

---

# Réseaux de transmission de données et informatique répartie en France

L'évolution, en France, de la téléinformatique classique vers l'informatique répartie a été amorcée en 1972 par le développement des techniques de commutation par paquets : réseau RCP (Réseau à Commutation par Paquets), réseau CIGALE (projet CYCLADES). L'expérience et la nouvelle technologie ainsi acquises sont d'ores et déjà utilisées pour la réalisation industrielle de réseaux publics (projet TRANSPAC) ou privés.

Ces outils nouveaux de transmission ont été à l'origine du développement des techniques de communication inter-ordinateur reposant sur une architecture de protocoles conçue en couches hiérarchisées et indépendantes (Réseau CYCLADES, projet EIN...).

A son tour, ce concept d'architecture marque la naissance de l'informatique répartie qui tire profit à la fois de la multiplicité des produits disponibles et de leur répartition géographique.

L'informatique répartie est issue de la rencontre de l'informatique et des télécommunications. En France, elle marque l'aboutissement d'une étape importante dans la coopération entre les Ministères de l'Industrie et des Postes et Télécommunications.

Elle ouvre une ère nouvelle de l'informatique industrielle.

---

# L'administration française des télécommunications

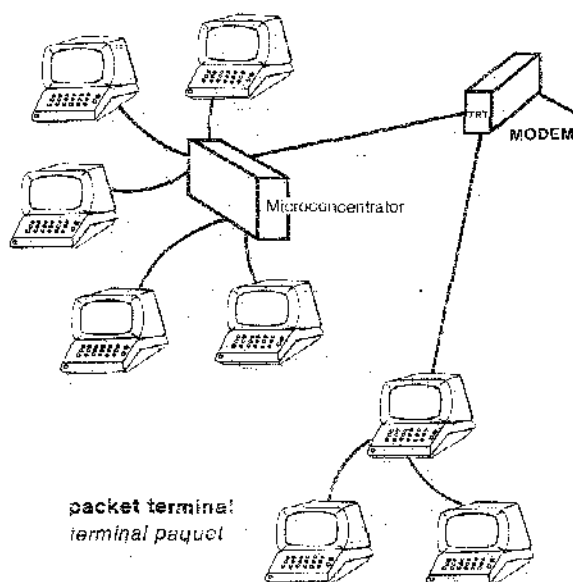
présentent dans le cadre

- les travaux menés par les organismes de recherche du CCETT (Centre Commun d'Etudes de Télévision et Télécommunications) et du CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications) depuis plusieurs années dans le domaine de la transmission par paquets et de la normalisation des protocoles d'accès aux réseaux (comme par exemple X.25)

- \* les réalisations développées dans le cadre d'avant projet (Réseau à commutation par paquets : RCP) préfigurant le réseau public français de transmission de données par paquets : TRANSPAC dont l'ouverture se fera en juin 1978.

