
UE 118 ➡

SYSTÈMES D'INFORMATION DE GESTION

Année 2012-2013

Ce fascicule comprend :
La série 3

Le devoir 4 à envoyer à la correction

Le devoir 5 à envoyer à la correction

TRAITEMENTS, MATÉRIELS INFORMATIQUES ET RÉSEAUX

En collaboration avec
le Centre National
d'Enseignement à Distance
Institut de Lyon

CNED

Victor ALBORS
Laurence ALLEMAND
Laurent BOKSENBAUM
Philippe GERMAK
Pradeepa THOMAS

V1181-F3/4

Les auteurs :

Victor ALBORS : Professeur agrégé d'économie gestion en classe préparatoire au DCG.

Laurence ALLEMAND : Professeur agrégée d'économie gestion en classe préparatoire au DCG.

Laurent BOKSENBAUM : Enseignant permanent au Cnam-Intec.

Philippe GERMAK : Professeur agrégé d'économie gestion.

Pradeepa THOMAS : Professeur agrégée d'économie gestion au Cnam-Intec et directrice des SI et TICE du département CCA du Cnam.

⟨••• www.cnamintec.fr •••⟩

L'ensemble des contenus (textes, images, données, dessins, graphiques, etc.) De ce fascicule est la propriété exclusive de l'INTEC-CNAM.

En vertu de l'art. L. 122-4 du Code de la propriété intellectuelle, la reproduction ou représentation intégrale ou partielle de ces contenus, sans autorisation expresse et préalable de l'INTEC-CNAM, est illicite. Le Code de la propriété intellectuelle n'autorise que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » (art. L. 122-5).

«... **O**BJECTIFS ...»

- Acquérir des outils permettant de modéliser le système d'information (traitement des données).
- Connaître les matériels informatiques de base.
- Comprendre les principes et l'architecture des réseaux.



TABLE DES MATIÈRES

PARTIE 1. LES TRAITEMENTS 7

I. Les modèles de flux.....	7
A. Formalisme	8
B. Le modèle de contexte.....	8
C. Le modèle des flux de données	10
II. Le modèle conceptuel des traitements	12
A. Concepts de base	12
B. Approfondissement des concepts	16
III. Le modèle organisationnel des traitements (MOT).....	32
A. Construction du MOT	32
B. Le rapprochement du MOT avec la réalité : le modèle opérationnel des traitements (MOPT).....	33
C. Un exemple aboutissant au MOT	34
IV. L'approche processus des traitements.....	40
A. Structure des processus.....	40
B. Paramètres des processus.....	41
C. Classification des processus.....	41
V. La méthode UML ou Unified Modeling Language	41

PARTIE 2. LES AUTORISATIONS SUR LES DONNÉES ET LA RÉPARTITION DES DONNÉES 43

I. La relation entre les données et les traitements.....	43
A. Concepts préliminaires	43
B. Le modèle conceptuel des traitements analytiques	44
II. La notion de vue sur une base de données.....	51
A. La restriction d'accès aux données.....	51
B. Méthode de mise en œuvre en SQL.....	54

PARTIE 3. LES MATÉRIELS INFORMATIQUES 57

I. L'ordinateur.....	57
A. Généralités.....	57
B. L'unité centrale	59

II. Les matériels périphériques.....	66
A. Les mémoires auxiliaires ou mémoires de masse	67
B. Les périphériques d'entrée/sortie.....	74
C. Exercices d'application	82
PARTIE 4. LES RÉSEAUX : ARCHITECTURE ET MATÉRIEL	83
I. Principes	84
A. Quelques définitions	84
B. L'impact des progrès scientifiques et techniques	85
C. Intérêt d'un réseau pour une organisation.....	86
II. Caractéristiques des réseaux	86
A. La taille	86
B. Les supports physiques	86
C. L'architecture du réseau	87
D. Les topologies physiques	89
III. Les équipements réseau	91
A. Ethernet, un standard pour les réseaux	91
B. Les réseaux publics.....	96
PARTIE 5. L'INTERCONNEXION DE SYSTÈMES OUVERTS ET LE PROTOCOLE TCP/IP	101
I. Modèle de référence ISO ou OSI	101
A. Le concept de couches	101
B. Description des couches dans le modèle OSI	102
II. Les normes TCP/IP	104
A. Introduction à TCP/IP	104
B. IP (internet protocol)	105
C. TCP (Transmission Control Protocol).....	108
III. L'Internet.....	111
A. Principes.....	111
B. Services disponibles.....	116
C. Connexion à Internet	119
D. Comment naviguer	119
IV. Applications	120
INDEX	125
DEVOIR 4	127
DEVOIR 5	131

LES TRAITEMENTS

Deux logiques complémentaires sont utilisées pour modéliser un système d'information : la modélisation des données et la modélisation des traitements.

Nous avons étudié, jusqu'à présent, la modélisation des données, mais les règles formalisées par le modèle des données sont insuffisantes pour prendre en compte toutes les modalités de fonctionnement d'un système d'information. Alors que le modèle de données représente la partie statique du système d'information (structure des données accompagnée des règles et contraintes), le modèle de traitements, étudié dans cette partie du cours, en constitue la partie dynamique.

C'est la partie active du système qui traite l'information à l'aide de règles consignées dans le modèle de données. Cette partie interprète les événements et les faits qui lui parviennent, consulte et/ou modifie la base d'information, et en restitue les informations.

Introduction

Les études concernant la modélisation des données et celles concernant les traitements s'effectuent indépendamment les unes des autres dans un premier temps. Les modèles obtenus lors de ces études doivent ensuite être rapprochés pour être validés. La vérification de ces modèles peut entraîner des modifications aussi bien au niveau du modèle de données que sur le modèle de traitement, ceci bien entendu dans le but de présenter des modèles cohérents.

Les différents niveaux d'étude

Comme pour les données, l'étude des traitements s'effectue sur trois niveaux :

- Le niveau conceptuel :
Il consiste à représenter les traitements sans préjuger de l'organisation du travail, ni du matériel utilisé.
- Le niveau organisationnel :
Il consiste à étudier les critères liés à l'organisation (lieux, postes de travail...) et à les intégrer à l'analyse. Le partage des tâches entre l'homme et la machine est aussi envisagé.
- Le niveau opérationnel :
Il consiste à apporter des solutions techniques aux problèmes. On étudie les contraintes d'utilisation des ressources physiques ainsi que le découpage des traitements en programmes.

Nous allons dans ce cours, en respectant ces différents niveaux, présenter une démarche et des formalismes permettant d'étudier et de représenter les modèles de flux et le modèle conceptuel des traitements d'un système d'information.

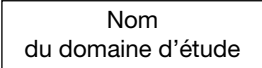
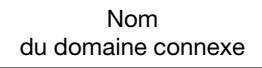
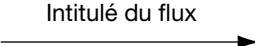
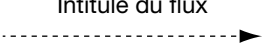
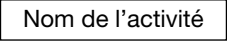
I. LES MODÈLES DE FLUX

L'objectif de ces modèles est de donner une vision synthétique de la circulation des données (ou des informations). En appliquant une logique de zoom, il est possible de détailler plus ou moins les bénéficiaires de ces données. On parlera de diagrammes de flux de données de différents niveaux (1 ou 2 en général).

Dans ce cours, nous nous focaliserons sur deux modèles :

- **Le modèle de contexte** (ou diagramme de flux de données niveau 0) dans lequel on représente les flux échangés entre le système étudié et son environnement extérieur. On ne rentre pas le détail des flux internes du domaine étudié.
- **Le modèle des flux de données** (MFD niveau 1). On précise ici en détail les destinataires des flux à l'intérieur du domaine d'étude : il s'agit des différentes activités de ce domaine, les flux entre activités sont également représentés.

A. FORMALISME

Concept	Descriptif	Formalisme
Domaine d'étude	C'est un sous-ensemble cohérent de l'entreprise, ayant une fonction claire et formant le contenu du sujet à étudier. Les domaines extérieurs au domaine étudié constituent les domaines connexes.	
Domaine connexe	Le domaine connexe échange avec le domaine d'étude des informations et constitue donc une composante non négligeable du système d'information.	
Acteur externe	Il s'agit d'une personne physique ou morale. Il envoie et/ou reçoit des informations du domaine d'étude mais aussi des domaines connexes.	
Flux de données	C'est un échange d'informations entre le domaine d'étude et une composante extérieure (acteur ou domaine connexe) ou entre deux activités du domaine.	
	Les flux entre domaines connexes ou entre un domaine connexe et un acteur externe sont représentés en pointillés.	
L'activité (uniquement dans les MFD)	C'est un ensemble de traitements homogènes qui transforment ou manipulent des données. Une activité peut être souvent vue comme un processus, une sous-partie du domaine d'étude, un morceau du domaine d'étude. Ex. : Dans le domaine de gestion du personnel on aura plusieurs activités telles que la gestion des heures, l'établissement des bulletins de paye...	

B. LE MODÈLE DE CONTEXTE

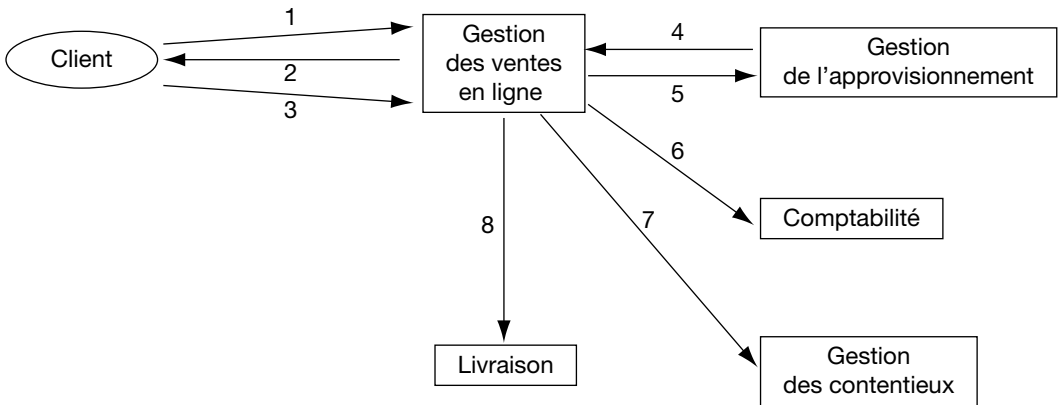
1. Exemple

Le modèle de contexte met en évidence à un niveau très général, les flux d'information échangés entre des acteurs externes, un domaine d'étude et des domaines connexes. Les flux ne sont pas forcément représentés dans l'ordre chronologique. Il convient de préciser que tous les flux sont représentés. Ainsi s'il existe des conditions, on ne les représente pas dans ce schéma.

REMARQUE

Le modèle de contexte est aussi appelé diagramme de contexte.

Schéma d'un modèle de contexte du domaine « gestion des ventes en ligne » d'un groupe de supermarchés



Numéro	Intitulé du flux d'information
1	Commande
2	Facture
3	Paielement
4	État des stocks
5	Mise à jour des stocks
6	Infos sur la commande
7	Commandes impayées
8	Infos de livraison + Commande

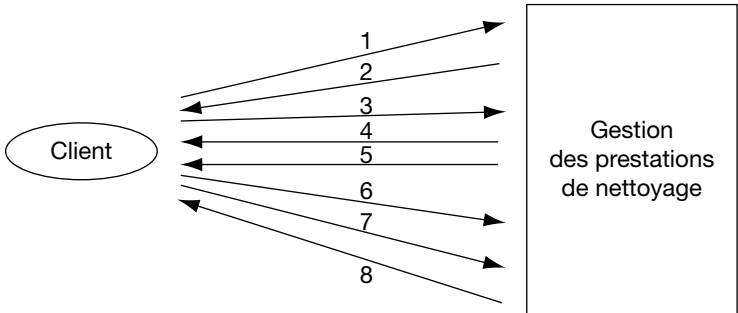
2. Application

EXEMPLE APPLICATIF 1

Lorsqu'un client souhaite faire nettoyer son véhicule chez Net Auto, spécialiste du nettoyage de véhicule, il doit prendre rendez-vous par téléphone en précisant les options désirées. Un créneau de prise en charge lui est alors communiqué.

Le jour du rendez-vous, il se présente au guichet afin de remettre la clé du véhicule. L'agent lui présente des options complémentaires. Si le client choisit des options qui rallongent la prise en charge, une nouvelle heure de remise du véhicule lui est communiquée. Le véhicule est ensuite envoyé en cabine et une fiche de prise en charge est transmise au client.

À la fin de la prestation, le client remet la fiche de prise en charge et verse le montant de la prestation afin de récupérer son véhicule et sa facture.



Numéro	Intitulé du flux d'information
1	Demande de RDV + Prestations
2	RDV + Créneau de prise en charge
3	Prestations complémentaires
4	Nouveau créneau
5	Fiche de prise en charge
6	Fiche de prise en charge
7	Paieement
8	Facture

REMARQUE

Tous les flux sont représentés, même lorsqu'ils sont soumis à des conditions. Ainsi, les prestations complémentaires et la proposition d'un nouveau créneau apparaissent même si certains clients ne sont pas concernés par ces flux.

C. LE MODÈLE DES FLUX DE DONNÉES

Nous présenterons ici uniquement le modèle des flux de données de niveau 1. Il est aisé ensuite d'affiner pour les niveaux suivants.

Ce modèle permet de détailler plus précisément au sein du domaine d'étude les activités qui reçoivent et émettent les flux de données. Les échanges d'informations entre les activités sont également représentés. Nous adoptons ici une logique de zoom.

Comme dans le cas du modèle de contexte, tous les échanges sont représentés : les conditions ne sont pas prises en compte.

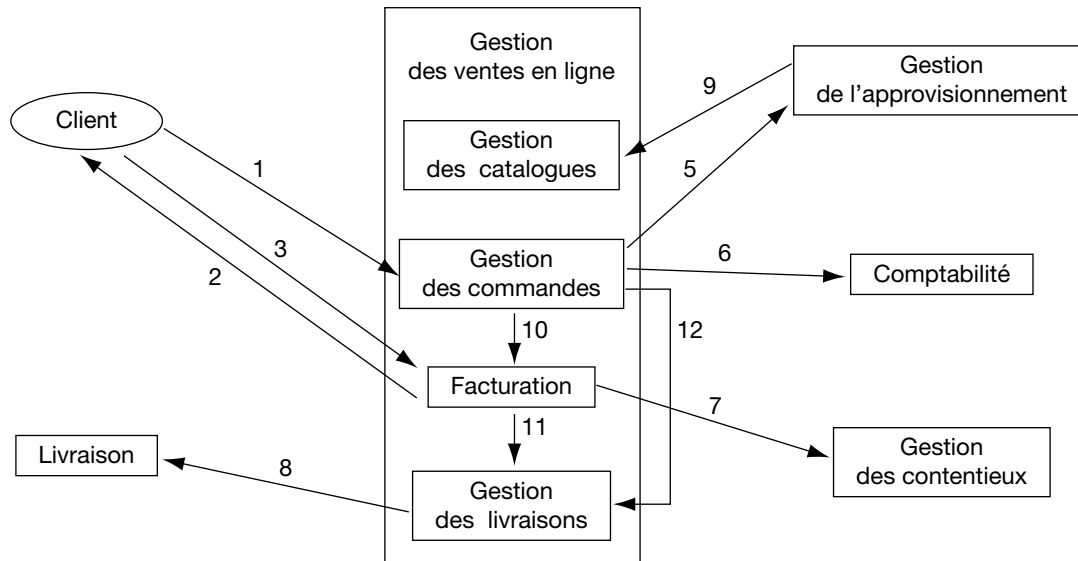
Pour construire ce modèle, il convient donc de décomposer le domaine d'étude en activités. Chaque activité représente en fait un objectif à réaliser par le domaine d'étude. L'activité est, comme nous l'avons vu précédemment, un ensemble d'opérations homogènes et cohérentes.

1. Exemple

Si nous reprenons l'exemple de la vente en ligne, il est possible de découper le domaine de la gestion des ventes en 4 activités :

- la gestion des produits ;
- la gestion des commandes ;
- la gestion de la facturation ;
- la gestion des livraisons.

Ce qui donne le modèle des flux de données suivant :



Numéro	Intitulé du flux d'information
1	Commande
2	Facture
3	Paielement
4	État des stocks
5	Mise à jour des stocks
6	Infos sur la commande
7	Commandes impayées
8	Infos de livraison + Commande
9	Consultation des stocks
10	Montant à payer
11	Commande payée
12	Contenu de la commande + Infos de livraison

On remarque ici que des flux supplémentaires apparaissent. En effet, en séparant l'activité de gestion du catalogue, nous avons dissocié deux types de flux différents : la consultation de l'état des stocks et leur mise à jour. De plus, les flux entre activités sont également représentés.

2. Application

EXEMPLE APPLICATIF 2

On s'intéresse à la gestion d'une entreprise de restauration collective : Sanair.

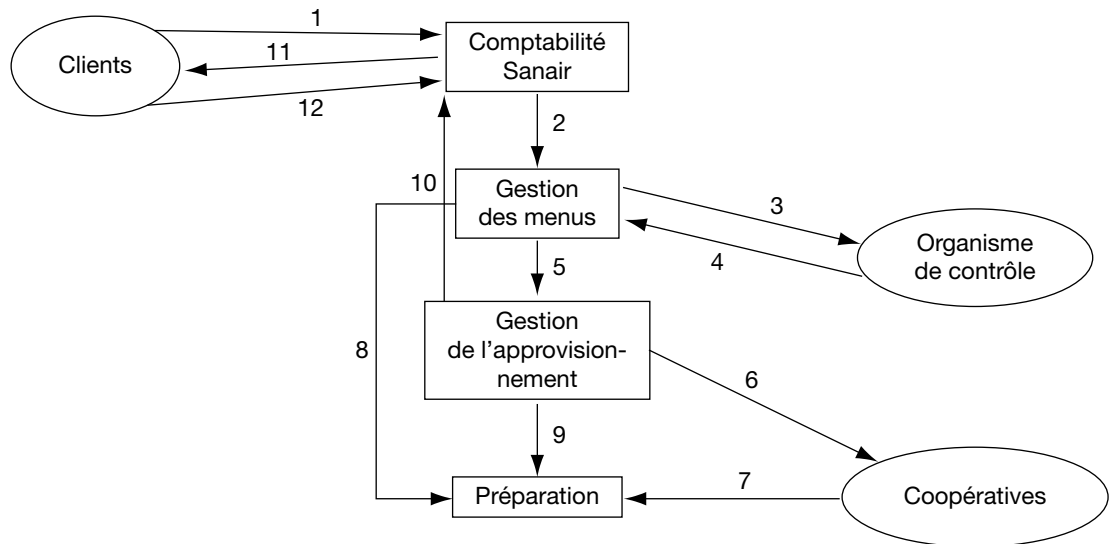
Sanair prépare des repas pour les cantines des grandes entreprises ainsi que pour la restauration scolaire. L'entreprise se distingue de ses concurrents en se fournissant directement auprès de coopératives agricoles pour ses produits. Un service achat est dédié à cette activité. Il travaille en étroite collaboration avec les nutritionnistes en charge de l'élaboration des menus. Les menus sont validés par un organisme de contrôle extérieur. Celui-ci a pour rôle de valider ou non les menus élaborés. Une fois le menu validé, les nutritionnistes transmettent aux achats leurs besoins. Lorsque la commande effectuée auprès des coopératives, la liste des produits est transmise au service de préparation en cuisine, qui réceptionne les produits. L'équipe de préparation entame la confection des repas sur la base des menus transmis par les nutritionnistes. Les informations concernant les coûts des produits commandés sont transmises à la comptabilité, en charge des paiements et recouvrement des factures auprès des entreprises. Chaque contrat auprès d'un client est conclu pour une durée de 3 ans et contient les besoins précis du client.

Représenter le modèle des flux de données de niveau 1 des activités de Sanair.

Ici, nous sommes dans le cas où le domaine d'étude recouvre l'ensemble de l'activité de l'entreprise. Les acteurs sont les clients, les coopératives et l'organisme de contrôle.

Il n'y a pas de domaine connexe.

Les différentes activités du domaine d'étude sont : la comptabilité, la gestion des menus, la préparation des repas et la gestion de l'approvisionnement.



Numéro	Intitulé du flux d'information
1	Contrat client
2	Contrat + Besoins client
3	Proposition menu
4	Avis menu
5	Produits à commander
6	Commandes
7	Liste des produits fournis
8	Menu
9	Détail commande
10	Coûts
11	Facture
12	Paielement

II. LE MODÈLE CONCEPTUEL DES TRAITEMENTS

Le **niveau conceptuel de l'étude des traitements** consiste en l'élaboration d'un « Modèle conceptuel des traitements » (MCT). Celui-ci doit représenter, de façon schématique, les règles de traitement fondamentales de l'organisation étudiée. Il exprime la dynamique du système d'information en présentant les différentes opérations de cette dynamique et leurs conditions d'enchaînement, tout en précisant les informations utilisées ou obtenues.

A. CONCEPTS DE BASE

La méthode de modélisation permettant de représenter la dynamique du système d'information repose sur trois concepts :

- l'événement ;
- l'opération ;
- la synchronisation.

1. L'événement

Un **événement** se définit comme le fait que quelque chose **se produit** dans le système d'information ou dans l'univers extérieur.

Un événement est **externe** s'il provient de l'univers extérieur ; il **est interne** s'il a été produit par le système d'information.

Les événements externes issus de l'univers extérieur provoquent une réaction du système d'information. Les événements internes issus du système d'information peuvent soit provoquer une nouvelle réaction du système, soit constituer des résultats à l'attention de l'univers extérieur.

Nous appellerons « **message** » l'ensemble des propriétés qui caractérisent l'événement.

L'événement va déclencher une opération, c'est-à-dire provoquer une réaction du système. Il est porteur d'informations qui peuvent être des données à prendre en charge par le système, ou des données résultats divulguées au système lui-même ou vers l'extérieur.

EXEMPLES D'ÉVÉNEMENTS

- Externes :
 - Arrivée d'une commande au service commercial.
 - Demande de réservation de chambres d'hôtel.
- Internes :
 - Émission d'un bon de livraison.
 - Avis de règlement de solde.

Formalisme utilisé

Pour représenter un événement, deux symboles sont possibles :



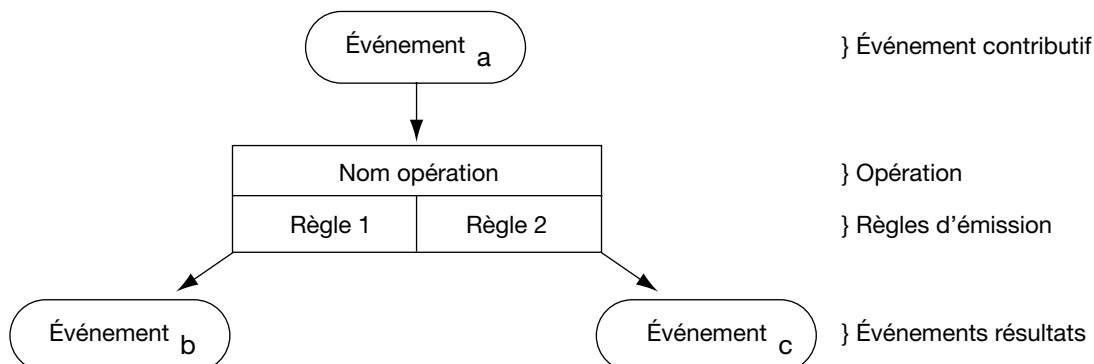
2. L'opération

Une **opération** est un ensemble d'actions accomplies par le système d'information en réaction à un événement ou à une conjonction d'événements.

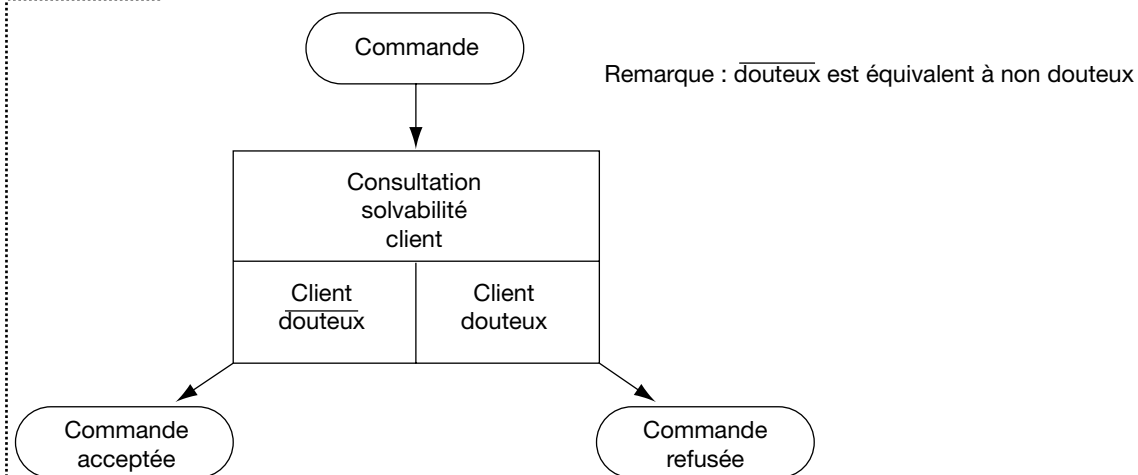
Cet ensemble d'actions est ininterrompible, c'est-à-dire qu'il ne doit pas être soumis à l'attente de nouveaux événements et ne fait pas apparaître de résultats intermédiaires.

Une opération produit en sortie un ou plusieurs événements internes ou résultats. L'apparition de ces événements est conditionnée, **des règles d'émission** précisent les conditions de production de ces événements.

L'opération est identifiée par un nom et schématisée de la manière suivante :



EXEMPLE



REMARQUE

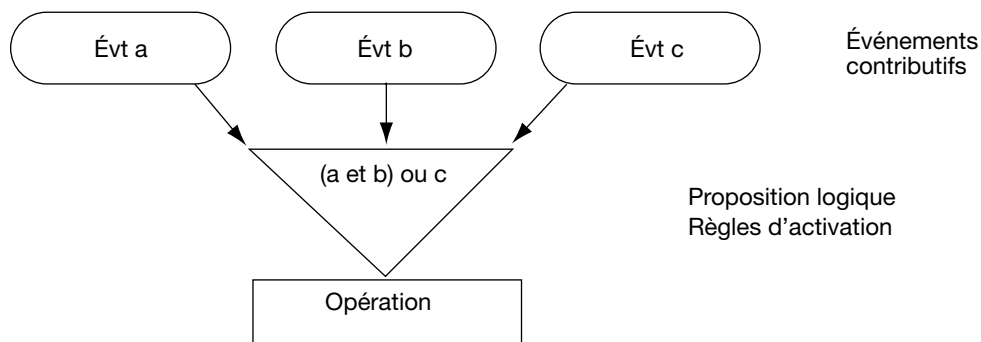
Dans le cas d'un système d'information complexe ou important, on le décompose en processus, chaque processus étant un enchaînement d'opérations incluses dans un même domaine d'activité.

3. La synchronisation

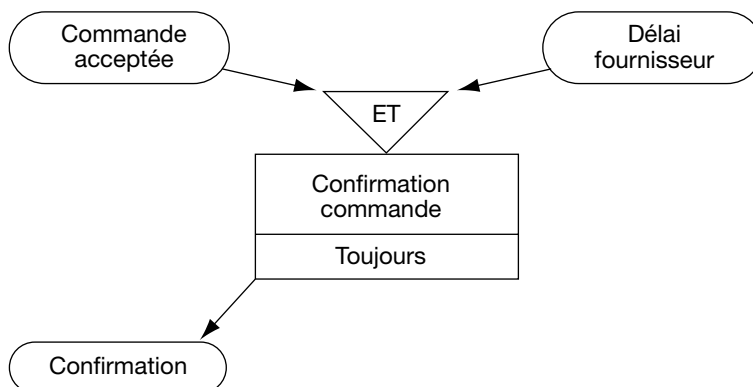
La **synchronisation** d'une opération consiste à exiger la réalisation de plusieurs événements contributifs pour l'activation de l'opération. Les événements contributifs doivent vérifier des **règles d'activation** pour déclencher l'opération.

Ces règles d'activation sont formalisées sous forme de propositions logiques faites de ET et de OU.

La formalisation sera la suivante :



Exemple de synchronisation :



4. Exemple

EXEMPLE APPLICATIF 3

1. Règles de gestion

Dans une université, les attributions d'équivalences sont traitées selon les règles de gestion suivantes :

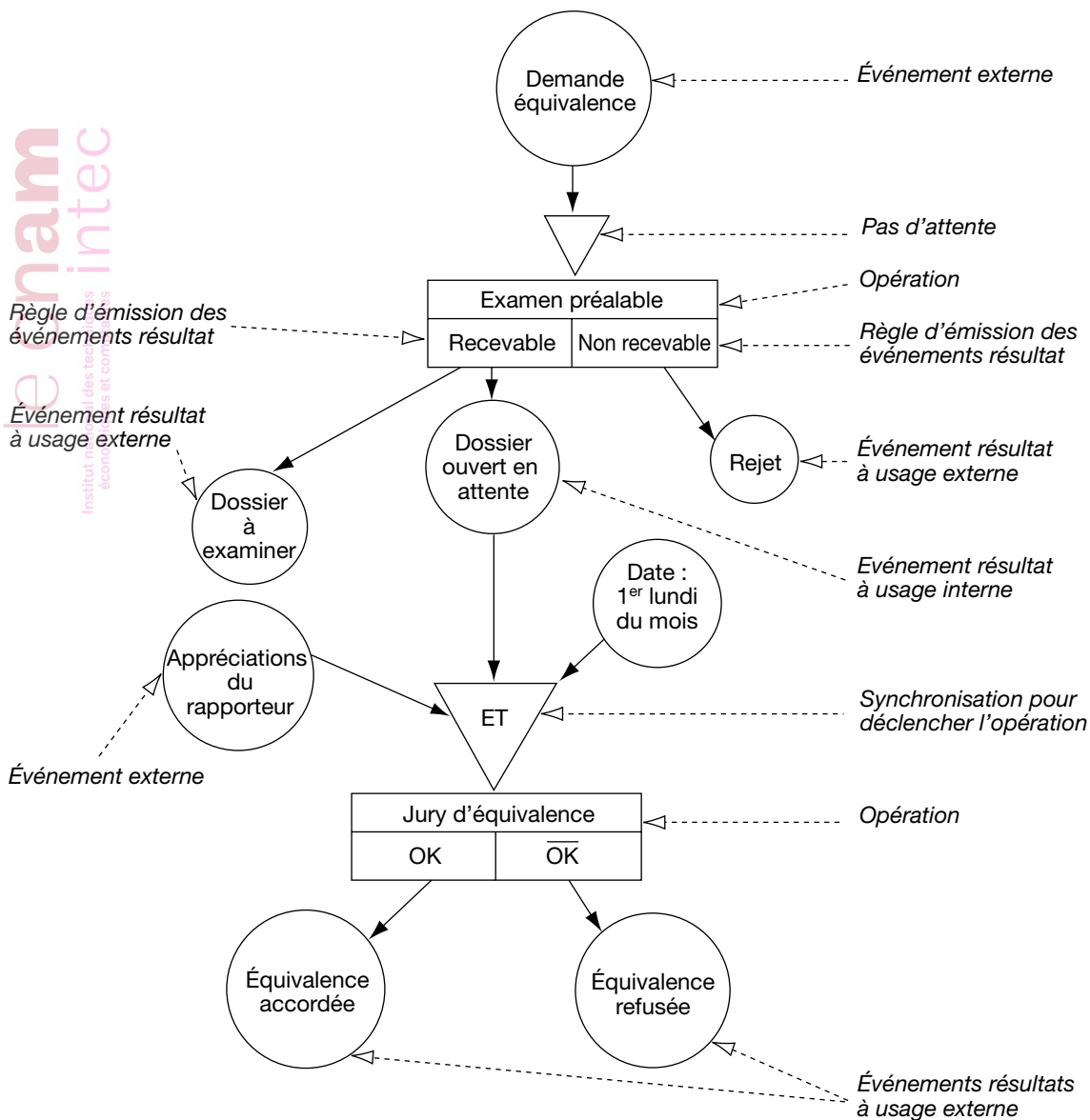
Règle de gestion 1 : Tout dossier d'étudiant doit subir un examen préalable pour déterminer s'il est recevable.

Règle de gestion 2 : L'examen du dossier en jury d'une demande recevable ne peut se faire qu'après appréciation par un professeur ayant la fonction de rapporteur.

Règle de gestion 3 : À l'issue du jury, l'équivalence est accordée ou refusée.

Règle de gestion 4 : Le jury d'équivalence se réunit le 1^{er} lundi du mois.

Modèle conceptuel des traitements (MCT)



2. Commentaires

Un ou des événements externes déclenchent le processus (la première opération du processus).

Toute suite ininterrompue d'actions (c'est-à-dire ne nécessitant pas l'arrivée de nouveaux événements) constitue une opération.

Selon les règles d'émission (provenant des règles de gestion), l'opération « examen préalable » produit le rejet de la demande ou l'ouverture du dossier. Dans ce dernier cas, une synchronisation est mise en jeu et correspond à l'attente de l'arrivée de l'événement externe « Appréciations du rapporteur ». Lorsque celui-ci se produit, la synchronisation est activable et l'opération « Jury d'équivalence » peut se déclencher.

La règle d'activation est ici : « Dossier ouvert » **et** « Appréciations du rapporteur ». Elle se traduit par une proposition logique avec des ET et/ou des OU portant sur les événements contributifs.

Selon la règle d'émission « OK ou $\overline{\text{OK}}$ » (avis favorable ou non), l'opération « Jury d'équivalence » produit l'événement résultat « Équivalence accordée » ou l'événement résultat « Équivalence refusée ».

L'attente de l'événement externe « Appréciations du rapporteur » est une attente conceptuelle, non liée aux choix d'organisation du système d'information mais à l'organisation du système opérant.

Si on avait ajouté l'attente de l'événement « Professeur disponible » (dans la mesure où c'est le professeur qui instruit le dossier, ce qui relève de l'organisation) on aurait eu une attente organisationnelle (attente de la disponibilité d'une ressource, ici le professeur) qui n'a rien à voir avec le niveau conceptuel.

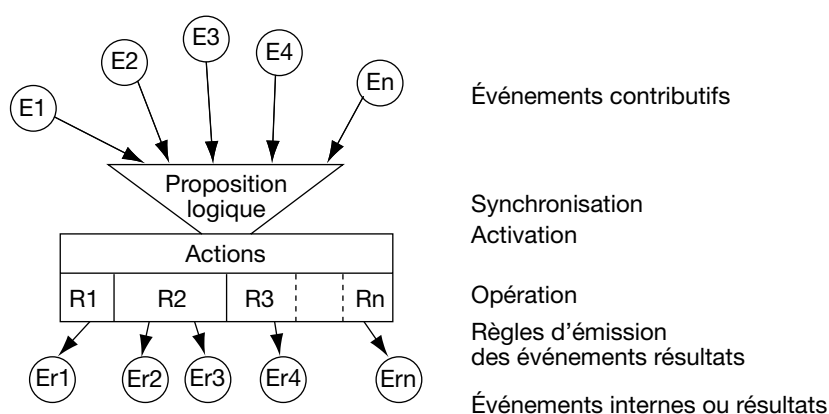
CONCLUSION

Le MCT exprime ce qu'il faut faire, mais n'indique pas qui doit le faire, ni quand il faut le faire, ni où il faut le faire (concepts organisationnels), ni comment le faire (concept opérationnel).

Le MCT exprime le **quoi** mais ni le **qui**, ni le **quand**, ni le **où**, ni le **comment**.

B. APPROFONDISSEMENT DES CONCEPTS

1. Schéma de fonctionnement



2. Événement

Un événement est le compte rendu au système d'information, du fait que quelque chose s'est produit dans l'univers extérieur ou dans le système d'information lui-même. Il est **externe** s'il provient de l'extérieur de « l'univers » étudié, **interne** s'il a été produit par le système d'information de « l'univers » étudié lui-même.

Un **événement externe** doit provoquer une réaction du système d'information sous la forme d'une opération. Un **événement interne** peut soit provoquer une nouvelle réaction du système d'information, soit constituer un résultat pour l'univers extérieur.

Un **événement** peut être porteur de **propriétés** qui constituent un **mouvement** (interne ou externe). Les mouvements portés sont soit des mouvements de **maintenance des données signalétiques** (ajout ou modification d'une occurrence d'entités et/ou d'associations permanentes), soit des **mouvements d'opérations courantes** (ajouts, occurrences d'entités et/ou d'associations de mouvement).

Si on veut garder une trace d'un mouvement (donc d'un événement), une des actions de l'opération doit consister à mémoriser les propriétés du mouvement.

Un **type événement** est caractérisé par :

- des mêmes types de propriétés associées ;
- des mêmes types d'actions à entreprendre.

Chaque événement de ce type constitue une occurrence de ce type événement.

Certains **événements** sont qualifiés de **temporisateurs**. C'est le cas de la fin d'un délai ou la survenance d'une date (fin d'exercice comptable, fin de mois, etc.). Ce type événement a pour effet de déclencher une série d'opérations pour lesquelles toutes les données ont déjà été réunies préalablement.

Les événements temporisateurs résultent soit :

- **du choix de l'entreprise** : « Une relance aura lieu à la fin d'une période de 30 jours... » Dans ce cas c'est bien la survenance de la fin d'un délai fixé pour des raisons organisationnelles à 30 jours qui va déclencher une relance. Trente jours est une valeur contingente de l'état de l'organisation du travail administratif de l'entreprise. Événement conceptuel sera la **fin du délai** ;
- **de la loi** : Le choix de la fin de l'exercice pour l'établissement des documents de synthèse comptable résulte d'une décision d'une autorité de tutelle. Si cette date est le 31 décembre, c'est aussi la conséquence de choix qui s'imposent à l'entreprise.

3. Opération

Une opération est un ensemble d'actions accomplies par le système d'information en réaction à un événement ou à une conjonction événements. Cet ensemble est ininterrompible, c'est-à-dire non soumis à l'attente de nouveaux événements. Une opération produit, en sortie, de nouveaux événements (internes ou résultats). Une opération appartient à un type d'opération caractérisé par :

- des types d'actions à entreprendre (combinaisons d'actions élémentaires – ajout, modification, recherche, annulation, etc. – reliées entre elles par des structures – tant que si... alors... sinon) ;
- des types événements contributifs, eux-mêmes caractérisés par des types de propriétés portées et utilisées par les actions de l'opération ;
- des types événements produits (internes ou résultats) dont l'émission est soumise à des règles d'émission conditionnant la production de ces événements.

4. Processus

Si la représentation du MCT est très compliquée, on a intérêt à le décomposer en plusieurs petits MCT représentatifs de divers processus. Un processus est un enchaînement d'opérations participant au même domaine d'activité (*voir exemple développé plus loin*).

5. Synchronisation

La synchronisation d'une opération est la liste des événements contributifs reliés par une proposition logique (faite de ET et de OU) traduisant les **règles d'activation** (donc les règles de gestion que doivent vérifier les événements contributifs pour déclencher une opération).

Un **type de synchronisation** est caractérisé par :

- une liste de types événements contributifs ;
- des règles d'activation portant sur ces types événements.

Certains types de synchronisation sont a priori incorrects.

Incorrect <pre> graph TD a((a)) --> O1[Opération 1] O1 --> b((b)) O1 --> c((c)) b --> OU{OU} c --> OU OU --> O2[Opération 2] O2 --> d((d)) </pre>	Incorrect : Car la règle de synchronisation est OU : la survenance de b déclencherait l'<i>opération 2</i> sans attente, ce qui signifie que a aurait déclenché <i>opération 1</i> + <i>opération 2</i>, soit en réalité une seule opération.	Correct <pre> graph TD a((a)) --> OU{OU} c((c)) --> OU OU --> O[Opération] O --> d((d)) </pre>
Incorrect <pre> graph TD a((a)) --> O1[Opération 1] O1 --> b((b)) O1 --> c((c)) b --> ET_OR{ET/OU} c --> ET_OR ET_OR --> O2[Opération 2] O2 --> d((d)) </pre>	Incorrect : Si la règle de synchronisation est OU : car la production de b et de c déclencherait l'<i>opération 2</i> sans attente, ce qui signifie que a aurait déclenché <i>opération 1</i> + <i>opération 2</i>, soit en réalité une seule opération. Incorrect : Si la règle de synchronisation est ET : car la production de b et de c déclencherait l'<i>opération 2</i> sans plus d'attente, car ces deux événements sont concomitants ce qui signifie que a aurait déclenché <i>opération 1</i> + <i>opération 2</i>, soit en réalité une seule opération.	Correct <pre> graph TD a((a)) --> SyncNode[] SyncNode --> O[Opération] O --> d((d)) </pre>

La synchronisation de la première opération peut se faire sans attente de l'apparition d'un événement, mais la synchronisation des suivantes doit correspondre à une **attente**, car s'il n'y a pas d'attente entre la première et la deuxième opération, la deuxième doit faire partie de la première (puisque une opération est ininterrompible).

Pour résumer : Pour qu'une **opération** se **déclenche** il faut **toujours** un **événement externe** qui ne soit pas organisationnel mais **conceptuel**. Si on note ECE l'événement conceptuel d'origine externe et ECI l'événement conceptuel d'origine interne, les cas de figure suivants sont possibles :

	Exemples de synchronisation	Commentaires
1	ECE	Déclenchement correct .
2	ECE1 et ECE2	Déclenchement correct . Équivalent au cas précédent.
3	ECE1 ou ECE2	Déclenchement correct car un ECE est toujours nécessaire.
4	ECE et ECI	<i>Idem</i> correct.
5	ECI	Déclenchement non correct . Il n'y a pas d'événement nouveau à attendre provenant de l'environnement du processus. Tous les éléments du processus étudiés sont donc inclus déjà dans celui-ci. Correction : soit un événement externe n'a pas été perçu par l'analyste, soit il n'y a pas d'opération à déclencher.
6	ECI ou ECE	Déclenchement non correct . Il n'y a pas d'attente car si l'événement interne ECI se produit comme résultat d'une autre opération, il n'y a aucun besoin d'attendre ECE. En définitive, ce cas est similaire à celui de la ligne 5.
7	ECI1 et ECI2	Déclenchement non correct ; ce cas est similaire à celui de la ligne 5.

En cas de multiplicité d'événements, il faut penser à vérifier qu'il existe toujours un ECE nécessaire :

Exemples de synchronisation	Commentaires
ECE1 et (ECI1 ou ECI2)	Signifie que ECE1 est toujours nécessaire.
ECI et (ECE1 ou ECE2)	Signifie qu'un ECE est nécessaire. Il suffit que l'un des deux survienne pour déclencher l'opération. Ceci équivaut à écrire : (ECI et ECE1) ou (ECI et ECE2)
ECI1 et (ECE ou ECI2)	Ne peut être conforme car cela revient à écrire : (ECI1 et ECI2) ou (ECI1 et ECE) Le premier de ces deux termes n'est pas conforme à la règle énoncée précédemment. (ECI1 et ECI2) non conforme (voir tableau précédent ligne 7), ou (ECI1 et ECE) ce qui pourrait être conforme (voir ligne 4). Ceci se résume de la façon suivante : ECI ou ECE ce qui n'est pas conforme (voir ligne 6).

Exercice

ÉNONCÉ

Dans une grande entreprise, le « service général » est chargé de l'approvisionnement et de la distribution des fournitures de bureau (crayon, gomme, papier...). Les livraisons dans les services ont lieu les premiers et troisièmes mardis du mois en fonction des demandes effectuées. L'instruction des demandes a lieu tous les vendredis matins. En plus de ces livraisons habituelles, il est possible, en cas d'urgence, d'obtenir une satisfaction immédiate.

Toute demande de fournitures doit être établie sur un imprimé spécial « Bon de fournitures » revêtu de la signature du chef de service. Le service général vérifie la conformité du bon, si les articles sont en stocks, le colis est préparé pour la prochaine tournée, sinon une commande est envisagée. Dans tous les cas, le service demandeur est prévenu de la date de distribution de sa demande.

