

**Modèle TCP/IP**  
**B.E. n°1**

**Routage et interconnexion**

Dans une première phase, une interconnexion basée sur IP et sur les liaisons existantes est mise en place. Une deuxième étape consistera à définir à partir d'une adresse officielle IP les différents sous-réseaux qui seront mis en place. On s'intéressera ensuite au routage IP. La dernière étape permettra de valider la solution proposée.

## **Etape I : vision générale de l'interconnexion**

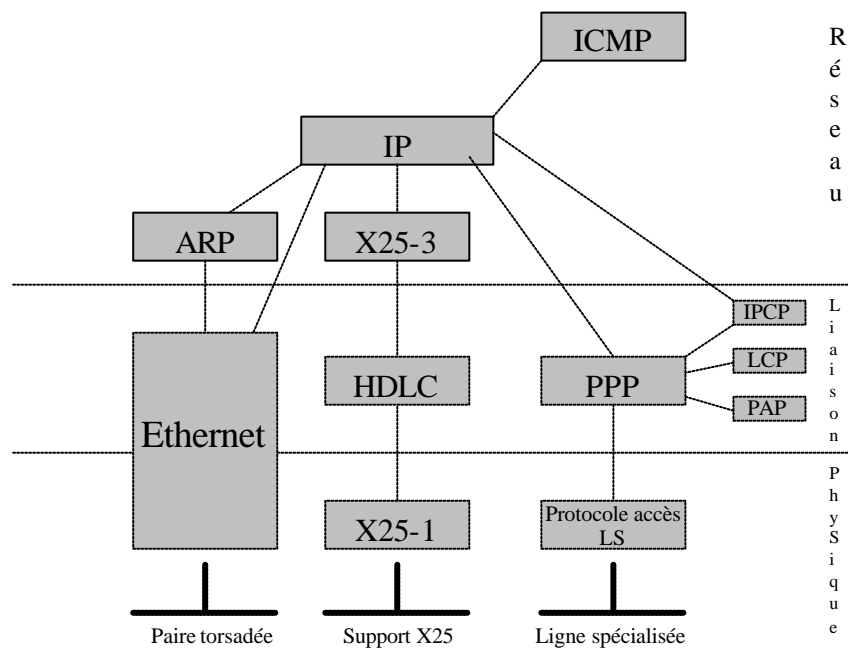
La solution d'interconnexion proposée d'un point de vue logique est présentée en **annexe 1**.

Les caractéristiques des nœuds d'interconnexion présentés sont les suivantes :

- routeur RA1 :

La nature des interfaces du routeur RA1 sont de 3 types, une interface Ethernet, une interface liaison spécialisée et une interface X25.

Etant donné que cet équipement interconnecte 3 réseaux dont les couches de niveaux 2 sont toutes les 3 différentes, on obtient la représentation ci-dessous de la piles de protocoles implémentés dans le routeur :



**Fig. 1 : Protocoles implémentés dans le routeur RA1**

A noter que certains modules liés au protocole PPP ne sont pas représentés sur la figure 1 pour ne pas surcharger le schéma. Ces protocoles sont la couche de compression des entêtes et la couche d'adaptation au support. De plus, on a supposé que le protocole PAP était mis en œuvre, alors que l'on aurait pu aussi utiliser CHAP.

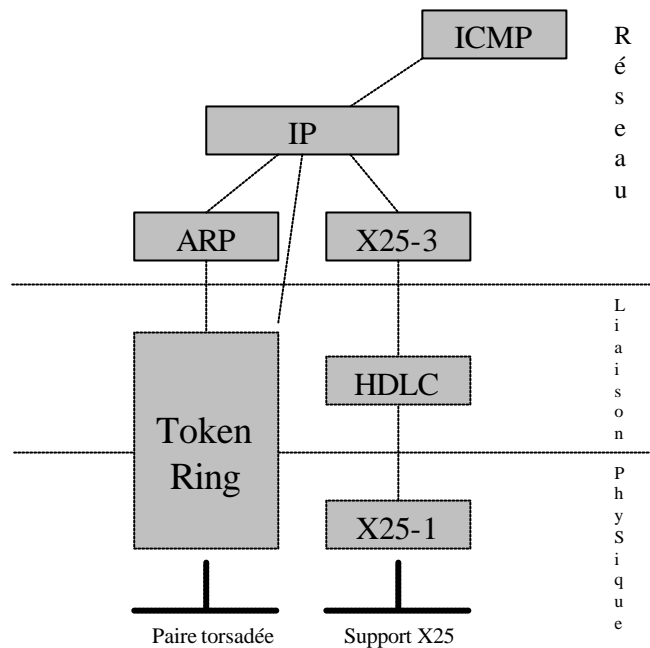
En ce qui concerne les routeurs RA2 et RT, ils implémenteront moins de protocoles que RA1 puisque ce sont 2 nœuds qui interconnectent seulement 2 réseaux différents.