## IFIP - TORONTO

asynchronous terminals  
terminaux asynchrones



## TRANSPORT NETWORK

Atlantic

● Switching node  
▲ concentrator  
◆ gateway

# L'institut de recherche d'informatique et d'automatique

du congrès de l'I.F.I.P.' 77

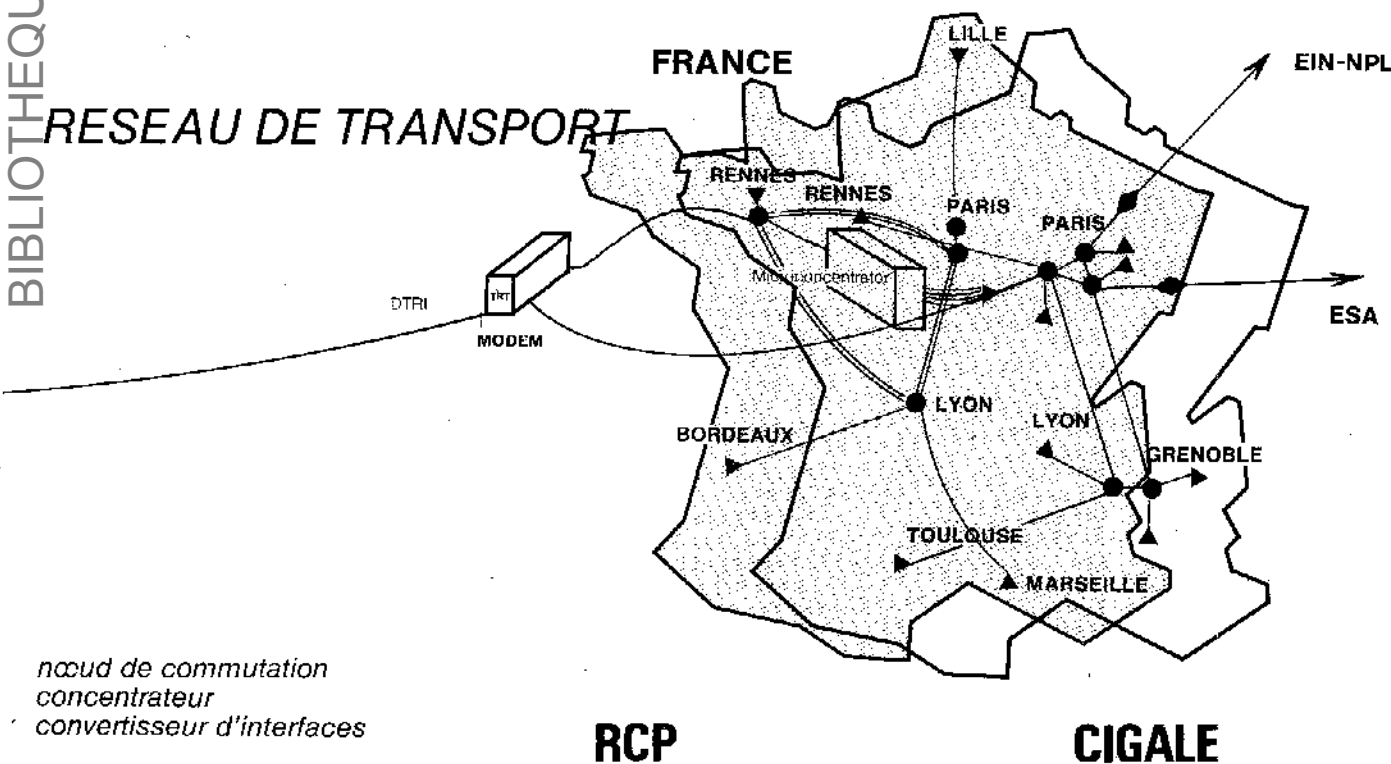
- les résultats des travaux effectués sous l'égide du Comité de Recherche en Informatique dans le cadre du projet pilote Cyclades : étude d'un réseau de commutation par paquets et des concepts fondamentaux de réseau général hétérogène (protocoles de transport, appareil virtuel, etc...).

- les réalisations :

- le réseau de commutation par paquets Cigale
- les concentrateurs de terminaux
- les convertisseurs de protocoles (interconnexion de réseaux)
- les applications réseau (systèmes documentaires, bases de données, etc.)

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

RESEAU DE TRANSPORT



# CYCLADES

## un réseau

### d'applications informatiques

CYCLADES, réseau informatique général (c'est-à-dire non spécialisé), permet l'interconnexion d'un vaste ensemble de ressources : ordinateurs, terminaux et fichiers. Toutes ces ressources hétérogènes, de taille et de nature variables, deviennent ainsi autant de services offerts à chaque utilisateur du réseau.

Un réseau général, comme son nom l'indique, n'est pas créé en fonction d'une application spécifique. En outre, il n'a pas l'inconvénient de faire appel à un type unique de matériel. Au contraire, le réseau général se place sous les signes de la diversité et de l'universalité. Le système CYCLADES, en tant que réseau général, est donc conçu pour pouvoir supporter toute une variété d'applications, mettant en jeu l'ensemble des ordinateurs et des terminaux du réseau, grâce à la mise à disposition des usagers d'un certain nombre de procédures — dites protocoles — permettant à des systèmes spécifiques et hétérogènes de communiquer entre eux.