Si un service est mécontent de la qualité d'un lot, il en avertit le service général qui procède à une analyse de conformité dont le résultat est transmis au service et qui peut conduire éventuellement à un changement de fournisseur.

Dans un souci de saine gestion des moyens, chaque service est doté d'une enveloppe budgétaire annuelle pour sa consommation de fournitures de bureau, il est de la responsabilité du service général de vérifier le respect de cette contrainte. Un dépassement est toutefois possible, à charge pour le chef du service concerné d'en obtenir l'autorisation auprès de la direction générale.

En fin d'exercice comptable, le service général doit réaliser un inventaire de son stock et en transmettre les résultats au service comptable.

TRAVAIL À FAIRE

1. Construire le diagramme des flux (appelé aussi graphe de circulation des informations).
2. Réaliser le modèle conceptuel des traitements.

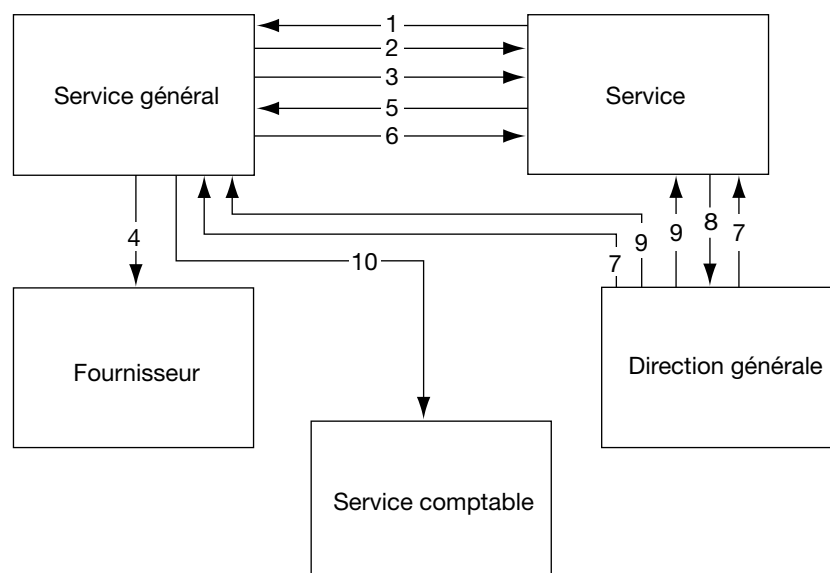
CORRIGÉ

Question 1

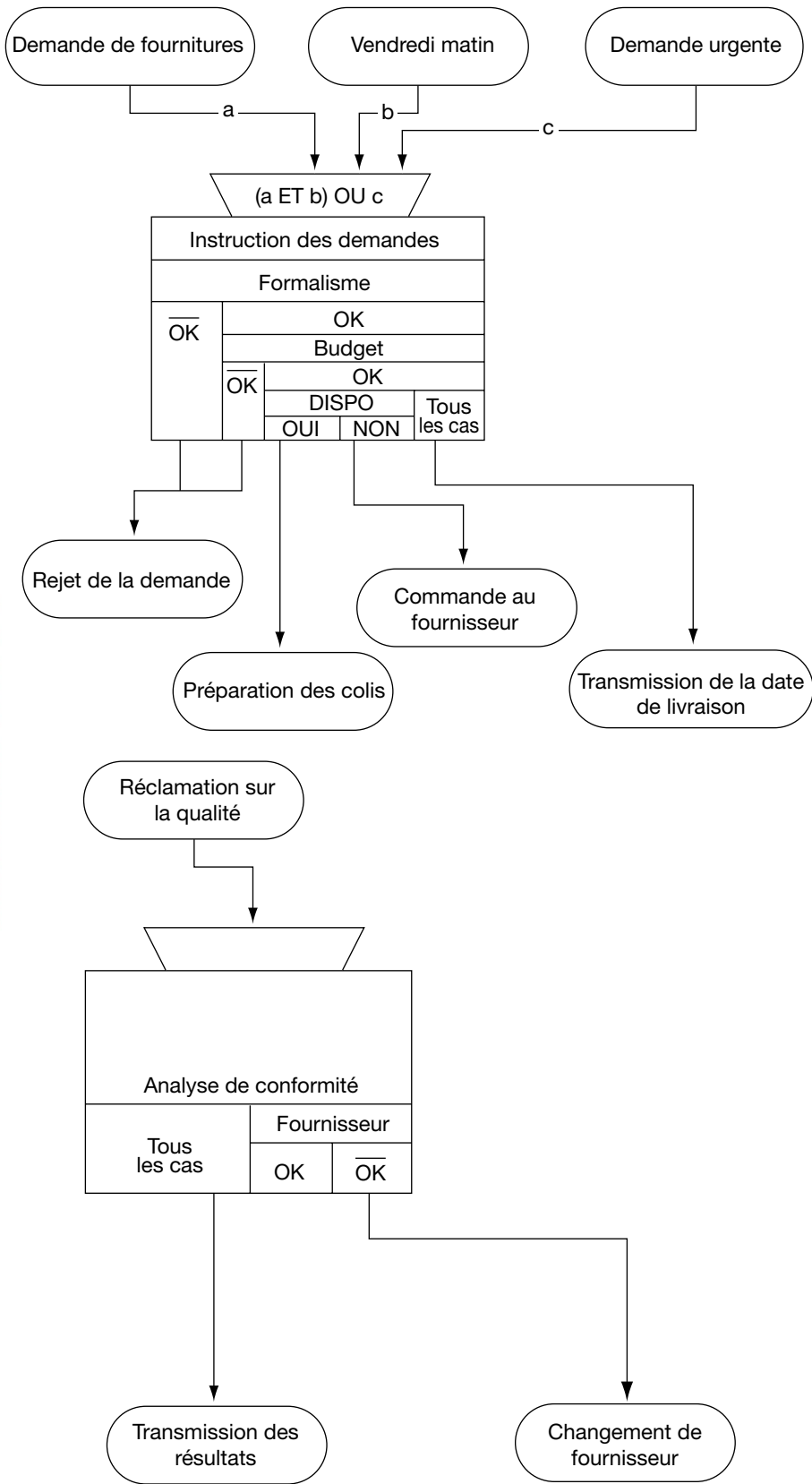
Liste des flux :

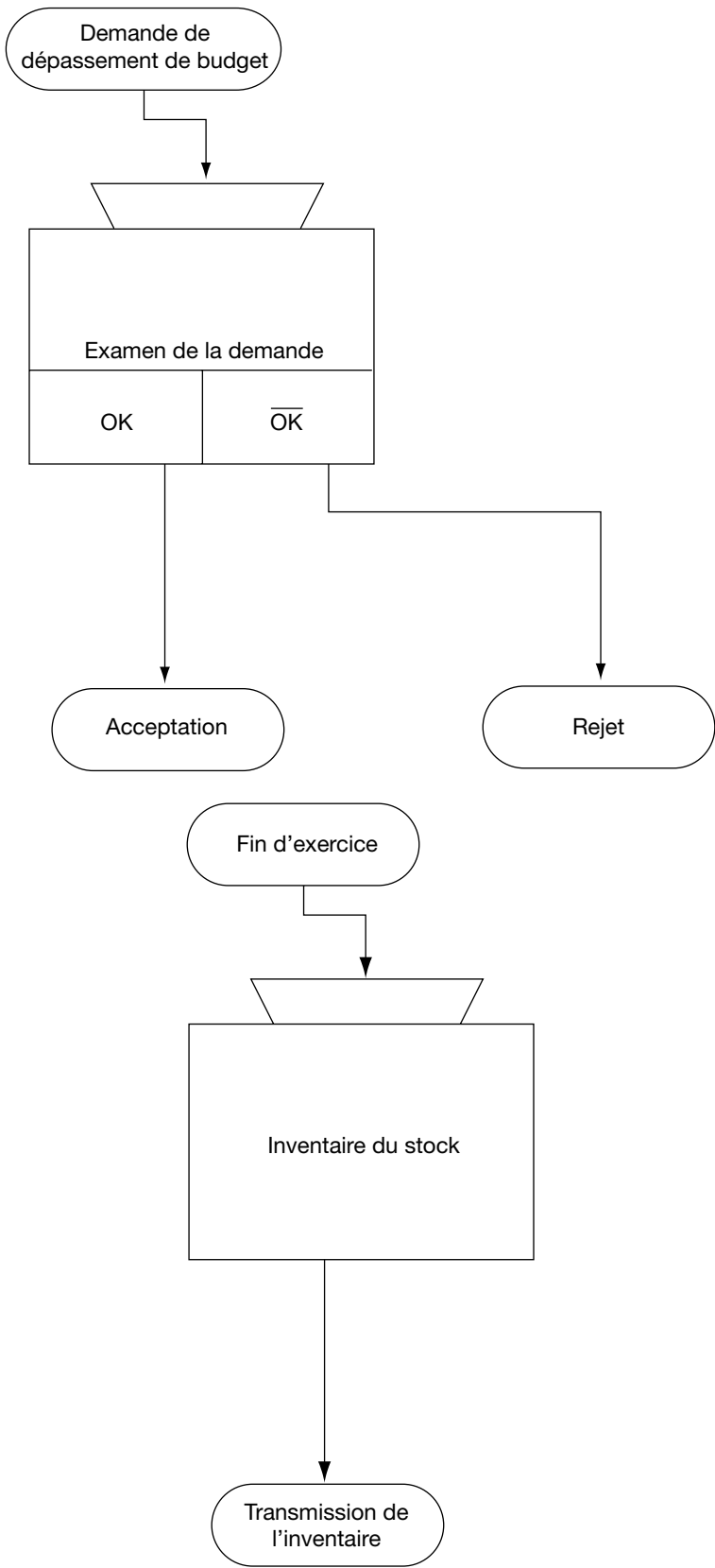
1. Demande de fournitures
2. Date de livraison
3. Livraison du colis
4. Commande au fournisseur
5. Réclamation
6. Résultat de la réclamation
7. Enveloppe budgétaire annuelle
8. Demande de dépassement
9. Autorisation de dépassement
10. Résultat de l'inventaire

Le diagramme des flux



Question 2





EXEMPLE APPLICATIF 4**Construction du MCT**

Dans un club de tennis nous allons représenter le modèle conceptuel des traitements. Pour cela nous disposons de règles de gestion et d'un graphe de circulation des informations.

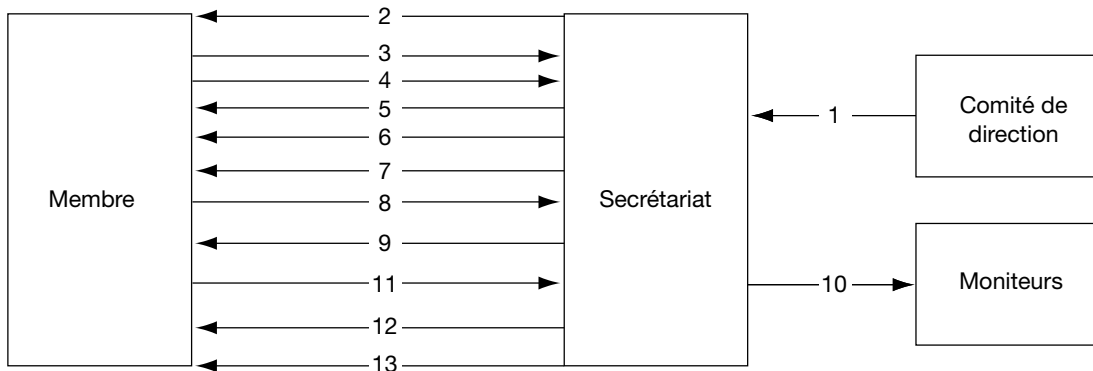
Les adhérents du club ont le choix entre trois formules d'adhésion selon leurs disponibilités : week-end, semaine, plein tarif (qui ouvre droit à un accès non limité dans le temps).

A. Règles de gestion

- RG 1 : *Chaque fin d'année le comité de direction* décide du montant de la cotisation pour l'année suivante. Il met au point le planning des stages et celui des compétitions pour l'année à venir.
- RG 2 : *Le secrétariat du club* expédie des appels de cotisations suffisamment tôt pour que les anciens adhérents puissent répondre avant le 31 décembre.
- RG 3 : Lorsque les adhérents envoient leur règlement, le *secrétaire* vérifie si le montant correspond au type d'adhésion. Si c'est le cas, le membre est réinscrit et sa carte lui est expédiée.
- RG 4 : Si le montant n'est pas suffisant, une lettre appelée relance n° 1 lui est expédiée pour lui rappeler le montant de la cotisation due.
- RG 5 : *Fin décembre ou début janvier*, le *secrétariat* examine les appels de cotisations restés sans réponse et expédie une deuxième lettre appelée relance n° 2.
- RG 6 : À tout moment, un nouvel adhérent peut se présenter ou envoyer un formulaire d'adhésion accompagné d'un chèque. Sa cotisation est calculée en fonction du type d'adhésion et de la durée restant à courir jusqu'à la fin de l'année. En cas d'insuffisance du règlement, une relance n° 1 lui est adressée. Si le montant de son règlement correspond à son adhésion une carte d'adhérent lui est *adressée par le secrétariat par courrier*.
- RG 7 : Les stages sont encadrés par des moniteurs. Lorsqu'un adhérent demande à suivre un stage, si la date limite n'est pas passée, le *secrétariat* vérifie si le stage n'est pas déjà plein. Les stages étant limités à huit personnes pour des raisons pédagogiques, le *secrétariat* doit refuser les inscriptions excédentaires.
- RG 8 : Lorsque le programme de travail des moniteurs pour la semaine à venir est connu, le *secrétariat* édite un planning.
- RG 9 : Lorsqu'un adhérent demande à s'inscrire à une compétition, à condition que les délais ne soient pas dépassés, le *secrétariat* vérifie si son niveau (son classement) est compatible avec celui nécessaire pour s'inscrire. Si ce handicap n'est pas compatible, le membre n'est pas inscrit.
- RG 10 : Le classement des membres est mis à jour par le *secrétariat* à la suite de chaque compétition. Une feuille de résultat est éditée.

Afin d'être générales et de s'appliquer à un éventuel futur système automatisé, les règles de gestion doivent faire abstraction de toute notion de lieu, de personne, de moyens ou de temps (sauf si la durée présente un caractère conceptuel, indépendant de l'organisation – l'année fiscale par exemple).

Les termes en *italique* répondent à des questions de type qui, où, quand. Il s'agit ici de règles d'organisation.

B. Le graphe de circulation des informations

Légende

1	Montant de la cotisation annuelle, planning des stages et des compétitions.	8	Demande d'inscription à un stage.
2	Appel de cotisation.	9	Inscription au stage refusée.
3	Règlement cotisation (adhérent ancien).	10	Planning remis aux moniteurs.
4	Fiche de renseignements et règlement nouvel adhérent.	11	Demande d'inscription.
5	Carte adhérent.	12	Inscription à la compétition refusée.
6	Relance n° 1.	13	Nouveau classement.
7	Relance n° 2.		

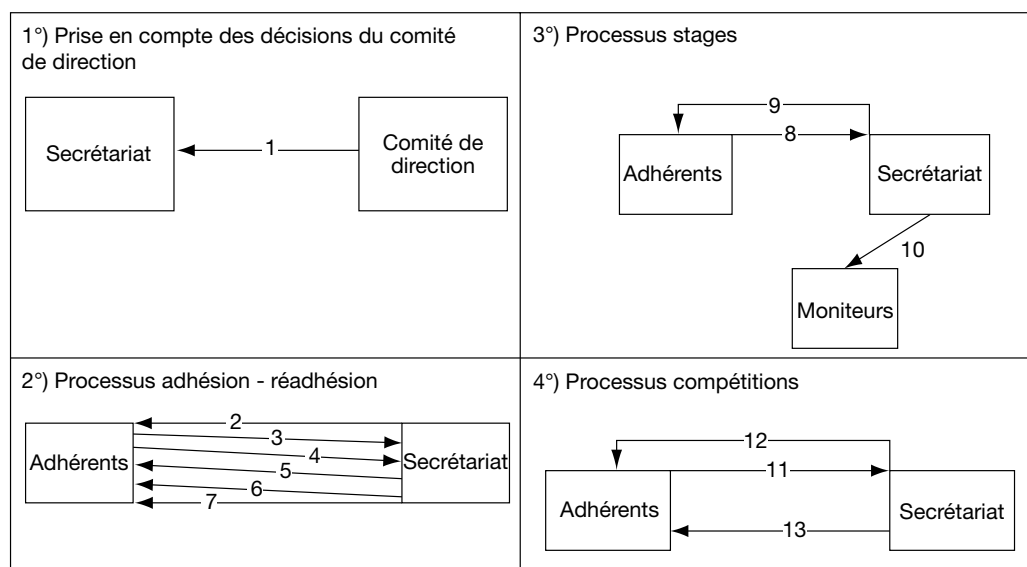
Ce schéma est une représentation des circuits existants (et comporte donc un fort contenu *organisationnel* dans un premier temps).

Un premier problème se pose : Quel est le domaine de l'étude ? Si à cette question la réponse est « le secrétariat » alors il faut prendre en compte tous les flux d'informations qui entrent ou sortent du secrétariat. Ceux qui y entrent seront nommés événements externes ceux qui en sortent sont le résultat des traitements effectués par le secrétariat. On les nommera « interne » ou « résultat ». Ils sont soit à usage de l'extérieur du système d'information (membres, moniteurs), soit destinés au système lui-même.

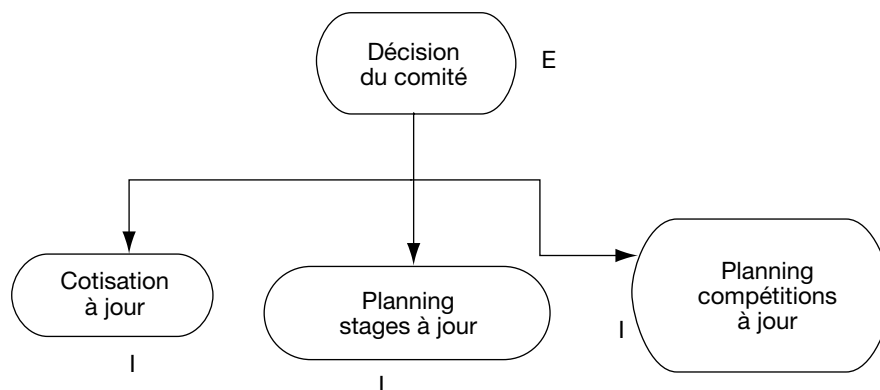
REMARQUE

Le graphe simplifié de circulation des informations est appelé « graphe des flux ». Il exprime les relations de communication entre les acteurs du domaine étudié.

Pour simplifier la lecture de ce graphe, il est souhaitable de le scinder selon quatre processus :



Pour chaque processus, il faut rechercher les enchaînements d'événements en veillant à intégrer les événements temporisateurs autres que ceux qui découlent de l'état de l'organisation du système d'information.

1. Processus n° 1 : Prise en compte des décisions du comité de direction**a. Enchaînement des événements****Commentaires**

À côté de chaque événement figure une lettre qui indique s'il est d'origine externe ou s'il est d'origine interne (résultat d'une transformation par le système d'information).

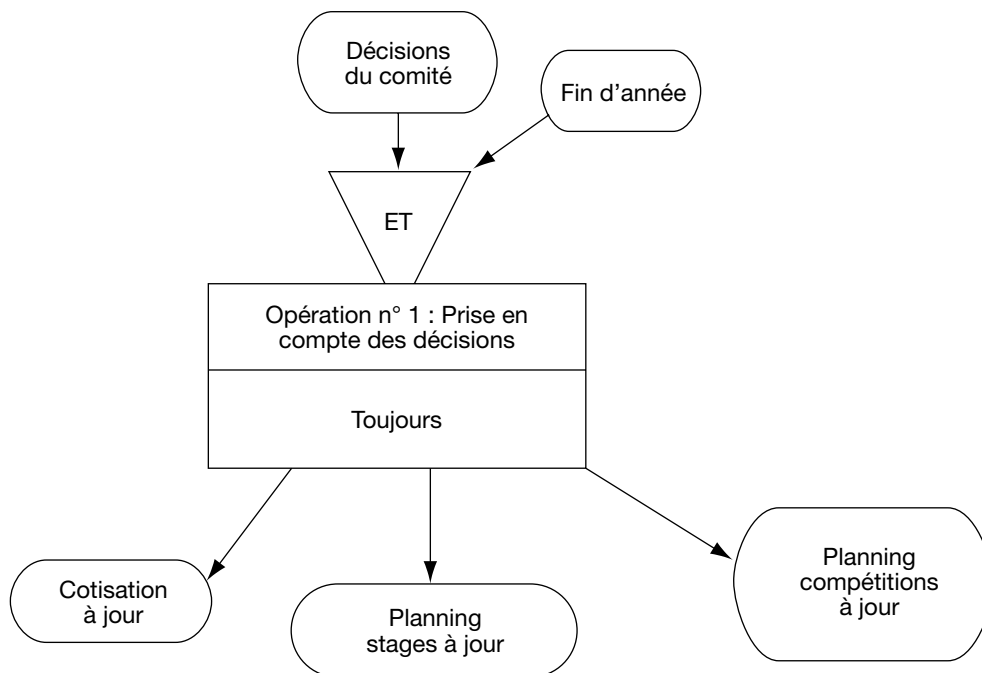
On déduit un graphe d'enchaînement des événements (certains appellent cela un graphe des flux) en prenant soin d'éliminer tout ce qui est organisationnel.

Il ne doit rester que des séquences du type suivant :

**b. Propriétés portées par chaque événement**

Événements	Propriétés portées
Décision du comité	Montant des cotisations pour chaque catégorie d'adhésion. Date et prix de l'inscription de chaque compétition. Dates et prix des stages.
Cotisation à jour Planning des stages à jour Planning compétitions à jour	Il n'y a pas de propriétés nouvelles. Ces événements sont la trace de la prise en compte de « Décisions du comité ».

c. L'extrait du modèle conceptuel des traitements devient :



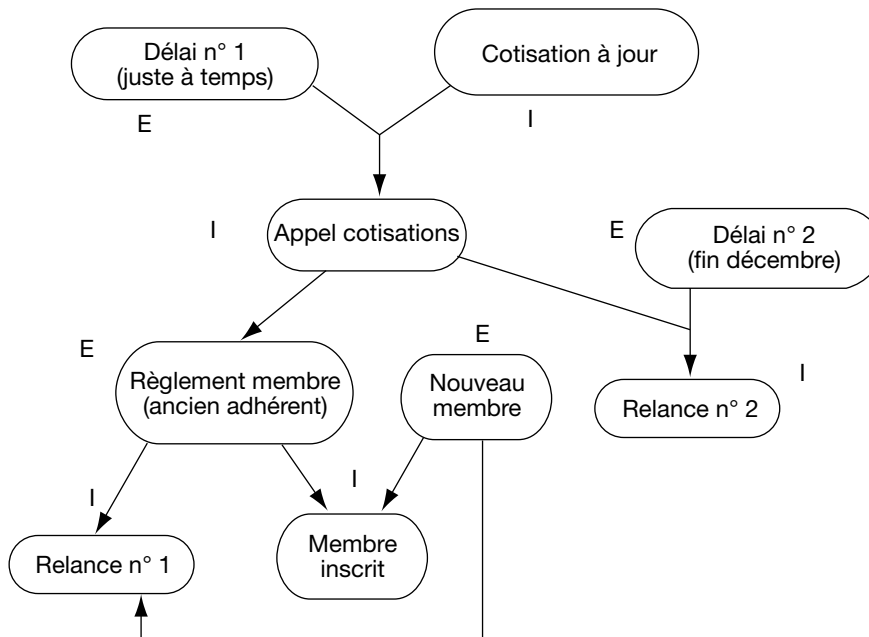
d. Action sur la base d'informations

Cette action consiste essentiellement en une mise à jour de données permanentes : tarif des cotisations, ajout d'occurrences dans le planning des stages et dans celui des compétitions.

2. Processus n° 2 : Adhésion-réadhésion

a. Enchaînement des événements

Enchaînement des événements (diagramme brut)



Commentaires

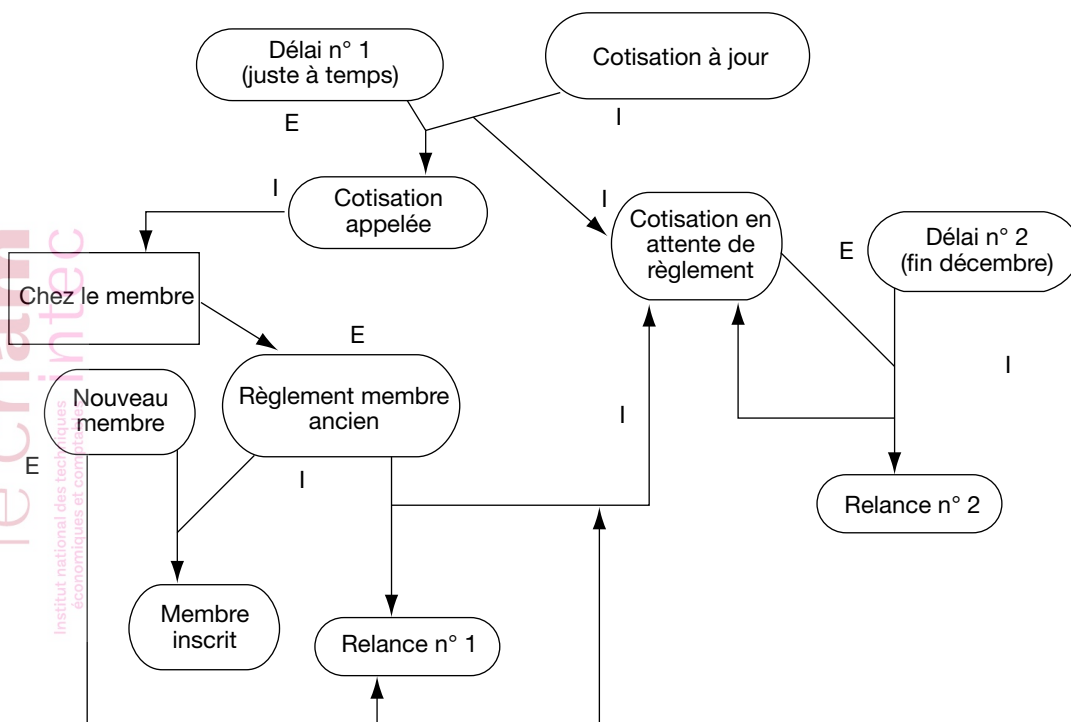
Il découle de ce qui précède que certaines séquences événements semblent ne pas être correctes. Cela provient souvent des événements non perçus car ils ne se traduisent pas par un flux documentaire. Les événements temporisateurs en font partie.

Nous avons indiqué plus haut que seules les séquences $E \rightarrow I$ ou $E + I \rightarrow I$ sont possibles. Dans ce qui précède c'est presque toujours le cas sauf entre « appel cotisations » et « règlement membre ». Par ailleurs pour pouvoir relancer (relance n° 2), il faut que le système d'information conserve un « compte rendu » de cet appel de cotisation.

La demande d'inscription d'un nouveau membre en cours d'année conduit à l'un des deux événements suivants : « Membre inscrit » ou « Relance n° 1 ».

Le graphe devient :

Diagramme d'enchaînement final



Propriétés portées par les événements

Événements	Propriétés portées
Délai n° 1	Date de déclenchement de la campagne de réadhésion.
Cotisation appelée	N° de l'adhérent, nom, prénom, adresse, etc. Montant de la cotisation, date limite de versement.
Cotisation en attente de règlement	<i>Idem</i> cotisation appelée. Événement jumeau produit à l'usage du système lui-même.
Règlement membre (ancien)	N° adhérent et montant.
Nouvel adhérent	Nom, adresse, type adhésion, montant règlement.
Relance n° 1	N° adhérent, nom, adresse, montant versé, montant cotisation, montant dû.
Membre inscrit	N° adhérent, montant réglé, type adhésion.
Délai n° 2	Date limite de lancement des relances n° 2.
Relance n° 2	N° adhérent, nom, adresse, montant cotisations.

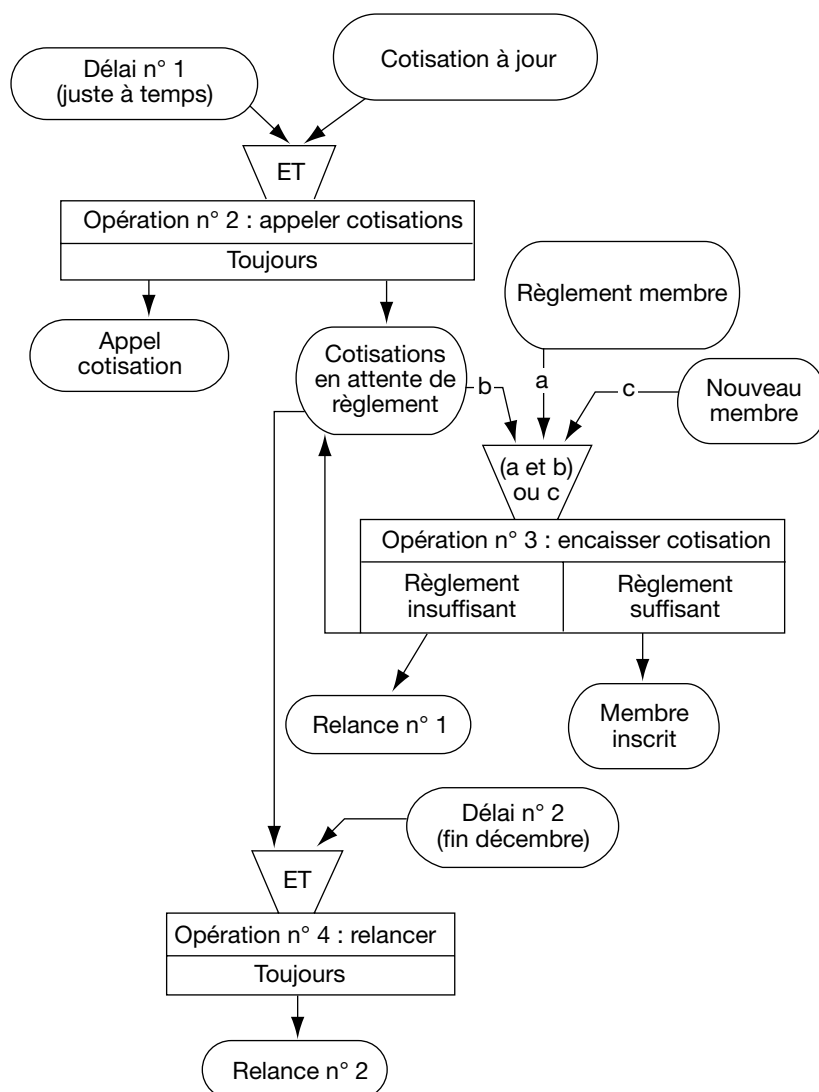
Commentaires

« Cotisation en attente de règlement » est la trace ou le compte rendu conservé dans le système d'information de l'appel de cotisation. Il faut régénérer cet événement car dans les deux cas de relance on peut espérer un règlement qu'il faudra comparer à une « cotisation en attente de règlement ».

La transition entre « Appel de cotisation » et « Règlement » se fait par l'extérieur du système d'information. Notons que si « Appel de cotisation » est un événement interne/résultat pour nous et « Règlement » un événement externe, chez le membre c'est exactement l'inverse. « Appel de cotisation » est un événement externe et « Règlement » un résultat destiné à l'extérieur (le club).

« Nouveau membre » est un événement externe porteur de propriétés différentes de celles de « Règlement membre ». Ce dernier événement ne porte comme propriétés nouvelles que le montant réglé tandis que « Nouveau membre » porte le règlement et les données relatives au membre.

b. Extrait du MCT



Commentaires

Chaque opération a une ou plusieurs actions sur la base d'information. Les actions sur la base d'information sont coordonnées par des structures de type répétitif (Tant-que-faire... Fin-tant-que) et alternatif (Si... Alors... Sinon... Fin-si).

Opération n° 2

Consultation de « membres ». Tous les membres doivent être contactés pour une réadhésion. Il faut donc le faire tant qu'il existe des membres anciens non encore contactés.

Les actions sur la base d'information sont coordonnées par des structures de type répétitif : Tant-que-faire... Fin-tant-que.

Début

Ouvrir « Membres » (membres anciens qui sont donc supposés renouveler leur adhésion)

Lire enregistrement dans « Membres »

Tant-que pas fin de fichier faire

Ajouter occurrence dans « Cotisation en attente »

Lire enregistrement dans « Membres ».

Fin-Tant-que

Fermer fichier

Fin

Opération n° 3

Consultation de membres (vérification de l'existence) et de « formule adhésion » pour vérifier si la somme versée est suffisante ou non.

Mise à jour de membres (ajouts nouveaux, modification de statut, indication du montant et de la date de paiement).

Les événements provoquent certaines actions similaires sur la base d'information et génèrent des événements de même nature (membre inscrit, relance n° 1 et cotisation en attente de règlement).

Les actions sur la base d'information sont coordonnées par des structures de type alternatif du : Si-Alors-Sinon-Fin-si.

Cela donne :

Début

Si adhésion nouvelle **Alors** ajouter occurrence dans membres

Sinon Lire « Cotisation en attente » pour trouver ancien membre

Fin-si

Si Cotisation versée = cotisation du type d'adhésion **Alors** Ajouter membre inscrit

Sinon Ajouter occurrence dans relance n° 1 et dans Cotisation en attente

Fin-si

Fin

REMARQUE

Ceci ressemble à un algorithme. Il s'agit en fait de tâches qui peuvent être faites aussi bien par un homme que par une machine. À ce stade de l'analyse (niveau conceptuel) les choix concernant l'organisation du travail et donc la définition des postes de travail ne sont pas déjà faits.

Opération n° 4

Consultation de « Cotisations en attente » (pour déterminer ceux qui n'ont pas payé en totalité leur cotisation).

Les actions sur la base d'information sont coordonnées par des structures de type répétitif : Tant-que-faire... Fin-tant-que.

Début

Ouvrir « Cotisations en attente »

Lire enregistrement dans « Cotisations en attente »

Tant-que pas fin de fichier faire

Consulter « Membres » (pour lecture du nom et de l'adresse)

Ajouter occurrence dans relance n° 2

Lire enregistrement « Cotisations en attente »

Fin-Tant-que

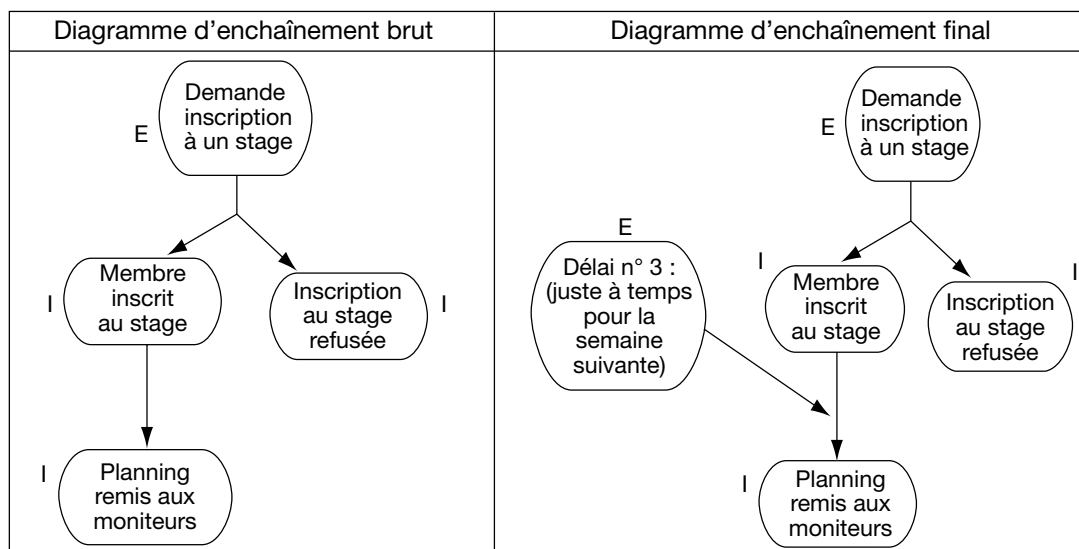
Fermer fichier

Fin**REMARQUE**

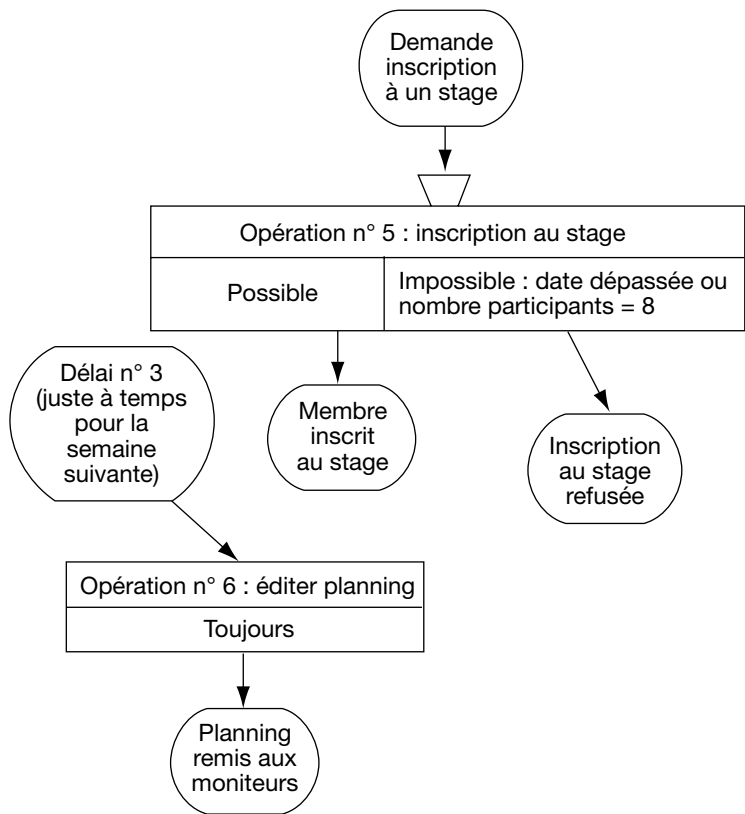
Dans cette opération, seules les « Cotisations en attente » au jour limite choisi font l'objet d'une relance. Les membres qui auront acquitté normalement leurs cotisations n'auront plus occurrence de « Cotisations en attente ». Cette occurrence aura été consommée par un règlement (événement « Règlement membre » de l'opération n° 3).

3. Processus n° 3 : Les stages

Pour les processus n° 3 et n° 4 nous nous contenterons de présenter uniquement le graphique du MCT.

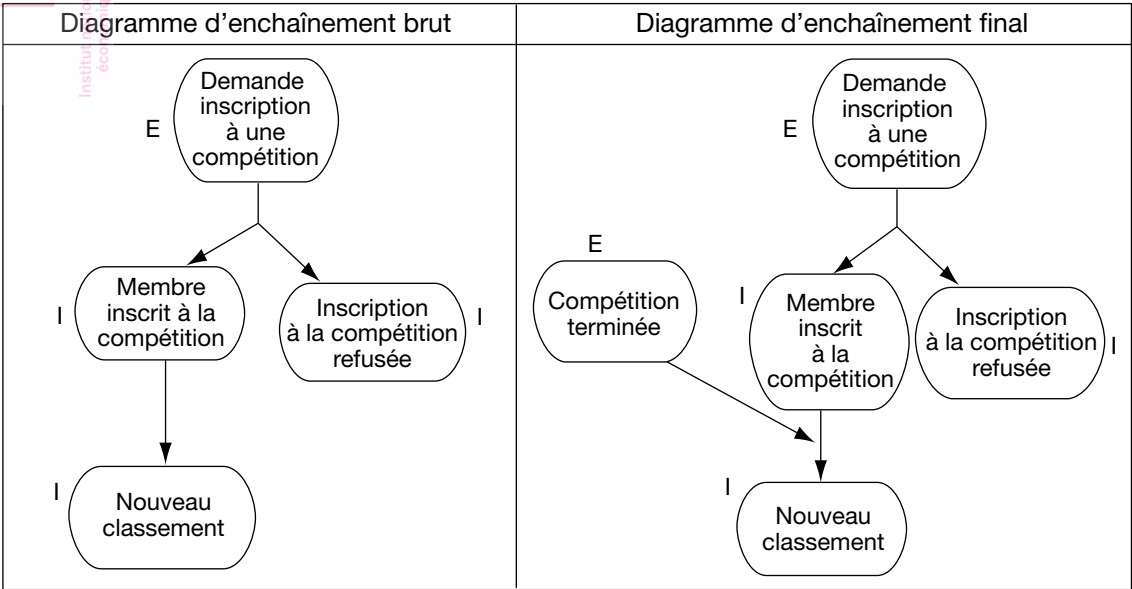
a. Diagrammes d'enchaînements des événements

b. Extrait du MCT

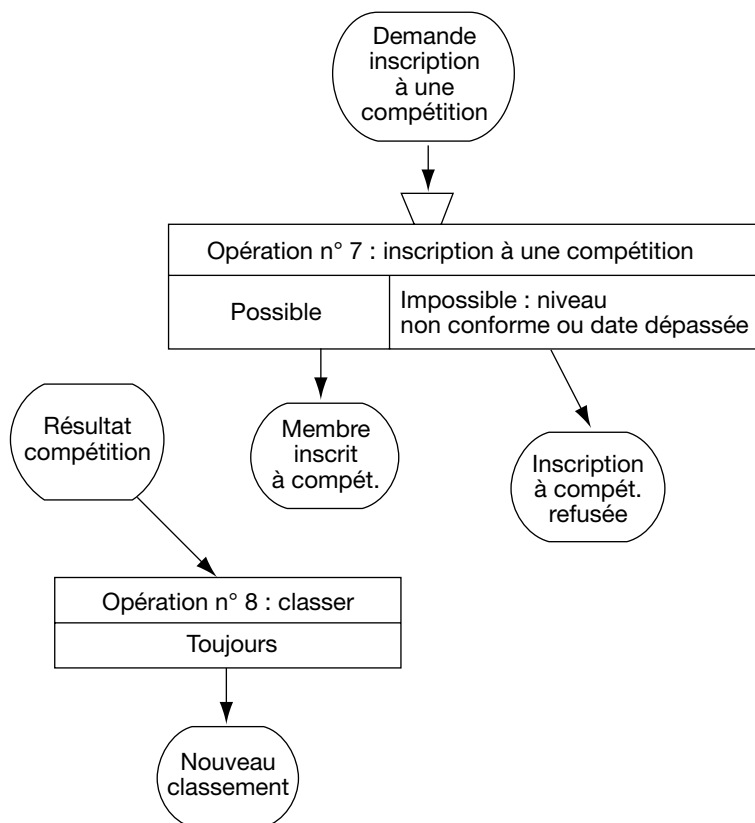


4. Processus n° 4 : Compétitions

a. Diagrammes d'enchaînements des événements



b. Extrait du MCT



III. LE MODÈLE ORGANISATIONNEL DES TRAITEMENTS (MOT)

Le MOT intègre la notion de temps et de durée de déroulement des opérations, de ressources, de lieux et de responsabilités des traitements.

Le niveau conceptuel avait permis de présenter quels étaient les traitements à effectuer, le niveau organisationnel exprime quels sont les acteurs qui effectuent les tâches, dans quels lieux, à quel moment.

Pour mieux comprendre l'articulation du MOT avec les autres niveaux d'abstraction, le tableau suivant dû à J.-P. Matheron en donne une synthèse.

Niveau	Traitements	Données	Choix
Conceptuel	Modèle conceptuel	Modèle conceptuel	De gestion
Organisationnel	Modèle organisationnel	Modèle logique	D'organisation
Opérationnel	Modèle opérationnel	Modèle physique	Techniques

A. CONSTRUCTION DU MOT

Les opérations (ou processus dans des cas plus complexes) définies au niveau conceptuel devront être découpées en tenant compte du mode d'exécution et du délai de restitution des résultats.

