit donc être dimensionné en conséquence.

2) Le second niveau est composé du nombre nécessaire d' Organes d'Accès au Réseau de Connexion : il s'agit de Marqueurs (MESL) et (MESG), de Distributeurs Lents (DL) et d'Explorateurs Distributeurs Rapides (EDR), quatre types d'organes intimement liés.

Les Marqueurs (MESL et MESG) sont des organes électroniques qui servent d'interface entre les deux calculateurs et le Réseau de Connexion (CX). Ils exécutent les ordres de connexion et déconnexion reçus, en commandant la mise au travail ou au repos des connexions désignées.

-Chaque Marqueur (MESL) peut gérer un bloc maximal de 4096 abonnés.

-Chaque Marqueur (MESG) peut gérer un bloc maximal de 1024 circuits de jonction.

Les Distributeurs Lents (DL) sont des organes dupliqués par sécurité, qui réalisent à la demande de l'Unité de Commande centralisée, le repositionnement des relais des Minisélecteurs du Réseau de Connexion (CX) à leur état de repos initial, et ce lorsque la contrainte de temps n'est pas prioritaire.

- Chaque Distributeur Lent (DL) peut gérer un bloc maximal de 512 circuits terminaux.

Les Explorateurs - Distributeurs Rapides (EDR) sont des organes dupliqués par sécurité, qui réalisent deux fonctions :

- la fonction Explorateur qui consiste à détecter et à transmettre à l'Unité de Calcul centralisée tous les changements d'états reçus par les circuits terminaux. (L'EDR est l'œil de l'UC sur le CX)

- la fonction Distributeur Rapide qui réalise, à la demande de l'Unité de Commande centralisée, le positionnement des relais des Minisélecteurs du Réseau de Connexion (CX), et ce lorsque la contrainte de temps est prioritaire (Cas typique de l'établissement d'une communication) .

-Chaque Explorateur Distributeur Rapide (EDR) peut gérer un bloc maximal de 8192 circuits terminaux.

3) Le troisième niveau est l'Unité de Connexion formée par le Réseau de Connexion analogique spatial (CX) constitué par la somme des Minisélecteurs MÉTABAR qui sont intimement associés aux Éléments de Sélection de Lignes (ESL) où sont raccordés les abonnés ; idem quant aux Éléments de Sélection de Groupes (ESG) où sont raccordés les circuits de jonction (notamment en relation avec les autres commutateurs).

Le Réseau de Connexion Analogique Spatial (CX) est un réseau maillé modulaire réparti sur 6 niveaux de Minisélecteurs, qui se constituent conventionnellement en ESL et en ESG.

Chaque Élément de Sélection de Groupe (ESG) assure la totalité du brassage du trafic à écouler. L'on distingue conventionnellement deux types d'ESG (qui sont en réalité techniquement identiques) :

les Éléments de Sélection Intermédiaire (ESI) qui sont placés au centre du Réseau de Connexion, formés de 2 étages de Minisélecteurs à 16 entrées et 16 sorties, assurant le brassage interne des communications dans le commutateur, ce qui donne pour un ESI 256 entrées et 256 sorties.

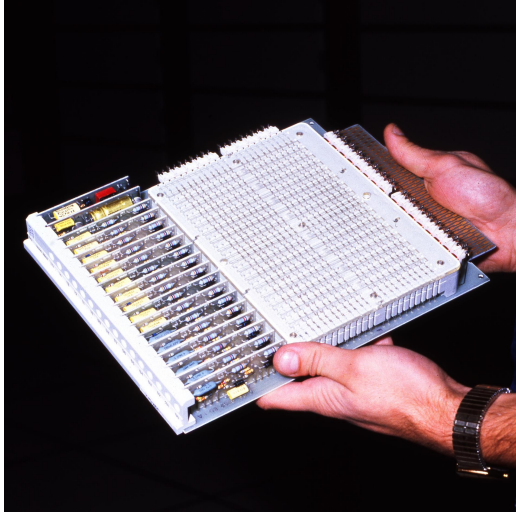
les Éléments de Sélection de Jonctions (ESJ) qui assurent le brassage vers les autres commutateurs téléphoniques du réseau téléphonique français. Ils sont eux-aussi ce par 2 étages de Minisélecteurs à 16 entrées et 16 sorties, ce qui donne pour un ESJ 256 entrées et 256 sorties.