#### Réalisation

Le réseau CYCLADES résulte d'une suite d'études entreprises depuis 1970 dans le cadre du Comité de Recherche en Informatique. Une entente générale des divers organismes qui ont participé à son élaboration s'est concrétisée autour d'un projet de réseau général d'ordinateurs prin-

cipalement axé sur le partage de données et de ressources.

Le projet proprement dit a démarré début 1972. Il a abouti à la réalisation d'un réseau, aujourd'hui utilisé dans un contexte réel, et à la définition d'un ensemble de techniques et de produits nés de cette expérience.

Les principales étapes du développement ont été :

- Début 1972 : lancement du projet
- Juin 1973 : premières communications inter-ordinateurs
- Octobre 1973 : introduction de la commutation de paquets avec un nœud
- Avril 1974 : 9 ordinateurs raccordés, commutation de paquets avec 6 nœuds
- Juin 1974 : concentrateurs de terminaux
- Janvier 1975 : début de la période d'utilisation réelle

La direction du projet, assurée par la Direction Générale de l'Industrie, a été confiée à une équipe de coordination à l'IRIA (Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique) ; l'Administration des PTT et le Ministère des Armées ainsi que l'ensemble des centres participants ont apporté une importante contribution au développement de CYCLADES.

---

## Les protocoles de communication de CYCLADES

Les principes de CYCLADES ont mis en évidence une structure de protocoles organisée par niveaux. Le concept de protocoles hiérarchisés et indépendants est largement reconnu et accepté. Il correspondait à l'un des objectifs majeurs de CYCLADES : la normalisation des moyens.

### Protocole client/serveur

L'objet d'un réseau général d'ordinateurs étant de permettre à un utilisateur quelconque (le client) d'accéder aux services de n'importe quel des centres de calcul (le serveur) du réseau, ce protocole assure l'entente au cours des phases de la prestation. Il dépend des règles en usage chez le serveur, soit pour la mise en œuvre des équipements, soit pour l'exécution des programmes.

### Protocole Appareil Virtuel (PAV)

En règle générale, les programmes d'application réalisés sur un ordinateur sont conçus pour communiquer avec une faible variété de terminaux, quand ce n'est pas avec un seul modèle.

L'apparition des réseaux d'ordinateurs rend cette pratique caduque, car le besoin apparaît immédiatement d'utiliser les services d'un ordinateur depuis tous les terminaux du réseau (sous réserve qu'ils y soient autorisés).

L'approche adoptée dans CYCLADES, et désormais largement répandue, consiste à définir un terminal virtuel possédant les fonctions les plus courantes des terminaux réels et à construire les dialogues pour cet interlocuteur imaginaire. Par ailleurs les terminaux réels sont munis d'une logique d'adaptation leur permettant de simuler un terminal virtuel. Cette logique peut être programmée dans un concentrateur de terminaux ou bien micro-programmée dans les terminaux dits intelligents.

Le Protocole d'Appareil Virtuel de CYCLADES permet d'adapter téléimprimeurs, écrans alpha-numériques, lecteurs-perforateurs de cartes, im-

primantes, et plus généralement tout terminal fonctionnant par messages ou caractères. Les méthodes d'accès ne nécessitent plus qu'une seule interface puisque les échanges n'ont lieu qu'avec les terminaux virtuels.

Le Protocole d'Appareil Virtuel contrôle toutes les conditions du dialogue : la structure du message (dimensions, lignes, pages), le jeu de caractères utilisé, le mode d'adressage (séquentiel ou direct), les mécanismes du dialogue (interruptions, demandes d'états...). Pour permettre l'adaptation économique d'appareils simples tout en offrant des possibilités d'extensions vers des appareils évolués, le P.A.V. définit un appareil minimum qui peut être étendu par la mise en service d'options successives.