Interviennent à ce niveau les concepts suivants :

- **Procédure** : Au niveau organisationnel, on fait correspondre à un processus une ou plusieurs procédures. Celles-ci sont constituées d'un ensemble de traitements déclenchés par un ou plusieurs événements externes et produisent un ou plusieurs résultats.
- **Phase** : Les procédures seront ensuite découpées en phases (une phase étant définie comme un ensemble de traitements issus d'une même opération conceptuelle exécutée par un poste de travail).

Un poste de travail est caractérisé par un lieu, un responsable (ou un ensemble de personnes responsables), des ressources (hommes, machines, logiciels...).

- **Tâche** : Chaque phase sera décomposée en tâches, chacune de ces tâches est constituée de traitements élémentaires (contrôles, calculs, mises à jour), une tâche est exécutée sans interruption sous contrôle d'une synchronisation unique.

Pour chaque phase organisationnelle on définira :

- La nature du traitement :
 - Traitement manuel (TM) ;
 - Traitement en temps réel (TR) : saisie et traitement instantané ;
 - Traitement en temps différé (TD) : les informations saisies à un moment donné ne sont pas traitées au même moment.
- La fréquence d'utilisation : mensuelle, quotidienne...
- Les impératifs de traitement : on précise les contraintes de déclenchement de la tâche (en fin de semaine, à 20 heures...).

Puis on décrira les écrans et leur enchaînement, les traitements associés et les états de sortie.

Le MOT dépend avant tout de conceptions organisationnelles propres au système étudié, c'est pourquoi il n'est pas possible de donner des règles pour le choix de la meilleure solution organisationnelle.

B. LE RAPPROCHEMENT DU MOT AVEC LA RÉALITÉ : LE MODÈLE OPÉRATIONNEL DES TRAITEMENTS (MOPT)

Le modèle opérationnel des traitements élaboré à partir du MOT tient compte des contraintes physiques liées aux matériels de traitement du SI.

Cette étape constitue l'ultime tâche de conception avant le passage à la production des programmes.

Lors de l'élaboration du MOPT, les choix techniques doivent avoir été effectués : ordinateur (type, marque, capacité mémoire centrale...), réseau (typologie, mode de connexion...), imprimantes (type, vitesse...), etc.

Chaque tâche du niveau organisationnel sera décomposée, au niveau opérationnel, en programme. Chaque traitement fera l'objet d'une définition plus fine des opérations élémentaires qu'il supporte et des moyens de traitement qu'il nécessite.

Notamment, l'architecture de chaque unité de traitement sera décrite en tenant compte des choix matériels et logiciels retenus. Pour chaque traitement, les contrôles, les mises à jour de données de la base d'information, les calculs et les éditions seront détaillés. Les procédures homme/machine seront décrites de manière précise.

Au cours de cette étude les problèmes d'ergonomie seront étudiés et des solutions efficaces aux problèmes de confidentialité du système seront choisies.

C. UN EXEMPLE ABOUTISSANT AU MOT

EXEMPLE APPLICATIF 5

Il s'agit de la gestion d'une association de chercheurs dont l'objectif est d'organiser des séminaires.

1. Fonctionnement de l'association

Gestion des adhérents

L'adhésion d'un chercheur est conditionnée par le paiement de droits d'adhésion. Le montant des droits d'adhésion est fonction de la catégorie d'adhérent. Le renouvellement de l'adhésion est obligatoire et doit s'effectuer au mois de septembre. Début octobre, les adhérents n'ayant pas réglé le montant des droits d'adhésion sont radiés de l'association.

En fin d'année, le responsable veut pouvoir consulter une liste des adhérents.

Gestion des séminaires

Le nombre de places disponibles pour un séminaire est limité. L'inscription à un séminaire est temporaire tant que l'adhérent n'a pas effectué le règlement du montant de l'inscription au séminaire. Quinze jours avant le début du séminaire, l'inscription temporaire est annulée si l'adhérent n'a pas réglé le montant de l'inscription. L'adhérent peut annuler, pour des raisons personnelles, une inscription temporaire ou définitive. Dans ce dernier cas, il sera remboursé intégralement du montant de l'inscription réglée. L'inscription à un séminaire est réservée aux seuls adhérents de l'association.

2. Élaboration du MCT

Les règles de traitement énoncées par le sujet nous permettent de distinguer les événements suivants :

Gestion des adhérents

- nouvel adhérent ;
- renouvellement adhésion ;
- droits d'adhésion ;
- adhésion ;
- mois de septembre ;
- mois d'octobre ;
- radiation adhérent ;
- fin d'année ;
- liste adhérents ;
- appel renouvellement adhésion.

Gestion des séminaires

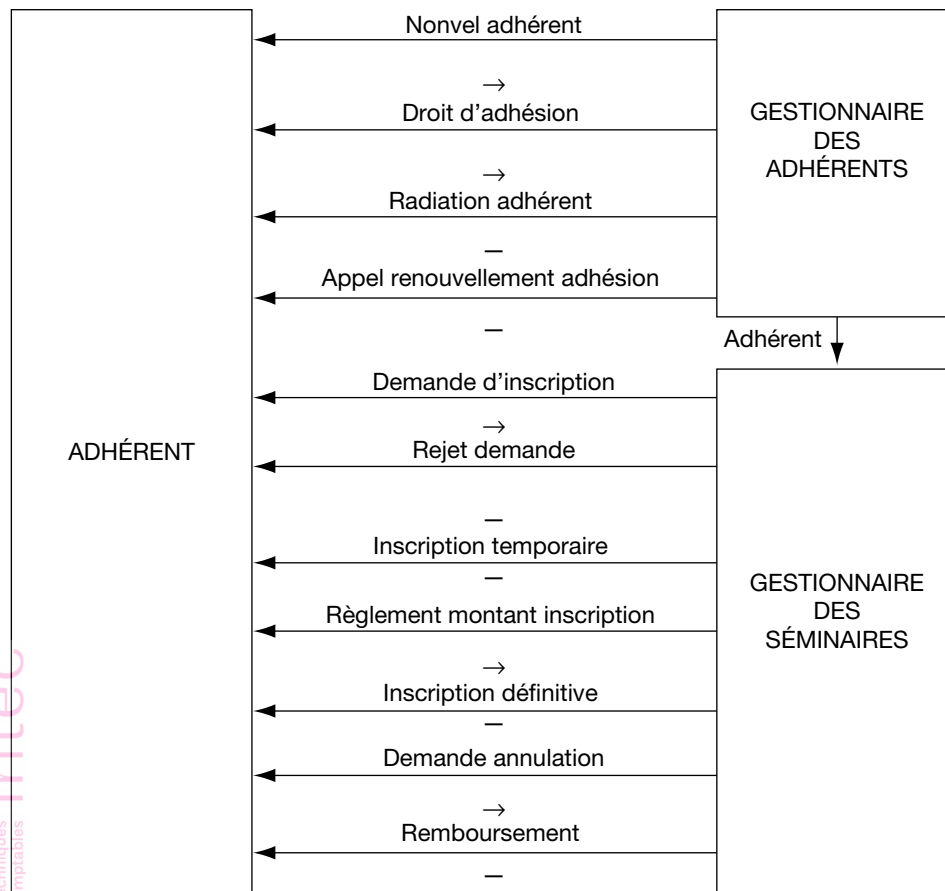
- demande d'inscription ;
- rejet demande d'inscription ;
- inscription temporaire ;
- inscription définitive ;
- règlement montant inscription ;
- 15 jours avant début séminaire ;
- demande annulation ;
- inscription annulée ;
- remboursement.

Cet inventaire des événements nous permet de construire le modèle de contexte suivant.

Trois acteurs échangent des informations :

- adhérent ;
- gestionnaire des adhérents ;
- gestionnaire des séminaires.

3. Modèle de contexte

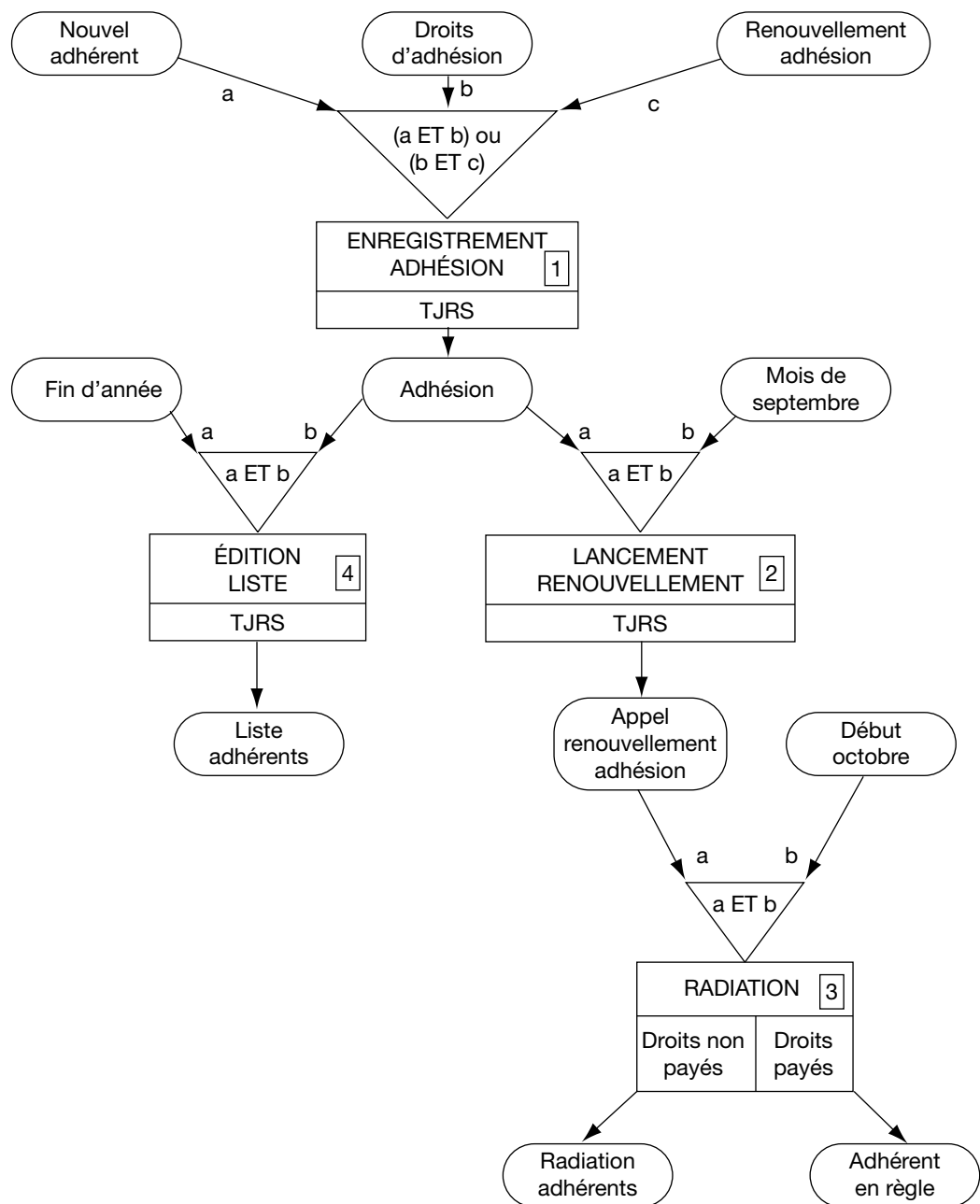


Nous pouvons ensuite déterminer les opérations.

Gestion des adhérents

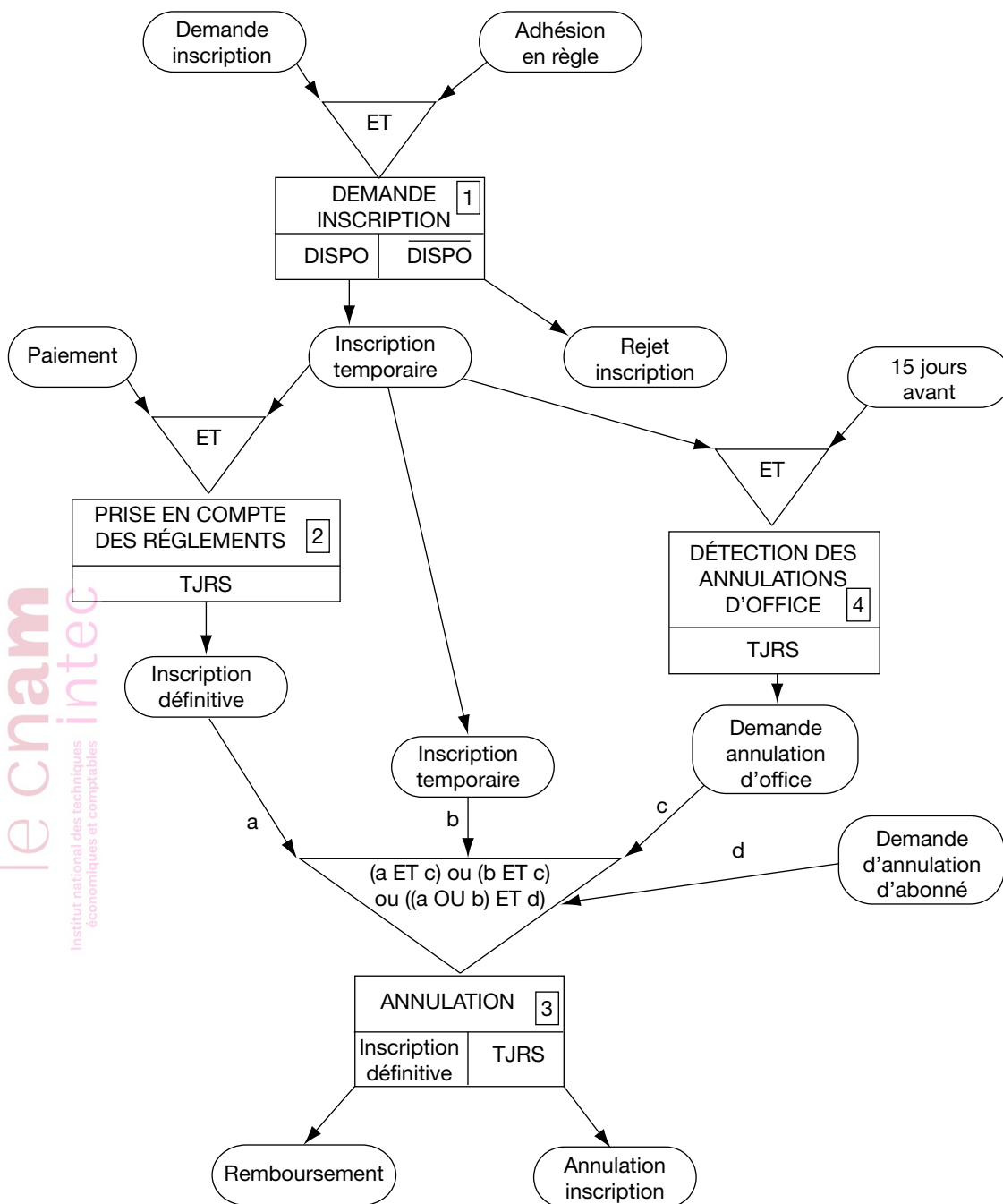
- Enregistrement adhésion, l'enregistrement d'un renouvellement d'adhésion sera traité dans cette opération car il s'agit du même type de traitement
- Lancement renouvellement adhésion
- Radiation adhérent
- Édition liste des adhérents

MCT PROCESSUS : la gestion des adhérents



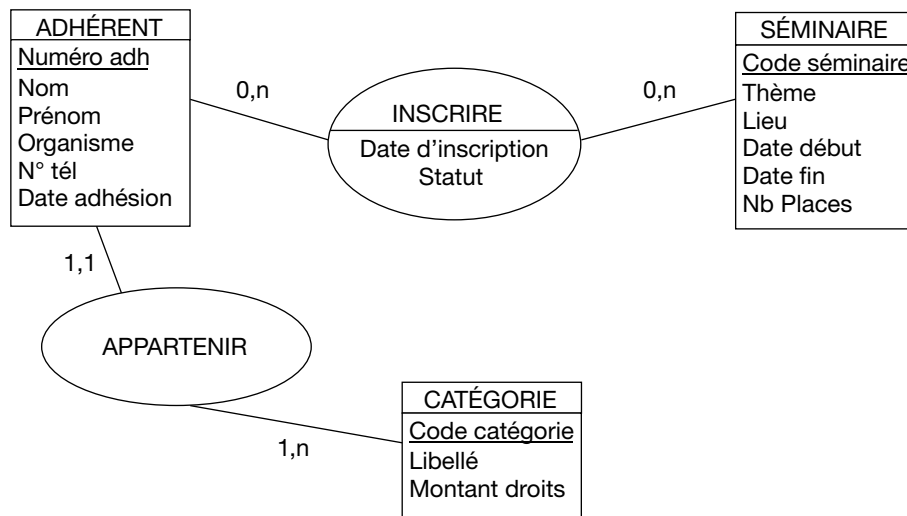
Gestion des séminaires

- Traitement demande inscription
- Prise en compte des règlements
- Annulation inscription
- Détection des annulations pour cause de non-paiement du montant de l'inscription

MCT PROCESSUS : gestion des séminaires

4. Validation MCD-MCT

La modélisation conceptuelle des données a produit les résultats suivants :



Après une étude plus précise de chaque opération, nous pouvons facilement nous rendre compte que certaines d'entre elles ne peuvent être effectuées avec le MCD exposé ci-avant.

Nous ne pouvons pas déterminer si un adhérent a réglé ses droits d'adhésion dans le cas d'un renouvellement d'adhésion.

L'ajout, à l'entité ADHÉRENT, d'une rubrique telle que : date de paiement des droits, pourrait nous permettre d'effectuer la radiation d'éventuels adhérents dans le cas de non-paiement.

Nous ne pouvons pas connaître la limite en nombre de places d'un séminaire, de même que nous ne pouvons connaître le nombre de places réservées.

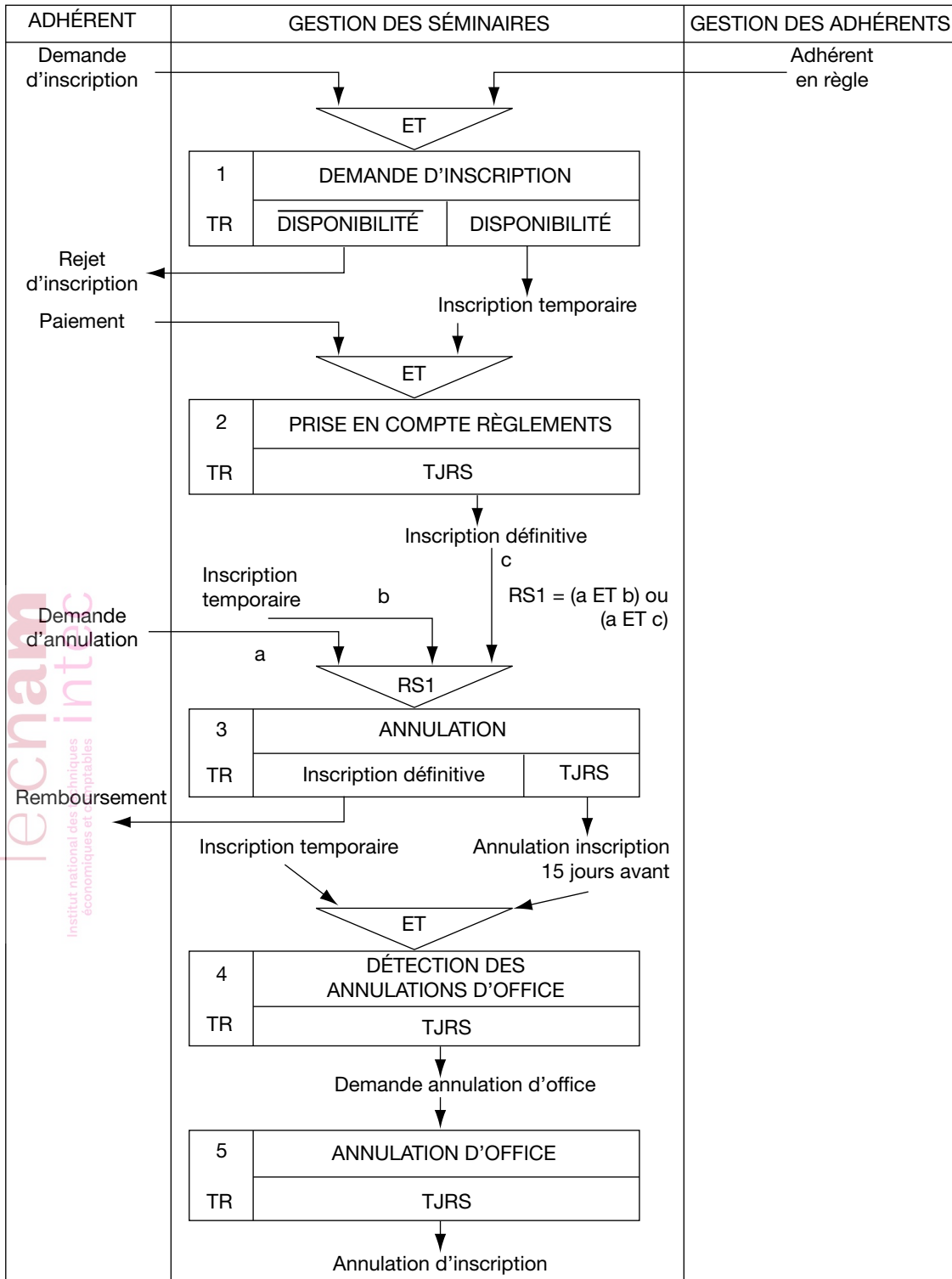
Deux rubriques : nombre de places limité et nombre de places réservées nous permettraient d'effectuer le traitement de prise en compte d'une demande d'inscription.

Les rubriques ainsi ajoutées au MCD nous permettent d'obtenir un MCD et un MCT validés.

5. Élaboration du MOT

Pour le processus : gestion des séminaires

Au niveau organisationnel les phases seront alors décrites en tenant compte des postes de travail (gestion des séminaires, gestion des adhérents) et de la nature du traitement (TR : temps réel, TD : temps différé).



Pour chacune des phases présentées ci-avant, on élaborera une fiche descriptive qui, en plus des informations partiellement décrites par le MOT, devra comporter la description des différents écrans et les maquettes des états de sortie.

IV. L'APPROCHE PROCESSUS DES TRAITEMENTS

Historiquement, l'informatique s'est structurée autour des applications informatiques, des ensembles de programmes qui réalisaient des tâches connexes. Avec l'apparition des applications transversales et l'importance croissante donnée aux métiers de l'entreprise, cette approche est devenue trop limitée car structurée par des choix et des contraintes fondamentalement techniques. Centrer l'informatique sur les données et leurs traitements en mettant au second plan les processus qui les génèrent et les exploitent donne une informatique techniquement efficace mais déconnectée de ses utilisateurs.

L'augmentation exponentielle de la puissance de l'informatique permet aujourd'hui de ne plus choisir exclusivement l'approche techniquement optimale du traitement pur des données et de se préoccuper de l'environnement de leur création et de leur interaction avec les processus de l'entreprise.

Vous avez déjà étudié et manipulé des processus avec le MCT vu dans la série 1 et le MOT vu dans la série 2 de ce cours. Maintenant que vous en avez une connaissance technique, il est possible de formaliser cette notion de processus.

A. STRUCTURE DES PROCESSUS

Un processus est toujours déclenché par un événement.

Un processus complexe peut être décomposé en sous-processus qui eux-mêmes peuvent être à leur tour décomposés en processus de niveau inférieur. Il n'y a théoriquement pas de limite à cette décomposition mais un certain consensus existe dans la formalisation des niveaux.

Un processus de second niveau qui correspond donc à la première décomposition d'un processus complexe est appelé « phase » ou « étape ».

Une phase ou étape est constituée d'activités qui sont des collections de tâches. Les tâches peuvent être répétées en boucle jusqu'à ce que l'opération soit complète.

Enfin une tâche peut être vue comme un ensemble d'actions.

EXEMPLE APPLICATIF 6

Un processus d'achat de matière première dans une entreprise agroalimentaire X.

Le processus d'achat peut être décomposé en quatre phases ou étapes :

- 1. le choix du produit à acheter ;
- 2. la commande ;
- 3. la livraison ;
- 4. la réception au sens technique : la vérification de la conformité du produit livré avec les spécifications de la commande.

La phase 1, le choix du produit à acheter, peut à son tour être décomposée en cinq activités :

- A. création du cahier des charges spécifiant les caractéristiques techniques du produit ;
- B. recensement et sollicitation des fournisseurs en s'appuyant sur ce cahier des charges. Cela peut être fait sous la forme d'un appel d'offres ou d'une négociation commerciale classique ;
- C. dépouillement des propositions ou des offres fournisseurs ;
- D. évaluation des échantillons des fournisseurs ;
- E. choix du fournisseur et de la référence du produit.

Contrairement aux phases ou étapes séquentielles, ces activités peuvent être parallèles. Dans notre exemple, la phase « sollicitation d'un nouveau fournisseur » peut être réalisée en même temps que le test d'un échantillon rapidement transmis par un fournisseur habituel.

L'activité « D. Évaluation des échantillons des fournisseurs » peut être décomposée en quatre tâches :

- a. identification de l'échantillon ;
- b. tests de comportement en cuisson et réfrigération ;

- c. conformité avec les équipements de l'entreprise ;
- d. évaluation par un échantillon représentatif de nos clients.

Un exemple de boucle pourrait être ici la répétition de l'évaluation par différents échantillons représentatifs de nos clients jusqu'à ce qu'un résultat clair se dégage.

B. PARAMÈTRES DES PROCESSUS

On peut identifier 9 paramètres principaux pour un processus :

- 1. Les événements :
Un premier événement extérieur au périmètre du processus est nécessaire pour le déclencher. Ensuite, d'autres événements influent sur son déroulement.
- 2. Les éléments qui entrent dans le processus ou input.
- 3. Les ressources matérielles nécessaires.
- 4. Les actions des personnes qui participent à ce processus :
Le terme « rôle » est souvent utilisé pour définir un acteur et les actions qu'il doit ou peut réaliser. C'est ce terme qui est en particulier utilisé dans les ERP/PGL.
- 5. La valeur ajoutée apportée par le processus.
- 6. Les éléments en sortie du processus ou « output » :
Si le processus n'est pas final comme une vente de marchandises mais intermédiaire comme des achats de matières premières, ces outputs deviennent les inputs d'un autre processus.
- 7. Le responsable du processus.
- 8. Les mécanismes de pilotage.
- 9. Les mécanismes de contrôle, d'audit et de reporting.

C. CLASSIFICATION DES PROCESSUS

On classe traditionnellement les processus en trois catégories même si dans la pratique, les frontières sont parfois floues :

- 1. Les processus opérationnels qui concourent directement à la production des biens et des services. Ce sont par exemple les achats, la fabrication, la vente mais aussi le service après-vente. La garantie des produits vendus n'est pas un simple support mais une prestation de service comprise dans la vente.
- 2. Les processus de support aux processus opérationnels. Ces processus ne participent qu'indirectement à la production. Les traitements informatiques sont typiquement des processus de support.
- 3. Les processus de pilotage. Ils permettent aux décideurs de prendre des décisions stratégiques.

Les frontières sont parfois difficiles à tracer dans cette classification. Par exemple, un extranet client est par définition un processus opérationnel puisqu'il correspond à une prestation de service payante ou intégrée dans le produit vendu. Mais le plus souvent, ce processus n'existe pas en tant qu'unité indépendante. Pour des raisons d'efficacité et de sécurité, il est amené à partager des modules avec la gestion informatique interne. Les mêmes programmes servent pour la gestion traditionnelle, l'intranet et l'extranet avec des frontaux et des paramétrages différents.

V. LA MÉTHODE UML OU UNIFIED MODELING LANGUAGE

Définition

UML est un langage de modélisation informatique standardisé et ouvert¹. Il reprend les meilleurs éléments des autres méthodes de modélisation comme les entités, les relations et les événements. L'UML peut être vu comme la synthèse de travaux précédents incluant des réflexions sur l'objet². Son nom signifie d'ailleurs « langage de modélisation unifié ».

1. Ouvert signifie qu'aucun droit n'est à payer pour son utilisation et qu'il est permis d'en créer des variantes à condition que celles-ci soient aussi gratuites.
2. Booch method, Object-modeling technique (OMT) et Object-oriented software engineering (OOSE).

Le standard UML est piloté par l'*Object Management Group* (OMG), une organisation à but non lucratif créée pour maintenir des standards ouverts autour de l'objet³.

UML est orienté objet. Cela engendre une certaine technicité dans la méthode qui rend son utilisation difficile pour des non-informaticiens. La difficulté n'est pas un obstacle insurmontable et la véritable raison pour ne pas utiliser cette modélisation en UE 118 est ailleurs. Des personnes ayant une pratique de l'informatique limitée à un rôle d'utilisateur même éclairé mais sans connaissance de l'informatique de production, risquent de produire des modèles déconnectés des contraintes des SI du monde réel. Pour les gestionnaires, Merise offre des outils mieux adaptés.

Il est néanmoins nécessaire de présenter succinctement les grands principes de cette méthode pour avoir une vue d'ensemble des modélisations informatiques.

L'UML propose un ensemble d'outils permettant de décrire les éléments du monde extérieur que l'on veut modéliser. La représentation n'est pas unique mais fonctionne sur le principe des vues qui sont des visualisations en perspective des objets. Il y a cinq types de vues statiques et quatre dynamiques :

Les vues statiques représentent une vision instantanée des objets et de leur état :

- diagrammes d'objets ;
- diagrammes de classes ;
- diagrammes de cas d'utilisation ;
- diagrammes de composants ;
- diagrammes de déploiement.

Les vues dynamiques montrent le système en action :

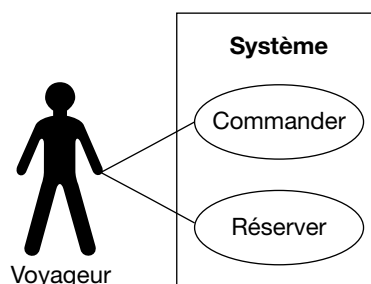
- diagrammes de séquence ;
- diagrammes de collaboration ;
- diagrammes d'états-transitions ;
- diagrammes d'activités.

UML reprend largement les éléments des objets vus précédemment :

- les classes ;
- les objets avec leur identité, leurs attributs et leurs méthodes ;
- la visibilité entre les objets qui est la modélisation des interfaces et de l'encapsulation ;
- les vues qui décrivent les interactions entre le système et les acteurs, humains ou automates.

EXEMPLE

Une représentation de vue avec le *stick man* de la boîte à outils UML.



3. <http://www.omg.org/>

LES AUTORISATIONS SUR LES DONNÉES ET LA RÉPARTITION DES DONNÉES

Dans la partie précédente, nous avons montré comment modéliser la circulation des données et les différents traitements effectués sur ces données. Dans la série précédente, nous avons insisté sur la construction de bases de données, avec notamment le modèle conceptuel des données et le langage d'interrogation des données (SQL). Ces deux aspects ne sont pas dissociés. En effet, les traitements que nous venons de présenter s'effectuent principalement sur des données stockées dans les bases de données (présentées dans la série 2).

I. LA RELATION ENTRE LES DONNÉES ET LES TRAITEMENTS

Le modèle conceptuel des traitements analytiques permet de relier les traitements aux données du système d'information. Les opérations du modèle des traitements influent sur les tables des bases de données de différentes façons et ont parfois pour objectif de modifier l'état de certaines données. C'est ce que nous allons détailler dans cette partie.

A. CONCEPTS PRÉLIMINAIRES

1. Rappels sur le MCD

Le modèle conceptuel des données est une représentation des données du système d'information. Il est constitué d'entités ayant des propriétés et reliées entre elles par des associations. De façon concrète, un MCD a pour objectif de donner naissance à une base de données en passant par le schéma relationnel. Celui-ci est la représentation de l'ensemble des tables, de leurs propriétés et des contraintes qui les relient.

2. Les actions sur les tables

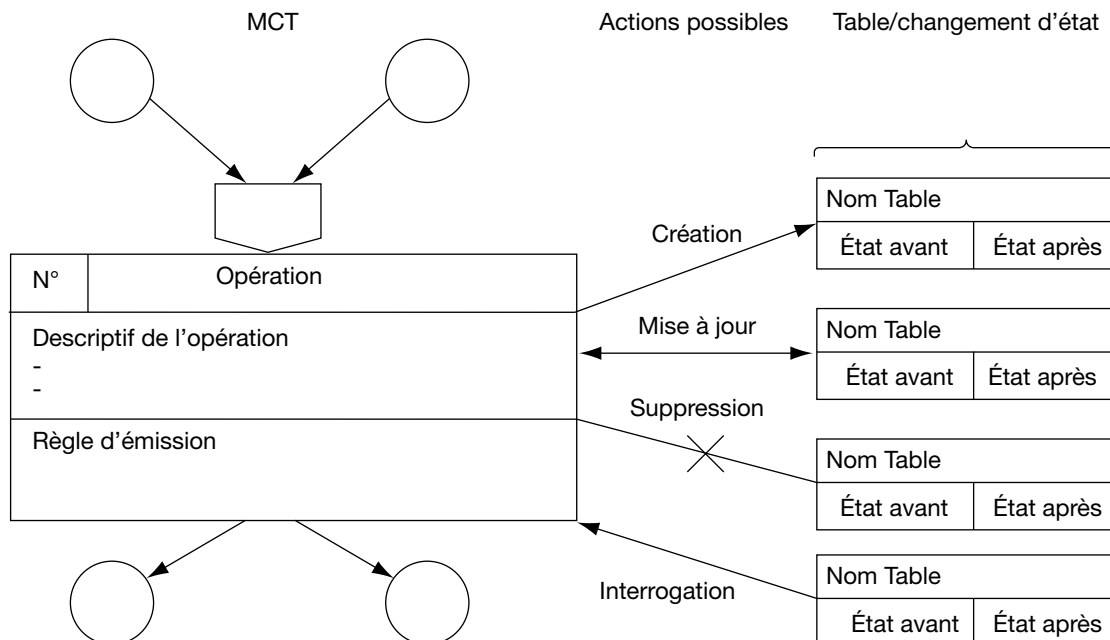
Les opérations représentées dans le modèle conceptuel des traitements influent sur les tables de la base de données de plusieurs façons :

- Création d'une donnée
(ex : création d'un nouveau client dans la table client, ajout de nouveaux produits dans la table produits)
- Mise à jour d'une donnée
(ex : modification de l'adresse du fournisseur suite à un déménagement)
- Suppression d'une donnée
(ex : suppression du produit n° 54 de la table produits car il n'est plus fabriqué)
- Interrogation de données
(ex : consultation de la table client pour récupérer l'adresse de livraison du client)
- Suite aux opérations sur les tables, l'état d'une donnée peut être modifié. Par exemple, suite à une mise à jour, la commande n° 10 passe du statut « en attente » à « validée ». De même suite à la création du client, il passe d'un état « vide » à « créé ».

B. LE MODÈLE CONCEPTUEL DES TRAITEMENTS ANALYTIQUES

1. Formalisme

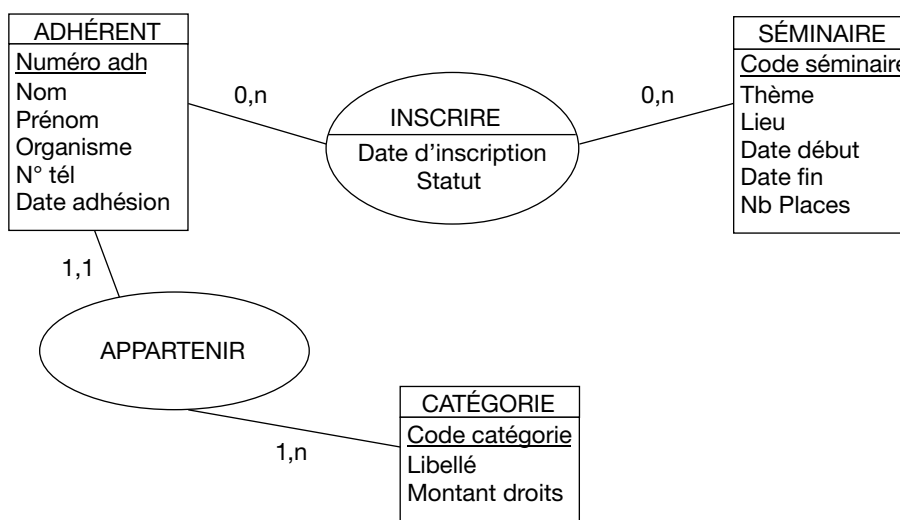
Le modèle conceptuel des traitements analytiques reprend le formalisme du MCT et ajoute les interactions avec les tables concernées de la base de données.



2. Exemple

Nous reprenons l'exemple de la gestion des séminaires. À partir du modèle conceptuel des données fourni, nous allons mettre en évidence les interactions entre les données et les traitements définis.

Rappel du MCD :



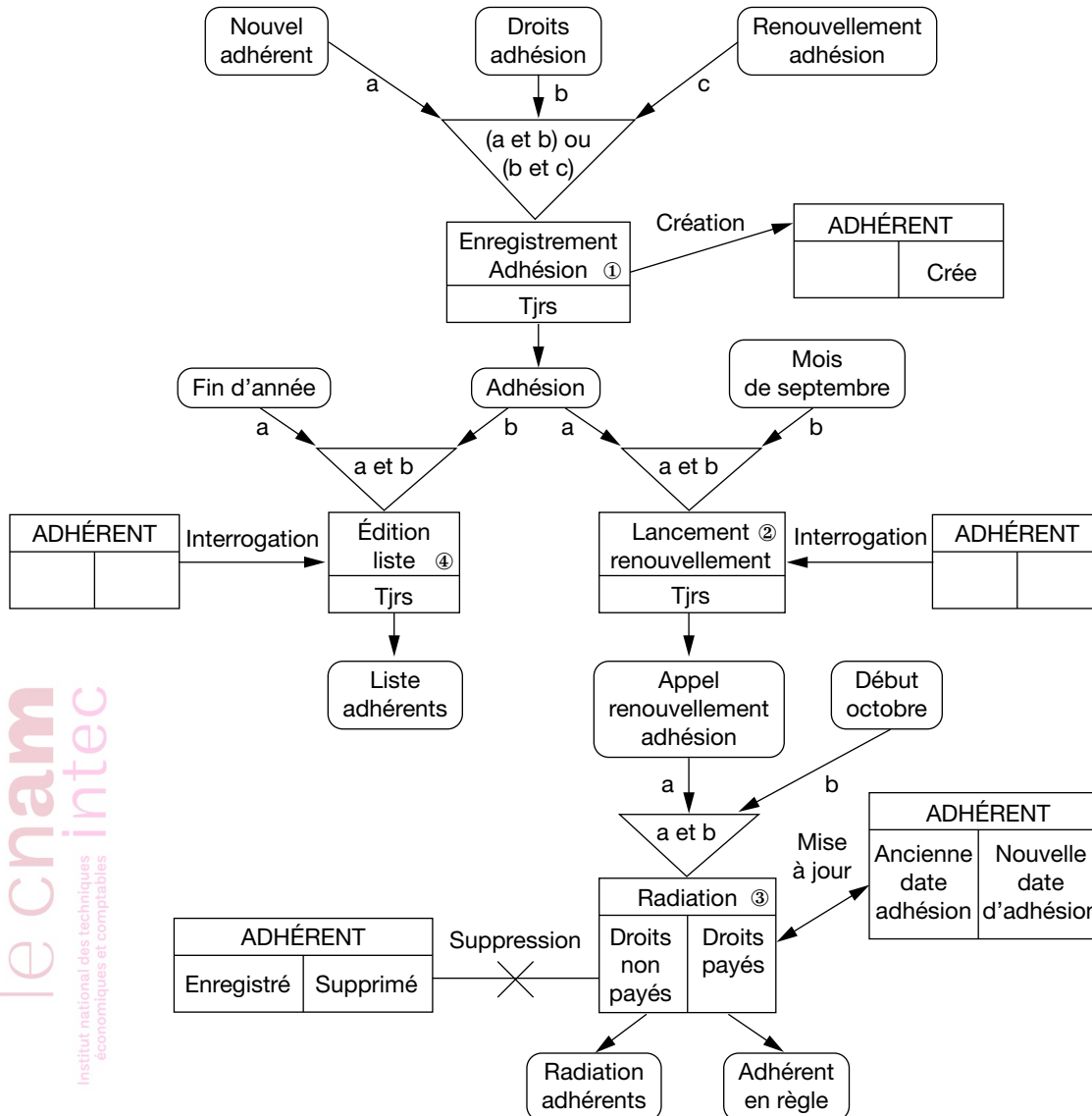
Le schéma relationnel correspondant à ce MCD donne les tables suivantes :

ADHÉRENT (Numéro adh, Nom, Prénom, Organisme, N° tél, Date adhésion, #Code catégorie)

CATÉGORIE (Code catégorie, Libellé, Montants droits)

SÉMINAIRE (Code séminaire, Thème, Lieu, Date début, Date fin, NbPlaces)

INSCRIRE (#Numéro adh, #Code séminaire, Date d'inscription)



Pour construire le MCTA, pour chaque opération mise en évidence dans le MCTA, il faut se demander quelles sont les tables concernées. Ensuite il s'agit de choisir parmi les actions que nous avons définies précédemment (création, suppression, mise à jour, interrogation). Enfin la dernière étape consiste à s'intéresser plus particulièrement aux données et à identifier les éventuels changements d'états.

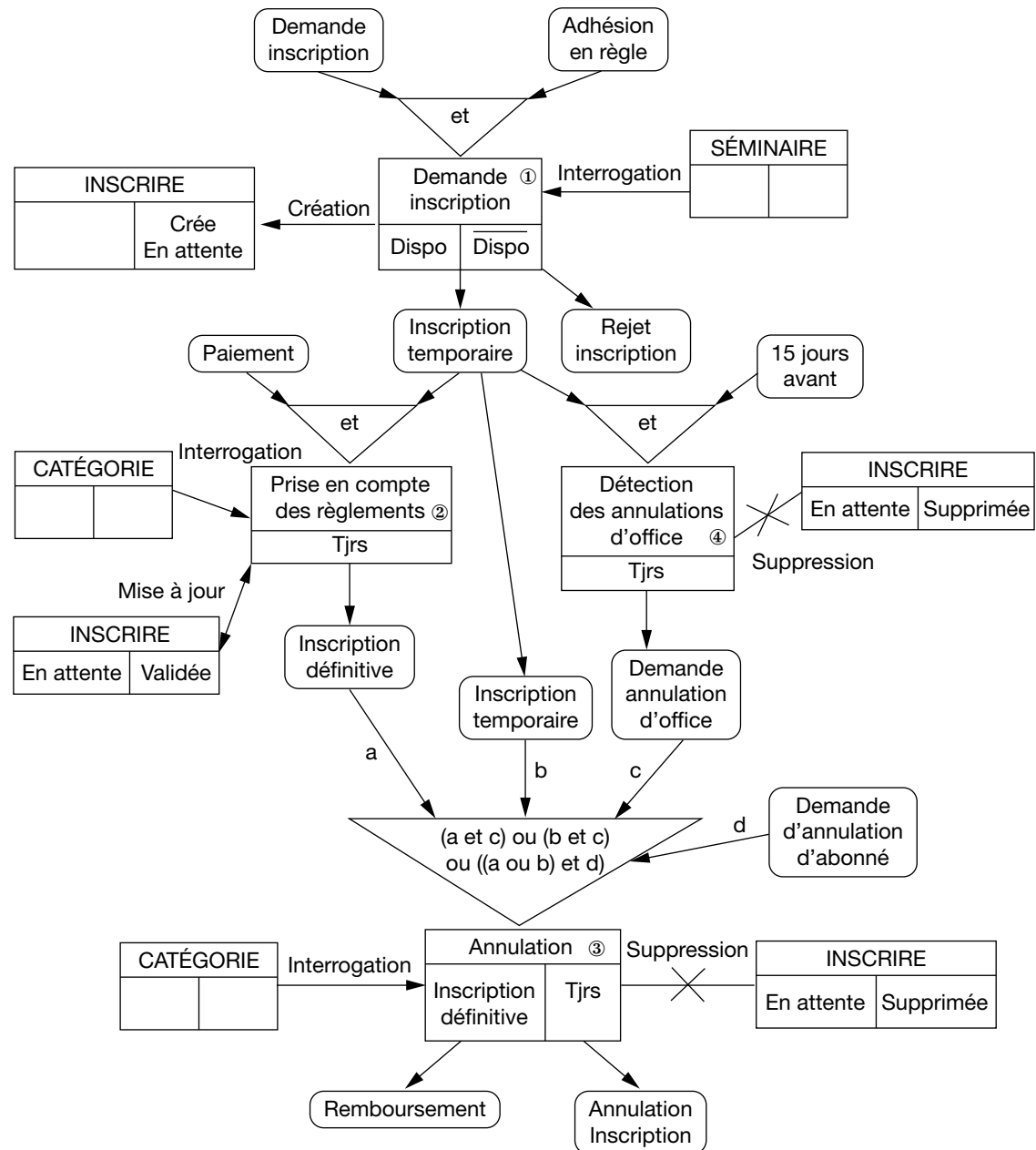
Ici toutes les opérations concernent la table « adhérent » :

- L'enregistrement consiste en la création d'un nouvel adhérent.
- L'édition des listes et le lancement des renouvellements nécessitent l'interrogation de la table « adhérent » afin de récupérer les coordonnées des adhérents à relancer.
- Enfin, l'opération de radiation consiste à supprimer les adhérents qui ne renouvellent pas leur cotisation et à modifier la date d'adhésion de ceux qui prolongent leur adhésion.