- routeur RA2 :

RA2, le routeur d'Auch entre les réseaux LAN\_A2 et LS\_A implémentera les mêmes protocoles que RA1 à l'exception de la partie liée à X25.

- routeur RT :

Le routeur RT quant à lui implémentera les protocoles suivants :



**Fig. 2 : Protocoles implémentés dans le routeur RT**

**L'évaluation financière** de la solution d'interconnexion proposée vous sera donnée ultérieurement (désolé) ...

## Etape II : mise en place du plan d'adressage IP

On dispose d'une seule plage d'adressage officielle IP 130.40.0.0. On a donc une adresse officielle routable sur l'Internet. Cette adresse est de classe B, on pourrait donc adresser théoriquement  $2^{16}-2$  équipements. Cependant, il nous faut mettre en place plusieurs réseaux IP au sein de notre organisation. On va donc utiliser la technique de **sous-adressage IP** et modifier le masque de sous-réseaux par défaut (255.255.0.0) pour pouvoir adresser de nouveaux réseaux à partir de notre adresse officielle 130.40.0.0.

En plus de la hiérarchisation de notre entreprise en sous-réseaux, l'utilisation du sous-adressage IP nous fournit une transparence vis à vis de l'extérieur puisque le préfixe Internet de l'adresse reste inchangé (ce qui n'aurait pas été le cas si l'on avait utilisé des adresses privées ...).

Le choix du masque de sous-réseaux est à faire en fonction du nombre de sous-réseaux que l'on prévoit de mettre en place. Ici, il nous faut au minimum 5 sous-réseaux. On peut supposer que l'entreprise va grandir et donc que ce besoin augmentera. On va donc choisir un masque de sous-réseaux à 4 bits qui permettra d'adresser  $2^4-2$  sous-réseaux :

Adresse officielle	130.40.00000000.0		
Masque	130.40.11110000.0		
	Adressage ss-réseau		Adressage équip.
	ID réseau	ID ss-réseau	ID équipement

Fig. 3 : Masque de sous-réseaux utilisé

Le masque de sous-réseaux 130.40.240.0 nous permettra donc d'adopter la configuration d'adressage illustrée dans le tableau suivant :

Masque de sous - réseau <sup>(1)</sup>	Adresse de sous -réseau disponible <sup>(2)</sup>	Affectation de l'adresse à un réseau logique IP
0001	16	-
0010	32	LAN_A1
0011	48	-
0100	64	LAN_A2
0101	80	-
0110	96	LS_A
0111	112	-
1000	128	RES_FEDE
1001	144	-
1010	160	LAN_T
1011	176	-
1100	192	-
1101	208	-
1110	224	-

<sup>(1)</sup> le masque de sous-réseaux est en réalité 11111111.11111111.XXXX0000.0000 où XXXX est la partie du masque indiquée dans le tableau ci-dessus.

<sup>(2)</sup> l'adresse du sous-réseau est en fait 130.40.X.0 où X est l'ID de sous-réseau indiqué dans le tableau ci-dessus.

Fig. 4 : Tableau du plan d'adressage IP

**Etape III : mise en place du plan de routage IP**

La constitution du plan de routage prend en compte le fait de la facturation de *France Telecom* concernant les données qui transitent sur **TRANSPAC**. On essayera donc de minimiser au maximum les données qui traverseront le réseau fédérateur, via notamment une utilisation avertie de la clause default dans nos tables de routage.