### Protocole de transport

Ce protocole définit les conventions de communication de lettres entre stations de transport. Il se présente ainsi comme une méthode d'accès logique interstations.

La station de transport gère la mise en œuvre du réseau de transport, c'est-à-dire évite à l'utilisateur du protocole de transport le souci du découpage et du réassemblage des lettres et du contrôle d'erreur et de flux. Elle est susceptible d'offrir aussi plusieurs voies parallèles (portes) d'accès au réseau, ce qui correspond en fait à une opération de multiplexage-démultiplexage.

### Interface de raccordement au réseau de transmission de données

Cette interface définit les conventions qui permettent de raccorder une station de transport à un réseau de transmission de données. Ces conventions peuvent varier suivant le type de service offert par le réseau (datagrammes, circuits virtuels, circuits physiques loués ou commutés,...). Mais l'architecture des protocoles CYCLADES a été conçue en couches indépendantes et ces variations ne concernent donc que l'interface de raccordement. Ainsi tout utilisateur de Cyclades pourra employer l'interface X 25 sans pour cela avoir à modifier l'implantation des protocoles de plus haut niveau.

---

## **CIGALE : le réseau de transmission de données de CYCLADES**

CIGALE est formé de mini-ordinateurs CH MITRA 15 reliés par des lignes téléphoniques à des vitesses variant de 4 800 bits/s à 48 000 bits/s. Il offre un service du type « datagrammes » et sa fonction de base est donc le transport de paquets indépendants, dont il assure la livraison avec le maximum de rapidité permis par les lignes de transmission. Le routage des paquets est adaptatif. Selon la vitesse et la charge des lignes de transmission, des paquets peuvent emprunter des itinéraires variés pour atteindre l'abonné destinataire.

Pour pallier les risques de coupure de ligne ou de détérioration du nœud de raccordement, il est préférable de relier un ordinateur à plusieurs nœuds. La totalité de la chaîne de communication peut ainsi être dupliquée, ce qui apporte une garantie élevée de permanence du service.

Lors de la conception de CIGALE, on s'est efforcé de mettre en évidence et d'appliquer un modèle de machine répartie, susceptible d'extension par reproduction, à la manière des cristaux. Plusieurs réseaux de ce type peuvent être interconnectés et former en apparence un réseau unique, tout en conservant leur autonomie de fonctionnement.

### **Vers une normalisation dans les réseaux**

Les réseaux d'ordinateurs mêlent un grand nombre de composants, matériels, logiciels ou organismes et un besoin pressant d'interfaces bien définies se fait sentir. Lorsque de semblables besoins apparaissent à plusieurs endroits, des normes deviennent souhaitables.

Dès sa conception, CYCLADES a été orienté vers la recherche de normes efficaces et acceptables, d'une part en utilisant les normes existantes (CCITT, ISO, ECMA), d'autre part, en menant des actions à l'échelle internationale. Des contacts constants ont été établis avec les usagers, les constructeurs, les PTT et les autres réseaux existants ou en cours de réalisation. Les

concepts de CYCLADES/CIGALE sont largement diffusés et ont inspiré la conception d'autres réseaux à l'étranger.

Il est significatif de noter qu'un large consensus s'est développé au plan international, notamment dans le groupe de travail WG 6.1 de l'IFIP, pour l'adoption de normes de protocoles de haut niveau fondés sur ceux de CYCLADES/CIGALE.

Un réseau informatique doit être bâti en couches indépendantes pour se réserver des possibilités d'évolution et de mise en œuvre d'applications diverses. Chaque niveau peut, à l'aide d'une interface bien définie, utiliser les propriétés du niveau inférieur. Résultat d'une concertation entre les utilisateurs, les constructeurs et les PTT, la normalisation a pour objet de définir ces niveaux et ces interfaces. Ceci permet en particulier de rendre les applications indépendantes des moyens de communications. C'est la seule manière que l'on ait de pouvoir faire évoluer, d'une part les applications, d'autre part les systèmes de communications, pour tenir compte des améliorations futures de la technologie.