Si nous considérons les opérations suivantes, plusieurs tables sont concernées :

- Pour traiter la demande d'inscription, il convient de consulter la table « adhérent » afin de récupérer le numéro de l'adhérent, de même pour obtenir le Code du séminaire, les dates et le nombre de places disponibles on interroge la table « séminaire ». Nous considérerons que la propriété « statut » de la table « inscrire » a d'abord pour valeur « temporaire ». Ensuite, lorsque l'inscription est validée, la valeur de la propriété « statut » devient « validée ».

- Lorsque le règlement est effectué, il convient de consulter la table « catégorie » (pour vérifier le montant) et de modifier le statut de l'inscription dans la table « inscrire ».
- Pour les annulations, lorsqu'il s'agit d'une annulation avant paiement, seule la table « inscrire » est concernée : on supprime l'inscription. Si le paiement a déjà été effectué, il faudra également consulter la table « catégorie » pour définir le montant à rembourser à l'adhérent.



3. Applications

Exercice 1

ÉNONCÉ

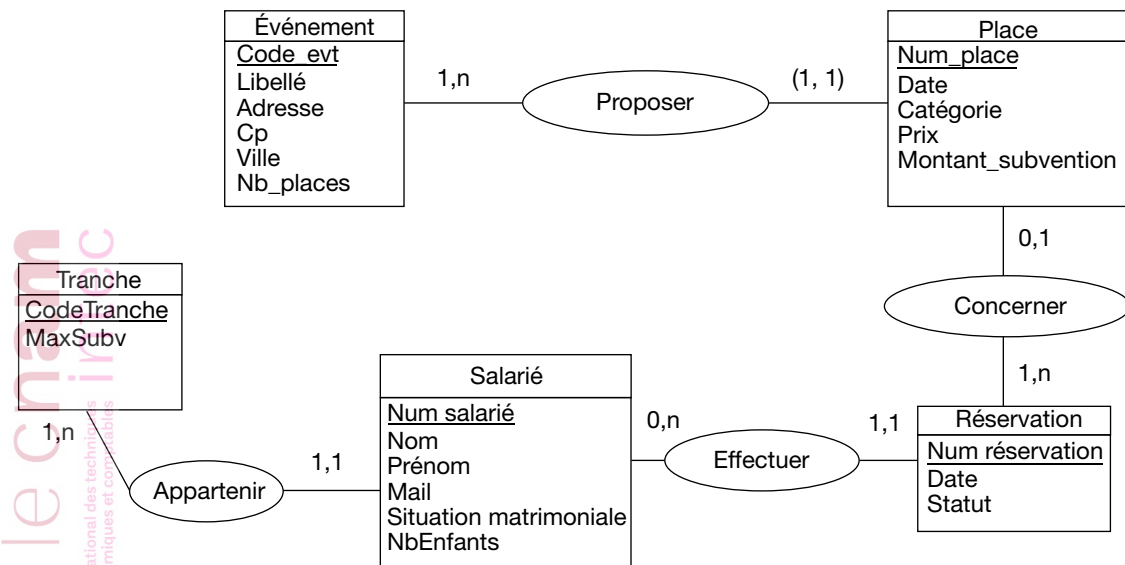
On s'intéresse à la gestion des billets de spectacles d'un comité d'entreprise (CE).

Le CE met en ligne les événements pour lesquels il bénéficie de réductions. Ces réductions correspondent en fait à une subvention accordée par le CE sur le prix normal des places.

Les salariés, selon leurs revenus et leur situation familiale, appartiennent à une tranche. Pour chaque tranche, un montant maximal de subvention est défini. Lorsque ce seuil est atteint, le salarié ne peut plus réserver de places subventionnées. Le processus de commande des places subventionnées est le suivant :

- Le salarié se connecte et remplit un formulaire en ligne en indiquant l'événement choisi et le nombre de places désiré. La réservation est « en attente de confirmation ».
- Tous les matins, la secrétaire du CE consulte les demandes de réservation et les traite. Si le salarié n'a pas atteint son plafond de subvention et qu'il reste des places, la réservation passe « en attente de paiement » et un mail est envoyé au salarié afin de lui demander de venir régler le montant de sa réservation. S'il ne reste plus de place ou que le plafond est atteint, la réservation est annulée.
- Au bout d'une semaine, si le salarié n'effectue pas le paiement, la réservation est annulée. Sinon, elle est validée.

Le modèle conceptuel des données est représenté ci-après.



TRAVAIL À FAIRE

Construire le modèle conceptuel des traitements analytiques associé au processus de réservation des billets subventionnés.

CORRIGÉ

Le schéma relationnel associé au modèle conceptuel des données est le suivant :

ÉVÉNEMENT (Code_evt, Libellé, Adresse, CP, Ville, Nb_places)

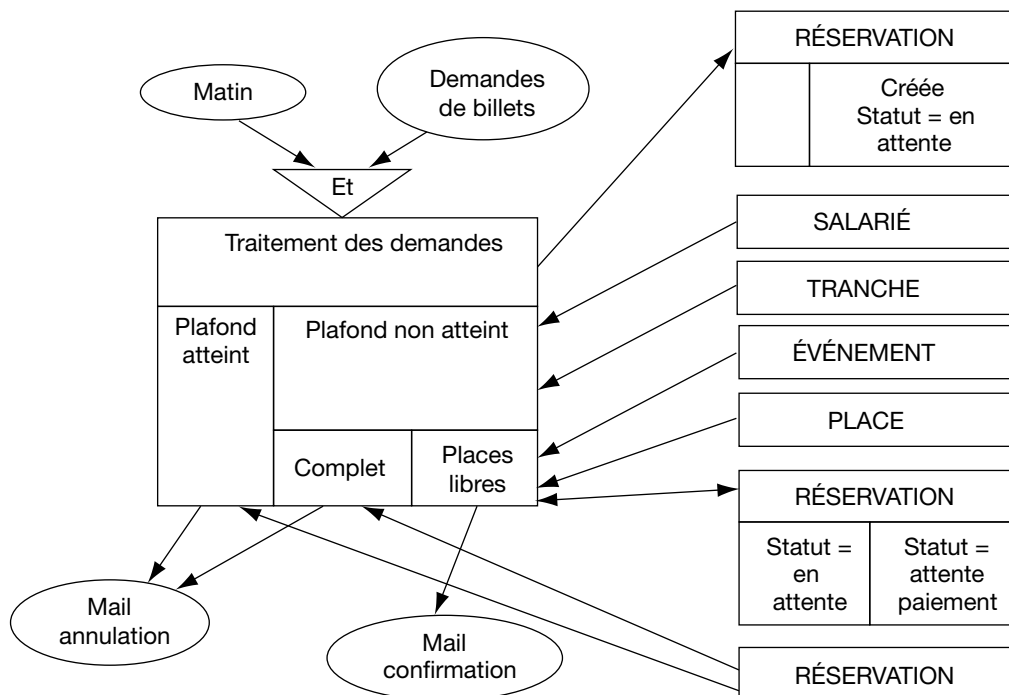
PLACE (#Code_evt, Num_place, Date, Catégorie, Prix, Montant_subvention)

CONCERNER (#Num_place, #Num_réservation)

RÉSERVATION (Num_réservation, Date, Statut, #Num_salarié)

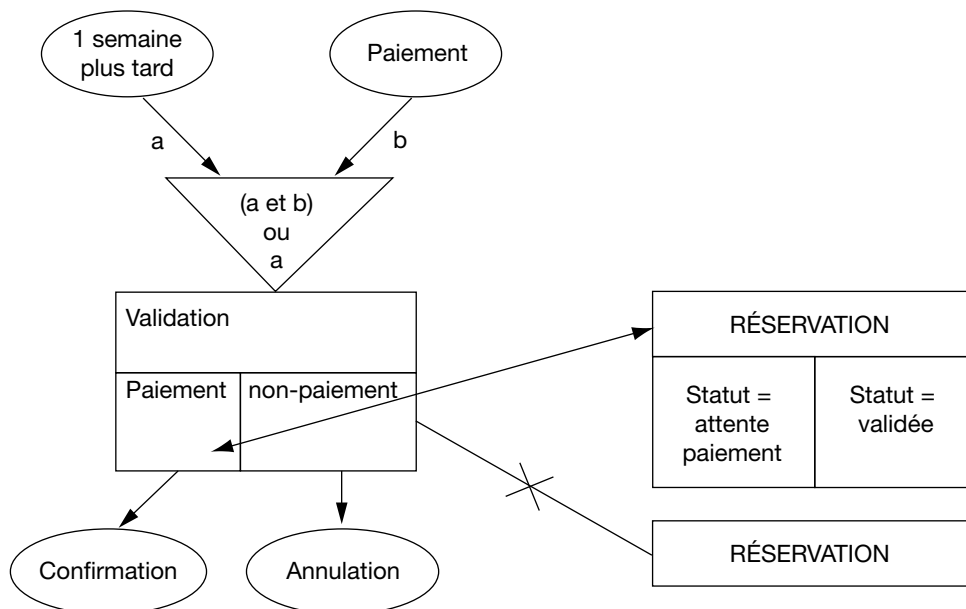
SALARIÉ (Num_salarié, Nom, Prénom, Mail, Situation matrimoniale, NbEnfants, #CodeTranche)

TRANCHE (CodeTranche, MaxSubv)



Ici nous avons un nombre important de tables consultées pour déterminer la disponibilité des places (elle apparaît dans la table « événement ») et consulter le plafond de subvention du salarié (info contenue dans « tranche »).

La suppression de la réservation s'effectue dans le cas où il n'y a plus de places mais aussi dans le cas où le salarié a atteint son plafond.



Exercice 2

ÉNONCÉ

L'entreprise MegaVo est une agence de voyages. On s'intéresse plus particulièrement à la réservation de séjours sans transports. L'entreprise dispose d'un catalogue d'hôtels partenaires correspondants à différents tarifs sur un grand nombre de destinations touristiques.

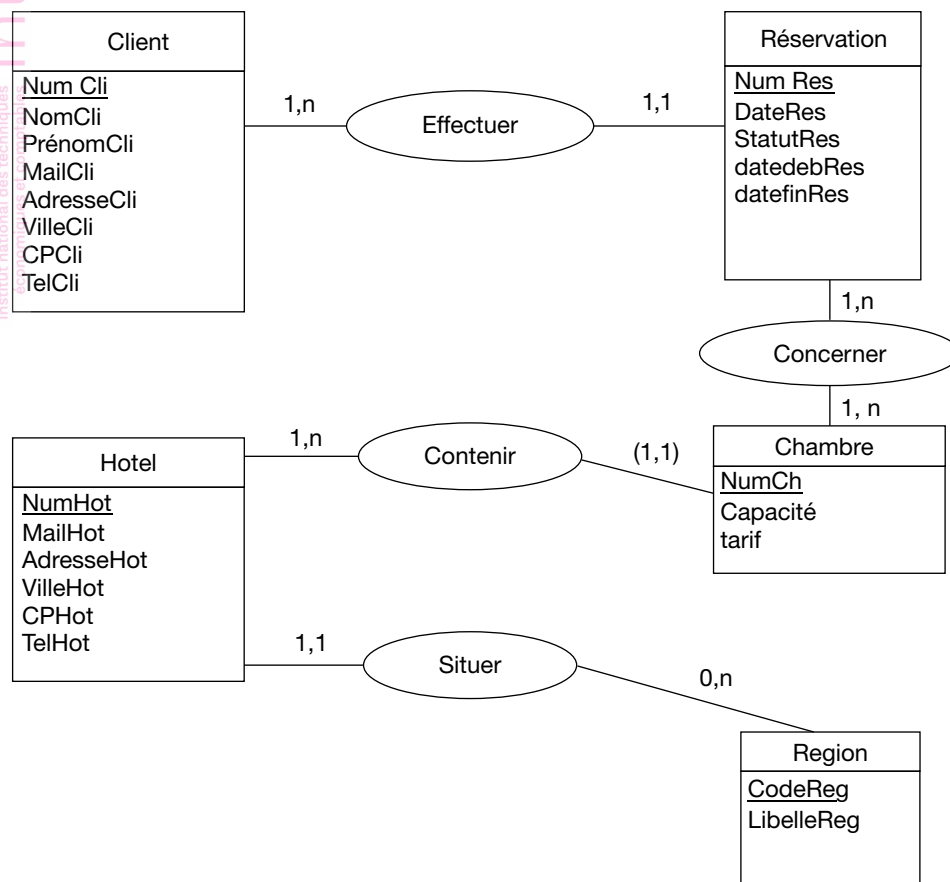
Lorsque le client se présente pour effectuer une réservation, il fournit à l'hôtesse la ville de destination et la catégorie désirée pour la chambre. Si l'entreprise dispose d'hôtels partenaires dans la ville alors une recherche approfondie est lancée dans la base et une liste d'hôtels est proposée au client. Si aucun établissement n'est disponible, les hôtels situés dans la région sont proposés au client.

Si le client décide de réserver auprès de l'entreprise MegaVo, une réservation est saisie. Si le voyage a lieu dans moins d'un mois, la totalité est à régler et la réservation est « confirmée ». Si le voyage a lieu dans plus d'un mois, le client verse un acompte de 50 % et la réservation est « en attente de solde ». Si, 7 jours avant le départ, le solde n'est pas versé, la réservation est annulée et l'entreprise retient 10 % de l'acompte versé et retourne le reste au client.

Lorsque le solde est versé, la réservation est confirmée. Le client reçoit une confirmation par mail. Parallèlement, les informations concernant la réservation sont transmises à l'hôtel.

TRAVAIL À FAIRE

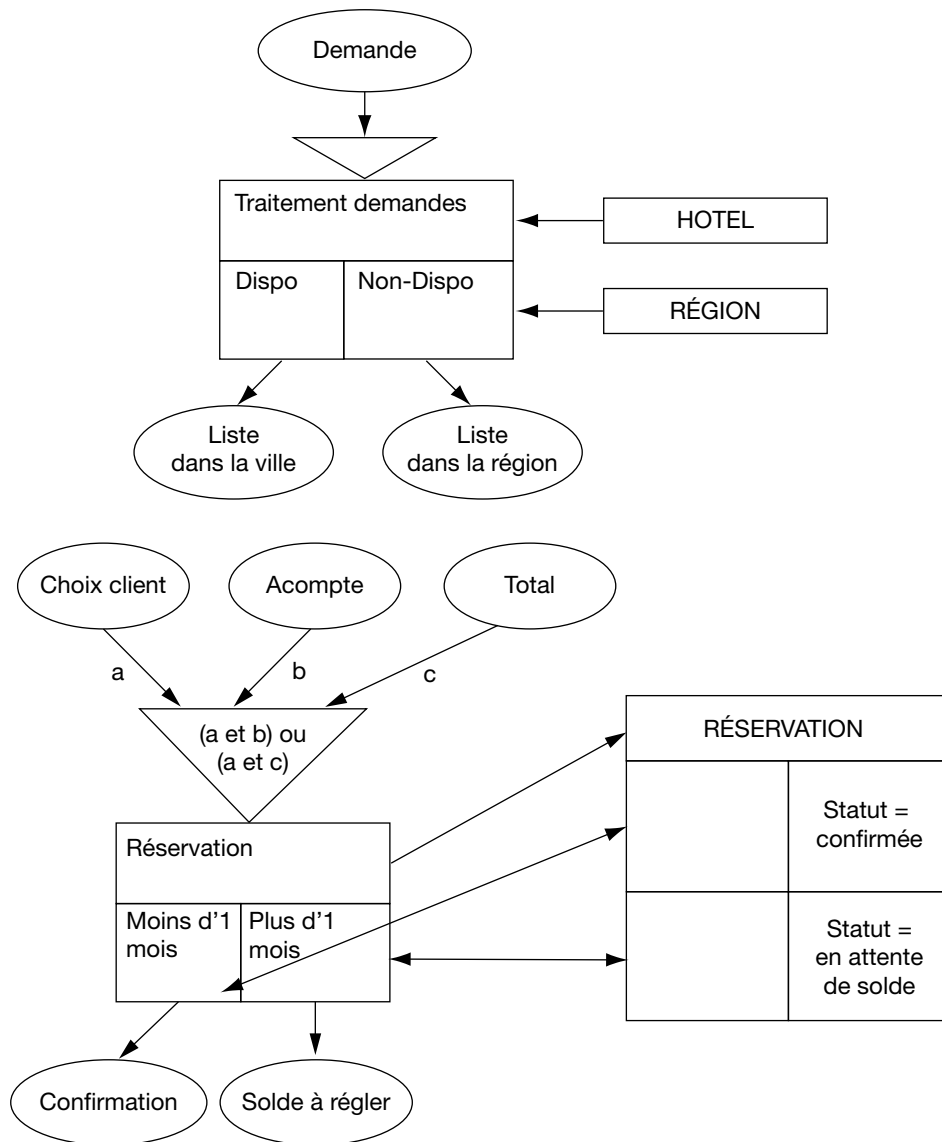
À partir du modèle conceptuel des données ci-après construire le modèle conceptuel des traitements analytique associé à la gestion des réservations.

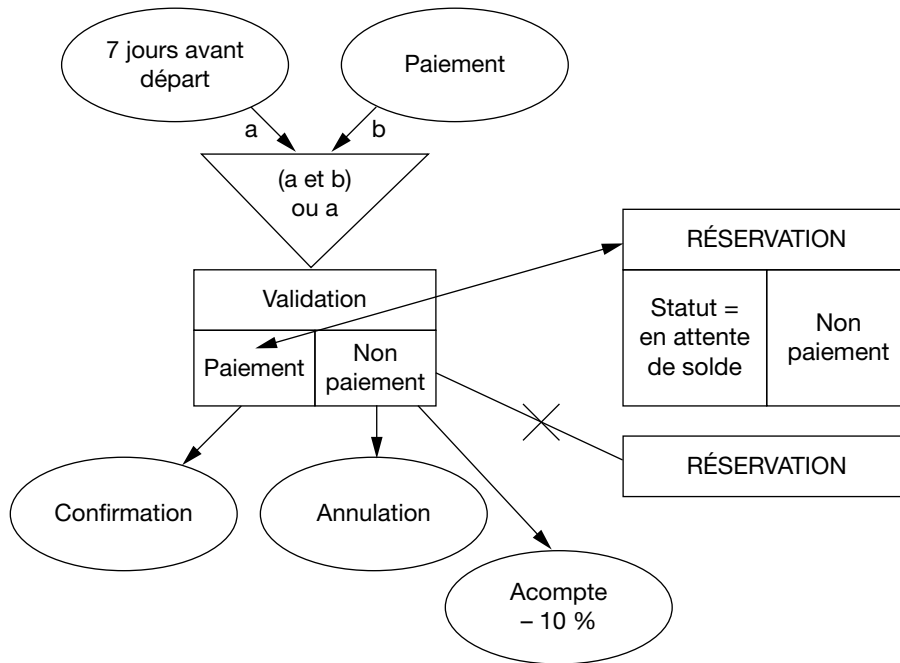


CORRIGÉ

Le schéma relationnel associé à ce modèle conceptuel est le suivant :

CLIENT (NumCli, NomCli, PrénomCli, MailCli, AdresseCli, VilleCli, CPCli, TelCli)
 RESERVATION (NumRes, DateRes, StatutRes, datedebRes, datefinRes, #NumCli)
 CHAMBRE (#NumHot, NumCh, Capacité, tarif)
 CONCERNER (#NumRes, #NumCh)
 HOTEL (NumHot, MailHot, AdresseHot, VilleHot, CPHot, TelHot, #CodeReg)
 REGION (CodeReg, LibelleReg)





II. LA NOTION DE VUE SUR UNE BASE DE DONNÉES

Nous avons montré jusqu'à présent la modélisation du système d'information sous plusieurs angles : la conception de la base de données avec le MCD, la modélisation des traitements avec le MCT et ses interactions avec la base de données avec le MCTA. Ici nous allons nous intéresser plus précisément aux utilisateurs du système d'information. En effet, tous les utilisateurs n'accèdent pas de la même façon aux informations stockées dans les bases de données. Il est même primordial que tous les utilisateurs n'aient pas les mêmes accès afin de préserver l'intégrité des données.

A. LA RESTRICTION D'ACCÈS AUX DONNÉES

Il s'agit ici de modéliser les données telles qu'elles sont vues par les différents types d'utilisateurs. Pour chaque type d'utilisateur différent, un schéma devra être réalisé afin de mettre en évidence les informations qu'il peut consulter et celles qu'il peut modifier, supprimer ou ajouter. Enfin, les informations qu'il ne voit pas ne sont pas représentées.

Deux formalismes peuvent être utilisés selon le niveau de granularité désiré :

- Une représentation du MCD en indiquant pour chaque entité et association les droits accordés à la catégorie d'utilisateur considérée. Les droits sont : AJOUT, CONSULTATION, MODIFICATION, SUPPRESSION.

Cette représentation est limitée dans la mesure où parfois un utilisateur n'a accès qu'à certaines propriétés d'une entité et pas aux autres.

- Une représentation sous forme de tableau qui détaille pour chaque entité et association, l'ensemble des attributs. Il s'agit ensuite pour chaque attribut de préciser le type d'accès autorisé.

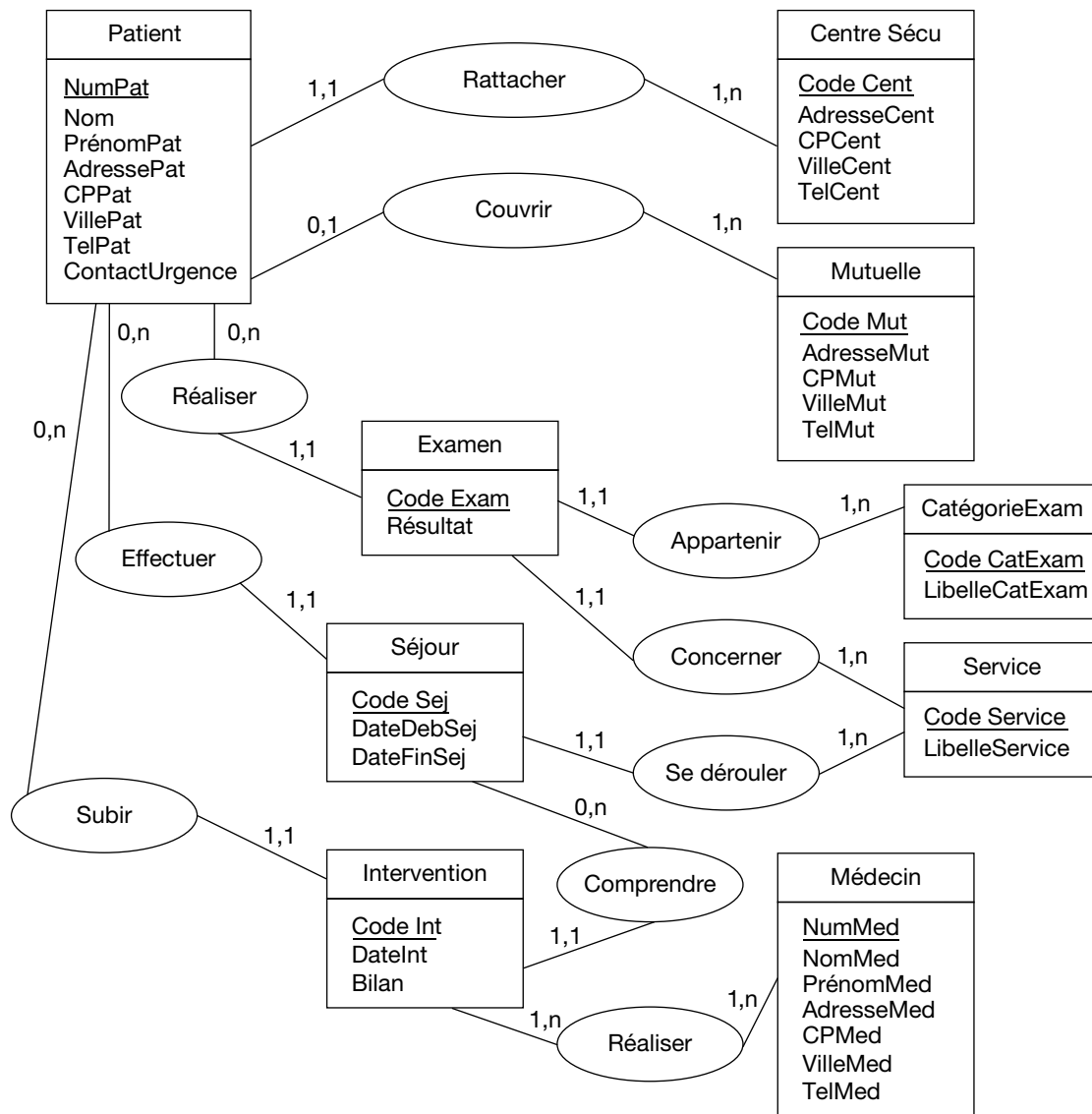
Formulaire type pour la définition des restrictions d'accès aux données

Titre : Profil d'utilisateur

Entité/Association	Propriétés	Type d'accès

EXEMPLE

La clinique des mousseaux, futur établissement de pointe en cours de construction, envisage d'ores et déjà la mise en place d'un système d'information unifié permettant la gestion de l'ensemble des données traitées par les différents services de l'établissement. Voici un extrait du modèle conceptuel des données en cours d'élaboration.

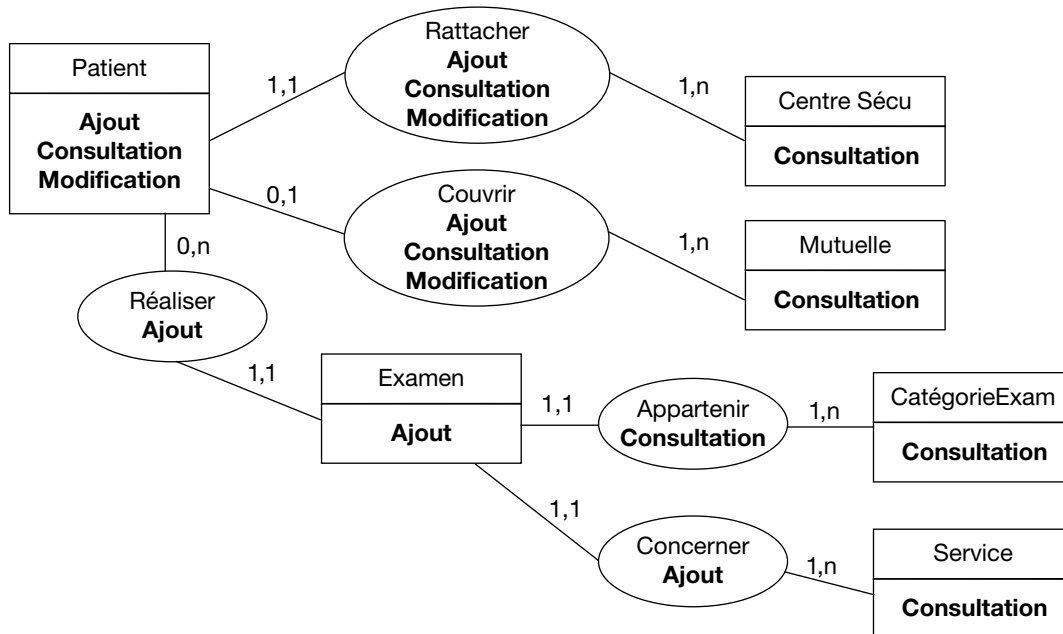


Étant donné le caractère très particulier, en termes de confidentialité, des données médicales, une politique de restriction des accès aux données doit être mise en place. On vous demande de mettre en évidence les accès du secrétariat du service d'analyse du laboratoire. Faites de même pour le médecin. On vous donne les informations suivantes concernant l'activité de ces deux profils.

La secrétaire peut consulter les informations concernant le patient, les modifier et le cas échéant créer un nouveau patient. En revanche, elle ne peut les supprimer. Ensuite, elle peut saisir les informations concernant un examen mais ne peut ni modifier, ni consulter les examens précédents.

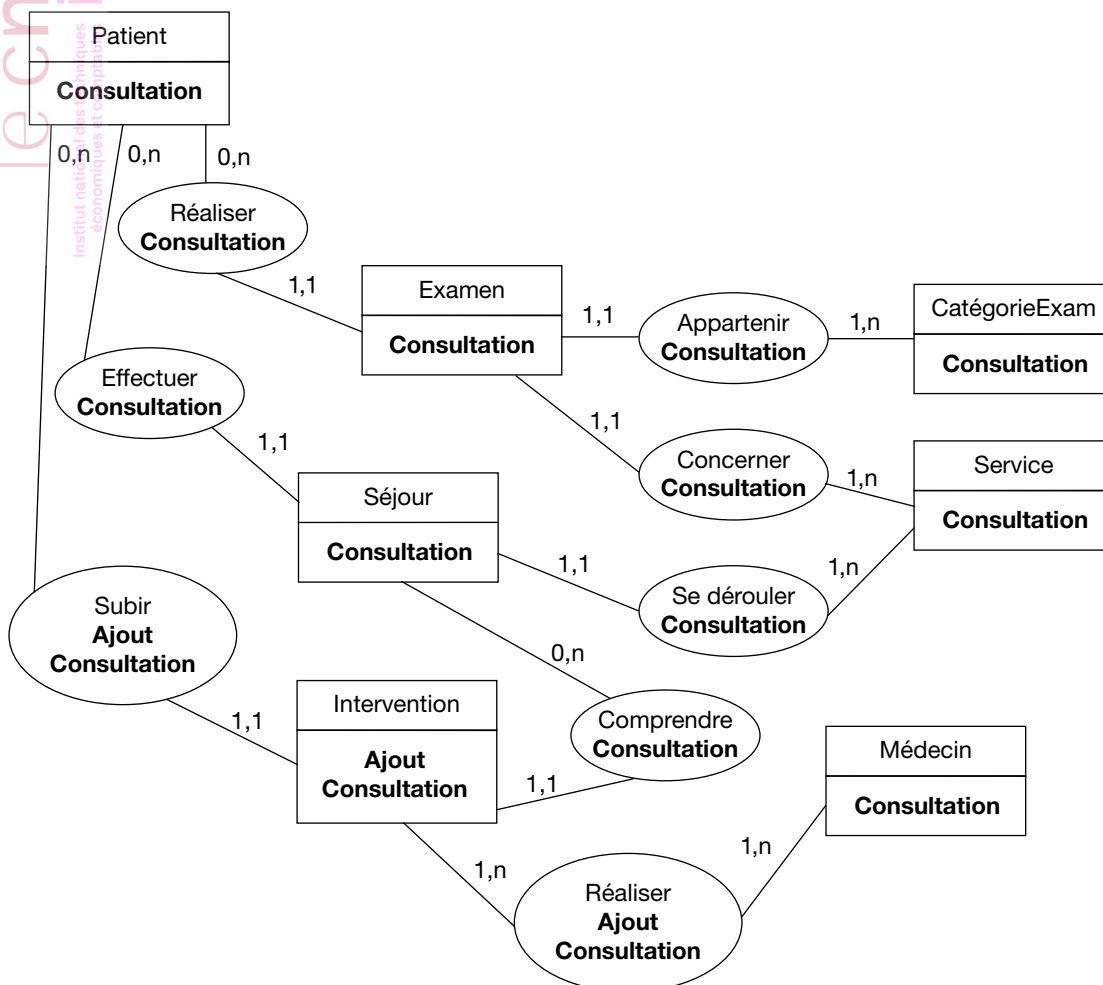
Le médecin, quant à lui, a accès en consultation à tous les éléments concernant le séjour, les examens, les interventions de son patient. Il peut ajouter des interventions mais ne peut ni les modifier, ni les supprimer.

Restriction d'accès aux données pour le profil « secrétaire de laboratoire »



Ici, la secrétaire peut modifier l'intégralité des données concernant le patient, or ce n'est pas le cas pour l'état civil par exemple, nous verrons par la suite comment affiner les droits.

Restriction d'accès aux données pour le profil « médecin »



Comme nous l'avons précisé précédemment, la représentation des droits d'accès sur Modèle Conceptuel des données n'est pas toujours suffisante. Dans le cas de la secrétaire de laboratoire, elle a accès à l'intégralité des données du patient de l'entité patient mais en ce qui concerne la modification, elle ne devrait pas pouvoir modifier tous les champs. Voici un extrait du catalogue de restriction d'accès aux données.

Catalogue de restriction d'accès aux données pour le profil « secrétaire de laboratoire »

Entité/Association	Propriétés	Type d'accès	Commentaires
Patient	NumPat	Consultation	Il s'agit d'un numéro automatique.
Patient	NomPat	Consultation	
Patient	NomPat	Consultation	
Patient	AdressePat	Consultation, Ajout, Modification	Les éléments d'adresse et de contact sont bien évidemment sujets à modification.
Patient	CPPat	Consultation, Ajout, Modification	
Patient	VillePat	Consultation, Ajout, Modification	
Patient	TelPat	Consultation, Ajout, Modification	
Patient	ContactUrgence	Consultation, Ajout, Modification	

B. MÉTHODE DE MISE EN ŒUVRE EN SQL

Nous venons de montrer comment définir et représenter les différents droits d'accès aux données de la base de données. Nous allons montrer ici concrètement comment ces accès sont définis d'un point de vue technique.

Nous utilisons pour cela le langage SQL et plus précisément de langage de contrôle des données. Ce langage se base sur la notion de privilèges (ou droits) que l'on attribue aux différents utilisateurs.

1. La gestion des utilisateurs

Pour créer un utilisateur, il suffit de définir un login et un mot de passe.

```
CREATE USER <login> IDENTIFIED BY <mot de passe>;
```

Par exemple pour créer un compte générique pour le secrétariat de laboratoire avec comme de passe 12345 :

```
CREATE USER Secretariat_labo IDENTIFIED BY '12345';
```

Pour modifier le mot de passe d'un compte :

```
ALTER USER <login> IDENTIFIED BY <mot de passe>;
```

Une fois l'utilisateur créé, il faut lui attribuer des droits (privilèges), c'est-à-dire définir de manière explicite l'ensemble des tables auxquelles il peut accéder ainsi que le mode d'accès (consultation, insertion, modification, suppression).

2. L'attribution de privilèges aux utilisateurs

La syntaxe des instructions de privilèges est la suivante :

```
GRANT <type de privilège> ON <table(s) concernée(s)> TO <login(s) utilisateur(s);
```

EXEMPLE

```
GRANT SELECT ON PATIENT TO Secretariat_labo;
```

Cette instruction permet d'autoriser le secrétariat du laboratoire à effectuer des requêtes de sélection sur la table Patient. Il est possible de définir des privilèges en bloc c'est-à-dire de toucher plusieurs utilisateurs en même temps en les séparant par une virgule.

De même on aura les privilèges suivants :

- INSERT pour autoriser l'insertion de données ;
- UPDATE pour autoriser la mise à jour ;
- DELETE pour autoriser la suppression.

Enfin, il est possible d'accorder tous les privilèges sur une table d'un coup par l'instruction :

GRANT ALL PRIVILEGES ON <nom table> TO <login>;

Pour supprimer un privilège il suffit d'utiliser l'instruction REVOKE :

REVOKE <privilege> ON <table> FROM <login>;

EXEMPLE

REVOKE SELECT ON Patient FROM Secretariat_medical;

L'utilisateur « secretariat_medical » se voit retirer le droit de consulter la table patient.

Dans certaines situations, il peut être intéressant de gérer la consultation des données à un niveau de granularité plus fin que la table, comme c'est le cas lorsque des privilèges sont octroyés. On recourt dans ce cas à la notion de vue.

3. Les vues

La vue peut être considérée comme une table virtuelle (qui n'est pas réellement créée dans la base de données) et qui permet d'extraire des éléments précis. Une fois créée, la vue est considérée comme une table à part entière, il est donc possible d'effectuer tous les types de requêtes dessus.

La vue se définit à partir de requêtes de sélection.

L'instruction de création d'une vue est la suivante :

CREATE VIEW <Nom de la vue>

AS <requête définissant les données à intégrer dans la vue>;

EXEMPLE 1

On souhaite stocker dans une vue Mut_Par, l'ensemble des coordonnées des mutuelles dont le siège est à Paris.

CREATE VIEW Mut_Par

AS SELECT * FROM MUTUELLE WHERE VilleMut = 'PARIS';

EXEMPLE 2

On souhaite stocker dans une vue « INTER_CARD », les codes et bilans des interventions réalisées par les chirurgiens Gadon et Dobos. Ces interventions ont besoin d'un suivi particulier dans la mesure où il s'agit d'opérations à cœur ouvert.

CREATE VIEW INTER_CARD

AS SELECT CodeInt, Bilan FROM INTERVENTION, REALISER, MEDECIN

WHERE INTERVENTION.CodeInt = REALISER.CodeInt

AND REALISER.NumMed = MEDECIN.NumMed

AND NOMMed IN ('Gadon', 'Dobos');

LES MATÉRIELS INFORMATIQUES

I. L'ORDINATEUR

Nous évoquerons au cours de cette leçon la structure de base de l'ordinateur au niveau de ses composantes matérielles et de son principe de fonctionnement puis nous étudierons les matériels périphériques qui lui sont adjoints.

Pour commencer, une définition, celle de l'excellent « Jargon Français » (<http://jargonf.org>) :

Définition

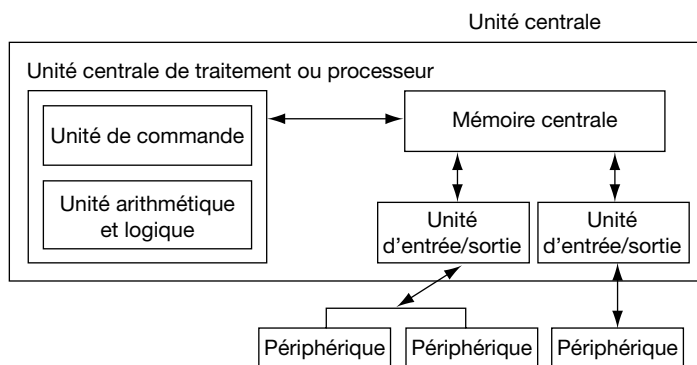
Ordinateur : « Terme proposé en 1955 par J. Perret à la demande d'IBM, pour remplacer "Calculateur", lui-même devenu inapproprié, car les ordinateurs faisaient désormais bien plus de choses que du simple calcul. Machine à traiter de l'information, comme son nom l'indique, il "ordonne" les données. Basé depuis quarante ans sur l'architecture de John Von Neumann⁴, il contient principalement un processeur, de la mémoire, et des mécanismes d'"entrée-sortie", qui lui permettent de communiquer avec le reste de l'univers connu.

Les ordinateurs sont distingués soit par leurs tailles (micro/mini/mainframe), leurs domaines d'applications (terminal/serveur/station de travail) ou leur interopérabilité (Unix, Windows, MacOS...). »

En anglais, l'équivalent d'ordinateur est « computer ».

A. GÉNÉRALITÉS

Un ordinateur se compose d'une mémoire centrale qui contient programmes et données, d'une unité centrale de traitement (Central Processing Unit ou CPU) qui exécute un programme chargé en mémoire centrale, d'unités d'entrée/sortie permettant l'échange d'informations avec les unités périphériques qui sont les organes chargés de la communication avec l'utilisateur. L'ensemble unité de traitement + mémoire est appelé unité centrale.



4. John Von Neumann : brillant mathématicien hongrois de naissance, américain d'adoption, qui est le créateur (fin des années 1930) du concept d'un calculateur programmable qui utilise une mémoire pour stocker données et programmes. Il est aussi l'auteur de la célèbre formule : « Si les gens ne croient pas que les mathématiques sont simples, c'est tout simplement parce qu'ils ne se rendent pas compte à quel point la vie est compliquée ».

1. Les générations d'ordinateurs

On a pu classer les ordinateurs en générations selon les technologies utilisées pour le stockage et le traitement de l'information (les mémoires et les processeurs).

La première génération d'ordinateurs (1942-1957) regroupe les calculateurs faisant appel aux tubes, et dont le rôle était à l'origine principalement militaire. Le représentant le plus connu est l'ENIAC.

La deuxième génération d'ordinateurs (1958-1963) utilise pour la première fois les transistors.

La troisième génération intègre les transistors dans des circuits imprimés à faible et moyenne capacité d'intégration.

La quatrième génération marque l'arrivée des mini-ordinateurs dans les années soixante-dix, puis la révolution de la micro-informatique dans les années quatre-vingt. Depuis les progrès techniques ont fait se succéder à un rythme toujours plus soutenu les gammes de matériels.

Désormais nous sommes dans l'ère des microprocesseurs qui mettent en œuvre une intégration de plus en plus poussée des transistors sur les circuits intégrés, accroissant ainsi les performances. La loi de Moore en est l'expression.

2. La loi de Moore

Devant l'évolution extrêmement rapide des technologies liées aux microprocesseurs, on a cherché à formuler des hypothèses sur le progrès de leurs performances. Ainsi Gordon Moore, cofondateur de la société Intel, avait affirmé en 1965 lors d'une conférence de presse, que « le nombre de transistors par circuit de même taille va doubler tous les 2 ans ». Cette affirmation a marqué les esprits, puisqu'elle est devenue un défi à tenir pour les fabricants de microprocesseurs, et plus particulièrement pour Intel.

La vérification empirique de cette prédiction est probante jusqu'à aujourd'hui en lui apportant quelques tempéraments.

Des éléments connexes comme le cadencement (la vitesse de l'horloge) et l'efficacité des architectures électroniques font que le doublement des transistors (des « équivalents transistors » en réalité sur les circuits intégrés) tous les deux ans correspond à un doublement effectif des performances tous les 18 mois.

En 1995, Moore vérifia que la progression prévue avait bien été respectée. Aujourd'hui encore, on reste très près de ce facteur de deux qui est devenu la mesure « normale » pour les concepteurs de circuits. Cet accroissement devrait connaître un terme assez brutal lorsque l'on atteindra les limites physiques de la matière, que la finesse de la gravure des circuits intégrés approchera la taille de l'atome.

EXEMPLE DE VÉRIFICATION PROPOSÉ PAR INTEL

En 1971, le 4 004 était constitué de 2 300 transistors. Le Pentium II en compte plus de 7,5 millions, le Pentium III 29 millions et enfin le Pentium IV 42 millions, le Core II 291 millions et, enfin, l'i 7, 731 millions de transistors.