Chaque Élément de Sélection de Lignes (ESL) assure la concentration et l'expansion du trafic téléphonique en provenance ou à destination des abonnés analogiques desservis par le commutateur 11F.

Il existe 8 types différents d'ESL. Seuls 3 sont normalisés et homologués. Les 5 autres types pouvant être utilisés sur dérogation particulière en cas d'utilisation particulière requise.

Un ESL est formé par la combinaison de Minisélecteurs sur 2 étages de matrices. Un ESL possède, suivant son type, 128, 256, 512 ou 1024 entrées, pour deux types possibles de sorties : le type (b) à 96 sorties ou le type (a) 128 sorties, ce qui nous donne bien 8 types d'ESL possibles.

Seuls sont homologués: les ESL type (b) à 512 entrées et à 96 sorties, les ESL type (a) à 512 entrées et à 128 sorties, les ESL type (a) à 1024 entrées et à 128 sorties.



Minisélecteur MÉTABAR à 16 entrées pour 10 sorties pour ESL.

Un Commutateur MÉTACONTA 11F inclut au moins un dérouleur de bande magnétique pour assurer la sauvegarde du programme de fonctionnement, les mises à jour, l'exportation des données de taxation etc... Il comprend également une Unité de Signalisation qui regroupe les organes secondaires comme les générateurs de tonalités, de sonnerie, les Récepteurs de Numérotation décimale ou vocale (RN), les équipements de téléfaxation (TTX) câblés en série sur les lignes d'abonnés (dans des baies toutefois séparées), les circuits de test (essais et mesures).

De plus, il est équipé d'un programme intégré aux deux calculateurs chargé de détecter, de classer par ordre d'urgence et de signaler les défauts de fonctionnement, mais aussi de mettre automatiquement hors service l'organe ou le circuit défaillant, en attendant qu'il soit dépanné ou remplacé par l'équipe de maintenance.

Le système MÉTACONTA 11F est conçu pour être utilisé en Commutateur d'abonnés. Bien qu'il puisse être utilisé en Commutateur de transit (intercentraux), la structure du Réseau de Connexion n'est pas optimisée pour être utilisée en Commutateur de transit ; cet emploi est normalement proscrit. Il a été essentiellement employé pour remplacer rapidement les derniers commutateurs téléphoniques à organes tournants hors d'âge (comme le Rotary 7A1 et 7B1 pour Paris, l'Île-de-France, Marseille...), tout en réutilisant le réseau de transmission analogique (jonctions) existant.

À titre d'exemple, les 3 BPQ Rotary historiques ELYsées, BALzac et ALMa (actuellement les ABPQ 4359, 4225 et 4256) du Centre Téléphonique Paris Élysées dont le premier Commutateur ROTARY 7A1 avait été mis en service le 21 mai 1932 (ELYsées), ont été repris l'un après l'autre par le nouveau commutateur MÉTACONTA 11F de BEAUJON mis en service le 24 janvier 1980 ; Commutateur lui-même remplacé le 3 juin 1998 à 8H00 (dont j'ai participé au basculage jadis) par un AXE10 mis en service la veille.

Concernant les Services Confort : le système supporte les services du Réveil, du Transfert d'Appel Local (à l'intérieur de la même Circonscription de Taxe), du Signal d'Appel, de la Conversation à 3 depuis le 1er juillet 1983.

Le Transfert d'Appel National est disponible sur la totalité du parc des Commutateurs MÉTACONTA 11F depuis Mai 1989.

Après autorisation gouvernementale par arrêté du 9 février 1983, le service de Facturation Détaillée (FADET) est ouvert progressivement à l'exploitation à partir du 5 décembre 1983. Les premiers Commutateurs à pouvoir délivrer ce service en France seront les Commutateurs de type MÉTACONTA 11F.