- routeur RA1 (interfaces 32.1, 96.2 et 128.1) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.32.0	130.40.32.1
130.40.96.0	130.40.96.2
130.40.128.0	130.40.128.1
130.40.64.0	130.40.96.1
130.40.160.0	130.40.128.2

(Remise directe)

(Remise directe)

(Remise directe)

- PC LAN A1 (interface 32.10) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.32.0	130.40.32.10
default	130.40.32.1

(Remise directe)

- routeur RA2 (interfaces 64.1 et 96.1) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.64.0	130.40.64.1
130.40.96.0	130.40.96.1
130.40.32.0	130.40.96.2
130.40.128.0	130.40.96.2
130.40.160.0	130.40.96.2

(Remise directe)

(Remise directe)

- PC LAN A2 (interface 64.10) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.64.0	130.40.64.10
default	130.40.64.1

(Remise directe)

- routeur RT (interfaces 128.2 et 160.1) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.160.0	130.40.160.1
130.40.128.0	130.40.128.2
130.40.32.0	130.40.128.1
130.40.96.0 <sup>(3)</sup>	130.40.128.1
130.40.64.0	130.40.128.1

(Remise directe)

(Remise directe)

<sup>(3)</sup> la destination réseau LS\_A peut sembler inutile puisque c'est une simple liaison point à point. Supprimer cette ligne de la table éviterai d'utiliser TRANSPAC inutilement.

- PC LAN T (interface 160.10) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.160.0	130.40.160.10
default	130.40.160.1

(Remise directe)

- SGBD (interface 128.20) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.128.0	130.40.128.20
130.40.160.0	130.40.128.2
130.40.64.0	130.40.128.1
130.40.32.0	130.40.128.1

(Remise directe)

#### **Etape IV : illustration <sup>(4)</sup>**

Le premier cas à examiner est l'envoi d'un datagramme IP de LAN\_A2 vers LAN\_T (il y aura donc les mises en œuvre de IP sur LAN, IP sur liaison point à point et IP sur WAN X25) :

- Décision de routage sur PC\_LAN\_A2, avec détermination du prochain routeur sur la route (réseau de destination default donc prochain routeur 130.40.64.1) puis recherche de l'interface pour accéder à ce routeur (remise directe).
- Résolution dynamique d'adresses via ARP : en supposant que PC\_LAN\_A2 ne dispose pas dans sa table d'adresses le couple (130.40.64.1 – adresse MAC de RA2), PC\_LAN\_A2 diffuse une requête ARP sur LAN\_A2 pour demander l'adresse MAC de RA2. A réception de la réponse de RA2, PC\_LAN\_A2 enregistre cette réponse dans sa table d'adresses puis envoie le datagramme IP vers le routeur, en passant par Ethernet qui utilisera l'adresse MAC de RA2.
- Décision de routage sur RA2 : il faut envoyer le datagramme vers RA1.
- Pas de résolution d'adresses puisque liaison point à point entre RA2 et RA1. On aura par contre LCP qui établira et testera la liaison avec RA1, PPP qui demandera à PAP (ou CHAP) de procéder éventuellement à une authentification de l'identité du client. La phase suivante étant la négociation des paramètres de IP, travail réalisé par IPCP. Vient ensuite l'échange de datagrammes via PPP et enfin la fermeture de connexion réalisée par LCP.
- En fonction de la MTU de la ligne spécialisée de LS\_A, RA2 peut être amené à fragmenter le datagramme.
- RA1 doit faire une remise indirecte vers 130.40.160.0 donc utilise la route vers 130.40.128.2 en remise directe.
- Pour effectuer cette remise directe, le module IP de RA1 va demander à X25-3 l'établissement d'un circuit virtuel avec RT (demande de connexion). La résolution d'adresses se fait par consultation de tables adresseIP-adresseX121 de manière statique. Le module X25-3 se charge ensuite du transport de datagrammes IP jusqu'à RT via le circuit virtuel qui a été établi (une libération de connexion aura lieu ensuite).
- Décision de routage sur RT avec une remise directe sur PC\_LAN\_T.
- A réception de PC\_LAN\_T, il y aura ré-assemblage si la datagramme initial a été fragmentée. Le cas échéant, le host arme un timeout à réception du premier fragment et attend la réception de tous les fragments du datagramme initial (utilisation des champs identification, MF, déplacement pour ré-assembler).