Mais attention, une loi peut en cacher une autre ! En effet, pour obtenir la poursuite de la progression, il est nécessaire d'investir toujours plus en recherche-développement ! Ce qui donne la loi de Rock du nom de l'un des économistes d'Intel : la loi de Rock dit que pour continuer le progrès dans l'industrie des microprocesseurs, il faut doubler le volume des investissements tous les 4 ans.

B. L'UNITÉ CENTRALE

1. L'unité centrale de traitement ou CPU

L'unité centrale de traitement est le cerveau de l'ordinateur, c'est elle qui interprète et exécute les instructions des programmes.

Elle se compose de deux unités :

- l'unité arithmétique et logique qui réalise les opérations arithmétiques et logiques ;
- l'unité de commande qui interprète les instructions et dirige le fonctionnement de toutes les autres unités en leur fournissant les signaux de commande.

L'intégration de la CPU sur un seul composant électronique fabriqué de manière industrielle, le microprocesseur, assure depuis 30 ans la croissance de l'informatique.

2. Les unités centrales des micro-ordinateurs

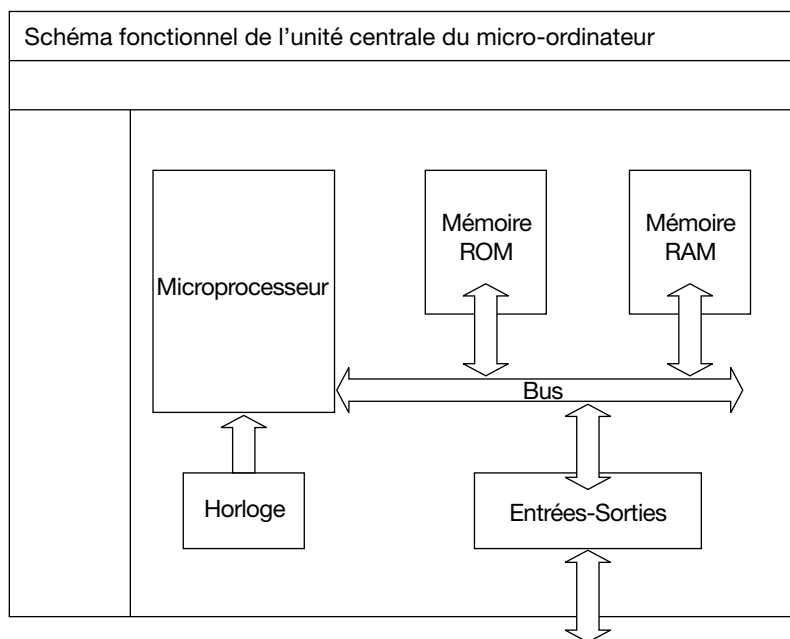
L'unité centrale, c'est la plate-forme de tout micro-ordinateur. Cette plate-forme modulaire comporte des éléments incontournables, et des périphériques variant d'un modèle à l'autre : on parle alors de configuration.

La plupart des constructeurs proposent pour les postes individuels des configurations prédéfinies intégrant un ensemble figé unité centrale, écran, clavier, la souris, graveur et carte graphique performante. Pour le marché professionnel haut de gamme au contraire, les offres sont modulaires, pratiquement chaque élément étant au choix. Le constructeur Dell a pris la première place des constructeurs informatiques en optant pour cette seconde formule pour l'ensemble de ses ordinateurs, des machines familiales économiques aux serveurs ultra-performants.

La configuration minimale « type » d'un micro-ordinateur comprend une carte mère portant le microprocesseur, des barrettes mémoire et des cartes d'interface. Il est à noter que de plus en plus de fonctionnalités peuvent se retrouver intégrées sur la carte mère avec des composants spécialisés (accès au réseau, gestion de l'affichage graphique...) et ceci pour réduire les coûts de fabrication.

Ces éléments sont réunis à l'intérieur d'un boîtier à l'arrière duquel on trouve des ports de connexion pour l'imprimante ou d'autres matériels.

L'architecture d'un micro-ordinateur est la suivante :



- Le Microprocesseur.

Deux types de **mémoires** :

- mémoire **ROM** (Read Only Memory) ou mémoire morte, accessible uniquement en lecture, dont le contenu n'est pas perdu en cas de coupure d'alimentation (mémoire non volatile). Ce type de mémoire est utilisé pour stocker des informations qui ne seront pas modifiées.
- mémoire **RAM** (Random Acces Memory) ou mémoire vive, accessible en lecture et en écriture dont le contenu est perdu en cas de coupure de courant (mémoire volatile). Ce type de mémoire est utilisé pour stocker des informations temporaires.
- **Une Horloge** (« cadencement » et synchronisation de l'ensemble).
- **Un BUS** : circuits qui assurent la liaison entre tous les composants du système. Ainsi, toutes les informations échangées entre les éléments constituant le micro-ordinateur passent par le bus.

Le fonctionnement de ces éléments est coordonné par le BIOS.

« Le BIOS (« Basic Input/Output System » traduisez « Système de gestion élémentaire des entrées/sorties ») est un composant essentiel de l'ordinateur, permettant le contrôle des éléments matériels. Il s'agit d'un petit logiciel dont une partie est dans une ROM (mémoire morte, c'est-à-dire une mémoire qui ne peut pas être modifiée), et une autre partie est dans un EEPROM (mémoire modifiable par impulsions électriques, d'où le terme flasher pour désigner l'action de modifier l'EEPROM). »

www.commentcamarche.net/pc/bios.php3

a. Microprocesseurs : les modèles et les appellations

Plusieurs firmes produisent des microprocesseurs pour ordinateurs ; la plus importante est Intel, d'autres existent : AMD, Motorola, IBM... Le terme de « fondeur » est souvent utilisé pour décrire le métier de ces firmes.

Les fondeurs adaptent leurs processeurs à des segments spécifiques du marché des ordinateurs.

Par exemple, voici les principales catégories de processeurs de la firme Intel :

- **PC de bureau** : processeurs Phenom, Celeron, i3 (ancienne appellation Core 2 Duo), Core i5, Core i7 ;
- **PC portables** : Atom (ultra-portables) auquel s'ajoutent des versions à la consommation réduite des processeurs des PC de bureau.

Stations de travail et serveurs : Itanium, une gamme de processeurs orientée cartes multiprocesseurs. Chaque processeur est conçu pour répondre aux exigences d'un environnement spécifique.

EXEMPLE

Les processeurs Intel pour PC portables, sous la dénomination Centrino un mode de fonctionnement basse tension pour réduire la consommation d'énergie et accroître la dissipation thermique, avec des fréquences d'horloge allant de 1,3 à 3,1 GHz.

Chez un fondeur, les microprocesseurs dont les numéros de modèle sont les plus élevés sont en général les plus puissants mais les changements de technologie réservent parfois des surprises. On a vu de nouveaux processeurs économiques dépasser des processeurs anciens plus chers et annoncés comme plus performants.

Les microprocesseurs de la famille Intel ont une compatibilité ascendante, c'est-à-dire qu'un logiciel développé pour un microprocesseur plus ancien fonctionnera avec les nouveaux microprocesseurs. Cette compatibilité ascendante est une lourdeur car les concepteurs de ces circuits sont obligés d'intégrer des unités obsolètes qui caractérisaient les premiers microprocesseurs de cette famille. Elle est cependant un fort atout d'un point de vue commercial.

Cette compatibilité ascendante n'est pas totalement continue et les processeurs Intel actuels ne sont pas totalement compatibles avec les processeurs de type 80486 et Pentium. Ils ne sont pas dotés de la « boîte » de compatibilité avec les processeurs 8086 qu'avaient leurs prédécesseurs.

Le tableau ci-après synthétise les informations concernant les microprocesseurs Intel utilisés pour construire des micro-ordinateurs supportant les systèmes d'exploitation de Microsoft (Windows) :

GAMME INTEL					
Dénomination	Fréquence ou indice	Socket	FSB (MHz)	Nombre de cœurs	Mémoire cache
Pentium 4 (obsolète)	520 (2,8 GHz), 530 (3 GHz), 540 (3,2 GHz), 550 (3,4 GHz) et 560 (3,6 GHz)	775	400	1	1 Mo
Xeon	Jusqu'à 3,2 GHz	478	533	1	512 Ko
Core 2 Duo/i3	Jusqu'à 3,30 GHz	775/1 155	1 200	2	3 Mo
i5	Jusqu'à 3,7 GHz	1 155	1 200	2-4	6 Mo
i7	Jusqu'à 3,73 GHz	1 156 ou 1 366	1 200 à 2 400	4-6	8 à 12 Mo

AMD a longtemps été un concurrent menaçant pour Intel et a même dépassé Intel lors de la fin de vie du Pentium 4. Depuis l'apparition de l'architecture Core2 duo et encore davantage avec celle de l'architecture i7, ce fondeur ne dispose plus d'aucun modèle de processeur ayant des performances comparables à celles des processeurs Intel. En attendant une prochaine architecture performante, ses processeurs Phenom, Athlon et Opteron tentent de lutter sur les prix mais même là, Intel ne cède pas de terrain.

REMARQUES

- 1 GHz = 1 000 MHz = 1 milliard de Hz. L'unité étant le hertz, mesure de la fréquence. 1 Hz = 1 cycle par seconde.
- « Socket » indique le modèle de connecteur qui relie le processeur à la carte mère.
- « FSB » pour « Front Side Bus », plus la vitesse de ce bus est élevée, meilleure est la performance.
- La « Finesse de gravure » permet d'augmenter le nombre de composants par unité de surface.
- La « mémoire cache » améliore les performances en stockant les résultats intermédiaires et en régulant les flux (mémoire tampon).

b. La mémoire vive ou RAM (RAM = Random Access Memory)

C'est la mémoire principale de l'ordinateur en fonctionnement. Elle sert à enregistrer provisoirement toutes les informations nécessaires, sous forme de signaux électriques binaires 0/1, les bits (binary digits). Le stockage des données se fait ensuite sur des périphériques de stockage, dont le premier est bien sûr le disque dur.

Unités utilisées pour décrire la capacité de stockage des mémoires : un octet = 8 bits

Unité	Abrégé	Valeur exacte en octet	Valeur approximative
Kilo-octet	Ko	$2^{10} = 1\,024$	Mille octets
Méga-octet	Mo	$2^{20} = 1\,048\,576$	Un million
Giga-octet	Go	$2^{30} = 1\,073\,741\,824$	Un milliard
Téra-octet	To	$2^{40} = 1\,099\,511\,627\,776$	Mille milliards

Cette mémoire vive est habituellement de type dynamique (DRAM = dynamic RAM) : elle est périodiquement rafraîchie par lecture et réenregistrement immédiat, afin que les condensateurs électriques qui stockent les signaux ne se déchargent pas mutuellement (fuites). Il existe également de la mémoire vive statique (SRAM) ne nécessitant pas de rafraîchissement, mais son prix élevé et ses performances médiocres en font un produit peu intéressant pour les unités centrales d'ordinateurs.

Il existe plusieurs « qualités » de mémoire, certaines opérant un autocontrôle de leur fonctionnement. Le contenu de la mémoire vive est effacé lorsque l'alimentation de l'ordinateur est coupée. Échappe à cette règle le stockage des informations concernant la configuration et l'horloge « temps réel », qui fait appel à une batterie.

Actuellement sur le marché des mémoires vives DRAM pour micro-ordinateur on peut trouver plusieurs générations aux performances différentes :

- La mémoire SDRAM (Synchronous DRAM) en fin de vie.
- La mémoire RDRAM (pour rambus **DRAM**) : plus récente, est une interface mémoire rapide. Elle fonctionne sur des fréquences très élevées. Son prix non-compétitif a rendu sa diffusion confidentielle.
- La mémoire DDR-SDRAM : a supplanté la RAMBUS en étant moins chère et plus fiable. C'est aujourd'hui la production dominante. La dernière version est la DDR3.

L'unité de calcul est le gigaoctet (Go). Aujourd'hui les barrettes sont de 0,5 Go, 1 Go et même 2 Go. Il faut faire attention aux emplacements disponibles sur la carte mère, en général il est possible d'installer 3 ou 4 barrettes, pas plus. Pour les portables ceci est même réduit à 2 emplacements.

L'ECC : avec les **DIMM**, il existe un système de détection d'erreur puissant, car capable de corriger une erreur automatiquement, le système **ECC** (Error Correcting Code : Code de correction d'erreur). Les mémoires dites ECC sont plus chères, en général on les réserve aux ordinateurs serveurs.

La DDR-SDRAM, ou Double Data Rate SDRAM, est la mémoire que l'on trouve actuellement dans toutes les nouvelles configurations. Elle prend en compte les fronts montants et descendants du bus système. Cela permet de doubler le taux de transfert !

La troisième génération de DDR-SDRAM, la DDR3, est maintenant la référence pour les nouvelles configurations performantes. La DDR3-SDRAM présente des fonctions qui dépassent les spécifications des DDR et DDR2-SDRAM et qui permettent à celle-ci de fonctionner aux fréquences de 1 066 MHz, 1 333 MHz, 1 600 MHz et 2 000 MHz.

Le prix des barrettes mémoires a considérablement chuté ces dernières années, rendant ainsi courantes des configurations de 1 Go à 4 Go de mémoire centrale pour des postes de travail personnels. Pour des serveurs départementaux, il n'est pas rare d'atteindre les 16 Go ou 32 Go.

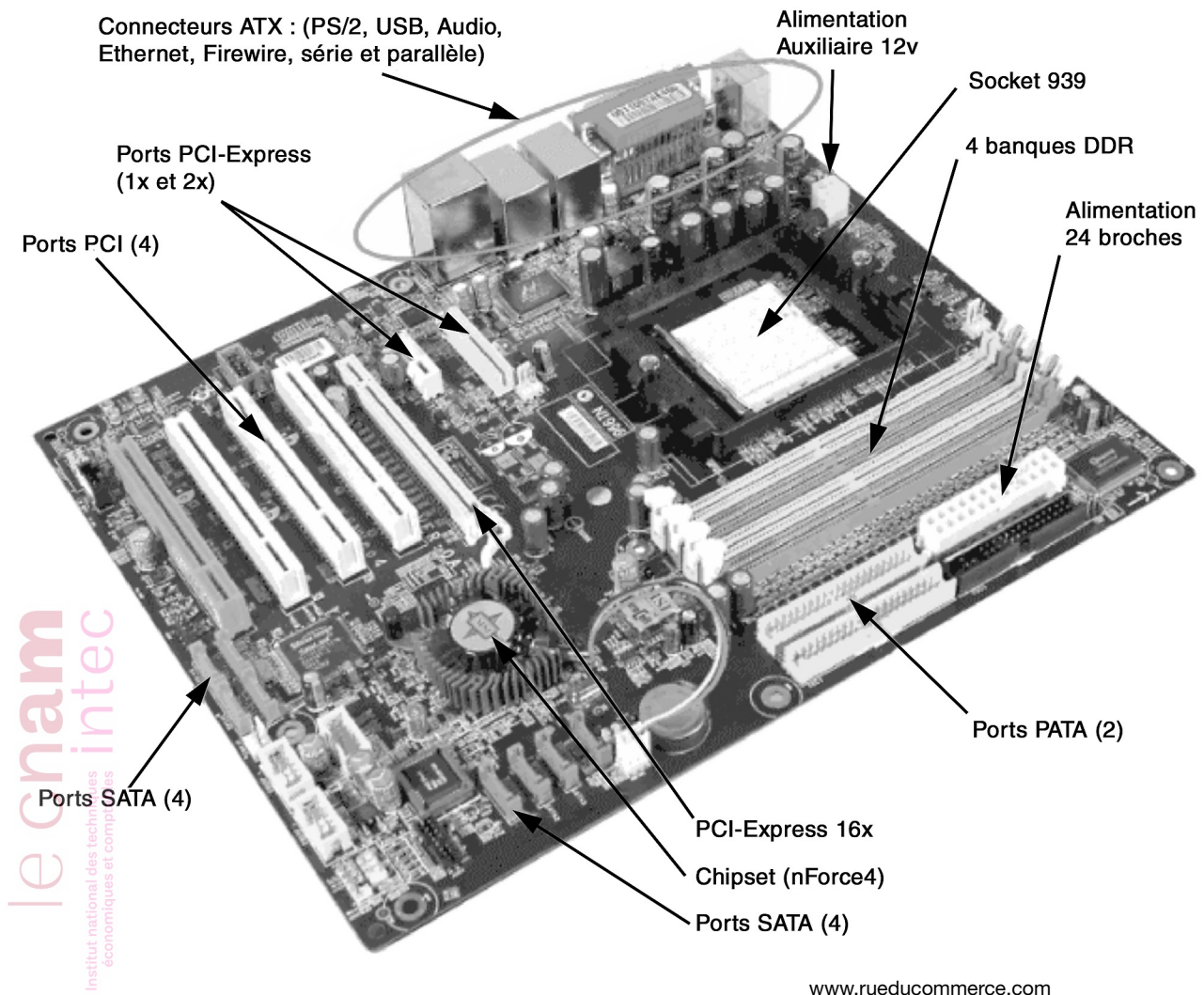
CONSEIL

Pour améliorer les performances d'un micro-ordinateur il est souvent conseillé d'augmenter sa taille mémoire.

c. La carte mère

C'est un élément fondamental sur lequel viendront se greffer les composants du PC. Elle se présente sous la forme d'un circuit imprimé sur lequel sont soudés divers connecteurs. Ces connecteurs appelés dans le jargon des assembleurs « slots » détermineront le format des cartes d'extension (AGP, PCI, PCI Express...). Les emplacements mémoires détermineront le type de barrettes à utiliser (DDR2, DDR3...) Le socle (socket) du processeur déterminera le type du processeur. Enfin, la fréquence tolérée sur les bus de la carte mère sera déterminante pour la performance globale. Il est à noter que la grande diversité des « sockets » rend difficile le changement du processeur sur une carte mère. En pratique il sera plutôt conseillé de faire évoluer l'ordinateur en changeant l'ensemble carte mère + processeur.

Photo de carte mère



www.rueducommerce.com

➡ La fréquence

Une carte mère doit absolument pouvoir fournir une fréquence supportée par le processeur choisi.

Sur les cartes mères il est possible de modifier la fréquence par jumper ou directement par le setup de la carte. La fréquence de la carte mère était encore il y a peu d'années de 66 MHz, les nouvelles sont basées sur des bus à 800 et 2 400 MHz.

➡ Le voltage

Une carte mère est disponible dans divers voltages. C'est en fait le type de processeur qui détermine ce choix. Jusqu'à récemment, tous les processeurs étaient à un voltage de 5 V. Suite à des problèmes de dégagement thermique et d'économie d'énergie, il a été décidé de les passer à 3,3 V. Désormais ce voltage est entre 0,8 V et 1,4 V pour les processeurs actuels.

Un élément nouveau, nommé VRM (Voltage Regulation Module), a récemment fait son apparition sur les cartes mères. Ce module permet de modifier le voltage de la carte mère en fonction des besoins du processeur.

➡ La pile ou l'accumulateur

Le BIOS exigeant d'être sous tension en permanence, la carte mère intègre, soit une pile, soit pour un accumulateur, généralement situé à côté de la prise clavier. Il se présente sous la forme d'une pastille ou d'un cylindre.

■ ACPI et OnNow

Les standards ACPI (Advanced Configuration and Power Interface) et OnNow poursuivent un but commun : permettre au PC de revenir à la vie instantanément et réduire la consommation électrique lorsqu'il n'est pas utilisé.

Considéré comme une évolution de l'APM (Advanced Power Management), l'ACPI permet un meilleur contrôle de l'énergie par le système d'exploitation. Grâce à cette norme, il est possible, entre autres, de laisser un PC en stand-by pendant de longues périodes avec une consommation électrique et un bruit insignifiant. Il pourra être « réveillé » *via* un modem, par un appel téléphonique, ou même par la réception de données au travers d'une carte réseau. La version 3 de l'ACPI est compatible avec tous les nouveaux standards matériels et logiciels des plates-formes Intel.

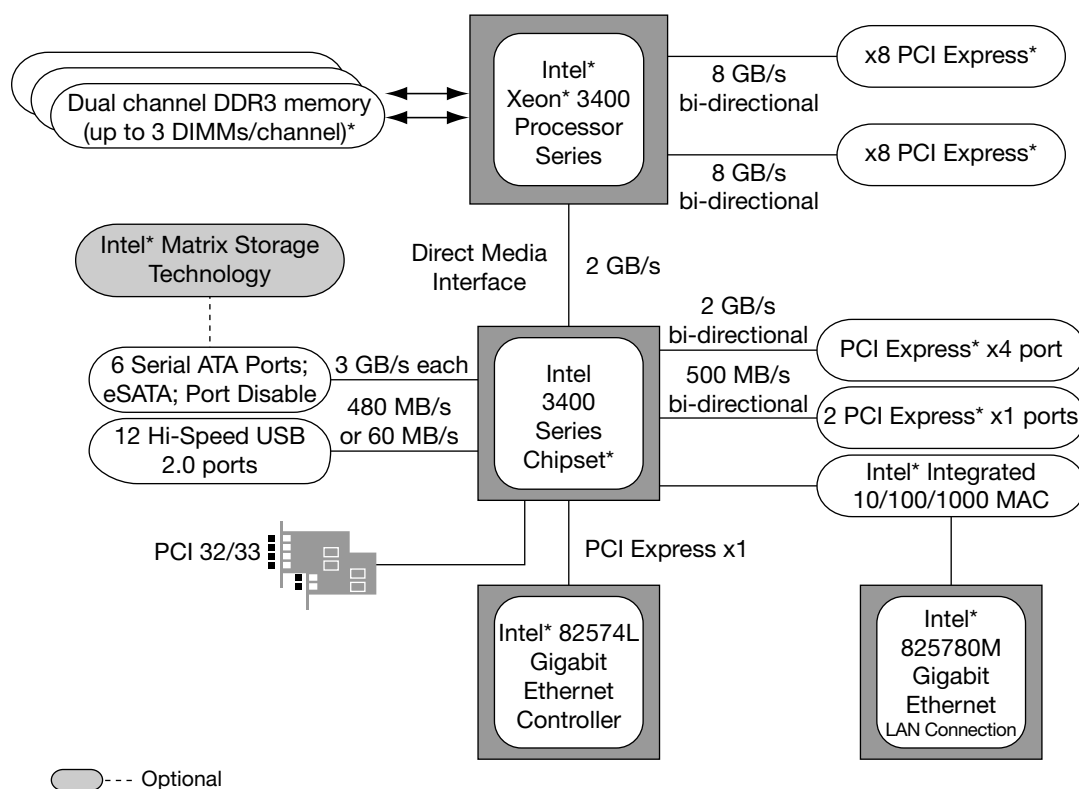
■ Le chipset

Le chipset est le composant électronique chargé de relier les différents composants du PC. Chacun des chips est chargé de piloter un élément précis.

Certains chipset intègrent des composants graphiques et évitent ainsi l'acquisition d'une carte graphique.

Le type de chipset définit les composants supportés par la carte mère. Dès lors, il est important de veiller au type de chipset lors de l'achat d'une nouvelle carte mère.

Le chipset d'Intel pour le processeur Xeon 3400



* Up to 3 DIMMs per channel with registered DIMMs. 2 DIMMs per channel with unbuffered DIMMs.
 "Intel" 3420 Chipset features shown.

■ Les bus d'extensions de la carte mère

La conception du PC est dite modulaire, c'est-à-dire qu'elle repose sur le principe du choix des composants en fonction des besoins. La carte graphique ne sera pas la même si l'utilisateur désire faire de la bureautique ou de la CAO. À cet effet, un PC dispose de slots d'extension où seront insérées des cartes (comme par exemple une carte graphique). L'évolution des performances

des cartes d'extension repose sur des liaisons de plus en plus rapides avec le processeur, les différents standards se sont adaptés à ces contraintes.

L'architecture PCI

Le PCI (Peripheral Component Interconnect) est issu d'une spécification éditée en 1992 par la société Intel. Un slot PCI est à la fréquence de base de 33 MHz et existe en version 32 et 64 bits. Cela lui permet d'atteindre des débits théoriques de l'ordre de 132 Mo/s dans le premier cas et 264 Mo/s dans le second. Ses performances alliées à un prix peu élevé lui permettent d'occuper des parts importantes de marché.

PCI Express, successeur des interfaces PCI et AGP

Successeur des interfaces précédentes (AGP et PCI), PCI Express est présent depuis 2008 dans toutes les configurations même bas de gamme. Cette nouvelle technologie d'entrée/sortie offre des débits atteignant 5 Go/s, soit cinq fois ceux autorisés par l'ancien AGP 4x. Les besoins pour les applications graphiques et vidéo expliquent la nécessité de cette évolution.

d. Les ordinateurs de bureau

L'ordinateur de bureau ou « desktop » est le type de micro-ordinateur personnel le plus courant. Il est installé sur votre bureau, par opposition à l'ordinateur portable qui accompagne son utilisateur dans ses déplacements, ou aux serveurs de réseaux qui sont destinés à stocker des fichiers ou des bases de données mis à la disposition de nombreux utilisateurs.

Les boîtiers horizontaux se placent en général sur le bureau et supportent le poids d'un écran plat à cristaux liquides de 15", 17" ou 19". Leur format est variable, de 10 à 15 cm d'épaisseur et jusqu'à 40 × 50 cm en surface.

Les boîtiers verticaux (tour, mini-tour) s'installent à côté de l'écran ou sous le bureau, et ont une hauteur comprise entre 30 et 60 cm.

EXEMPLES

Exemple d'une configuration bureautique personnalisée à partir d'éléments proposés par un site Internet

Cette configuration est composée d'éléments provenant de différents fabricants et comprend l'assemblage. Les prix indicatifs sont constatés en 2012.

Élément	Prix
Moniteur écran plat 22" LCD	100 €
Boîtier	30 €
Disque dur 1 To	80 €
Mémoire 8 (2×4) Go DDR3	47 €
Processeur AMD Athlon II X2	47 €
Ventilateur radiateur pour processeur	10 €
Carte mère	42 €
Clavier & souris	15 €
Carte graphique intégrée à la carte mère	0 €
Graveur/lecteur DVD	18 €
Prix du matériel	342 €
Microsoft Windows 7 Professional ⁽¹⁾	129 €
Assemblage ⁽²⁾	60 €
TOTAL :	531 €

(1) Il est également possible d'installer un système d'exploitation gratuit comme Linux.

(2) Les acheteurs d'éléments séparés assemblent en général eux-mêmes leur PC ; ils obtiennent ainsi une configuration parfaitement adaptée à leurs besoins à un moindre coût.

Exemple d'une configuration bureautique économique proposée par un site Internet

ACER Aspire X1430-005 :
Ordinateur de bureau - AMD E300B 1.3GHz/4Go/1To/AMD Radeon HD6310/Graveur DVD/
Clavier et souris/Windows 7 Premium
Prix indicatif : 330 €

À cette configuration, il faut rajouter le prix d'un moniteur, soit 100 € (**coût total : 430 €**). Par rapport à la configuration personnalisée ci-avant, le processeur est un modèle entrée de gamme chez AMD donc beaucoup moins puissant que le précédent, la mémoire vive est moins importante et le système d'exploitation n'est pas la version professionnelle. Ce PC sera bien moins performant que le précédent.

e. Les ordinateurs portables

Les portables ne sont pas tous destinés à la même utilisation. Certains sont orientés vers la mobilité, et l'autonomie, d'autres satisfont des besoins de puissance ; enfin ne pas oublier des contraintes de budget. Les constructeurs de processeurs (Intel et AMD) proposent des produits dont la consommation en énergie est réduite. Le Centrino d'Intel est le plus connu d'entre eux.

Les ultra-portables donnent, avant toute chose, la priorité à la mobilité. Avec un poids inférieur à 1,5 kg et une taille inférieure au A4, ils utilisent des écrans WSVGA (1024×600/1024×800) de 9 à 11 pouces. Les ultra-portables sont souvent équipés d'un processeur Atom 1,2 GHz. à 1,6 GHz. Attention ! Les faibles poids annoncés s'entendent toujours hors alimentation et parfois hors lecteur de DVD ou même hors batterie. Dans cette gamme, des machines simplistes à bas prix (300 €) côtoient des concentrés de technologie à plus de 1 500 €.

Les portables classiques sont caractérisés par un poids variant de 2,2 kg à 3 kg et une taille de l'ordre de 300 × 250 × 40 mm. Leurs dimensions permettent d'utiliser des écrans de 13 ou 14 pouces à la norme XGA (1024 × 768) ou parfois SXGA + (1400 × 1050). Les *portables classiques* embarquent un processeur puissant, un disque dur plus conséquent et un équipement multimédia complet. La baisse du prix des écrans TFT XGA et les volumes de ventes importants ont largement contribué à la baisse des prix de ce type de machines.

Les portables de substitution sont les plus grands, leur vocation étant de remplacer avantageusement un ordinateur de bureau utilisé épisodiquement. Avec un écran de 15" ou même 17", ils disposent de grands châssis (350 × 270 × 45 mm) dont la structure fait passer le poids au-dessus des 3 kg. Leur volume leur permet d'embarquer des processeurs puissants, des circuits 3D performants, des disques durs rapides, des baies modulaires, etc. Ces modèles restent assez coûteux notamment à cause des composants haut de gamme dont ils disposent.

Vocabulaire complémentaire**Définition**

Portables modulaires : ils disposent de leurs périphériques montés dans des baies permettant de remplacer le graveur de DVD par une batterie supplémentaire. Ainsi il est possible de s'adapter à des situations professionnelles diverses et d'acquérir de nouveaux équipements plus performants.

Définition

Station d'accueil : dispositif fixe sur lequel le portable se connecte et récupère instantanément ainsi de l'alimentation, l'accès au réseau local, la connexion d'un clavier classique...

II. LES MATÉRIELS PÉRIPHÉRIQUES

En informatique de gestion, les périphériques revêtent une grande importance car le volume d'informations en entrée et en sortie est considérable. Nous allons donc rappeler dans cette partie les caractéristiques générales de chaque grande famille de périphériques.

A. LES MÉMOIRES AUXILIAIRES OU MÉMOIRES DE MASSE

Dans la mémoire centrale, les qualités d'adressabilité et de rapidité dans l'accès à l'information coûtent cher en composants électroniques ; de plus, nous avons vu que ceux-ci sont volatils, ce qui empêche leur utilisation pour un stockage permanent.

Toutes ces raisons font que les ordinateurs sont dotés de mémoires dites auxiliaires ou secondaires qui viennent renforcer les capacités de la mémoire centrale. Comme ces mémoires sont aptes à stocker de grandes quantités de données, on les appelle aussi **mémoires de masse**.

1. Les qualités des mémoires de masse

Diverses technologies ont été utilisées pour servir de mémoires de masse aux ordinateurs ; chacune d'entre elles ayant ses avantages et ses inconvénients, il est souhaitable de définir en premier lieu les qualités recherchées avant de présenter l'état actuel de l'offre matérielle.

Liste des qualités recherchées :

- stockage d'un gros volume de données avec un coût faible ;
- réutilisation du support plusieurs fois (support réinscriptible) ;
- support adressable ; donc possibilité de retrouver rapidement une donnée parmi toutes les autres ;
- durée de conservation très grande ;
- possibilité de stockage des supports dans un lieu séparé de la salle des machines (sécurité) ;
- support infalsifiable (élément de preuve).

Pour répondre à ces besoins, qui peuvent d'ailleurs s'avérer contradictoires, diverses technologies furent, sont, et probablement seront, employées.

Dans un premier temps, il fut fait appel à la carte ou au ruban perforé, ce support carton ou papier avait le mérite d'exister avant même les ordinateurs dans les systèmes mécanographiques et était donc bien connu.

Puis ce furent l'apparition et la domination quasi absolue des supports magnétiques, complétée aujourd'hui par la progression sensible des supports optiques numériques (cd-rom, dvd-rom, Blue-Ray...).

2. Les bandes magnétiques

Historiquement, les bandes magnétiques furent les premières mémoires auxiliaires des ordinateurs. Le principe d'utilisation est le même que celui d'un magnétophone : faire défiler une bande devant une tête de lecture/écriture qui sera capable d'encoder les pistes de cette bande.

Par-delà les variantes proposées par les constructeurs dans l'aspect et les performances des systèmes à bandes, il est essentiel d'en apprécier les qualités :

gros volume/faible coût	oui
réutilisation	oui
support adressable	non
durée de conservation	oui
stockage séparé	oui
support infalsifiable	non

Ces qualités font de la bande le support de l'archivage et surtout de la sauvegarde. En effet, l'absence d'adressage rend son utilisation dans les traitements informatiques totalement dépassée.

Ainsi, les bandes magnétiques restent un support intéressant de sauvegarde et d'archivage des données en raison de leur très grande capacité et de leur caractère amovible qui permettent de les délocaliser aisément.

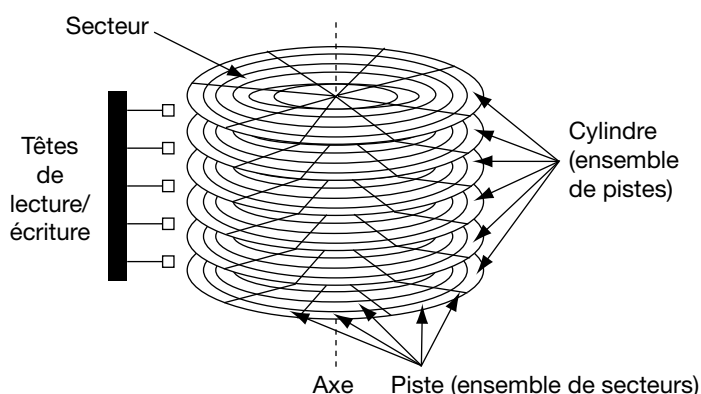
De fait, une k7 de quelques centimètres peut accueillir aujourd'hui 8 To.

Les technologies d'archivage sur bande ont suivi une approche modulaire : chaque baie peut contenir une dizaine ou une vingtaine de bandes magnétiques et les baies peuvent se regrouper, par exemple par 8 ou 10, pour une capacité totale allant jusqu'à plusieurs centaines de téraoctets.

Les bibliothèques de bandes sont donc le moyen le plus accessible d'assurer la sauvegarde et l'archivage de toutes ces données.

3. Le disque magnétique

Le disque magnétique est une mémoire vive, non volatile. C'est le support essentiel des données traitées par l'ordinateur. Il se présente comme un plateau circulaire recouvert sur une ou deux faces d'une couche magnétisable. Des disques peuvent être empilés pour former un diskpack qui tourne autour d'un axe central. Des têtes de lecture/écriture permettent l'accès aux informations.



Les surfaces du disque sont structurées en pistes (cercles concentriques - plusieurs centaines/surface) et en secteurs (10 à 100 par piste). L'ensemble des pistes, ayant un rayon donné, forme un cylindre.

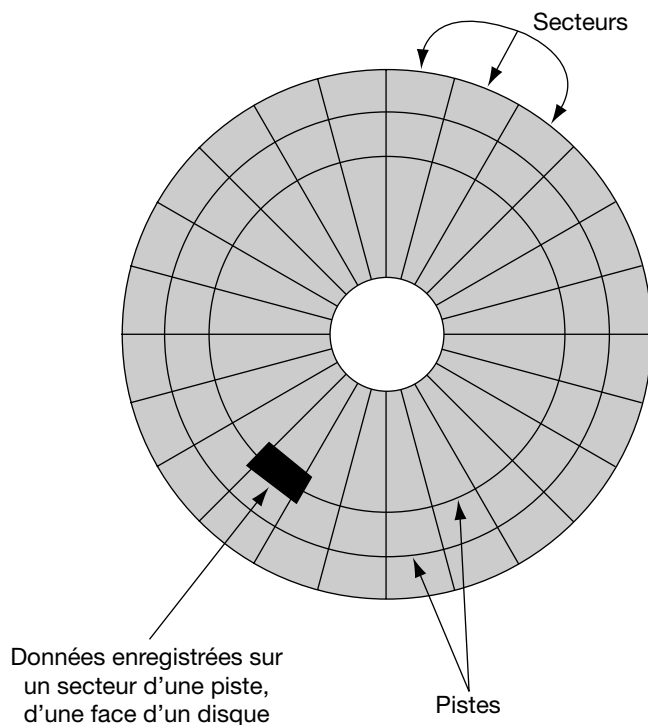
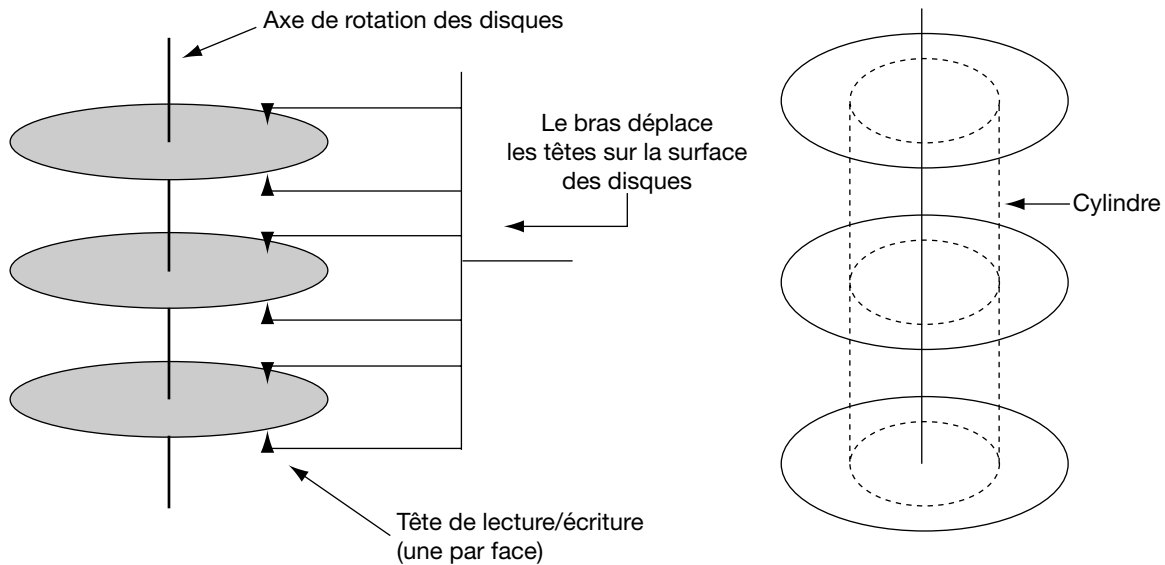
Le disque magnétique est un support adressable, c'est-à-dire que l'on peut accéder à une information connaissant son adresse. Cette adresse sera composée de la manière suivante :

- numéro de l'unité de disque ;
- numéro de cylindre ;
- numéro de surface (piste = surface + cylindre) ;
- numéro de secteur.

La plus petite unité d'information adressable sur le disque est donc le secteur, l'accès sera séquentiel sur le secteur d'une piste.

L'information est enregistrée en série sur les pistes, la densité d'information enregistrée se mesure en bits par pouce ou bpi (bits per inch).

La caractéristique principale d'un disque est sa capacité (varie de plusieurs centaines de gigaoctets à 1,5 téraoctets). Son temps d'accès est aussi une caractéristique importante (se mesure en millisecondes), ainsi que sa vitesse de rotation (nombre de tours par minute).



4. Le disque dur

a. Caractéristiques

Le disque dur est un support de stockage de grande capacité : 1 To est devenue une valeur banale pour un micro-ordinateur de la génération actuelle, et certains disques offrent aujourd'hui 3 To.

La standardisation a poussé les constructeurs à proposer deux formats en se basant sur les dimensions des lecteurs de disquettes, soit les formats 5,25 pouces et 3,5 pouces. Ce dernier format est plutôt destiné aux micro-ordinateurs portables et aux disques externes.

Le disque peut être installé :

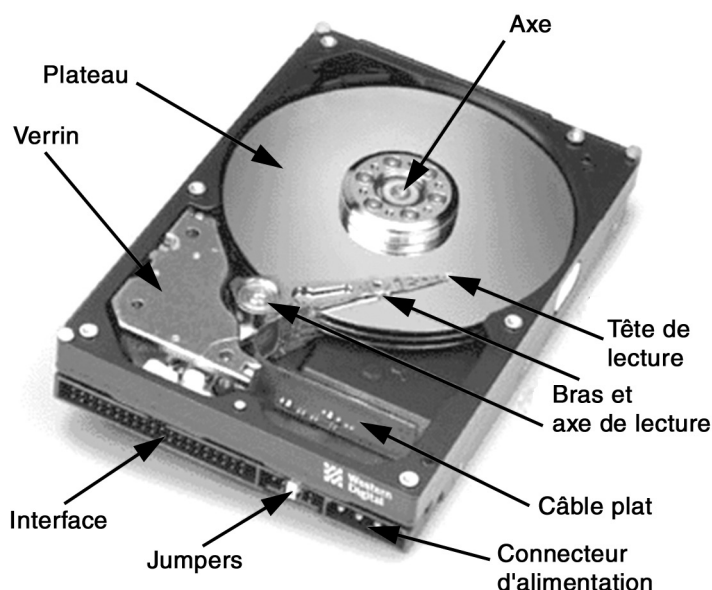
- à l'intérieur d'un ordinateur isolé ou d'un serveur de réseau ;
- en externe, isolément ou chaîné ou empilé, ou encore dans une baie de stockage.

Il permet :

- de stocker des données permanentes (fichiers d'initialisation, d'exécution ou bibliothèques de logiciels). Certains logiciels utilisent même le disque comme espace de mémoire virtuelle pour agrandir l'espace disponible de la mémoire centrale ;
- de sauvegarder en interne des fichiers auxquels l'utilisateur veut conserver un accès direct (texte à compléter, tableau de chiffres à actualiser...).

En principe, le transfert des données à une autre machine ne peut se faire que par copie sur un support mobile (disquette, bande...) ou par le biais d'un réseau. Mais il existe aussi des disques amovibles, dont certains peuvent même être extraits sans éteindre l'ordinateur (« Hot-Plug »).

Comme pour tous les produits informatiques, l'évolution technologique tend, pour les disques durs, à augmenter leur capacité et leur rapidité, et à diminuer leur encombrement. Pour donner un ordre de grandeur, on estime le prix du gigaoctet à environ 0,06 € aujourd'hui (entre 0,14 € et à 0,16 € pour les portables), alors qu'il était de 2 000 € il y a 15 ans !



b. Les interfaces des disques durs

Il existe plusieurs types d'interface pour effectuer le lien avec le processeur et la mémoire centrale de l'ordinateur :

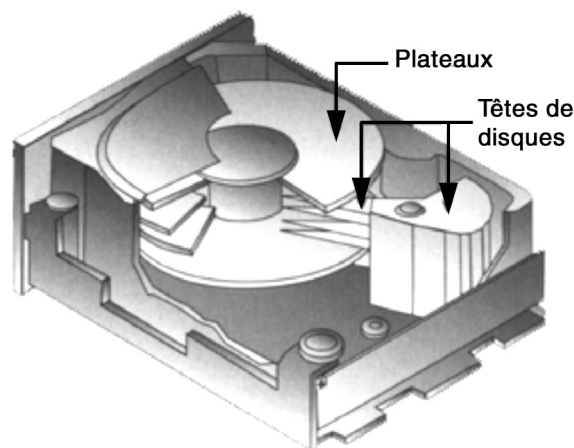
- Les interfaces IDE (Integrated Drive Electronics). Cette norme a été créée en 1986 et malgré les améliorations apportées est aujourd'hui à bout de souffle. On la nomme aussi P-ATA, avec le « P » pour « parallèle » par opposition au S-ATA, avec le « S » pour « série ». ATA est l'acronyme de « Advanced Technology Attachment », c'est une norme largement soutenue par les fabricants de disques durs et plus généralement par l'ensemble des constructeurs informatiques.
- Serial ATA (ou S-ATA) est une interface série, peu coûteuse et rapide. C'est le standard qui se développe avec de bons rapports performances/prix.
- SCSI (Small Computer System Interface), plus chère, mais offrant des performances supérieures. Toujours utilisée et améliorée (augmentation de la vitesse de transfert, normes SCSI-1, SCSI-2, SCSI-3).
- Fibre-Channel (FC-AL) est un successeur du SCSI. La liaison est série et peut utiliser une connectique fibre optique ou cuivre. Principalement utilisé sur les serveurs car très coûteuse.
- Les disques durs nomades : interfaces PCMCIA, USB, Firewire etc. Utilisés pour le transport des données volumineuses par exemple.

c. Les types de disques durs

Le disque dur n'est, en général, pas composé du seul support magnétique, mais intègre toute une mécanique qui sert de lecteur/enregistreur.