Le système MÉTACONTA 11F ne supportait ni le service Présentation de l'Identité du Demandeur (PID) mis en service en France Métropolitaine le 2 septembre 1997, ni la Portabilité du Numéro d'Abonné (en cas de déménagement dans la même Circonscription Tarifaire) mise en service à partir du 1er janvier 1998.

115 Commutateurs MÉTACONTA 11F sont installés en France, dont 31 pour Paris intra-muros + 1ère couronne (zone suburbaine). Il n'a pas été déployé en 2ème couronne (grande banlieue parisienne).

En Province, ce système a été essentiellement déployé dans l'arc allant du sud-ouest au sud-est, en passant par le sud et le centre ; plus quelques unités dans le nord du pays. Le système MÉTACONTA 11F est capable de gérer 64.000 abonnés par cœur de chaîne, pour une capacité nominale de 6.000 erlangs (10.000 erlangs en limite de pointe absolue et momentanée).

Il est capable d'écouler 150.000 appels à l'heure, avec une réserve de sécurité en cas de pointe de trafic de 40%.

La mise en service planifiée en France dès 1978 à Paris, Lyon et Marseille, n'est effective qu'en 1979 :

- Clamart au central Paris-Michelet 2 ES1 (CC22), le 20 septembre 1979, (1ère mise en service MÉTACONTA 11F en France et en Île-de-France), capacité initiale de 19.456 lignes.

- Paris-Ségur 2 ES1 , le 27 septembre 1979, concernant Paris intra-muros (1ère mise en service MÉTACONTA 11F dans Paris), capacité initiale de 17.408 lignes. (Ce Commutateur ayant fait l'objet d'une commande complémentaire en fin 1976. À titre d'exemple, Ségur 2 ES1 remplacera à lui seul les 4 Commutateurs ROTARY 7A1 et 7B1 du central Ségur : FONtenoy, SUFren, SEGur ; puis BREtagne le 12 mai 1981...)

- Lyon-Franklin-Gaillaton (LY17) et Lyon-Lalande (LY19), le 4 octobre 1979, capacités initiales de 24.504 et 11.264 lignes.

- Marseille-National (MA62) le 19 octobre 1979 et Marseille-Garibaldi le 26 octobre 1979, capacités initiales de 9.216 et 14.336 lignes.

- Au moins un Commutateur MÉTACONTA 11F est inauguré par M. le Secrétaire d'État des PTT - Norbert Ségard le 13 février 1980, au Centre Téléphonique de Paris-Gobelins 2 ES1 mis en service depuis le 16 octobre 1979 pour une capacité de 24.576 lignes.

- Un Commutateur MÉTACONTA 11F prototype, commandé en 1979, est mis en service le 4 février 1982 (Talence 2) pourvu d'Unités de Raccordements d'Abonnés Temporelles URA2G moyennant des unités d'adaptations spécifiques ; ces URA2G sont ainsi testées avant leur mise en service dans les futurs commutateurs temporels MT25 alors en fin de développement. Ce Commutateur MÉTACONTA 11F particulier a fonctionné jusques au 28 juin 1999.

Le Commutateur MÉTACONTA 11F le plus récent de France (et d'Île-de-France) est mis en service le 21 novembre 1985 (Paris-Auteuil).

- Le premier MÉTACONTA 11F d'Île-de-France à être mis à l'arrêt le 17 octobre 1991 est Ivry 2 ES1 - Bien que retiré du réseau, il est reconverti en Maquette de test et de formation et survit quelques années de plus.

- La campagne de démontage des Commutateurs MÉTACONTA 11 version F a commencé en 1994.

- Le premier Commutateur MÉTACONTA 11F de Paris intra-muros à être mis à l'arrêt le 1er décembre 1994 est Anjou 2 ES1.

- Le dernier Commutateur MÉTACONTA 11F d'Île-de-France (hors Paris) à être mis à l'arrêt le 18 novembre 1998 à Asnières est Grésillons 2 ES1.