<sup>(4)</sup> les trois cas présentés sont parfois simplifier (cas déjà expliqués notamment).

Le cas suivant à examiner est celui de l'envoi d'un datagramme du SGBD vers une station de LAN\_T :

- Décision de routage sur le SGBD : quel est le réseau de destination ? 130.40.160.0. On doit donc passer par 130.40.128.2. Quelle est l'interface pour accéder à 130.40.128.2 ? C'est une remise directe sur RES\_FEDE.
- SGBD doit donc envoyer une trame à RT. Il utilise X25 via une résolution d'adresses adresseIP-adresseX121 (même principe que précédemment).
- A réception du datagramme, RT doit prendre une décision de routage : il consulte sa table de routage et doit donc faire une remise directe sur LAN\_T. Comme pour Ethernet, on pourrait avoir alors une résolution dynamique d'adresses adresseIP-adresseMAC puisque LAN\_T est un réseau local de type Token Ring. De plus, selon la MTU que fournit la couche liaison de données (Token ring ici), RT peut être amené à fragmenter le datagramme.
- Le host destinataire PC\_LAN\_T voit arriver les trames que Token Ring fournit à IP.

Le troisième et dernier cas à considérer est l'envoi du datagramme dont l'adresse de destination est 193.55.210.13 depuis LAN\_T :

- Décision de routage sur PC\_LAN\_T : clause default donc le routeur suivant est RT. L'interface pour accéder à RT est une remise directe.
- RT reçoit le datagramme, consulte sa table de routage et ne trouve pas de réseau de destination ni de clause default donc considère qu'il doit détruire le datagramme. Il en informera l'expéditeur via constitution d'un message ICMP précisant « réseau de destination inconnu » (Type 3, Code 6).

On peut conclure que les trois situations présentées sont traitées correctement par la topologie IP mise en place. On peut souligner pour le troisième cas le fait que le datagramme 193.55.210.13 est détruit et ne traverse pas inutilement par TRANSPAC, ce qui évite de transporter inutilement des données sur X25.

## **Etape V : évolution des besoins**

Une ouverture vers l'Internet de l'interconnexion mise en place est nécessaire. Sans considérer les problèmes relatifs à la sécurité, la proposition de l'**annexe 2** peut être faite.

Cette solution impose de changer les routeurs RA2 et RT pour qu'ils puissent disposer d'un port vers WAN. Il est également nécessaire de modifier les tables de routage mises en place précédemment pour permettre d'accéder à des destinations autres que celles des sous-réseaux de l'entreprise. Il faudra donc insérer les clauses default dans les tables de routage comme suit :

- routeur RA1 (interfaces 32.1, 96.2 et 128.1) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.32.0	130.40.32.1
130.40.96.0	130.40.96.2
130.40.160.0	130.40.128.2
default	130.40.96.1

(Remise directe)

(Remise directe)

- routeur RA2 (interfaces 64.1 et 96.1) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.64.0	130.40.64.1
130.40.96.0	130.40.96.1
130.40.32.0	130.40.96.2
130.40.160.0	130.40.96.2
default	@IP donnée par un F.A.I. <sup>(5)</sup>

(Remise directe)

(Remise directe)

- routeur RT (interfaces 128.2 et 160.1) :

Réseau destinataire	Décision de routage
130.40.160.0	130.40.160.1
130.40.128.0	130.40.128.2
130.40.32.0	130.40.128.1
130.40.96.0	130.40.128.1
130.40.64.0	130.40.128.1
default	@IP donnée par un F.A.I. <sup>(5)</sup>

(Remise directe)

(Remise directe)

<sup>(5)</sup> les 2 adresses IP fournies par un Fournisseur d'Accès à Internet sont différentes.