Le disque dur peut être :

- interne, à l'intérieur du boîtier ;
- externe, placé dans une baie de stockage, sorte de châssis d'accueil d'un ou plusieurs disques intégrant une électronique de supervision (contrôleur de disques...) ;
- amovible, permettant ainsi le déplacement des données stockées ou leur protection en lieu sûr ;
- extractible à chaud (« Hot-Plug »), c'est-à-dire sans interrompre le fonctionnement de l'ordinateur. Ce genre de disque est particulièrement utilisé sur les serveurs.



d. Le temps d'accès moyen (disques durs)

C'est le temps, exprimé en millisecondes, que met la tête de lecture du disque dur à trouver la bonne piste (track) en réponse à une requête (temps de recherche) ajouté au temps mis pour aller au bon endroit sur celui-ci (temps de latence). Le temps d'accès moyen décroît avec les progrès technologiques, ce qui correspond à une augmentation de la vitesse des disques durs. Le temps d'accès moyen des disques durs se situe en général entre 8 et 20 ms. Pour aller plus vite, on peut obtenir un temps d'accès apparent plus court en utilisant de la mémoire cache.

e. Le taux de transfert interne

Le taux de transfert interne (ou débit) est la vitesse à laquelle un disque dur peut transférer des informations entre les plateaux et l'unité centrale.

Le taux de transfert est généralement donné en Mo par seconde. Les disques P-ATA et S-ATA peuvent atteindre des taux de transfert moyens de 20 Mo à 100 Mo par seconde, les disques SCSI de 50 à 160 Mo par seconde suivant les configurations. La technologie Fibre Channel (fibre optique) permet de relier jusqu'à 127 unités sur une distance de 10 kilomètres avec un débit théorique de 200 Mo/s en bidirectionnel simultané.

Mais attention, c'est l'interface entre le disque et le bus qui souvent limite le taux de transfert vers l'unité centrale et par conséquent l'accès aux données.

f. Les disques durs de grande capacité

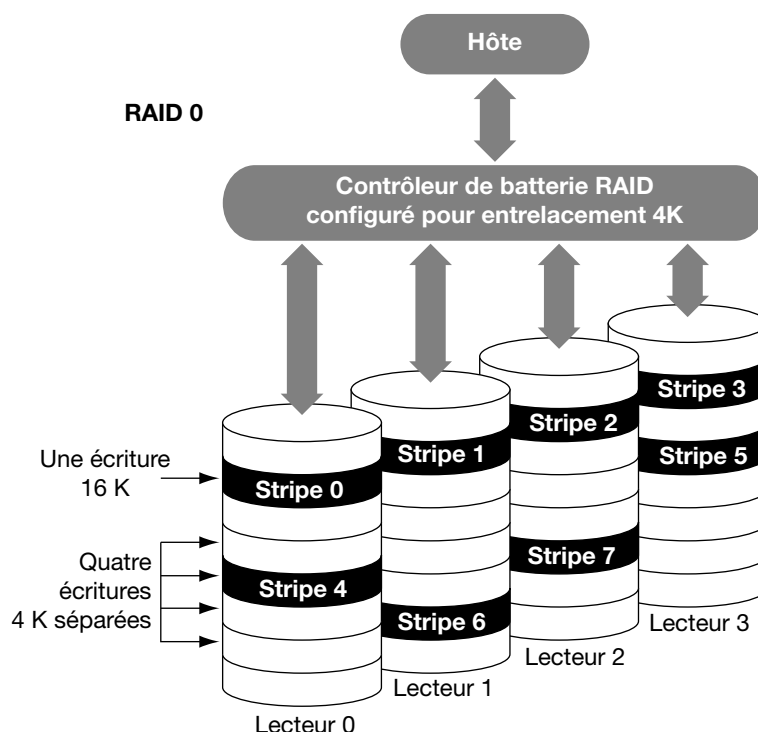
Désormais les disques les plus vendus sont de 400 Go de capacité. Les plus performants vont jusqu'à 1,5 To.

g. Le raid

Le RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) s'oppose au concept de SLED (Single Large Expansive Disk) et démontre l'intérêt, en termes de performances, de prix et de sécurité, de remplacer une unité de stockage disque de forte capacité par une pile (*array*) de disques éventuellement en double emploi (*redundant*), de moindres coûts et capacité. Le premier objectif de l'Université de Berkeley qui a mis au point ces principes était de rétablir l'équilibre, dans la course au progrès technologique, entre les unités disques et les microprocesseurs, dont les gains de performance se faisaient, à cette époque, à une vitesse 10 à 15 fois plus rapide.

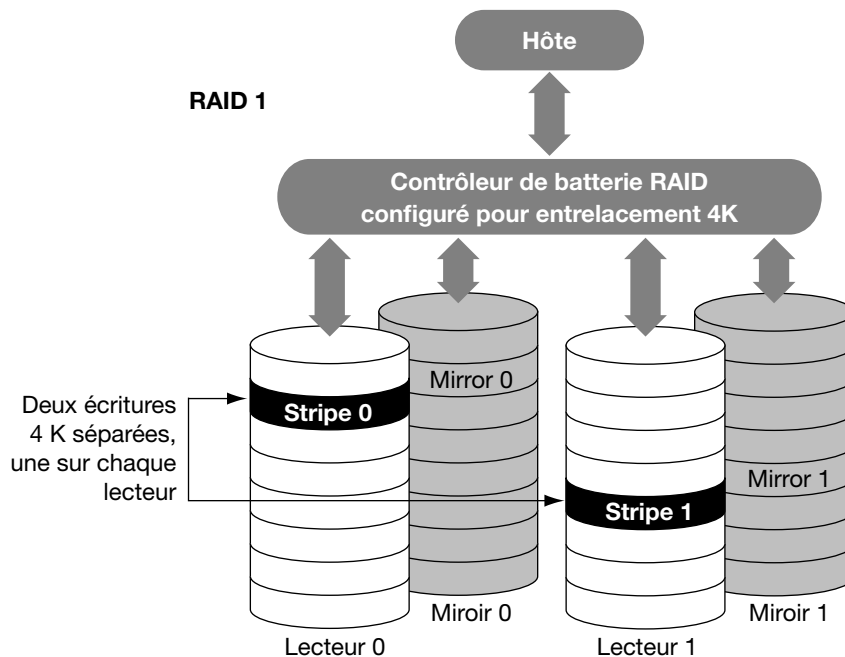
Le deuxième objectif était de prendre en compte la destination des unités de stockage, dont le rôle est de conserver, en toute fiabilité, des données sur une période dépassant la durée de vie du système informatique principal, alors que la technologie en partie mécanique des unités disques les rend plus sensibles à l'usure que les composants purement électroniques.

Ces recherches ont abouti à la création de plusieurs standards appelés niveaux RAID (6 actuellement), qui définissent des techniques et des normes pour les performances, la fiabilité, et la gestion du stockage. Les niveaux RAID de base sont le 0 et le 1.



Ce type de configuration d'un groupe de disques est le plus rapide et le plus efficace en termes de stockage des données, mais il n'assure pas la tolérance de pannes ; si un lecteur tombe en panne, la défaillance touche toute la batterie. En l'absence de parité, cette configuration offre la meilleure densité de stockage. L'entrelacement améliore la vitesse de fonctionnement, puisque les opérations de lecture et écriture peuvent être effectuées simultanément sur chaque disque.

RAID 0, c'est la recherche de la rapidité d'accès, mais pas de la sécurité qui sera obtenue par d'autres méthodes (sauvegardes classiques).



Ce type de configuration à tolérance de pannes est le plus rapide dans cette catégorie, mais le moins efficace en termes de stockage des données. C'est probablement la méthode la plus utilisée de nos jours. Les deux lecteurs qui composent la « paire en miroir » sont perçus comme un seul lecteur par le système d'exploitation ; chacun d'eux est le miroir de l'autre. En cas de défaillance de l'un des deux lecteurs, les données restent disponibles sur l'autre. Comme les données sont toujours identiques sur les deux lecteurs, les performances en lecture sont presque doublées, puisque des opérations consécutives de lecture peuvent se produire sur chaque lecteur simultanément. Les performances en écriture restent standards.

D'autres niveaux de RAID existent, le principe est toujours le même : combiner lecture et écriture sur plusieurs disques simultanément. Les objectifs sont la sécurité, la rapidité et la continuité du service (tolérance de pannes).

5. Les supports optiques

Profitant des recherches dans le domaine du stockage et de la restitution du son et de l'image basées sur l'utilisation du rayon laser, les constructeurs informatiques en ont vite tiré des applications concurrençant les supports magnétiques dans les volumes enregistrés.

Le disque optique numérique (DON) révélé dans les années 1980 pour ses capacités de conservation des données (sécurité) n'a pas réussi à supplanter les supports magnétiques qui ont bénéficié de progrès considérables.

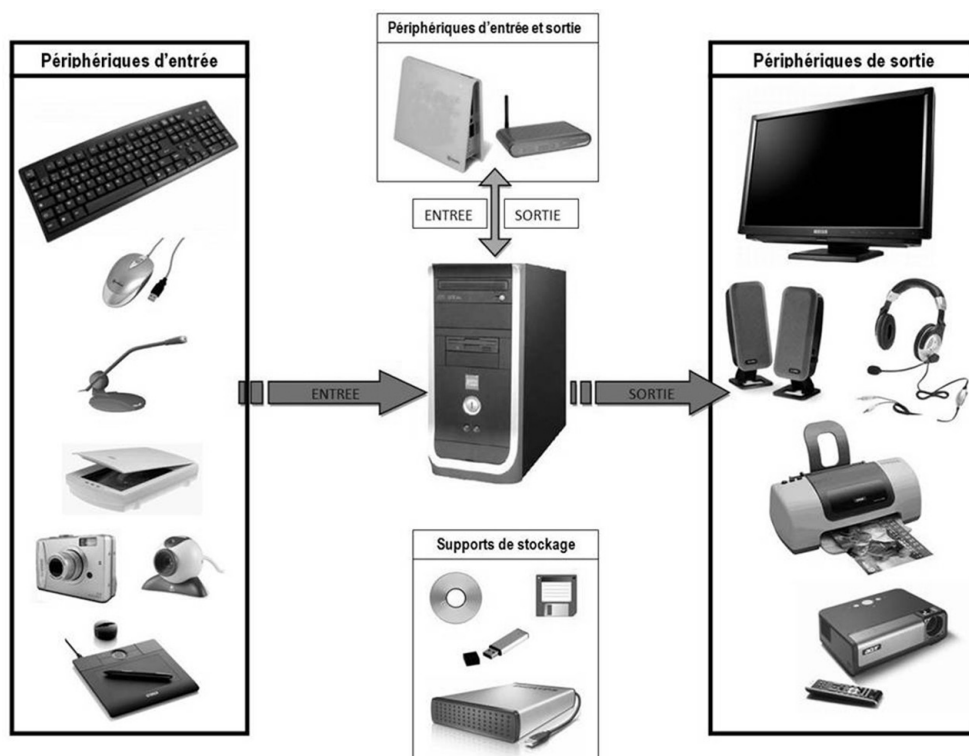
Dans les graveurs optiques, l'écriture ou la lecture s'effectuent à l'aide d'un rayon laser, l'écriture est réalisée en creusant de petits trous ou microcuvettes dans la surface du disque, la lecture est réalisée avec un laser moins puissant qui permet de détecter la présence ou l'absence de trous.

Le plus répandu de ces supports est le CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) qui reprend le format du compact disque des mélomanes. Il a été rejoint par le DVD, ce dernier support offrant une capacité de stockage de l'ordre de 4 Go à 9 Go.

La capacité du DVD est suffisante pour la plupart des archivages de gestion et son remplaçant, le *Blue-Ray Disk* d'une capacité de 50 Go, tend à remplacer le DVD avec l'essor des films haute-définition.

B. LES PÉRIPHÉRIQUES D'ENTRÉE/SORTIE

1. L'unité centrale et ses périphériques



- Les périphériques d'entrée permettent d'acquérir les données (texte, son, image...).
- Les périphériques de sortie permettent de restituer l'information aux utilisateurs.
- Les supports de stockage permettent de stocker l'information.
- Les périphériques d'entrée et de sortie désignent les équipements qui échangent des informations avec d'autres postes de travail, comme ici une borne Wi-Fi ou une box d'accès à Internet.

2. Clavier – Écran

a. Le clavier

Le clavier lui-même a évolué sous l'influence de la micro-informatique qui a diffusé les ordinateurs par dizaine de millions.

On distingue plusieurs types de claviers qui respectent plus ou moins bien les normes en ce domaine :

- clavier télétype : clavier du télex avec majuscules, chiffres, point et virgule. Ce type de clavier a quasiment disparu avec le télex ;
- clavier dit « informatique » ou qwerty ; en fait, un clavier aux normes américaines que les informaticiens utilisent pour le développement des programmes ; en voie de disparition en France ;
- clavier « machine à écrire » ou azerty, modèle dominant en France qui correspond aux habitudes nationales (lettres accentuées, disposition des touches...).

La diffusion massive des micro-ordinateurs s'est accompagnée de celle du troisième type de claviers, mais avec de nombreuses variantes :

- présence ou non d'un pavé numérique séparé qui facilite la frappe des nombres (Sur les ordinateurs portables compacts, le pavé numérique sera absent.) ;
- emplacement des touches de fonctions qui viennent faciliter le dialogue avec les programmes informatiques.

IBM, avec le lancement du PC en 1981, a proposé un modèle de clavier à 82 touches ensuite remplacé, avec l'apparition de l'AT3 en 1985, par un clavier à 101 touches, ce dernier a aujourd'hui évolué dans un nouveau clavier dédié à Windows et qui dispose de trois touches supplémentaires pour appeler des fonctions.

Apple avec le Macintosh conserve son originalité et la marque par la présence de quelques touches spécifiques.

Il est à noter que les contraintes de surface disponible sur des micro-ordinateurs portables introduisent une nouvelle confusion dans ce domaine car les constructeurs, voulant rendre plus compacts leurs appareils, ont tendance à diminuer le nombre de touches, rendant parfois malaisée la frappe des caractères.

Quant aux « assistants personnels », leur taille encore plus réduite conduit là aussi les constructeurs à prendre des libertés avec la normalisation des claviers.



b. Les écrans

Suite à leur baisse de prix, les écrans plats sont devenus aujourd'hui la norme pour tous les ordinateurs. Ils consomment moins d'énergie et sont moins fatigants pour les yeux.

Le principal critère de choix reste la taille de l'écran.

Un poste de travail avec écran plat et encombrement réduit : IBM Netvista



c. Les dispositifs annexes

De nombreuses recherches ont été menées pour améliorer le dialogue « homme-machine » qui se déroule essentiellement par l'intermédiaire du clavier et de l'écran. Dans le but de rendre ce dialogue plus intuitif et moins contraignant, des dispositifs tentent d'éviter le recours au clavier.

■ La souris

C'est le moyen le plus répandu de pointer sur une zone de l'écran dans laquelle se situent des menus de commande. Les logiciels modernes possédant une interface graphique proposent de nombreuses fonctionnalités activables grâce à la souris :

- sélectionner des zones de texte ou de dessin pour en modifier les attributs ;
- couper-coller-déplacer des zones ;
- dessiner.

La souris était composée à l'origine d'une boule en caoutchouc qui roulait sur elle-même lorsque l'on déplaçait son habitacle. Aujourd'hui, c'est une diode électroluminescente ou un laser qui remplace cet élément fragile qui avait tendance à patiner et s'encrasser.

Les déplacements sont repérés sur deux axes perpendiculaires et sont transposés dans le plan de l'écran. Un, deux ou trois boutons peuvent être activés, ce qui permet d'indiquer des choix au logiciel.

Les micro-ordinateurs portables proposent deux dispositifs : le « trackball » sous la forme d'un ergot sur le clavier ou le « touchpad », sorte de dalle tactile ; ces deux systèmes sont associés à deux boutons comme sur la souris.

■ L'écran tactile

Toujours avec l'idée que l'utilisateur pointe du doigt ce qu'il souhaite, l'écran tactile permet, par l'interposition d'une zone sensible entre l'écran et une plaque souple de protection, de réaliser directement cette action. Moins précis que la souris, ce dispositif est actuellement plutôt réservé aux applications grand public type borne d'orientation dans un musée ou une exposition.

■ La tablette tactile ou bloc-notes électronique

Connu surtout sous le nom de « notepad », cet appareil peut remplacer le clavier, non seulement dans les actions de pointage comme les précédents, mais aussi dans celles de saisie des informations.

Ce matériel autonome consiste en une surface sur laquelle des signes peuvent être tracés avec un stylet spécial, le logiciel inclus dans la machine saura les reconnaître, les mémoriser et transmettre ces informations à un ordinateur classique lorsque la liaison le permettra. Les applications opérationnelles aujourd'hui sont surtout celles qui nécessitent des déplacements dans les lieux où le terminal classique ou même portable a du mal à pénétrer (inventaire dans un magasin ou un entrepôt) et où la saisie est souvent limitée à des validations (cocher les matériels d'un inventaire physique par exemple).

En fait, c'est dans le domaine des assistants personnels que le succès est venu. L'exemple historique du Palm Pilot puis les téléphones portables ont démontré qu'il est possible de se passer d'un clavier pour communiquer avec une machine.

3. Les dispositifs d'impression

Le traitement de l'information basé sur le zéro-papier n'étant pas – mais le sera-t-il jamais ? – à l'ordre du jour, il est indispensable de compléter une configuration informatique par un ou plusieurs dispositifs d'impression.

Avant d'aborder la diversité des matériels et des procédés techniques aboutissant à imprimer du papier, nous définirons dans un premier temps les besoins à satisfaire, puis la manière dont les technologies y répondent.

a. Les besoins d'impression

Au commencement était la quantité, le nombre de pages imprimées. C'est le besoin primaire auquel les constructeurs d'imprimantes ont d'abord cherché à répondre. D'autant plus que la lenteur relative de ces dispositifs d'impression vis-à-vis des performances de l'ordinateur en fait des goulets d'étranglement dans une configuration.

Les unités de mesure de vitesse sont exprimées en caractères par seconde, en lignes par minute ou en pages par minute, suivant la technologie de l'imprimante.

Pour augmenter cette rapidité, il est possible d'utiliser des documents pré-imprimés pour les mentions répétitives (en-tête, tracé de lignes ou de colonnes). La plupart des imprimés administratifs sont conçus sur cette base :

- bons de commande ;
- factures ;
- bulletins de salaire ;
- etc.

Par ailleurs, il est fréquent de rencontrer des documents édités en plusieurs exemplaires (liasse de facturation par exemple), il peut alors être souhaitable de les imprimer en une seule passe (papier autocopiant).

L'autre dimension de l'impression est sa qualité qui, loin d'être un élément subjectif, est souvent la conformité à des normes professionnelles très précises.

Éléments de définition de la qualité :

- typographie : nombre de polices de caractères différentes et taille de ces polices ;
- graphique : capacité à reproduire des graphiques et définition de ceux-ci ;
- couleur : aptitude ou non à les reproduire et définition du nuancier (nombre de teintes différentes) ;
- noir et blanc : déclinaison des niveaux de gris ;
- format du papier : A4, A3, en feuille ou en continu ;
- nature du support : papier ordinaire, papier spécial thermique, papier pour transparent...

On peut aussi introduire dans la qualité la fiabilité du matériel et son confort d'utilisation.

Le dernier besoin à satisfaire est celui d'un coût en accord avec le budget de l'utilisateur. Un coût global devra être défini :

- coût d'acquisition du matériel ;
- coût de l'entretien courant ;
- coût des consommables ;
- coût du support imprimé.

Aussi, en tenant compte des volumes imprimés et de la durée de vie professionnelle du matériel, il pourra être dégagé un coût à la page imprimée, indicateur précieux de choix de solution.

b. Les solutions proposées

➡ Les imprimantes à impact

Les premières imprimantes étaient de simples machines à écrire électriques (les télétypes), mais leur lenteur due aux nécessités de la frappe, caractère par caractère, les a fait vite remplacer par les imprimantes matricielles par caractère ou par ligne.

EXEMPLE

Imprimante matricielle, caractère 9 aiguilles (peu coûteuse) = ± 200 caractères/seconde.

De meilleure qualité, les modèles à 24 aiguilles (matrice 24×9) améliorent la précision du trait.

Les modèles par ligne sont réservés aux moyens et grands systèmes, les performances sont de l'ordre de 600 à 1 200 lignes par minute.

Avantages	Inconvénients
<i>coût abordable</i> <i>rapidité acceptable</i> possibilité d'utiliser des liasses autocopiantes	qualité typographique imparfaite le bruit graphique moyen ou médiocre

■ Les imprimantes à jet d'encre

Le procédé consiste à projeter d'infimes bulles d'encre sur le papier. En qualité, le résultat est devenu bon sans atteindre la qualité des imprimantes laser. Autrefois, la relative lenteur de ces machines les réservait à un usage de faibles volumes dans le cadre de la micro-informatique personnelle, désormais les gains en vitesse leur permettent de rivaliser avec les lasers d'entrée de gamme.

Avantages	Inconvénients
faible poids prix d'achat modèles avec couleur faible bruit	lenteur relative durabilité du document qui dépend de la qualité de l'encre coût de la page élevé à cause des consommables

Les progrès réalisés par les constructeurs d'imprimantes à jet d'encre ont été remarquables ces dernières années. Désormais, en termes de qualité et de coût à la page, ces matériels concurrencent aussi les lasers dans l'entrée de gamme.

En effet, les imprimantes jet d'encre disposent d'un atout décisif sur les modèles laser économiques : la couleur. Néanmoins le coût jugé souvent prohibitif des consommables remet au premier plan les modèles d'imprimantes laser à usage individuel.

■ Les imprimantes laser

Incontestablement le type de matériel qui est le plus présent dans les bureaux pour les travaux moyens et importants. La technologie est semblable à celle des photocopieurs : un tambour reçoit un faisceau laser sur les parties (les points) qui seront ensuite chargées de poudre d'encre (le toner), celle-ci étant ensuite déposée sur le papier. Pour assurer une impression permanente de l'encre une cuisson est effectuée.

La définition de l'imprimante est un élément essentiel de la qualité de son impression : les modèles actuels offrent de 300 à 1 200 points par pouce. La quantité d'information d'une page A4, le format le plus courant sur ce type de matériel est alors de :

- en largeur : $8 \times 300 = 2\,400$ (la largeur d'une page A4 est de 8 pouces)
- en hauteur : $11\,2/3 \times 300 = 3\,500$ (la hauteur d'une page A4 est de 11 pouces 2/3)
- soit au total : $3\,500 \times 2\,400 = 8\,400\,000$ bits
- en octets : $8\,400\,000/8 = 1\,050\,000$

Ainsi dans le mode « bitmap » il faut environ 1 mégaoctet de mémoire pour stocker une page.

Le problème est maintenant de savoir qui va stocker ces informations : l'ordinateur ou l'imprimante. Nous avons vu que confronté au même choix pour les écrans, les constructeurs ont préféré que l'image soit gérée en mémoire centrale ou dans une carte d'extension spécialisée. Les moniteurs vidéo sont ainsi totalement dépourvus de mémoire. En revanche pour les imprimantes laser, c'est l'autre solution qui prévaut : l'ordinateur peut se contenter de transférer des données sous forme de caractères ou même d'instructions d'un langage de description de document, tout ceci est traduit en une image « bitmap » par le processeur de l'imprimante puis imprimé.

Suivant les besoins et les modèles ces imprimantes disposent d'une mémoire de l'ordre de plusieurs mégaoctets et d'un microprocesseur performant.

En mode texte ces imprimantes autorisent l'utilisation de plusieurs polices de caractères, ces polices sont soit internes – c'est-à-dire disponibles en permanence dans la mémoire de l'imprimante –, soit téléchargées depuis la mémoire de l'ordinateur.

Les tendances actuelles dans ce domaine consistent à développer des polices vectorielles dont les caractères sont définis non plus par une matrice de points (le « bitmap ») mais par des équations mathématiques qui décrivent le tracé du caractère ; l'avantage de cette méthode étant de pouvoir plus facilement décliner une police dans des tailles différentes sans encombrer la mémoire.

Plusieurs langages de description des documents existent, un des plus complets est postscript qui permet de traduire n'importe quel dessin ou police de caractère sur les imprimantes qui en disposent. Les avantages de ces langages sont multiples :

- une fois exprimé en postscript, un document peut être stocké sur disque puis imprimé ensuite sur des imprimantes de différentes marques (la standardisation est assurée par le langage) ;
- les polices vectorielles sont nombreuses et disponibles dans n'importe quelle taille ou orientation (portrait, paysage ou même avec des rotations).

Le revers de la médaille est d'imposer des imprimantes avec une mémoire importante et un processeur rapide, donc d'un coût plus élevé. Remarquons que ces défauts s'atténuent très rapidement avec l'évolution à la baisse des prix de ces composants.

L'autre langage largement diffusé est le PCL supporté par Hewlett-Packard, un des principaux fabricants d'imprimantes laser.

La vitesse est une caractéristique importante pour ce type de matériel, elle est mesurée en pages par minute (ppm) et sa valeur théorique dépend de celle du dispositif d'impression lui-même (le chemin d'alimentation du papier), mais cette vitesse peut être ralentie si des calculs dans l'unité centrale, des transferts de polices dans la mémoire de l'imprimante ou des traitements pour traduire le langage de description l'exigent.

Le marché des imprimantes laser est segmenté en plusieurs catégories :

- imprimantes à usage personnel : 12 à 18 ppm

Un exemple : HP LaserJet 1 022 N de Hewlett-Packard



Vitesse nominale	14/18 ppm
Connectivité standard	Port USB 2.0 haut débit, port réseau Ethernet 10/100Base
Connectivité optionnelle	Serveur d'impression externe HP Jetdirect, serveur d'impression sans fil HP et adaptateur d'imprimante sans fil Bluetooth
Options d'impression recto verso	Manuelle (gestionnaire pour support fourni)
Capacité	Bac d'alimentation standard de 250 feuilles, bac d'alimentation prioritaire de 10 feuilles
Nombre de pages par mois	8 000
Capacité du toner d'impression	2 000 pages
Prix HT	À partir de 100 €

- imprimantes pour petits groupes de travail : 16 à 30 ppm

(besoin classique de bureau : courrier, tableaux...)

Un exemple : HP LaserJet 2420 de Hewlett-Packard



Vitesse nominale	jusqu'à 28 ppm
Connectivité standard	1 port parallèle, 1 port USB haut débit (compatible USB 2.0), 1 logement EIO ouvert
Connectivité optionnelle	Serveurs d'impression internes HP Jetdirect, serveurs d'impression externes HP Jetdirect, serveurs d'impression sans fil HP, carte de connexion HP Jetdirect pour USB/série/LocalTalk, sans fil Bluetooth
Options d'impression recto verso	Manuelle (gestionnaire pour support fourni), automatique en option
Capacité	Jusqu'à 350
Nombre de pages par mois	Jusqu'à 75 000
Capacité du toner d'impression	6 000 pages
Prix HT	Environ 300 €

- imprimantes « départementales » multifonctions (fax, copieur, scanner...).

Un exemple : HP LaserJet 9050MFP de Hewlett-Packard



Vitesse nominale	Jusqu'à 50 ppm en pages A4
Connectivité standard	Port parallèle bidirectionnel (IEEE 1284-B), serveur d'impression embarqué Fast Ethernet 10/100Base-TX HP Jetdirect, 1 logement ouvert
Connectivité optionnelle	Serveurs d'impression internes, serveurs d'impression externes, connectivité sans fil, liaison infrarouge rapide
Options d'impression recto verso	Automatique (en standard)
Capacité	Jusqu'à 3 100 (avec bac d'empilement ou bac d'empilement et agrafeuse) ; jusqu'à 1 100 (avec finisseur multifonctions)
Nombre de pages par mois	Jusqu'à 300 000
Capacité du toner d'impression	6 000 pages
Prix HT	Environ 8 000 €

- imprimantes « grands systèmes » : au-delà de 100 ppm (format A4 ou A3 pour des tirages en gros volume) (utilisation de « fond de page » pour remplacer les pré-imprimés)

- imprimantes laser couleur : Des offres récentes permettent d'envisager pour les gros consommateurs de documents en couleur de recourir à ce type de matériel. Les avantages vis-à-vis des modèles jet d'encre sont une plus grande rapidité d'impression et surtout une diminution des prix des consommables. Attention ! Il est souvent peu judicieux de se servir de ces imprimantes pour les besoins courants en noir et blanc (toujours une question de prix de la page !).

L'imprimante laser couleur peut alors devenir un choix d'économie.

Imprimantes laser	
Avantages	Inconvénients
bonne qualité des documents possibilités graphiques silence rapidité	pas de listing en continu le bac à papier est souvent de trop faible capacité pas d'impression de liasses autocopiantes

c. Les connexions

Le transfert des informations de l'unité centrale à l'imprimante suppose quelques intermédiaires :

➡ Le pilote d'impression (ou « driver »)

C'est un programme qui traduit le résultat du traitement du programme en cours d'exécution en un fichier qui sera compréhensible par l'imprimante. Dans le cas le plus simple ce fichier est composé d'une suite de codes de caractères à imprimer (des lettres, des chiffres, des signes de ponctuation) et de caractères de commandes (retour chariot, saut de page, impression en italique, en gras...), dans d'autres cas ce programme est un véritable interpréteur qui traduit le document dans un langage spécifique (exemple de postscript).

➡ Le canal de transfert (ou port imprimante)

Sur les moyens et grands systèmes, les entrées/sorties sont déléguées à des processeurs spécialisés, les canaux, qui en assurent l'exécution. Les micro-ordinateurs ont des dispositifs plus modestes qui consistent en des microprocesseurs qui peuvent gérer la liaison avec l'imprimante ; ces ports sont implantés soit sur des cartes, soit directement sur la carte mère.

➡ Le câble de liaison

Aujourd'hui la liaison est assurée par le protocole USB (universal serial bus).

Le problème de la vitesse de la liaison est à résoudre en fonction de différents paramètres :

- débit de sortie du canal ou du port de l'ordinateur ;
- vitesse d'impression de l'imprimante ;
- capacité de stockage de l'ordinateur ;
- capacité de stockage de l'imprimante.

La lenteur relative de l'imprimante face à l'ordinateur oblige à réaliser un stockage temporaire du fichier d'impression dans la mémoire de l'imprimante (le « buffer ») si elle en est dotée suffisamment. L'ordinateur peut lui aussi stocker en attente ce fichier (ou ces fichiers si une file d'impression est constituée avec plusieurs fichiers) dans un spouleur (ou « spooler »), soit en mémoire centrale si elle est disponible, soit sur un disque.

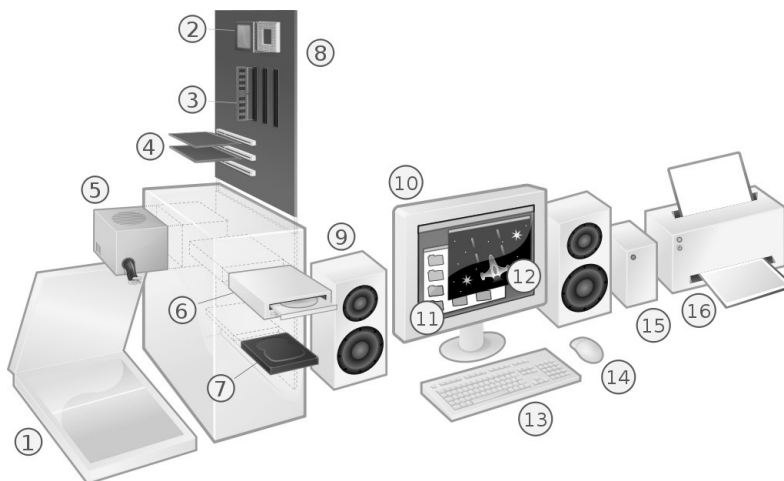
En cas de besoin, des matériels spécialisés viennent compléter ces possibilités : « buffers » pour stocker les fichiers en attente d'impression, commutateurs pour faire converger sur une imprimante plusieurs liaisons en provenance d'ordinateurs différents, ou pour relier un ordinateur à plusieurs imprimantes. La large diffusion des réseaux locaux permet aussi d'envisager des solutions dans laquelle l'imprimante est soit directement connectée sur le réseau, soit rattachée à un poste de travail qui la partage avec les autres postes. Cette problématique réseau sera reprise dans la série du cours consacrée aux architectures réseaux.

C. EXERCICES D'APPLICATION

Exercice 1

ÉNONCÉ

Indiquer quels sont les éléments correspondants à chaque numéro de la vue éclatée d'un micro-ordinateur ci-après.



Personal computer, exploded, fr.wikipedia.org.

CORRIGÉ

1. Scanner ; 2. Processeur ; 3. Mémoire vive ; 4. Connecteurs et cartes d'extension ; 5. Alimentation ; 6. Lecteur ou graveur de CD ou DVD ou Blue Ray ; 7. Disque dur ; 8. Carte mère ; 9. Haut-parleurs ou enceintes ; 10. Moniteur ; 11. Système d'exploitation ; 12. Logiciel d'application ; 13. Clavier ; 14. Souris ; 15. Disque dur externe ; 16. Imprimante.

Exercice 2

ÉNONCÉ

Après avoir rappelé le rôle d'un périphérique, vous classerez les périphériques que vous connaissez en périphériques d'entrée, de sortie ou de stockage.

CORRIGÉ

Outils de communication entre l'unité centrale et l'utilisateur, les périphériques permettent :

- l'entrée des informations dans la mémoire de l'unité centrale : clavier, souris, scanner, tablette graphique, microphone, lecteur optique (codes-barres), lecteur de cartes, numériseur d'image (acquisition vidéo), etc. ;
- la sortie des résultats de la mémoire de l'ordinateur : imprimante, écran, vidéo projecteur, table traçante, graveur, haut-parleurs, etc. ;
- le stockage d'informations : disquettes, disques durs, CD-Rom, DVD-Rom, bandes, etc.

Ces périphériques se branchent sur les slots (interfaces) et nécessitent l'installation de drivers (pilotes).

LES RÉSEAUX : ARCHITECTURE ET MATÉRIEL

L'informatique est désormais, suivant une formule évocatrice propagée par la firme IBM, « réseaucentrique », ce qui est une manière de dire qu'une application informatique, un ordinateur, ne produisent de la valeur ajoutée que s'ils assurent le maillage des postes de travail et rendent ainsi possible le travail collaboratif des utilisateurs. Une formalisation sous le nom de « loi de Metcalfe » est proposée pour décrire le phénomène suivant lequel la valeur d'un réseau de communication augmente à chaque fois qu'un nouvel utilisateur s'y connecte, puisqu'il ouvre de nouvelles potentialités d'échanges d'informations.

Loi de Metcalfe

Cette loi constate que l'utilité d'un réseau augmente suivant le carré des utilisateurs qui y sont reliés. Pour Bob Metcalfe, c'est la raison fondamentale du développement rapide de l'Internet. Plus de gens s'y abonnent, plus de gens ont envie de s'y abonner. Si le nombre d'utilisateurs est multiplié par deux, le nombre des moyens qui permettent de lier les gens entre eux et de conjurer leurs talents et leurs idées se trouve multiplié par quatre. D'où la grande importance d'un accès sans entraves : moins on raccorde de gens au réseau, moins le réseau est utile.

Un exemple numérique simple permet de comprendre cette loi :

EXEMPLE APPLICATIF 7

Supposons un réseau composé de deux amis, les échanges possibles entre eux sont au nombre de 2 : A vers B et B vers A.

Ajoutons un nouveau membre dans le réseau avec l'entrée de C, nous avons alors les liaisons supplémentaires : C vers A, C vers B et bien sûr les liaisons de sens inverse (A vers C et B vers C).

Soit au total 6 liaisons possibles.

Une autre manière de présenter les choses serait de dire que chaque membre du réseau peut se lier avec les autres membres (si le réseau compte trois membres, chacun peut obtenir 2 liaisons), puis de multiplier ce résultat par le nombre de membres du réseau. Dans notre exemple, ceci fait 3×2 , soit bien 6 comme vu plus haut.

Donc, en généralisant, si on suppose que la valeur d'un réseau (basée sur son utilité) est proportionnelle au nombre de liaisons possibles entre ses membres, on obtient une valeur de $N(N-1)$. Pour un réseau de grande taille (exemple de l'Internet), le $N-1$ est réputé égal à N et donc la valeur globale du réseau dépend de N^2 .

La valeur d'un réseau croît en fonction du carré du nombre de ses membres.

Mais attention, cette définition de la valeur d'un réseau repose sur des liens possibles entre tous les membres du réseau. Un réseau hiérarchique (un émetteur et de multiples récepteurs, comme pour la télévision ou la radio) est d'une autre nature et sa valeur obéit à d'autres lois (cette valeur sera plutôt proportionnelle au nombre de ses membres).

Conclusion

Les progrès de la technologie ont embrayé sur des lois économiques génératrices de valeur. La croissance qui en a résulté a provisoirement perturbé la Bourse (bulle spéculative de la netéconomie), mais fondamentalement les équipements produits et les nouveaux usages qui en découlent ont profondément transformé le système d'information des organisations. Le mouvement vers les mises en réseaux numériques des individus et des postes de travail est bien irréversible, aussi bien dans les organisations qu'à domicile (la rapide diffusion parmi les ménages du haut débit avec l'ADSL en est l'illustration).

Ainsi, l'utilité des grands réseaux devient rapidement incontournable et les individus ou les groupes qui en sont exclus voient se dégrader rapidement leur situation économique et sociale. La notion de « fracture numérique⁵ » pour décrire cette situation est devenue un réel souci pour les gouvernants des pays.

Les progrès technologiques de la dernière décennie ont considérablement accru les modes de communication et en ont simultanément réduit les coûts d'accès et d'usage. Il n'est qu'à citer les réseaux de téléphonie mobile, l'Internet haut et très haut débit, la télévision numérique, pour prendre conscience de ces bouleversements. Les réseaux informatiques traditionnels ont en parallèle considérablement évolué pour s'adapter mais aussi pour développer de nouvelles solutions : la fibre optique, le gigabit Ethernet sur fil de cuivre, les équipements de routage et de transmission des données sont désormais présents partout, et l'informatique en réseau est également dans les foyers domestiques.

I. PRINCIPES

A. QUELQUES DÉFINITIONS

Une première approche :

Définition

Réseau : ensemble d'équipements reliés entre eux par des lignes de transmission. Plus précisément, un réseau est un ensemble d'ordinateurs reliés entre eux dans le but de partager ou d'échanger des données et de mettre en commun des ressources matérielles. Par exemple, une imprimante laser, ou tout autre matériel onéreux d'usage général, peut être mise en réseau : chaque ordinateur relié au réseau a alors la possibilité d'envoyer des impressions sur celle-ci. Dans le cas où des données sont partagées, un système de protection doit être assuré pour ne pas corrompre par inadvertance des données sur lesquelles un autre utilisateur est en train de travailler. Les données à partager sont en général centralisées dans un ordinateur central (un serveur) qui répond aux requêtes des ordinateurs clients associés.

Une autre définition :

Définition

Réseau informatique (Computer Network) : ensemble des moyens **matériels** et **logiciels** mis en œuvre pour assurer les communications entre **ordinateurs**, stations de travail et **terminaux** informatiques.

JO du 10 octobre 1998.

Cette définition est suffisamment vaste pour englober des réalités très diverses : depuis le petit réseau local qui relie deux ou trois ordinateurs personnels et une imprimante, jusqu'aux réseaux planétaires qui connectent des milliers d'ordinateurs entre eux. Il est à noter que la communication ainsi définie est une communication numérisée, c'est-à-dire que les éléments physiques transmis sont des « bits » qui, regroupés et correctement assemblés, pourront donner des caractères, des images, des sons...

5. J. Attali, 2008.

Des termes voisins sont aussi utilisés avec des significations bien précises :

Définition

Réseaux de télécommunications : les télécommunications consistent en la transmission électronique d'information à distance. Cette définition englobe, en principe, toutes les formes de communications électroniques sans égard aux différentes sortes d'information transmises : voix, données, texte et vidéo. Dans la pratique, cependant, on entend habituellement par télécommunications le système de téléphonie et les formes de communications de point à point. Cette définition réduite reflète les distinctions adoptées, dans la première partie du ^{xx}e siècle, entre publication, diffusion, informatique et télécommunications, et suscitées en grande partie par les histoires industrielles et par les politiques gouvernementales qui se sont construites sur des technologies différentes. Les changements technologiques et économiques et les modifications réglementaires qui ont suivi conduisent désormais à la convergence des médias.

B. L'IMPACT DES PROGRÈS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

L'évolution scientifique et technologique du secteur des réseaux et des télécommunications est principalement commandée par trois faits incontournables :

- la constance des progrès de l'informatique, basés sur les gains de performances des micro-processeurs et des mémoires ;
- l'apparition après 1995 de la fibre optique à haut débit ;
- le développement explosif des systèmes de communication sans fil avec l'utilisation des fréquences hertziennes numériques, satellitaires ou terrestres.

1. Loi de Moore

Le premier point est souvent décrit par la loi de Moore qui prédit un doublement de la puissance des processeurs tous les 24 mois. Cette loi à l'œuvre depuis le début des années 1980 a conduit à diffusion sans précédent de ces « puces électroniques » dans tous les domaines de l'industrie et plus particulièrement dans celle des télécommunications. La « numérisation » des communications, qu'elles soient sons, images, textes en est la conséquence. Il est à noter que ces gains de performances se sont accompagnés de chutes de prix considérables.

2. Loi de Gilder

Le deuxième point, moins bien perçu par le grand public, car plus caché (et même enfoui !), est le développement de la fibre optique comme support de transfert de l'information numérique d'un point à un autre. On retrouve cette fibre aussi bien au fond des océans pour les lignes intercontinentales, que sous les trottoirs des grandes villes ou dans les « immeubles intelligents » câblés. La loi de Georges **Gilder**, qui avait prédit en 1993, dans le domaine de l'optique, pour les vingt-cinq prochaines années, un triplement des capacités de transmission des réseaux optiques, et ce à prix égal, tous les 12 mois, en est la prophétie réalisée.

3. Le développement du sans-fil

Le troisième point est bien connu du public par son caractère spectaculaire. Le vecteur aérien de diffusion de l'information est en pleine croissance ces dernières années, satellites, GSM, Wi-Fi... La communication numérique sans fil est partout présente, toutes les parties du spectre des fréquences sont sollicitées.

Ces phénomènes s'accompagnent de très fortes réductions des coûts et d'une multiplication des vitesses et des volumes transmis. En 2006, un câble en fibre optique peut à lui seul transporter, en une seconde, davantage de données que tout le réseau Internet ne le permettait en un mois en 1999. Le coût d'acheminement de mille milliards de bits d'informations de Boston à Los Angeles est passé de 150 000 dollars en 1970 à 0,04 dollar aujourd'hui.

En 1930, une conversation téléphonique de trois minutes entre New York et Londres coûtait plus de 300 dollars (aux prix actuels). Aujourd'hui, elle revient à moins de 0,20 dollar. Et, pour envoyer un document de 40 pages du Chili au Kenya, il faut moins de 0,10 dollar par courrier électronique, une dizaine de dollars par télécopie et 50 dollars par un service de messagerie.