- Le dernier Commutateur MÉTACONTA 11F de Paris intra-muros à être mis à l'arrêt le 27 juin 2000 est Marcadet 2 ES1. Il avait été commandé le 23 septembre 1977. L'ultime GEC 11F d'Île-de-France était le GEC Montmartre - dont M. Patrick Offroy† et son équipe ont orchestré l'arrêt.
- Le dernier Commutateur MÉTACONTA 11F de France est mis à l'arrêt le 27 novembre 2000, à Marseille-Garibaldi.

AXE (nom complet : Automatic eXchange Electric) de la société L.M. Ericsson, est un Commutateur d'origine suédoise dont le développement est confié à M. l'Ingénieur coordinateur - Bengt Gunnar Magnusson. Adopté en France lui aussi en 1976, sachant que ce système électronique spatial était déjà susceptible de pouvoir évoluer ultérieurement vers le tout électronique temporel : ce sera le système AXE10 à venir. Il s'agit d'un système essentiellement centralisé (tout en étant partiellement décentralisé).

En effet, le système **AXE Spatial** suédois a lui aussi été retenu et adopté en France, afin, par principe, de ne pas laisser le monopole du marché français sur l'Électronique Spatial au seul américain ITT alors dirigé par M. Harold S. Geneen, particulièrement dur en affaire, propriétaire d'une gamme MÉTACONTA déjà opérationnelle depuis 1972 dans le monde.

La Société Française des Téléphones Ericsson, filiale française du suédois L.M. Ericsson, est ensuite rachetée pour la plus grande part de son capital par la société Thomson-CSF en Juin 1976 dans le cadre de la "francisation" de l'industrie des télécommunications voulue par M. le Président de la République - Valéry Giscard d'Estaing ; la société devient alors : Société des Téléphones Ericsson.

M. le Secrétaire d'État aux P et T - Norbert Ségard signe la première commande d'un Commutateur AXE Spatial le 28 septembre 1976 concernant Orléans.

Sachant que L. M. Ericsson avait un besoin vital qu'un premier pays significatif commandât son système AXE Spatial afin d'engendrer d'autres commandes de la part de pays hésitants, la France en profita pour écraser les prix, si bien que L.M. Ericsson ne tira qu'un faible bénéfice direct des commandes françaises, mais se rattrapa avec de gros contrats mondiaux, tels l'Arabie Saoudite et l'Australie.

L'architecture du système AXE Spatial est organisée en trois niveaux.

1) Le premier niveau est l'Unité de Commande Centralisée (CPS) composée de deux Calculateurs Centraux (CP-A et CP-B) de modèle APZ210.03 fonctionnant, en service normal, en synchronisme total, c'est-à-dire en exécutant les mêmes tâches en même temps. Ces 2 Calculateurs Centraux communiquent entre-eux pour comparer leur état respectif. En cas d'avarie d'un des deux calculateurs, il est automatiquement mis hors service et le calculateur restant continue à traiter la totalité du trafic. De plus, le premier niveau est équipé d'une Unité de Test du Calculateur (PTU) chargée de détecter, de classer par ordre d'urgence et de signaler les défauts de fonctionnement, mais aussi de mettre automatiquement hors service l'organe ou le circuit défaillant, en attendant qu'il soit redémarré, dépanné ou remplacé par l'équipe de maintenance.

2) Le second niveau est composé de Calculateurs Périphériques -Regional Processors- (RP) chargés d'exécuter les tâches courantes et répétitives ainsi que d'accéder au Réseau de Connexion analogique. Il constitue également l'interface entre les deux Calculateurs Centralisés du 1er Niveau (CP-A et CP-B)

3) Le troisième niveau est constitué essentiellement par le Réseau de Connexion ainsi que par les récepteurs de numérotation (KRD).

Le Réseau de Connexion analogique spatial, commutant sur 2 fils en France, est constitué :

De 9 étages de matrices de base à points de croisements constituées de relais à tige et contacts scellés à maintien par aimantation magnétique (matrices similaires à celles déjà employées dans le commutateur prototype de type E11) ; il s'agit d'un réseau maillé modulaire réparti sur 9 niveaux de matrices à relais reed, qui se constituent conventionnellement en SSN et en GSN.

Chaque matrice de base enfichable comprend 64 relais (à contacts protégés dans une ampoule de verre emplies d'azote gazeux) par carte à circuit imprimé (8 entrées x 8 sorties). Ces cartes pourvues de relais reed sont combinées entre elles suivant options de programmation pour obtenir, par exemple, des ensembles de sélection d'abonnés de 2048 entrées et de 256, 384, 512 ou 768 sorties.

En Suède, la commutation téléphonique du Réseau de Connexion interne est réalisée sur 3 fils via relais reed à maintien électrique (Comme l'avait déjà été expérimenté en France sur le commutateur de type PERICLES).

En revanche, pour l'exportation, donc pour la France, la commutation du Réseau de Connexion est effectuée sur 2 fils, via relais reed à maintien par aimantation magnétique. (En effet, les PTT de France ont décidé de ne pas retenu l'exploitation sur 3 fils).

Le Réseau de Connexion est organisé en :

Éléments de Sélection de Lignes (SSN) où sont branchés les abonnés et où les opérations d'expansion et de concentration du trafic sont réalisées, sur une matrice de 3 étages de cartes de relais. Chaque SSN permet le raccordement de 2048 abonnés en entrée, pour un nombre de sorties au choix, suivant architecture retenue de 256, 384, 512 ou 768 sorties pointant vers l'intérieur du Réseau de Connexion du commutateur.

Éléments de Sélection de Groupe (GSN) qui constituent le Réseau de Brassage, où la totalité du brassage est réalisée. L'on distingue par convention les Éléments de Sélection de Groupe Entrants (GSNI) et les Éléments de Sélection de Groupe Sortants (GSNO) qui sont identiques et symétriques.

Le Réseau de Brassage analogique, réalisé par association de GSNI et de GSNO prend la forme d'un tonneau, respectant en cela la tradition suédoise déjà utilisée sur les systèmes Crossbar CP400.

Au centre du Réseau de Brassage, l'expansion réalisée est d'un facteur 1,5 fois le nombre d'entrées et de sorties du tonneau. Chaque GSNI comprend structurellement 512 voies d'entrées et 768 voies de sorties sur 3 étages de matrices, puis chaque GSNO comprend structurellement 768 voies d'entrées et 512 voies de sorties sur 3 étages de matrices.

Les GSNI sont situés au centre du Réseau de Connexion du commutateur AXE Spatial dans son ensemble.

Les GSNO pointent vers les jonctions des autres commutateurs téléphoniques voisins permettant de se relier au Réseau Téléphonique Français.

En outre, les Commutateurs AXE Spatiaux sont équipés d'une interface de sauvegarde par lecteur de cartouche magnétique à bande (CT).

Une lourde tâche d'adaptation logicielle aux impératifs du Réseau Téléphonique Français, menée par le groupe Thomson durant 3 années jusqu'en 1981 est également nécessaire, en matière : des multiples signalisations utilisées chez nous, de notre système de taxation très élaboré, de notre organisation de maintenance et d'exploitation du réseau très pointilleuse, et de l'observation de trafic méticuleuse.

Au niveau de l'interface logicielle homme-machine, le système AXE Spatial communique en langue française, la francisation ayant aussi été accomplie par le groupe Thomson. En revanche, les codes de commande utilisés pour communiquer avec le système, ainsi que les acronymes sont directement basés sur la langue anglaise ce qui hélas n'est pas mnémotechnique pour les locuteurs français.

Le système AXE Spatial a donc été adapté au réseau téléphonique français et aux Normes d'Exploitation et de Fonctionnement françaises par le groupe Thomson, de telle manière que dès le premier commutateur AXE Spatial mis en service dans le réseau téléphonique français (Orléans Grenier-à-Sel AXE), celui-ci réponde entièrement aux N.E.F.

C'est le premier Commutateur AXE Spatial mis en service en France le 28 juin 1979 - hors service le 3 juin 1997 - Fabricant : Société des Téléphones Ericsson .



Vue partielle du Commutateur AXE Spatial Orléans Grenier-à-Sel, et des Calculateurs.

Concernant les Services Confort : le système AXE Spatial supporte les services du Réveil, du Transfert d'Appel Local, du Signal d'Appel, de la Conversation à 3 depuis le 30 juillet 1984.