C. INTÉRÊT D'UN RÉSEAU POUR UNE ORGANISATION

1. Diminution du coût grâce au partage des ressources

Le réseau permet de réaliser des économies importantes en n'achetant qu'en un seul exemplaire les périphériques coûteux (connexion Internet, lecteurs de cédéroms, imprimantes de technologie laser...) et qui, connectés sur le réseau, deviennent accessibles à tous les utilisateurs.

2. Intérêt pratique

Les ressources partageables sont gérées par le serveur ; de ce fait, l'administration s'en trouve facilitée. Lors de l'installation d'un logiciel ou d'un progiciel, l'installation peut être téléchargée directement du serveur. Les données sont stockées sur le serveur. Un utilisateur peut avoir accès à ses données de n'importe quel poste connecté au réseau.

3. Sécurité des données

Dans le modèle réseau, l'accès aux informations du serveur est défini au niveau des groupes d'utilisateurs. Aucune personne non autorisée ne peut donc accéder aux informations confidentielles de l'entreprise. La sécurité des informations de l'entreprise passe également par la sauvegarde des données. Grâce au réseau, les lecteurs de bandes prennent en charge la sauvegarde programmée des informations du réseau.

4. Cohérence et disponibilité des données

Grâce au réseau, les informations sont stockées sur un serveur. Elles sont accessibles par tous (en fonction de leurs droits d'accès). Tout document mis à jour par un utilisateur est mis à la disponibilité des autres.

Sans réseau, les données sont éparpillées dans l'entreprise et sont en général sous la responsabilité d'une personne donnée. Les risques de « points de rupture » sont importants. Si elles doivent être partagées par plusieurs personnes, les données seront copiées en plusieurs endroits au risque d'être mises à jour sans que leurs autres détenteurs en soient avertis. Dans ce cas, certaines personnes n'auront pas l'information adéquate à ce jour. Dans le pire des cas, une même donnée initiale évoluera de façon indépendante et non synchrone dans plusieurs endroits différents, entraînant une incohérence et une désorganisation totales.

II. CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX

Classiquement, on caractérise un réseau par sa taille, ses supports physiques et ses méthodes d'accès.

A. LA TAILLE

C'est le caractère le plus apparent pour classer les réseaux. On distingue en gros trois niveaux de taille :

- le LAN (Local Area Network) ou RLE (Réseau local d'entreprise) qui relie des ordinateurs situés dans des bâtiments d'un même site. Les distances entre les points d'accès au réseau sont de l'ordre des centaines de mètres ;
- le MAN (Metropolitan Area Network) ou Réseau métropolitain qui s'étend sur une agglomération (ou une zone d'activité économique) ;
- le WAN (Wide Area Network) ou Réseau étendu qui se déploie à l'échelle d'un pays ou même plus dans certains cas (Internet par exemple).

B. LES SUPPORTS PHYSIQUES

La diversité des supports physiques des réseaux informatiques est grande. Les progrès technologiques sont permanents et les constructeurs proposent régulièrement de nouveaux dispositifs pour transmettre les données numériques.

Le signal peut ainsi emprunter des supports très divers :

- signal électrique « basse tension » sur fil de cuivre (type câblage téléphonique ou type câble antenne télévision) ;
- signal optique sur fibre optique ;
- faisceau hertzien (ondes par la voie aérienne comme la télévision classique), avec ou sans satellite ;
- signal électrique « haute tension » sur le réseau électrique (Courant porteur en ligne ou CPL) ;
- signal sur ondes ultracourtes (GSMdata, Bluetooth, Wi-Fi, UMTS...) pour la constitution de réseaux sans fil.

En fonction des caractéristiques physiques de chaque support découlent des niveaux de performances et de coûts de déploiement des réseaux qui nécessitent des choix d'organisation.

REMARQUE

Un élément essentiel du choix est la notion de « débit » qui mesure le nombre de « bits par seconde » (noté bps) transitant par une ligne de communication. Pour certaines technologies, comme l'ADSL, le Wi-Fi, le débit « nominal » est en fait un débit « maximal » voire théorique qui peut rapidement chuter et provoquer une insatisfaction chez l'utilisateur.

C. L'ARCHITECTURE DU RÉSEAU

L'architecture ou organisation d'un réseau est fonction des objectifs définis par ses propriétaires et des choix techniques et financiers qu'ils réalisent. Il est à noter que, dès un certain niveau de taille, le réseau est en fait composé de sous-réseaux qui sont connectés entre eux. Le rôle de l'architecte du réseau consiste donc à faire fonctionner des matériels et des logiciels en réseaux interconnectés afin de permettre des activités informatiques collectives, en centralisant ou répartissant les ressources et les tâches à travers le système.

C'est donc une façon d'interconnecter physiquement les différents éléments d'un réseau et de combiner son organisation logicielle aux différents supports physiques utilisés afin d'effectuer des opérations informatiques (transferts de fichiers, consultations de bases de données, mises à jour de données, messagerie, diffusion de vidéos...).

Après les architectures en mainframe puis en poste à poste, l'architecture actuellement la plus répandue est celle du client serveur. Dans cette architecture, les données et/ou les applications sont localisées sur des ordinateurs dédiés, les serveurs, et sont accessibles aux postes clients. Les postes clients sont des PC connectés au réseau et qui vont accéder aux services du serveur via un logiciel client qui nécessite peu de ressources. Avec le développement des intranets⁶ et extranets⁷, le logiciel client sera tout simplement le navigateur web que l'on nomme alors client léger.

À retenir

Voici les types de serveurs les plus courants :

- Serveur de données ou de fichiers : gestion des données au profit des applications
- Serveur d'applications : hébergement des applications mises au service des usagers du réseau
- Serveur d'impression : pilotage des moyens d'impression partagés
- Serveur de domaine : gestion de l'authentification des utilisateurs et contrôle des accès aux ressources (annuaire LDAP⁸)

6. Un intranet est un réseau privé fondé sur les protocoles de l'Internet. Toutes les applications de l'Internet sont donc disponibles en interne : messagerie, Web, forums de discussion...

7. Un extranet est un réseau partagé mais contrôlé, fondé sur les infrastructures et les technologies de l'Internet, offrant à un groupe de partenaires tout ou partie des applications intranet d'une ou plusieurs entreprises : messagerie, sites Web, forums de discussion, applications informatiques, accès à certaines bases de données internes...

8. LDAP : Lightweight Directory Access Protocol.

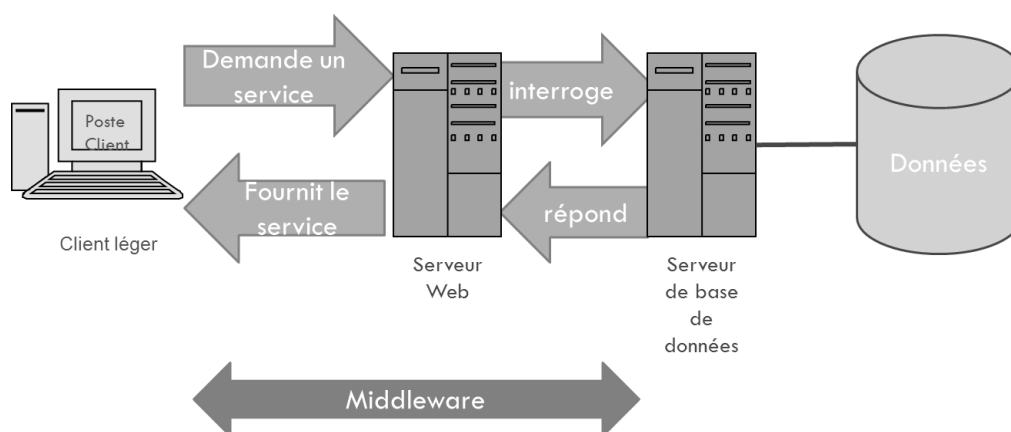
- Serveur DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) : pour l'attribution dynamique des adresses IP et du masque de sous réseau aux postes clients
- Serveur DNS (Domain Name System) : permet d'établir une correspondance entre une adresse IP et un nom de domaine (cf. partie 5)
- Serveur proxy ou mandataire : mémorisation intermédiaire entre le réseau local et internet qui permet une accélération de la navigation, un filtrage des données et donc une sécurisation du réseau local (pare-feu et machines du réseau local non visibles de l'extérieur), Journalisation des requêtes⁹ (cf. série 4, partie 1. Sécurité informatique)
- Serveur de messagerie (gestion du courrier électronique, protocoles POP, IMAP & SMTP cf. partie 5)
- Serveur WEB : hébergement des pages web – site web, extranet, intranet- de l'organisation (logiciel serveur HTTP, MYSQL, PHP...)
- Serveur FTP (File Transfer Protocol) : pour transférer des fichiers (cf. partie 5)
- Serveur de groupware : mise à disposition d'applications collaboratives partagées (agenda, partage de documents – GED –, visio conférence, workflow...) (cf. série 4, partie 6. Les outils collaboratifs)

Compléments

Client-serveur Middleware ou médiateur ou encore architecture 3 tiers

Constitué d'un ensemble de logiciels, le middleware permet de gérer l'interopérabilité des applications en client/serveur.

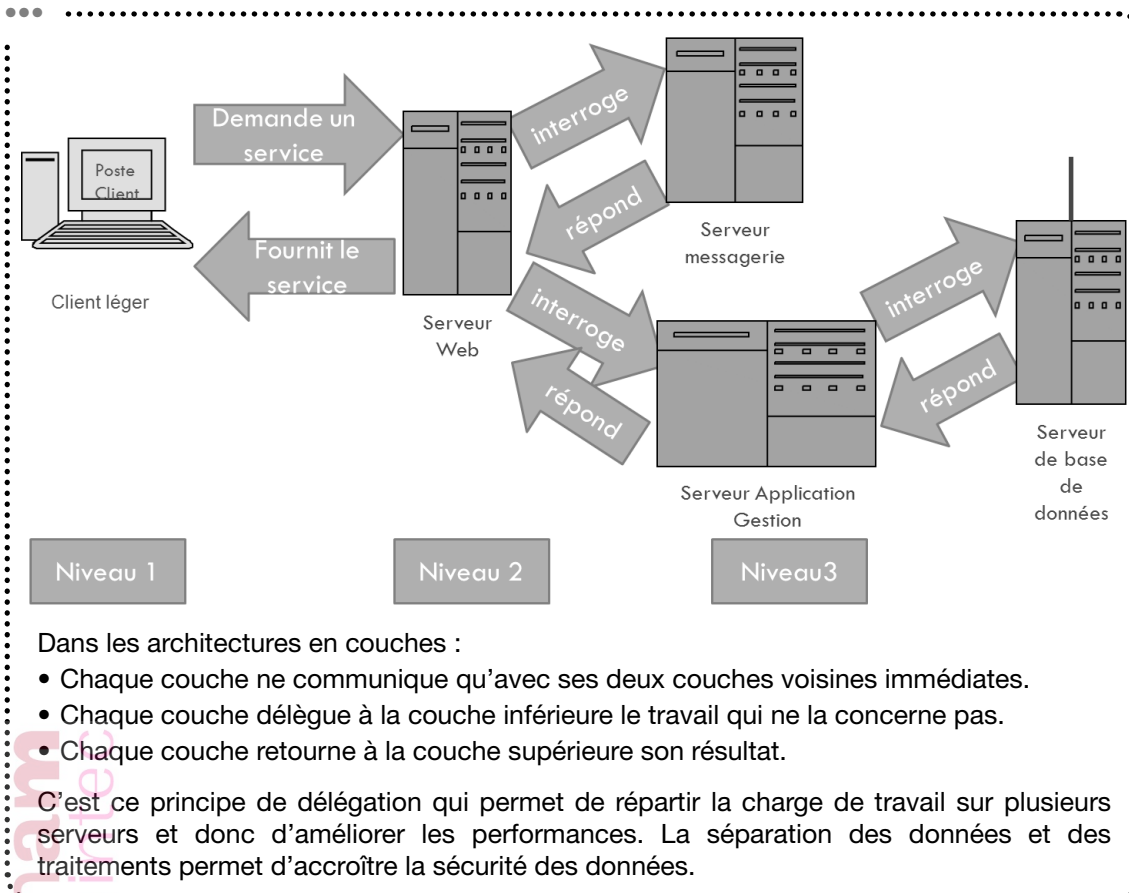
- Le poste client (qui est demandeur de ressources) est équipé d'une interface utilisateur (généralement un client léger, c'est-à-dire un navigateur web) chargée de la présentation.
- Le serveur d'application (appelé middleware ou médiateur) fournit la ressource et exécute les traitements éventuels, mais en faisant appel à un autre serveur, le serveur de données. Le plus souvent le médiateur est un serveur web.
- Le serveur de données fournit au serveur d'application (middleware) les données requises pour répondre au client.



Client-serveur n couches (ou n-tier en anglais)

Cette architecture est une évolution de l'architecture 3 tiers. Elle consiste à ajouter des serveurs, chaque serveur étant spécialisé dans une tâche.

9. Un journal de toutes les requêtes effectuées par les utilisateurs sur Internet est établi.



D. LES TOPOLOGIES PHYSIQUES

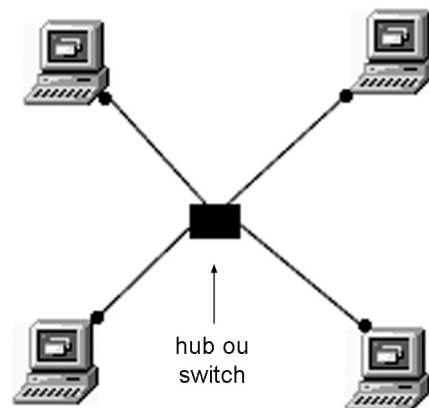
Les topologies physiques de réseaux locaux sont très diverses : en étoile, en bus, en boucle ou en anneau.

On appelle topologie l'organisation spatiale des nœuds de communication et des points d'accès au réseau.

Le raccordement des équipements d'un réseau s'effectue suivant différentes configurations :

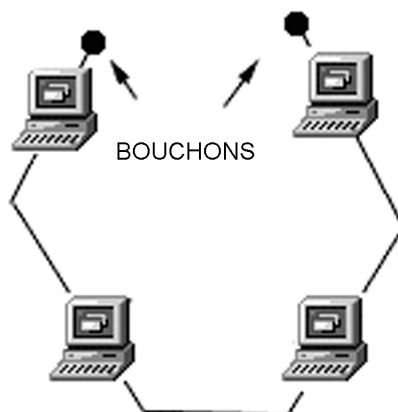
1. Réseau en étoile

Chaque équipement est raccordé par une liaison point à point à un nœud de communication.



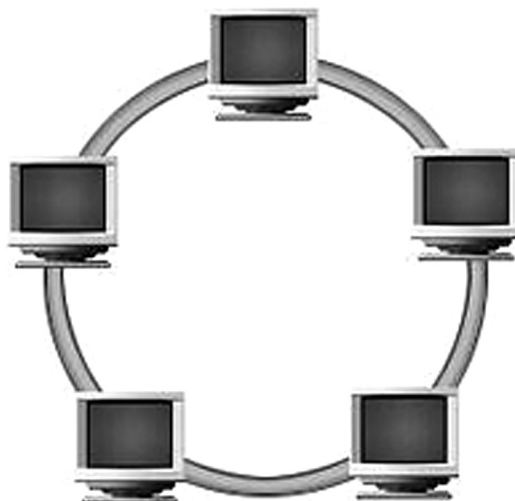
2. Réseau en bus

Les équipements se partagent une même voie physique, on parle aussi de liaisons multipoints.



3. Réseau en anneau

Les équipements sont connectés les uns aux autres, chacun joue le rôle de répéteur si l'information ne le concerne pas.



4. Réseau maillé

Les différents équipements sont reliés entre eux par des liaisons point à point. Ce type de configuration est réservé à la connexion d'ordinateurs entre eux.

Pour choisir une topologie, l'utilisateur doit prendre en compte :

- les contraintes géographiques ;
- le nombre de postes à installer ;
- les possibilités d'extension souhaitées.

REMARQUE

Mais, en fait, son choix va être orienté par les contraintes de la technologie qu'il aura choisies pour déployer son réseau. En particulier la méthode d'accès, qui est inhérente au type de réseau, en rendra le choix de la topologie étroitement dépendant.

III. LES ÉQUIPEMENTS RÉSEAU

A. ETHERNET, UN STANDARD POUR LES RÉSEAUX

L'ensemble des règles qui gèrent les multiples accès au support est désigné sous le terme de **méthode d'accès**. En effet, dans un réseau local, toutes les stations sont raccordées au même support d'interconnexion, il faut donc mettre en œuvre un mécanisme de contrôle des accès multiples au support. Ce mécanisme peut être géré par une station particulière, on parle alors de contrôle centralisé, ou bien, au contraire, pris en charge par l'ensemble des stations dans le cas d'un contrôle décentralisé. Il doit, en plus, garantir une équité d'accès des différentes stations connectées et une utilisation optimisée du support.

La principale technique est le CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) qui est utilisé par les réseaux Ethernet : plusieurs machines peuvent émettre un message en même temps. Quand une machine émet un message, elle se met ensuite à l'écoute, ce qui lui permet de détecter une éventuelle collision avec un message émis par une autre machine au même moment. Dans ce cas, les deux machines émettent à nouveau leur message, mais avec un décalage pour qu'il n'y ait plus de collision entre eux deux. S'il y a un trafic trop important sur un réseau de ce type, il est possible qu'un message ne puisse être émis sans qu'il provoque une collision avec un autre message.

Dans la pratique, les réseaux Ethernet, construits sur la base de l'accès par contention, dominant.

Les réseaux Ethernet proposent aujourd'hui des débits variés :

- 10 Mbps pour l'Ethernet classique ;
- 100 Mbps pour le Fast Ethernet ;
- 1 000 Mbps pour le giga Ethernet ;
- 10 000 Mbps pour le 10 giga Ethernet.

De plus, pratiquement tous les supports filaires et sans fil sont compatibles avec Ethernet. Enfin, les équipements largement banalisés dans cette technologie assurent des coûts abordables.

1. Les réseaux locaux

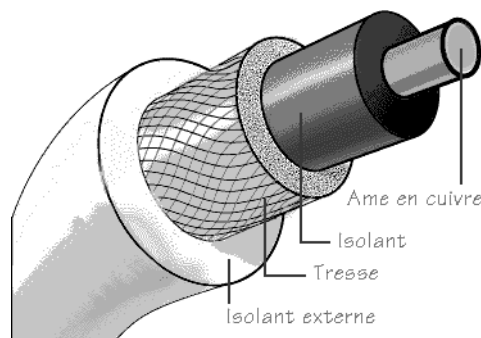
Désormais, l'installation d'un réseau local est à la portée de tous (avec la technologie Ethernet). Le coût des équipements et le travail de mise en œuvre ne sont plus des obstacles. Restent les avantages du réseau local : partage des équipements entre plusieurs postes de travail, amélioration de la sécurité par les sauvegardes, travail coopératif...

Sur le plan pratique, un réseau local est composé d'un câblage réseau, d'équipements de connexions et d'équipement du poste terminal.

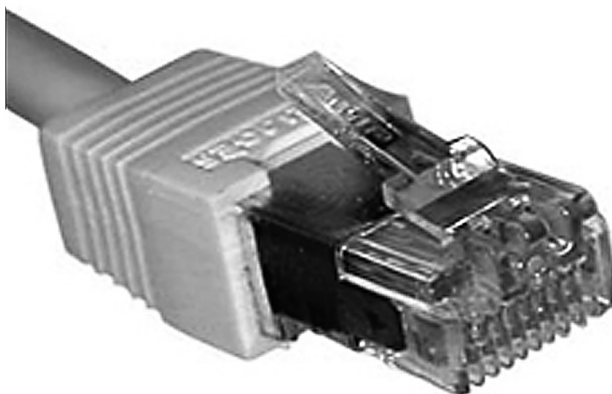
a. Les liaisons réseau

Plusieurs standards se sont imposés sur le marché :

- **Le câble coaxial** est composé d'un fil conducteur au centre du câble, entouré d'une gaine isolante, puis d'une tresse conductrice servant de deuxième fil, et d'une deuxième gaine isolante. De cette structure coaxiale vient le nom du câble. Son débit est limité à 10 Mbits/s et la distance à 185 mètres. Ce type de câble a été massivement utilisé dans les premiers réseaux locaux.



- **La paire torsadée** est composée de deux fils conducteurs gainés. Ils sont entrelacés pour éviter au maximum les interférences. L'immunité aux bruits n'étant tout de même pas excellente, il est parfois nécessaire de blinder la paire torsadée en l'entourant d'une tresse métallique (STP/UTP : Shielded/Unshielded Twisted Pair pour paire torsadée blindée/non blindée). Ce traitement améliore les performances du câble, non seulement du point de vue de l'immunité aux interférences, mais également en termes de bande passante. Le débit peut atteindre 100 Mbits/s ou 1 000 Mbits/s. La distance est limitée à 100 mètres. Pour les réseaux locaux, le RJ45 s'impose comme la référence filaire :



- **Le câble optique** est composé de brins en fibre de verre qui conduisent la lumière (l'indice de réfraction est tel que les rayons lumineux rebondissent à l'intérieur du brin sur de grandes distances). Il est caractérisé par une très large bande passante et une très bonne immunité aux « bruits ». Évidemment, cela a un prix : le câble est onéreux et la technique de connexion entre les différents segments est délicate. Lorsque le trafic devient important, les liaisons cuivre sont insuffisantes et il faut passer à la fibre optique, en particulier pour les liaisons entre les étages ou les services, entre les commutateurs, vers les serveurs et entre les bâtiments. Le débit peut aller de 10 Mbits/s à 10 Gbits/s et la distance jusqu'à 50 km.

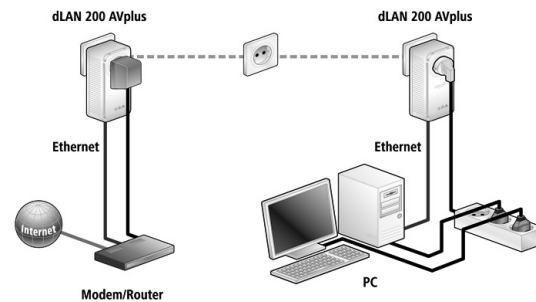


- **Le CPL ou Courant Porteur en Ligne** utilise le réseau électrique existant dans les bâtiments pour transporter les données. Il suffit pour cela de brancher des adaptateurs CPL sur les prises électriques. Selon le type d'adaptateurs, le débit théorique peut être de 85 Mbits/s à 200 Mbits/s. Si l'installation est instantanée et ne demande aucun travail, la qualité du débit dépend de l'installation électrique.

Un adaptateur CPL



Exemple de raccordement avec des boîtiers CPL



<http://www.digitalworld.fr/test-devolo-dlan-200-av-des-boitiers-cpl-ecolos-et-malins,8377,a.html>

- **Le WiFi** repose sur le principe d'ondes radio qui transportent les données entre les machines. Cette solution technique est facile à mettre en œuvre, évite d'avoir des travaux à réaliser, offre des débits théoriques intéressants (jusqu'à 54 Mbits/s pour une portée allant jusqu'à 100 mètres – mais attention le Wi-Fi est très sensible aux perturbations électromagnétiques) et est particulièrement adaptée aux personnels mobiles équipés d'ordinateurs portables ou autres terminaux mobiles. Cependant elle nécessite de mettre en place des procédures de sécurité spécifiques, les ondes ne s'arrêtant pas aux portes de l'organisation...

REMARQUE

Il est fréquent de voir coexister plusieurs types de liaisons dans un réseau privé.

b. Les équipements de connexions

L'équipement central de ce petit réseau est le hub (en français : **concentrateur**). C'est lui qui va assurer la liaison entre les différents ordinateurs ou périphériques.

Le concentrateur possède un certain nombre de ports (il possède autant de ports qu'il peut connecter de machines entre elles, généralement 4, 8, 16, 32...). Son unique but est de récupérer les données binaires parvenant sur un port et de les diffuser sur l'ensemble des autres ports. Pratiquement, un câble va relier chaque ordinateur, imprimante ou autre appareil au « hub ». Physiquement, la topologie du réseau sera donc en étoile, le « hub » en étant le centre.

Désormais, pour des raisons de performance, les utilisateurs préfèrent acquérir des « switchs » (en français : **commutateur**), qui, pour un surcoût modeste, assurent des vitesses de transit bien meilleures sur le réseau.

En effet, connaissant le port du destinataire, le commutateur ne transmettra le message que sur le port adéquat, les autres ports restants dès lors libres pour d'autres transmissions pouvant se produire simultanément. Il en résulte que chaque échange peut s'effectuer à débit nominal (car il n'y a plus de partage de la bande passante), sans collision, avec pour conséquence une augmentation très sensible de la bande passante du réseau (à vitesse nominale égale).

Les switchs les plus vendus sont basés sur la norme Fast Ethernet à 100 Mbps. Pour quatre ports, les prix débutent à 6,60 € HT, et vont jusqu'à 500 € HT pour un 48 ports.

D'autres équipements existent pour assurer le fonctionnement d'un réseau local :

- le **répéteur** : pour régénérer le signal sur des distances longues (par exemple entre deux bâtiments éloignés sur un campus universitaire) ;
- le **pont** : pour faire communiquer deux segments de réseaux entre eux ;
- le **routeur** : pour interconnecter plusieurs réseaux.

Le routeur agit comme une passerelle entre deux réseaux. Lorsqu'un message émis par une machine d'un réseau concerne un autre réseau, le routeur redirige alors le message vers le ou les routeurs voisins.

Chaque routeur construit ses tables de routage (cf. partie 5. Protocole TCP-IP).

À retenir

Le routeur a trois fonctions principales :

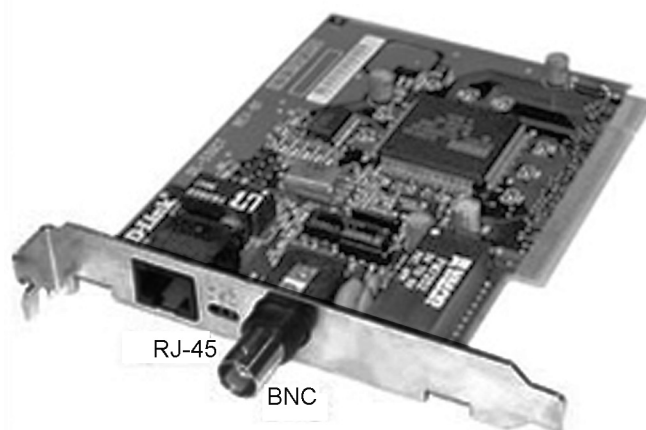
1. Permettre la communication entre des machines n'appartenant pas au même réseau.
2. Offrir un accès Internet à des utilisateurs d'ordinateur en réseau local.
3. Il comporte un système de filtrage des paquets IP qui bloque les accès non autorisés à un réseau, ce système s'appelle un pare-feu (firewall).

De plus, bien que les tables de routage puissent être configurées manuellement (dans les petits réseaux), un protocole (RIP = Routing Information Protocol) permet aux routeurs de communiquer entre eux pour échanger dynamiquement (de manière automatique) des informations de routage.

c. L'équipement du poste terminal

Ne pas oublier que chaque ordinateur, ou autre équipement terminal (imprimante, routeur...), doit disposer d'une carte réseau avec la connectique adaptée et d'un système d'exploitation réseau (Windows, MacOS, Linux, Novell...).

Carte réseau avec la double connectique RJ 45 et BNC



Carte réseau pour ordinateur portable avec connectique RJ 45



Carte réseau Wi-Fi



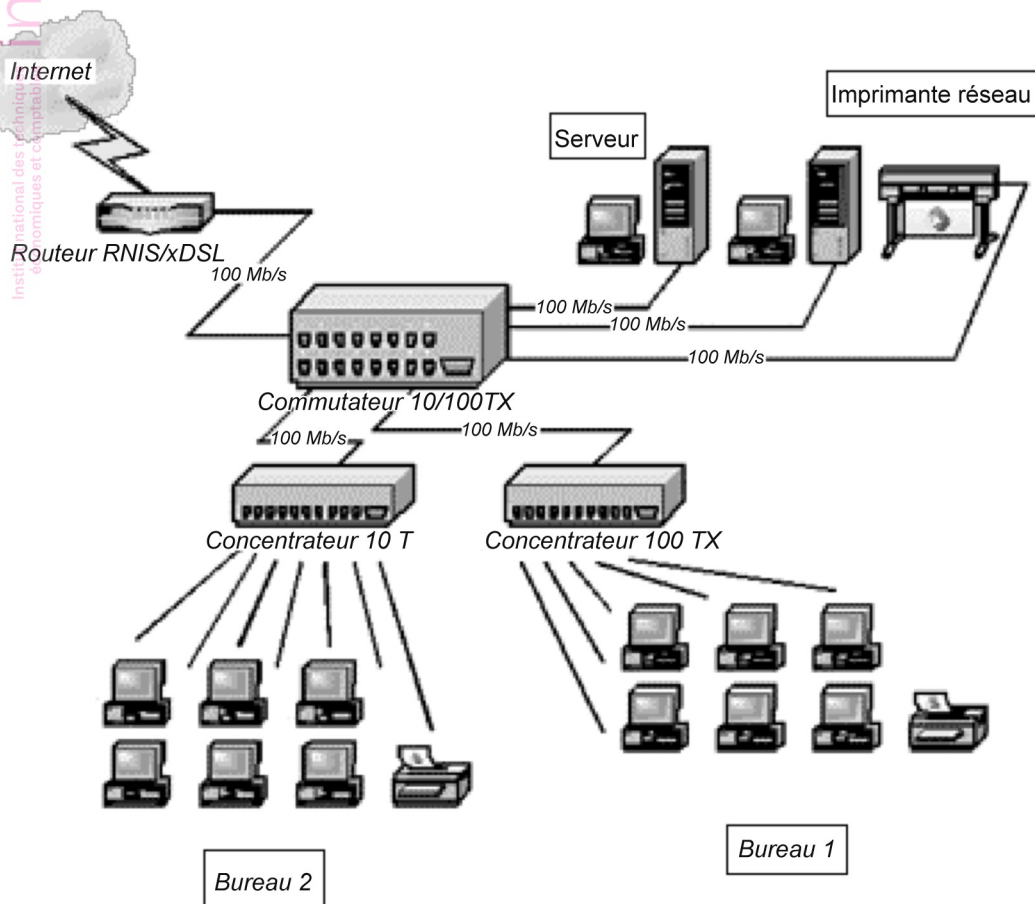
À retenir

Chaque carte réseau dispose d'une adresse physique unique attribuée par le constructeur, appelée « adresse MAC » (Media Access Control). L'adresse MAC permet à toute machine d'être reconnue par les autres machines du réseau. Elle peut être également utilisée lors de la mise en place de filtre (pare-feu) et ainsi d'augmenter la sécurité du réseau (cf. série 4. Sécurité informatique).

2. L'extension du réseau local

Pour s'étendre, le réseau local doit relier entre eux des groupes de travail qui sont organisés dans des segments du réseau. En cas de distance importante dans les mêmes locaux, des « répéteurs » assurent l'intégrité du signal transmis.

Architecture d'un réseau local étendu



Un autre équipement, le « routeur », permet au réseau local de se relier par l'intermédiaire de réseaux publics (Numéris, ADSL, liaisons spécialisées...) à d'autres réseaux locaux. Une autre caractéristique du routeur est sa capacité de filtrage des communications et donc d'assurer ainsi une protection des postes du réseau envers des intrusions.

B. LES RÉSEAUX PUBLICS

Les réseaux publics de télécommunications englobent tous les dispositifs techniques de communication à distance reliant des postes d'émission et de réception individualisés.

1. L'ARCEP

En application des directives européennes, la loi du 26 juillet 1996 a ouvert en France le secteur des télécommunications à une concurrence totale à compter du 1^{er} janvier 1998. Pour assurer un équilibre entre les différents acteurs de ce marché, la loi française a créé une instance de régulation indépendante : l'Autorité de régulation des télécommunications (l'ART), devenue le 20 mai 2005 l'ARCEP (autorité de régulation des communications électroniques et postales¹⁰). Cette création répond à trois objectifs :

- **L'objectif de neutralité** : L'indépendance de l'ARCEP doit être un gage de neutralité et d'impartialité à l'égard de tous les acteurs du marché.
- **L'objectif de continuité** : le régulateur a pour mission de favoriser le développement durable du marché au bénéfice des utilisateurs. Pour ce faire, il doit susciter la confiance et incarner la stabilité, dans son fonctionnement comme dans ses décisions. Son indépendance et le mode de désignation des membres de son collège lui permettent d'inscrire son action dans la continuité.
- **L'objectif d'efficacité** : une autorité indépendante peut aussi disposer de compétences qui ne se rattachent pas aux formes traditionnelles d'intervention du pouvoir exécutif. Le règlement des litiges, la conciliation et le pouvoir de sanction figurent ainsi parmi les éléments décisifs d'une régulation efficace.

2. Les solutions techniques

Les opérateurs télécoms offrent à leurs abonnés un vaste éventail de solutions techniques pour relier les équipements informatiques présents dans des sites distants. Les solutions proposées ont des caractéristiques qui s'adaptent plus ou moins bien aux besoins des utilisateurs, il est donc nécessaire d'en connaître les traits essentiels pour faire le bon choix.

a. Le réseau téléphonique commuté

Le réseau le plus répandu reste le réseau téléphonique. Il est commuté, d'où le sigle RTC (Réseau téléphonique commuté), ce qui signifie que la liaison entre deux correspondants n'est pas établie de façon permanente mais en fonction de chaque demande (décroché du téléphone et numérotation). Ce réseau est le plus universel qui soit : près d'un milliard d'abonnés lui sont raccordés dans le monde, dont 30 millions en France. Dans un réseau téléphonique, on distingue **deux parties**, la **distribution** (appelée aussi boucle locale) chargée de relier les abonnés aux points d'entrée du réseau et la partie « **transit** » chargée de transporter les communications entre des nœuds qui sont à la fois des concentrateurs et des commutateurs. Selon ces niveaux et le nombre de canaux nécessaires, les lignes de transmission sont soit en paires de cuivre, soit en câbles coaxiaux, soit en fibre optique. Il arrive aussi qu'elles reposent sur des transmissions hertziennes (les faisceaux hertziens) et ceci par voie terrestre ou par satellite.

D'un niveau à l'autre, la concentration s'effectue par multiplexage. Ce multiplexage a longtemps été analogique, il est aujourd'hui numérique. Il en est de même pour la commutation. On peut donc considérer que le réseau français est numérisé entre 90 et 100 %, selon le niveau auquel on se situe. C'est la numérisation de la partie distribution, celle qui va des commutateurs locaux aux abonnés, qui permet d'offrir une communication numérique « de bout en bout », autrement dit Numéris, à la quasi-totalité du territoire dès 1991.

10. Il s'agit d'une autorité administrative indépendante.

Le RTC a donc été conçu comme un réseau de transport de la voix. Mais il peut servir à transporter des données, avec l'immense mérite d'être bon marché et disponible en tout point du territoire. Le RTC demeure, du reste, le principal réseau de transmission de données, si l'on compte en nombre d'accès. Ainsi, de par sa nature analogique (tout au moins dans les derniers mètres de la boucle locale !), le réseau téléphonique nécessite le recours à un modem pour transporter des données d'ordinateur à ordinateur.

Le débit numérique du RTC reste limité par ce recours au modem, depuis environ 9 600 bps avec un modem V32, jusqu'à 56 000 bps avec un modem V90/V92.

Il est à noter que la tarification de l'usage « données » est identique à celle de l'usage « voix » et qu'elle repose sur une combinaison durée/distance. La concurrence existant désormais dans ce domaine, les opérateurs proposent des solutions diverses pour capter la clientèle professionnelle, grosse consommatrice de connexions. Il est donc possible de réaliser des économies sur le poste des dépenses de télécommunications, mais l'opacité des formules de calcul des opérateurs oblige à bien étudier la question.

b. Les liaisons spécialisées ou lignes louées

Pour transférer des volumes de données importants et avec des débits plus élevés, il est généralement fait appel aux liaisons louées que, comme les autres opérateurs, France Télécom propose en location. Ces LL sont des lignes affectées en permanence au client à travers son réseau. Comme le réseau de France Télécom est unifié, ces lignes sont prélevées sur le réseau en raccordant des circuits de manière permanente. Ces liaisons empruntent donc la même infrastructure que le RTC. La tarification est fixe, composée uniquement de frais d'accès et d'une redevance mensuelle dépendant des caractéristiques et surtout de la longueur de la ligne, avec des paliers de 10, 50, 300 et 500 km. Ce coût fixe permet de calculer facilement le seuil de rentabilité, par rapport à des liaisons RTC. De plus, les caractéristiques de ces lignes sont connues et garanties. Bien entendu, elles ne nécessitent pas de connexion ou de déconnexion pour être utilisées.

3. Le RNIS, un réseau « rural »

Grâce à la numérisation de la quasi-totalité de son réseau national, France Télécom est en mesure d'offrir de nouveaux services. Ceux-ci sont concentrés notamment autour d'une infrastructure normalisée à l'international : le RNIS (Réseau numérique à intégration de services), en anglais ISDN (Integrated Services Digital Network). En France, cette offre porte le nom commercial de Numéris. Ce réseau ne fait qu'employer l'infrastructure du téléphone dont il utilise la forte numérisation.

Sont ainsi définis, pour l'utilisateur, deux types d'accès :

- **L'accès de base** prévoit un débit total de 144 Kbps découpé par multiplexage en deux canaux de 64 Kbps, dits canaux B, et un canal de signalisation de 16 Kbps, dit canal D. L'interface est identifiée par la norme S0.
- **L'accès primaire**, sous le nom d'interface S2, correspond à un débit global de 1 984 Kbps, composé de trente canaux B de 64 Kbps et d'un canal D à 64 Kbps. Le nom de primaire provient du fait qu'il correspond à l'unité de concentration primaire dans la hiérarchie de multiplexage des réseaux publics.

Pour de petites installations, à l'aide d'un accès de base, on peut connecter 5 terminaux S0 sur 10 prises à une distance pouvant atteindre 1 000 m, si les distances entre terminaux ne sont pas trop différentes. C'est l'installation dite à bus passif. Elle ne permet pas de dialogue entre les terminaux d'un même bus sur un même accès.

Pour des installations plus importantes, toujours avec un accès de base, il faut disposer d'un équipement de contrôle de la ligne qui sera une régie. Dans ce cas, les communications internes entre terminaux seront possibles. La régie sera à bus unique pour un seul sous-réseau, ou à étoile de bus, si l'on souhaite définir plusieurs sous-réseaux.

Le troisième type d'installation, pour un nombre de terminaux plus important, nécessitera l'accès primaire : il consistera à connecter un autocommutateur téléphonique (PABX) au TNR, via l'interface T2. Les prises S0 des terminaux viendront se raccorder à l'autocommutateur.

La tarification du RNIS est désormais alignée sur celle du RTC, avec les avantages en plus. L'abonnement à l'accès de base isolé et le tarif des communications sont identiques à ceux du téléphone normal.

Autre source de surcoût, les équipements spécifiques (combinés téléphoniques, boîtiers de connexions...) voient leurs prix nettement baisser avec la maturité de ce marché.

Néanmoins, l'utilisation de Numéris dans le domaine des services « données » est réduite en raison de la supériorité en termes de bande passante et de coût de l'ADSL qui répond mieux au besoin de haut débit exprimé par les utilisateurs. Mais l'ADSL n'est utilisable que pour des points d'accès situés à quelques kilomètres du central ADSL. Numéris reste donc sur le créneau du réseau d'entreprise en zone non-urbaine. Encore que, sur ce dernier point, des solutions ADSL dégradées réduisent en peau de chagrin l'avantage dont pouvait disposer Numéris.

4. ADSL

Conçu pour accélérer l'accès à Internet, l'**ADSL (alias Asymetrical Digital Subscriber Line) est une technologie de transmission de données en pleine croissance**. Elle a comme grand avantage de réutiliser le réseau téléphonique commuté classique et d'autoriser le partage voix-données sur le même équipement. Les opérateurs téléphoniques doivent cependant investir dans l'adaptation de leurs centraux téléphoniques pour accueillir l'ADSL.

Avec les technologies XDSL, il est possible d'obtenir un débit supérieur au mégabit par seconde sur une ligne téléphonique classique, ainsi que de faire transiter la voix. Pour y parvenir, l'ADSL sépare la téléphonie traditionnelle des données numériques au niveau des centraux téléphoniques. Une des technologies XDSL, l'ADSL (avec le A pour asymétrique), qui est désormais opérationnelle dans de nombreux pays, offre un débit descendant (en réception) très supérieur au débit montant (en émission). En théorie, l'utilisateur peut recevoir jusqu'à 20 Mo de données par seconde, mais émettre seulement jusqu'à 1024 Kbps (ADSL 2+).

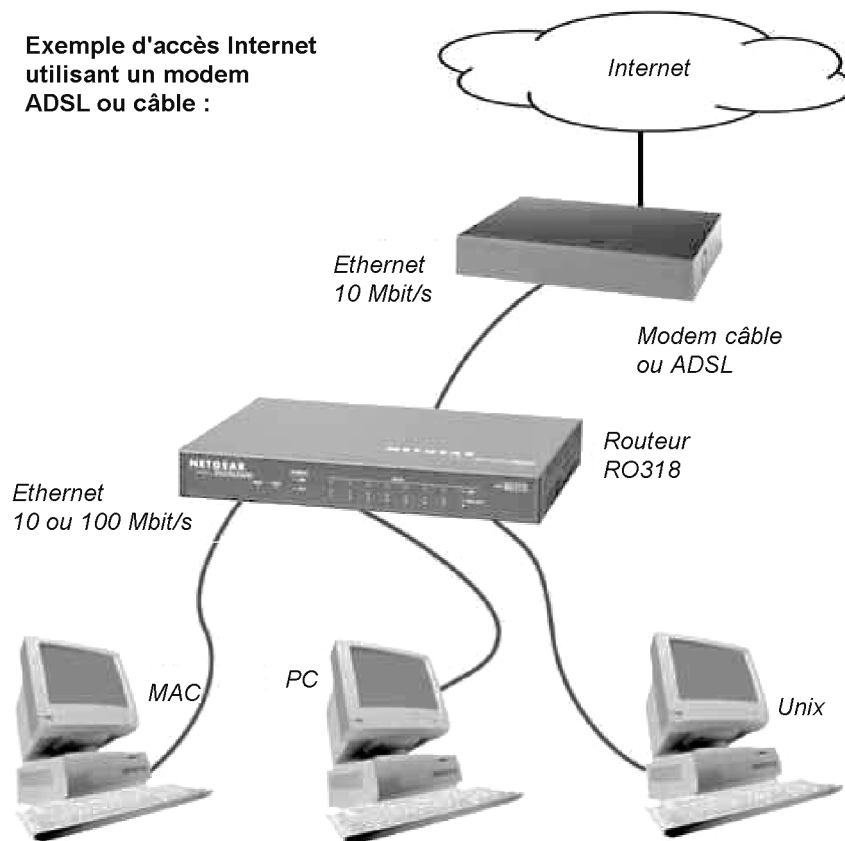
a. Le débit dépend de la longueur de la boucle locale

En pratique, les débits varient en fonction de la distance : 10 à 20 Mbps sur 1 km, 7 à 8 Mbps sur 3 km, 5 Mbps sur 4,5 km, 2 à 3 Mbps sur 6 km, et ainsi de suite. Le débit en réception dépend de la longueur de la boucle locale, c'est-à-dire de la distance qui sépare l'utilisateur de son central téléphonique. Pour que les débits soient supérieurs au mégabit par seconde, cette distance ne doit pas dépasser six kilomètres. Et, comme effectivement, la longueur de la boucle locale n'excède pas 6 kilomètres dans 80 % des pays industrialisés, l'ITU-T (International Telecommunications Union) a décidé d'adopter pour la normalisation de l'ADSL un débit de 1,5 Mbps.

b. Des séparateurs pour distinguer voix et données numériques

Chaque central téléphonique doit en outre être adapté. Cela consiste à installer un dispositif, nommé *splitter* (séparateur) destiné à séparer la voix des données numériques. Pour l'heure, un séparateur est également nécessaire chez l'utilisateur pour orienter les appels téléphoniques vers le combiné et les données vers le modem. D'un point de vue technique, le haut de la bande passante (700 kHz à 2,2 MHz) est destiné aux débits descendants. Le milieu de la bande (300 à 700 kHz) sert quant à lui à l'envoi des données (canal montant), tandis que le bas de la bande est réservé à la téléphonie classique (0 à 4 kHz) ou au Numéris (0 à 80 kHz).