Le Transfert d'Appel National est disponible sur la totalité du parc des AXE Spatiaux depuis le 1er février 1988.

Le Transfert d'Appel National (TAN) est expérimenté pour la première fois en France, sur un Commutateur AXE Spatial, celui de Versailles A3 (WE03), le 4 juin 1987

L'AXE Spatial ne supportait ni le service Présentation de l'Identité du Demandeur (PID) mis en service en France Métropolitaine le 2 septembre 1997, ni la Portabilité au Numéro d'Abonné (en cas de déménagement dans la même Circonscription Tarifaire) mise en service à partir du 1er janvier 1998.

58 Commutateurs AXE Spatiaux sont installés en France, dont 12 en Île-de-France, (aucun AXE dans Paris intra-muros).

- Les Commutateurs AXE Spatiaux ont été déployés entre un arc passant par le grand-ouest, le nord et le grand-est de la France. Il n'a été déployé ni dans le centre, ni le sud, ni le sud-ouest, ni le sud-est.
- Le système AXE Spatial est capable de gérer typiquement 30.000 abonnés par cœur de chaîne, avec une capacité jusqu'à 5.100 ou 6.400 erlangs suivant option PTT. (capacité maximale d'adressage de 64.000 abonnés maximum - limite en pratique jamais atteinte en France)
- Le système AXE Spatial est capable d'écouler jusqu'à 110.000 appels à l'heure, en pleine charge. (et jusqu'à 139.000 appels à l'heure, en limite de pointe)
- Le système AXE Spatial est mis à l'étude en Suède en Juillet 1970. Le premier rapport d'étude de Juillet 1971 recommande l'utilisation d'un réseau de connexion spatial de type relais-reed et une structure de commande centralisée. Un prototype de Calculateur centralisé est disponible en 1974, un prototype de Commutateur de laboratoire est opérationnel en 1976 en Suède.
- Le premier Commutateur AXE Spatial est mis en exploitation publique en Suède, à Södertälje le 1er mars 1977 (3.000 lignes).
- En France, le premier Commutateur AXE Spatial est commandé le 28 septembre 1976 par M. le Secrétaire d'État des Postes et Télécommunications - Norbert Ségard, mis en test en Octobre 1978 pour être éprouvé, puis mis en exploitation publique le 28 juin 1979 à Orléans-Grenier-à-sel AXE, capacité initiale de 13.312 abonnés.
- La mise au point des logiciels de fonctionnement ainsi que la francisation des Commutateurs AXE Spatiaux est effective en 1981.
- Les mises en service en série sont retardées en raison de manques de certains composants électroniques spécifiques.
- Les derniers Commutateurs AXE Spatiaux sont commandés en 1981 - l'arrêt des commandes ayant été anticipé de 3 années, en raison du manque de composants électroniques spécifiques et du temps perdu engendré, et la capacité de traitement des appels s'étant avérée insuffisante, par rapport aux Commutateurs MÉTACONTA 11F.
- Le Commutateur AXE Spatial le plus récent est mis en service, en France, le 8 novembre 1983 à Homécourt (Homécourt 2).
- Le Transfert d'Appel National (TAN) est expérimenté pour la première fois en France, sur un Commutateur AXE Spatial, celui de Versailles A3, le 4 juin 1987.
- En France, le démontage des Commutateurs AXE Spatiaux a commencé en 1993.
- Notons que le Commutateur Massy A4 est le premier Commutateur AXE Spatial à être testé à la préparation au passage à la Numérotation à 10 chiffres à partir du 2 mars 1994 (site pilote en système AXE), bien qu'il ne connaîtra lui-même jamais cette Nouvelle Numérotation (arrêt le 12 octobre 1995).
- Le premier Commutateur AXE Spatial d'Île-de-France à être arrêté le 14 février 1995 est Chelles B2.
- L'ultime Commutateur AXE Spatial d'Île-de-France à être arrêté le 20 juin 1996 est Argenteuil C1.
- Le dernier Commutateur AXE Spatial de France est mis à l'arrêt le 28 septembre 1998 : Dijon-Voltaire 2.