Exemple d'accès Internet
utilisant un modem
ADSL ou câble :



Société Netgear.

5. Le câble

Le câble (HFC : Hybrid Fibre Coax) qui fait pénétrer les chaînes de télévision à domicile permet aussi la connexion à Internet. C'est même en passe de devenir le moyen d'accès préféré des Américains du Nord.

Les avantages pour l'abonné sont indéniables :

- connexion permanente et tarification forfaitaire (pas de surprise en fin de période) ;
- laisse libre le téléphone ;
- débit rapide (mais pas autant que le laisseraient penser les capacités théoriques).

Le « modem câble » doit être installé chez l'abonné, son débit nominal est élevé (jusqu'à 100 Mbits/s) par rapport à un modem de type RTC (56 000 bits/s).

Les modems câbles sont donc reliés (grâce au câble) au réseau du câblo-opérateur (Numéricable par exemple), qui est lui connecté en permanence à Internet. En pratique, il semble qu'un débit de 100 Mbits est possible, mais comme avec tous les opérateurs hors réseau dédié professionnel, ce débit est théorique. Mais le débit reste supérieur à celui de l'ADSL en raison de la supériorité technique du câble sur la ligne de type téléphonique de l'ADSL.

6. La fibre optique

Elle permet d'obtenir des débits très importants, sur de grandes distances et est insensible aux perturbations électromagnétiques. Le débit est symétrique c'est-à-dire que le débit descendant et le débit ascendant sont identiques.

Actuellement se développe le FttH (Fiber to the Home), c'est-à-dire le déploiement de la fibre optique jusque dans les logements des utilisateurs. Le FttH permet donc de bénéficier de tous les avantages techniques de la fibre sur l'intégralité du réseau jusqu'à l'abonné.

@ Pour en savoir plus sur la fibre optique :
<http://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/dossiers/fibre/guide-fibre-immeubles-2011.pdf>

7. WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Le Wimax est un standard de transmission de données à haut débit par voie hertzienne (ie radio et donc sans fil).

Fonctionnant à 70 Mbit/s, il est prévu pour connecter les points d'accès Wi-Fi à un réseau de fibres optiques, ou pour relayer une connexion partagée à haut-débit vers de multiples utilisateurs. Avec une portée théorique de 50 km, il devrait permettre le développement de réseaux métropolitains (MAN) reposant sur un unique point d'accès et de réduire la fracture numérique en permettant l'accès au haut débit dans les zones rurales (peu denses et donc qui ne disposent pas des infrastructures filaires).

L'INTERCONNEXION DE SYSTÈMES OUVERTS ET LE PROTOCOLE TCP/IP

Le but de l'initiative d'Interconnexion de systèmes ouverts (ISO) est de permettre l'interconnexion de systèmes informatiques, de quelque marque que ce soit, par le respect de normes de communications admises à l'échelle internationale et susceptibles d'être appliquées par tous les constructeurs d'ordinateurs. Le terme « Interconnexion de systèmes ouverts » a été proposé par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) qui assume officiellement la responsabilité de l'élaboration de ces normes, même si d'autres organismes internationaux de normalisation y participent aussi. On remarquera que, dans ce contexte, le même sigle ISO désigne l'Interconnexion de systèmes ouverts et l'Organisation internationale de normalisation. Aussi préfère-t-on utiliser le sigle OSI pour le distinguer.

I. MODÈLE DE RÉFÉRENCE ISO¹¹ OU OSI

L'échange de données entre systèmes informatiques est un processus très complexe qui exige une méthodologie pour l'organisation du travail en éléments gérables. Dans un premier temps, il a donc fallu créer un cadre permettant de coordonner l'établissement de normes relatives à la communication de données et de situer les normes existantes dans le contexte approprié. Ce cadre général est devenu la norme internationale (ISO 7498) intitulée « Systèmes informatiques – Interconnexion des systèmes ouverts : Modèle de référence de base ». Comme son titre l'indique, cette norme n'est qu'un modèle et elle ne fournit pas suffisamment de détails pour permettre aux fournisseurs de construire des produits conformes à ce modèle.

Le modèle de référence ISO définit une structure pour les communications entre systèmes informatiques et identifie un ensemble de services et de protocoles de communication prenant en charge cette structure. Dans ce contexte, un système est défini comme une unité de traitement de l'information faisant un tout, comportant un ou plusieurs ordinateurs ainsi que les logiciels, les périphériques, les terminaux, les opérateurs humains, les processus physiques et les moyens de transfert de données qui les accompagnent.

A. LE CONCEPT DE COUCHES

Le modèle de référence se fonde sur un concept important – celui de couches superposées – que l'on comprend mieux si l'on considère la manière dont deux personnes communiquent. On peut en effet distinguer trois niveaux (ou couches) dans tout acte de communication :

- le niveau cognitif ;
- le niveau du langage ;
- le niveau de la transmission.

Le niveau cognitif englobe des concepts tels que la compréhension et la connaissance. Pour que la communication soit efficace, il faut que les deux interlocuteurs aient une compréhension partagée et des connaissances communes du sujet à communiquer.

En revanche, le niveau du langage n'a rien à voir avec le contenu de la communication. À ce niveau, il s'agit de savoir comment mettre en paroles les concepts à communiquer de sorte

11. International Standard Organization.

qu'ils soient compris par le destinataire. Si une personne ne parlant que le français téléphone dans un hôtel au Japon pour réserver une chambre et si le réceptionniste qui répond ne parle que le japonais, il n'est guère probable que la réservation sera faite, même si le réceptionniste comprend parfaitement bien le concept « réservation ».

Au troisième niveau, celui de la transmission, on ne s'intéresse plus, ni au concept, ni au langage. Il s'agit de savoir seulement quel est le support à utiliser pour communiquer l'information (téléphone, télex, courrier, etc.). Le choix dépendra, notamment, de l'urgence de la communication.

Il convient donc de relever deux principes importants :

- les couches sont indépendantes en ce sens que le langage utilisé n'a rien à voir avec le contenu de la communication et que le support de transmission est indépendant du contenu et du langage de communication ;
- les couches constituent une hiérarchie, la couche cognitive se situant au sommet. Chaque couche utilise les fonctions des couches qui lui sont inférieures.

Ces deux principes sont sous-jacents à la structure du modèle de référence ISO que nous allons maintenant voir plus en détail.

B. DESCRIPTION DES COUCHES DANS LE MODÈLE OSI

Le modèle OSI décrit l'architecture d'un réseau informatique avec une structure en couches. Il s'agit d'une représentation naturelle qui ne lui est pas propre. Le nombre de sept couches fut choisi, simplement parce qu'il « suffisait à accommoder le problème ».

L'ISO a retenu une dizaine de principes fondamentaux pour déterminer les sept couches du modèle OSI. On a défini quatre sous-fonctions essentielles – dites couches basses – dans la fonction de transport (liaison physique, liaison de données, réseau, transport) et trois sous-fonctions – dites couches hautes – dans la fonction de traitement/compréhension (session, présentation, application).

En commençant par la couche la plus basse, on envisagera successivement les bits, les trames, les paquets, les messages, les transactions et enfin la présentation des applications.

En effet, pour qu'un système puisse transmettre des données, il faut d'abord qu'il soit connecté. Il faut donc qu'il soit équipé de connecteurs reliables aux connecteurs d'un autre système : c'est un problème qui ne concerne que le support physique du transport des données. C'est le rôle de la **couche physique**. Il faut ensuite assurer une liaison entre les deux systèmes, c'est-à-dire mettre en place un procédé qui permette de contrôler que les données sont bel et bien acheminées d'un système à l'autre, avec un taux d'erreurs acceptables : c'est la **couche liaison**.

S'il s'agissait de faire simplement communiquer entre eux deux systèmes reliés l'un à l'autre, ces deux seules couches suffiraient. Mais en général, lesdits systèmes communiquent à travers un réseau. Il faut donc une troisième couche, la **couche réseau**, dans laquelle on se préoccupe du routage des communications. Mais, dans un réseau, il peut y avoir des « nœuds passifs » c'est-à-dire des systèmes intermédiaires. Une communication entre un système expéditeur et un système destinataire peut donc se décomposer en plusieurs communications entre le système expéditeur, plusieurs systèmes intermédiaires – déterminés par la couche réseau – et, enfin, le système destinataire. Il est donc nécessaire de distinguer une fonction de contrôle global du transport des données, du point initial au point final : cette fonction se situe au niveau de la quatrième couche, la **couche transport**.

Une fois les données transmises, il faut se préoccuper de la compréhension mutuelle. Pour se comprendre, chacun doit parler à son tour ; une règle du jeu doit être clairement définie entre les différents partenaires pour que chacun soit réceptif aux messages de l'autre. Cette fonction est indépendante du contenu même des messages ; elle est également indépendante de la façon dont sont transmis ces messages ; elle doit donc donner lieu à une couche spéciale : c'est la cinquième, la **couche session**. Vient ensuite la sixième couche qui définit les normes (le langage) selon lesquelles les données transmises seront comprises par le destinataire. Tel est l'objet de la **couche présentation**.

Enfin la septième couche (**couche application**) devra assurer une normalisation au niveau du contenu même du message (programmes applicatifs utilisés).

Pour illustrer cette architecture, on utilise souvent un exemple classique de transmission d'information : un échange de lettres par voie postale utilisant les services de La Poste.

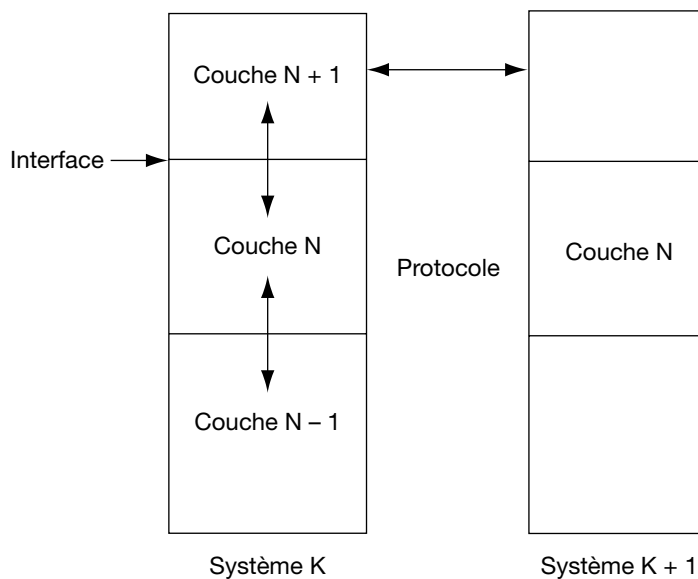
Analogie postale

7	Application	Fonctionnement du programme d'application et services utilisateurs.	Couche traitement	7	Contenu de la lettre
6	Présentation	Prise en charge du format et du contenu des données.		6	Langage et règles utilisés
5	Session	Synchronisation et gestion du dialogue.		5	Références de la lettre

4	Transport	Commande du transport des informations d'un bout à l'autre de la jonction.	Couche transport	4	Acheminement boîte aux lettres destinataire
3	Réseau	Acheminement, adressage et communication au travers du réseau.		3	Centre de tri
2	Liaison de données	Gestion des lignes, détection et correction des erreurs, topologie du réseau.		2	Acheminement au centre de tri
1	Physique	Interfaces mécaniques et électriques, contrôle des circuits empruntés.		1	Boîte aux lettres

La structure en couches présente le mérite d'une grande simplicité due au nombre limité d'interfaces qu'une couche N doit connaître dans l'interconnexion.

Ainsi que le montre le schéma ci-après, il suffit à la norme de spécifier trois relations pour qu'une connexion au niveau de la couche N (N – connexion) puisse être établie entre les systèmes K et K + 1.



On parlera dans la terminologie ISO, d'une part, de **protocole** pour désigner les règles définissant les relations horizontales entre deux couches N de deux systèmes différents et, d'autre part, d'**interfaces** décrivant la façon dont l'information circule dans chaque système de la couche N à ses voisines N-1 et N+1.

Le point fondamental dans la conception du modèle OSI, c'est la séparation des activités de transport (les quatre premières couches) de celles chargées du traitement (les trois dernières).

II. LES NORMES TCP/IP

Mais parallèlement aux travaux de normalisation de l'OSI, se développaient des implémentations de réseaux, soit du fait de grands constructeurs (SNA pour IBM), soit du fait d'utilisateurs regroupés dans des organismes de coopération (Arpanet puis Internet aux États-Unis).

Avec le succès mondial du réseau Internet, le protocole TCP/IP est devenu une référence incontournable dans la réalisation d'interconnexions de réseaux. Le fait qu'il soit plus ancien que la démarche initiée par l'ISO fait qu'il ne se coule pas exactement dans ce moule. Mais son hégémonie, qui s'est développée avec le succès de l'Internet à partir de 1993, en fait un standard incontournable.

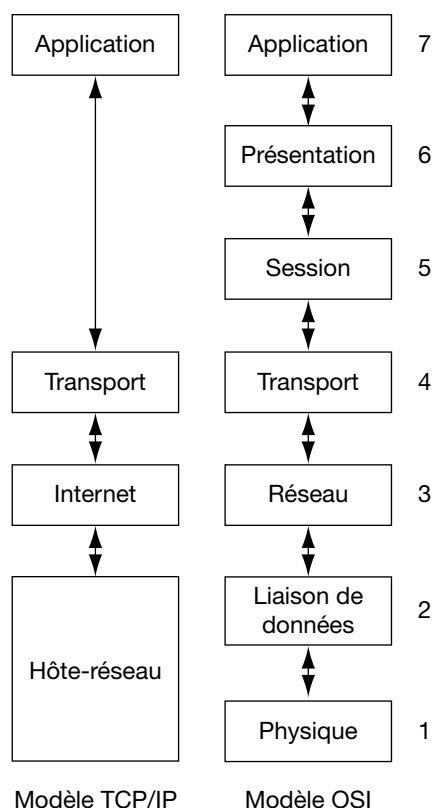
A. INTRODUCTION À TCP/IP

TCP et IP sont deux normes qui ont été développées par le département de recherche du ministère américain de la défense (DOD) pour relier différents réseaux d'ordinateurs conçus par différents fournisseurs dans un réseau de réseaux (« Internet »). Le succès de ces standards est venu du fait qu'ils fournissaient les services de base dont tout le monde avait besoin (transfert de fichier, courrier électronique, terminal distant) à travers un nombre très grand de systèmes de clients et de serveurs.

IP est l'acronyme d'Internet Protocol et TCP est l'acronyme de Transmission Control Protocol.

Plusieurs ordinateurs dans un groupe de travail peuvent employer TCP/IP (avec d'autres protocoles) sur un simple réseau local. Mais ce groupe d'ordinateurs pourra facilement s'insérer dans le réseau déjà plus vaste de l'entreprise, puis dans des réseaux régionaux, et finalement à l'Internet global. Le DOD a conçu TCP/IP pour être robuste et pour récupérer automatiquement n'importe quel échec de transmission ou de réception. Cette conception permet la construction de réseaux très grands avec une gestion décentralisée.

Le modèle TCP/IP peut être décrit comme une architecture réseau à 4 couches :



<http://frameip.com>

Le modèle OSI a été mis à côté pour faciliter la comparaison entre les deux modèles.

Trois protocoles constituent la base technique de la plupart des réseaux locaux et d'Internet : TCP, IP (regroupés sous l'appellation TCI/IP) et DNS.

B. IP (INTERNET PROTOCOL)

IP est un système d'adressage numérique unique utilisé pour identifier les éléments d'un réseau. C'est un système d'identification « routable » ce qui signifie qu'il peut être utilisé par deux réseaux pour communiquer entre eux.

Si IP peut être utilisé dans un réseau local isolé, il doit sa notoriété au fait qu'il est le système d'adressage utilisé par Internet.

Pour garantir l'unicité des adresses constituées de ces numéros, l'affectation des lots de numéros est gérée par un organisme indépendant, l'IANA, l'Internet Assigned Numbers Authority (www.iana.org). Cet organisme traite uniquement avec de très grandes entreprises ayant leur propre réseau et les très grands opérateurs réseau. Les autres entreprises et les particuliers obtiennent un ou plusieurs numéros par leur fournisseur d'accès qui les reçoivent des opérateurs réseau.

1. IPv4 (Internet Protocol version 4)

a. L'adresse IP

IPv4 utilise 4 octets pour l'identification. Une adresse se présente donc sous la forme de quatre nombres compris entre 0 et 255 et séparés par des points. Par exemple, le numéro IP du serveur Web du Cnam est 163.173.128.50.

Une adresse est composée de deux parties : l'adresse réseau et l'adresse machine.

b. Les classes d'adresse

Il existe trois classes d'adresses réseau :

- Un réseau de classe A est identifié par l'octet de gauche qui doit commencer par 0. Deux adresses réseaux sont invalides, 0 qui n'existe pas et 127 qui signifie soi-même (127.0.0.1 est une adresse « fictive » qui permet à un programme de communiquer avec les autres programmes réseau présents sur la même machine).
Il y a donc 126 réseaux de classe A au niveau mondial.
La machine est identifiée par les trois octets de droite soit $16\,777\,214^{12}$ ($2^{8 \times 3}$) équipements adressables dans chacun des réseaux.
- Un réseau de classe B est identifié par les deux octets de gauche qui doivent commencer par 10. Il y a 16 384 réseaux de classe B au niveau mondial.
La machine est identifiée par les deux octets de droite avec 65 534 ($2^{8 \times 2}$) équipements effectivement adressables dans chacun des réseaux.
- Un réseau de classe C est identifié par les trois octets de gauche qui doivent commencer par 110. Il y a 2 097 512 réseaux de classe C au niveau mondial.
La machine est identifiée par l'octet de droite avec 254 ($2^8 - 2$) équipements effectivement adressables dans chacun des réseaux.

REMARQUE

Les octets 0 et 255 sont réservés (0 pour l'adresse du réseau et 255 pour l'adresse de broadcast qui permet d'envoyer un message à tous les hôtes¹³ du réseau).

12. Un octet est une combinaison de 8 bits (0 ou 1) donc permet 2^8 soit 256 combinaisons.

13. Un hôte est un équipement (ou machine : poste de travail, serveurs, imprimante, routeur) connecté sur le réseau.

La distinction entre l'adresse réseau et l'adresse machine permet à un équipement de savoir si l'hôte qu'il veut atteindre est situé dans le même réseau local ou s'il est extérieur.

À retenir

Classe	1 ^{er} octet	Étendue en binaire	Étendue en nombre décimal	Nombre de machines possibles
A	0	De 00000001 à 01111111	De 1 à 126	$256^3 - 2 = 16\,777\,214$
B	10	De 10000000 à 10111111	De 128 à 191	$256^2 - 2 = 65\,534$
C	110	De 11000000 à 11011111	De 192 à 223	$256 - 2 = 254$
D	1110	De 11100000 à 11101111	De 224 à 239	Réservé
E	1111	De 11110000 à 11111110	De 240 à 254	Réservé à un usage futur

REMARQUE

Un octet correspond à 8 bits, soit une combinaison de huit 0 ou 1. Chaque bit a un poids variable suivant sa position.

Étendue en binaire	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1	1	1	1	1	1	1	
Position du bit	8	7	6	5	4	3	2	1	
Valeur de chaque bit en décimale	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
	128	64	32	16	8	4	2	1	
Exemple de conversion d'un octet en binaire	1	1	0	1	0	0	1	0	
correspondance en décimal	1×128	$+ 1 \times 64$	$+ 0 \times 32$	$+ 1 \times 16$	$+ 0 \times 8$	$+ 0 \times 4$	$+ 1 \times 2$	$+ 0 \times 1$	$= 210$

L'adresse IP qui commence par l'octet 11010010 s'écrit en décimal 210.xxx.xxx et appartient donc à un réseau de classe C.

Inversement, une adresse IP commençant par 192 s'écrit en binaire 1100000 et correspond encore à une adresse de classe C.

Position du bit	8	7	6	5	4	3	2	1	
Valeur de chaque bit en décimale	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
	128	64	32	16	8	4	2	1	
Exemple de conversion d'un octet en décimal	1×128	$+ 1 \times 64$	$+ 0 \times 32$	$+ 0 \times 16$	$+ 0 \times 8$	$+ 0 \times 4$	$+ 0 \times 2$	$+ 0 \times 1$	192
En binaire	1	1	0	0	0	0	0	0	

c. Le masque de sous-réseau

Le masque de sous-réseau permet de différencier l'adresse IP du réseau de l'adresse IP de la machine. Chaque classe d'adresse comporte un masque par défaut.

Masques de sous-réseau par défaut

Classes	Masque de sous-réseau par défaut	Nombre de machines maximum
A	255. 0. 0. 0	$256^3 - 2 = 16\,777\,214$
B	255.255. 0. 0	$256^2 - 2 = 65\,534$
C	255.255.255.0	$256 - 2 = 254$

Les octets ayant la valeur 0 déterminent la plage d'adresses utilisable pour les machines.

EXEMPLE 1

Adresse IP : 172.16.12.21

Masque de sous-réseau : 255.255.0.0

Le réseau a alors l'adresse suivante : 172.16.0.0 et la machine est reconnue par l'adresse IP 172.16.12.21

Si on ajoute d'autres machines sur le réseau, leur adresse IP commencera alors par 172.16 et les deux derniers octets seront librement choisis du moment qu'elles ne sont pas déjà attribuées à une autre machine.

En fait, sur le réseau 172.16.0.0 on peut avoir potentiellement 65 534 machines connectées (de 172.16.0.1 à 172.16.255.254)

EXEMPLE 2

Supposons qu'une machine située dans un réseau de classe C et dont le numéro est 192.168.128.45 veuille communiquer avec les hôtes dont les numéros sont 192.173.128.61 et 192.168.49.24.

Puisque la machine est dans une classe C, son adresse réseau est constituée des 3 premiers octets soit 192.168.128.

L'hôte 192.168.128.61 a la même adresse réseau, 192.168.128. Il est donc possible de lui envoyer directement des paquets de données à son adresse complète 192.168.128.61.

L'hôte 192.168.49.24 a pour adresse réseau 192.168.49. Elle est différente de celle de la machine même si elle y ressemble. Il n'est donc pas possible de lui envoyer directement des paquets de données. La machine les confiera au routeur, l'équipement qui connecte le réseau local au réseau étendu. C'est le routeur qui se chargera de faire suivre ces paquets de données jusqu'au destinataire.

Lorsque vous devez paramétrer le réseau sur un poste informatique, vous devez entrer trois informations de type IP correspondant aux éléments techniques que nous venons de voir :

- L'adresse de la machine :
Par exemple, 192.168.128.45
- Le masque indiquant le type du réseau local :
Si c'est un réseau de classe C, le masque sera de la forme « 255.255.255.0 » pour indiquer que les 3 premiers octets constituent l'adresse réseau.
Une valeur autre que 255 (la valeur maximum d'un octet) en troisième position indiquerait que l'administrateur réseau a découpé le réseau de classe C en plusieurs sous-réseaux.
- L'adresse IP du routeur (la passerelle), par exemple 192.168.128.6 :
Lorsqu'un paquet est à destination d'un hôte extérieur au réseau local, il est envoyé au routeur qui se charge de le faire suivre vers le destinataire.

REMARQUE

IPv4 permet théoriquement 4 milliards d'adresses mais, dans la pratique, beaucoup moins sont effectivement utilisables. Parmi ces adresses, 18 millions sont réservées pour les réseaux privés.

Ces adresses permettent d'avoir dans un réseau privé connecté à Internet des machines qui ne peuvent communiquer avec l'extérieur qu'en passant par un équipement sécurisé qui fera la translation d'adresses.

Les adresses de type 192.168.xxx.xxx, 172.xxx.xxx.xxx, 10.xxx.xxx.xxx sont des adresses privées et donc non routables, c'est pourquoi elles sont fréquemment utilisées pour les réseaux privés.

Même si la translation d'adresse a réduit les besoins d'adresses uniques, IPv4 a une espérance de vie limitée en raison de la croissance du réseau Internet.

2. IPv6 (Internet Protocol version 6)

IPv6 est le « nouveau » standard d'adressage pour Internet depuis plus de 10 ans. Même s'il est très supérieur en termes de capacités, de sécurité, de fonctionnalités et de performances à IPv4, il n'est pas aujourd'hui réellement déployé. La raison en est simple. La cohabitation d'IPv4 et d'IPv6 est complexe et coûteuse à mettre en place et à gérer. Le basculement se fera probablement lorsqu'IPv4 sera effectivement saturé et inutilisable.

Adressage statique et dynamique

Une adresse est statique lorsqu'elle est affectée d'une façon permanente à un équipement. L'avantage est que l'on peut identifier facilement un poste. C'est indispensable pour un serveur et c'est toujours un plus en matière de sécurité pour les postes ordinaires.

L'adressage statique a deux inconvénients :

- Il faut autant d'adresses qu'il y a d'équipements même si une partie ne se connecte qu'occasionnellement.
- Il faut gérer avec rigueur les adresses pour ne pas donner la même à deux machines ou oublier de récupérer celles des postes réformés.

Un adressage est dynamique lorsque le poste doit demander une adresse temporaire auprès d'un serveur spécialisé de type DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). L'adresse est confiée avec un « bail » limité, typiquement de quelques heures à quelques jours.

La plupart des entreprises et des fournisseurs d'accès Internet préfèrent l'adressage dynamique. Ce n'est pas pour autant général. Par exemple, le Cnam et le fournisseur d'accès Free utilisent un adressage statique. Il est également d'usage d'attribuer des adresses fixes aux serveurs, aux routeurs (ou passerelle), aux imprimantes. Dans ce cas une plage d'adresses sera réservée pour ces machines et seules les postes de travail auront une adresse dynamique.

C. TCP (TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL)

TCP est la partie du protocole qui garantit une transmission harmonieuse et intègre entre le serveur et le client.

1. Ouverture d'une connexion côté serveur

Un programme serveur est lancé sur une machine qui par extension est considérée comme un serveur. Il ouvre un canal de communication appelé « socket » entre lui et la carte réseau. Il se met alors en écoute passive des paquets du réseau qui correspondent au type de service qu'il rend. Par convention, un numéro logique de port standard est affecté à ce canal. C'est par exemple le port 80 pour les serveurs Web.

2. Ouverture de la communication par le client

Le client qui souhaite faire des requêtes auprès de ce programme serveur va initier une communication en trois temps par une séquence appelée « poignée de main » :

1. Le client envoie son numéro de séquence initial x dans le champ « Numéro de séquence » du segment SYN (synchronisation).
2. Le serveur envoie son numéro de séquence initial y dans le champ « Numéro de séquence » du segment SYN (synchronisation) et ajoute le numéro de séquence du client incrémenté de 1 ($x+1$) dans le champ ACK (acquiescement) du segment.
3. Le client valide la poignée de main par un ACK (acquiescement) avec son numéro de séquence incrémenté ($x+1$) plus celui du serveur augmenté aussi de 1 ($y+1$).

La phase d'échange de données peut alors commencer.

3. Phase d'échange

Pendant cette phase, c'est le mécanisme d'incrémentation continue des numéros de séquence qui permet de détecter lors des échanges si un paquet s'est perdu et de demander une réémission.

Un second mécanisme est mis en place pour garantir vérifier l'intégrité des paquets transmis et là encore demander la réémission de ceux qui ont été altérés. C'est la somme de contrôle (checksum).

Le serveur calcule le total de tous les éléments de chaque paquet (segment) TCP et l'envoi avec le paquet. À la réception du paquet, le client recalcule cette somme et si elle ne correspond pas à celle faite par le serveur, une réémission est demandée.

Un défaut de TCP est que cette somme n'est que partielle car elle est faite sur 16 bits seulement. Une valeur de 32 bits aurait été préférable (maximum = $4,2 \times 10^6$).

Au-delà de 65 535, le débordement est ignoré et la sommation n'est donc pas totalement fiable. Pour cette raison, les applications sensibles doivent intégrer un autre mécanisme de vérification de l'intégrité des données.

À noter que lorsque la réémission n'a pas de sens comme lors d'une transmission d'un flux audio ou vidéo en continu (séquence de type radio ou télévision), on utilise une version simplifiée du protocole TCP plus économe en ressources appelée UDP.

a. Fin de la communication

La poignée de main de fin se fait en quatre temps, chacun des deux participants envoyant un signal FIN et acquittant celui de l'autre avec un ACK.

b. Comportement « respectueux » de TCP

Pour utiliser au maximum les capacités du réseau sans le saturer ni dépasser les capacités de traitements de son correspondant, TCP intègre deux mécanismes de régulation.

Vitesse d'émission

Tant que les transmissions se passent sans problème, TCP augmente progressivement le nombre de paquets émis par seconde. La perte de segments TCP déclenche un mécanisme de ralentissement de l'ordre de 50 %. Ensuite, TCP essaie de nouveau progressivement d'augmenter sa vitesse. Ce mécanisme permet à TCP de s'adapter aux fluctuations de la bande passante disponible sur le réseau et d'éviter une congestion du réseau.

Contrôle de flux

Chaque participant à une connexion TCP dispose d'une file d'attente ou tampon qui stocke les paquets reçus en attendant que l'ordinateur puisse les traiter. Cette file ne doit pas s'allonger au-delà de ce qui est nécessaire pour garantir une alimentation continue du programme de traitement. Dans chaque segment TCP est indiquée la capacité encore disponible dans le tampon. En réponse, l'hôte distant limiterait si nécessaire la quantité d'informations contenues dans un paquet. Cette quantité porte le nom de fenêtre.

4. DNS (Domain Name System)

Les adresses numériques comme celles utilisées par IP sont le moyen le plus efficace d'identifier un équipement sur le réseau. Elles servent donc à l'adressage physique, celui utilisé pour acheminer les paquets de données.

Les humains ont quelques difficultés à mémoriser et à structurer un ensemble d'adresses numériques. Pour cette raison, un système de nommage plus conforme aux capacités humaines est mis en place au-dessus d'IP, le « vrai » système d'adresses numériques utilisé pour transmettre les paquets. C'est un réseau logique car il n'est pas utilisé pour le transport effectif mais seulement pour faciliter le travail des êtres humains. Il supporte donc peu de contraintes et offre une grande liberté dans la structure des noms.

Le protocole retenu pour le nommage logique des équipements réseau sur Internet et généralisé aujourd'hui dans l'ensemble des réseaux est le DNS (Domain Name System, système de noms de domaines).

Le DNS permet d'associer à chaque adresse IP un ou plusieurs noms hiérarchiques composés de lettres, de chiffres et du tiret (-). Chaque élément du nom ne doit pas avoir une longueur de plus de 63 caractères. Le nom complet ne doit pas dépasser 254 caractères. Ce sont les seules contraintes et limites.

a. Top Level Domain

Un nom est d'abord composé par le domaine de plus haut niveau ou TLD (*Top Level Domain*).

Il y a un *Top Level Domain* par pays et pour quelques communautés (.cat pour les catalans par exemple). Ces TLD sont basés sur la norme ISO 3166 mais avec des exceptions.

Le *top level* de la France est « .fr ». Il est géré par un établissement de droit public, le Frnic (www.nic.fr). Il existe aussi un domaine pour l'Union européenne, « .eu » géré par l'Eurid (www.eurid.fr).

À ces TLD nationaux s'ajoutent les TLD génériques dont voici des exemples :

.com : Opérations commerciales

.org : Organisations à but non commercial

D'autres TLD sont réservés ; l'enregistrement de nom de domaines dans ces TLDs est réservé à certaines organisations spécifiées par l'autorité gestionnaire.

.edu : Institutions éducatives approuvées aux États-Unis

.gov : Gouvernement et administration américaine exclusivement

.int : Organisations intergouvernementales internationales

.mil : Armée américaine

Pour plus d'informations, voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Domaine_de_premier_niveau.

b. Domaines choisis

La structure souhaitant disposer d'un nom de domaine doit le déposer auprès de l'organisme qui gère le Top Level Domain choisi. Pour avoir le nom de domaine « cnam.fr », le Cnam a déposé sa demande de nom « cnam » auprès du Frnic¹⁴ qui gère le TLD « .fr ».

Une fois le nom de domaine approuvé, le titulaire peut nommer des machines en ajoutant un élément à gauche du domaine déposé. Pour nommer son serveur web, le Cnam a ajouté « www¹⁵ » à gauche de « cnam.fr » ce qui donne le nom complet (full qualified name) www.cnam.fr.

Le Cnam peut aussi créer librement des sous domaines qui à leur tour pourront accueillir des machines. Le sous-domaine « intec » a été créé et peut être utilisé pour nommer des équipements. Le serveur Web de l'Intec a pour nom DNS www.intec.cnam.fr.

Le lien entre le nom DNS et le véritable identifiant de la machine, le numéro IP, est assuré par des serveurs « DNS ». Ils indiquent pour un nom le numéro IP correspondant. Ils peuvent aussi indiquer pour un numéro IP quel est le nom associé (reverse DNS).

Chaque ordinateur doit aussi avoir accès à un serveur DNS qui résoudra les noms DNS des ordinateurs auxquels il souhaite se connecter.

Chaque nom de domaine doit être pris en charge par des serveurs DNS. Par exemple, les serveurs DNS (il en faut au moins 2) qui indiquent les numéros IP des machines du domaine « cnam.fr » sont gérés par le Cnam.

EXEMPLE APPLICATIF 8**Exemple de résolution**

Supposons que Bob qui est aux USA souhaite se connecter sur www.cnam.fr.

a. L'ordinateur de Bob se connecte d'abord à son serveur DNS et lui demande de résoudre l'adresse www.cnam.fr.

...

14. En fait, le domaine cnam a été déposé avant que le Frnic ne soit créé.

15. C'est une convention de nommage que d'appeler www un serveur Web.

b. Le serveur DNS de Bob interroge d'abord un des serveurs racine d'Internet pour lui demander quels serveurs DNS gèrent le TLD « .fr ». Le serveur a-root par exemple lui donne les numéros IP des serveurs DNS du Frnic.

c. Le serveur DNS de Bob interroge un des serveurs DNS du Frnic et lui demande qui gère le nom Cnam. Le serveur DNS du Frnic répond 163.173.128.6, le numéro du serveur DNS du Cnam.

d. Le serveur DNS de Bob interroge le serveur DNS du Cnam (163.173.128.6) et lui demande le numéro de la machine dont le nom est « www ». Le serveur DNS du Cnam répond 163.173.128.50.

e. Le serveur DNS de Bob retourne l'information à l'ordinateur de Bob qui se connecte directement en utilisant ce numéro IP.

DNS est un système d'annuaire (correspondance noms → numéros) distribué car l'information est répartie sur plusieurs ordinateurs. Dans notre exemple, avec `www.cnam.fr`, trois ordinateurs « annuaire » ont été interrogés (racine d'Internet, TLD « fr », DNS du Cnam).

III. L'INTERNET

A. PRINCIPES

1. Historique

La technologie utilisée par le réseau Internet a été conçue en 1969 par le département des « Projets avancés » de l'armée américaine, plus connu sous le nom de Darpa (*US Defense Department's Advanced Research Project Agency*). L'idée était de mettre en place un réseau de communication décentralisé à structure maillée capable de rester en état de marche même si l'un des maillons venait à être détruit (en cas de guerre nucléaire ou de sabotage par exemple).

En 1970, un premier réseau (Arpanet) fut mis en place entre certaines universités des États-Unis.

En 1973, Vint Cerf et Bob Kahn créèrent le concept d'Internet (*Internetworking*) en interconnectant des réseaux isolés, et en adaptant les protocoles de transmission de données TCP/IP.

Le véritable développement du réseau n'a eu lieu que dans les années 1980 au travers des universités mondiales, des laboratoires de recherche et des grandes entreprises. Internet prend une vocation commerciale à partir de 1991 avec l'apparition des fournisseurs d'accès privés (*Internet providers*).

En 1989, Robert Caillaud et Tim Berners-Lee du CERN (Centre d'études et de recherches nucléaires) inventent le World Wide Web (interface multimédia basée sur la technologie hypertexte) pour les besoins internes de documentation du centre. Les protocoles composant le web seront publiés en 1992. Le logiciel de navigation « Mosaic » rendra en 1993 la navigation sur le web accessible à tous.

Fin 1994, le gouvernement américain cesse de financer les infrastructures du réseau et en confie la charge à des opérateurs privés. Le réseau entre alors pleinement dans l'ère commerciale.

2. Fonctionnement

Internet est un **réseau de réseaux** qui relie, dans le monde entier, des millions d'ordinateurs en utilisant une infrastructure de télécommunications spécifique et le réseau téléphonique traditionnel. Mais c'est une série de protocoles universels, dont les plus connus le sont sous les sigles **TCP/IP**, qui rend les liaisons entre les réseaux possibles à travers des équipements comme les routeurs.

Internet est construit sur le principe de la **commutation par paquets**. Cela signifie que les données sont découpées en paquets pour être transmises. Ces paquets sont acheminés sur le réseau par des routeurs (d'où l'expression de réseau routé) selon un mécanisme de transmission

dans lequel chaque paquet emprunte sa propre route pour arriver à destination. Ils sont ensuite réassemblés pour former le message d'origine. Le protocole TCP définit la structure des données, les découpe en paquets, met en place les mécanismes qui fiabilisent le transport et spécifie comment détecter et corriger une perte ou une duplication de paquets, avant de les assembler. Le protocole IP définit le mécanisme de transmission. Il fournit l'information d'adressage et de routage nécessaire pour gérer l'information en transit et s'assurer de sa livraison à la bonne adresse.

Quand les paquets arrivent à destination, le TCP client calcule la quantité de données reçues dans les paquets et compare le résultat à celui émis par le TCP hôte. Si un paquet a été altéré durant sa transmission, les résultats diffèrent. Une copie du message original est alors demandée au serveur et réacheminée.

Ces liaisons télécoms, ces routeurs dotés des protocoles adéquats permettent les échanges de données entre ordinateurs, quels qu'en soient le modèle ou le système d'exploitation. Ceci suppose bien sûr que les ordinateurs disposent dans leur système d'exploitation de couches logicielles conformes aux protocoles tels TCP/IP pour pouvoir bénéficier de l'accès à Internet.

Il est commode de représenter l'Internet comme un réseau à trois niveaux :

- L'infrastructure télécoms et les protocoles liés (les tuyaux).
- Les applicatifs normalisés disponibles sur les ordinateurs connectés à l'Internet (les services). le courrier électronique, le Web...
- Les applicatifs spécifiques à des usages : commerce électronique, gestion documentaire, portails...

Il est aussi possible de voir l'Internet comme une généralisation de l'architecture client-serveur, les postes clients (les utilisateurs finals) pouvant accéder à tous les serveurs reliés au réseau pour émettre des requêtes.

Définition

Le mot **Internet** vient du terme anglais « *Inter Network* ». C'est un réseau international d'ordinateurs, ou plus précisément un réseau de réseaux d'ordinateurs, qui communiquent entre eux grâce à une identification unique assurée par le système IP complété par le DNS (voir la partie réseau). Les différents ordinateurs branchés au réseau Internet communiquent entre eux, et la démarche est transparente pour l'utilisateur.

Dans cette perspective, soulignons que l'Internet ne désigne pas une « chose », mais plutôt un réseau international composé d'un grand nombre d'inforoutes, de réseaux locaux, régionaux, nationaux et internationaux.

a. L'accès à Internet

Le développement foudroyant des capacités du réseau mondial est largement tributaire des progrès technologiques de l'industrie des télécoms. On a pu dire, de ce point de vue, que l'Internet c'est le Web + la fibre optique : le web car c'est sur sa popularité qu'est venu l'afflux d'internautes, mais aussi la fibre optique, car c'est grâce à sa capacité à véhiculer des gigaoctets de données que le pire a été évité. Il n'y a pas encore eu de grandes pannes dues à des engorgements généralisés.

Les opérateurs Internet sont donc au départ ceux qui disposent de grande capacité de liaisons continentales ou intercontinentales. Ils peuvent les construire eux-mêmes ou les louer à d'autres opérateurs.

Au deuxième niveau, nous avons des opérateurs régionaux ou des consortiums édifiés juste pour répondre à des besoins de connexions Internet. Le GIP RENATER qui fournit l'accès à l'Internet des universités et des centres de recherche en France en est un bon exemple. Ce sont, donc, en général, des FAI ou ISP (Fournisseur d'accès Internet ou *Internet Service Provider*).

Ensuite, on peut retrouver des FAI locaux qui fournissent des services à valeur ajoutée à leurs clients, entreprises ou particuliers.

Le réseau peut ainsi se décomposer en trois niveaux :

- les **opérateurs d'infrastructures** (Vinci) qui mettent en place les liaisons physiques (fibres optiques, câbles sous-marins, liaisons satellite...) ;
- les **opérateurs de liaisons Internet**, qui louent ces lignes physiques à haut débit et élaborent un maillage avec d'autres opérateurs internationaux, ainsi qu'avec des fournisseurs d'accès à Internet et des grandes entreprises ;
- les **fournisseurs d'accès à Internet ou « providers »** (Orange, SFR, Free, Bouygues Telecom, Numéricable...) qui permettent aux entreprises ou aux particuliers d'être connectés au réseau à faible ou moyen débit *via* des liaisons louées aux opérateurs, qui peuvent d'ailleurs être leurs actionnaires.

Pour atteindre un serveur connecté au réseau, il est nécessaire de connaître son adresse IP (comme un numéro de fax ou de téléphone dans le réseau téléphonique commuté), mais pour faciliter la mémorisation de ces adresses, il est prévu un mécanisme de « résolution d'adresse » qui traduit en IP une suite de noms.

EXEMPLES

www.cnam.fr sera traduit par l'adresse IP de l'ordinateur qui héberge le site web du Cnam.
mail.cnam.fr sera traduit par l'adresse IP de l'ordinateur qui héberge la messagerie du Cnam.

Le programme informatique qui effectue ce travail s'appelle DNS (*Domain Name Service*). De nombreux ordinateurs effectuent ce travail de manière coopérative pour faciliter la vie aux utilisateurs qui ne souhaitent pas s'encombrer l'esprit d'adresses IP.

C'est pourquoi il est nécessaire, lors du paramétrage du protocole TCP/IP sur une machine, de lui indiquer l'adresse de la machine qui héberge le DNS. Sans cette information, le protocole ne pourra travailler qu'avec les adresses IP elles-mêmes.

b. La connexion à Internet

La grande distinction est à faire entre une connexion permanente dite aussi « *full IP* » et une connexion intermittente dite « *dial-up IP* ».

La distinction est fondamentale car elle conditionne les usages de la connexion physique, une fois celle-ci établie.

- **La connexion permanente** est indispensable à un ordinateur qui voudra jouer le rôle de serveur. Sa disponibilité au service des ordinateurs clients qui lui adresseront des requêtes doit être prévue sur une base 7 jours sur 7, 24 heures sur 24, sinon quel est l'intérêt de vouloir devenir serveur ?
Pour répondre à cet impératif de permanence, il faut donc disposer d'une connexion l'assurant. Pour l'instant, en France, il faut recourir à une ligne louée (LS numérique, Frame Relay ou pour certains cas ATM). Les solutions câble, ADSL ou fibre optique qui assurent apparemment des connexions permanentes ne sont aptes à relier des serveurs que si les fournisseurs acceptent de fournir des adresses IP permanentes (donc « *full IP* »). Ce dernier point peut apparaître technique, mais il est important car les prix ne sont pas les mêmes entre une ligne louée et l'ADSL par exemple.
- **La connexion intermittente** est celle typiquement du poste client isolé ou du routeur du petit réseau local qui n'a pas besoin d'être relié en permanence au réseau. Les solutions sont nombreuses : Numéris, le RTC, 3G et bien sûr, elles sont moins coûteuses que les solutions précédentes.

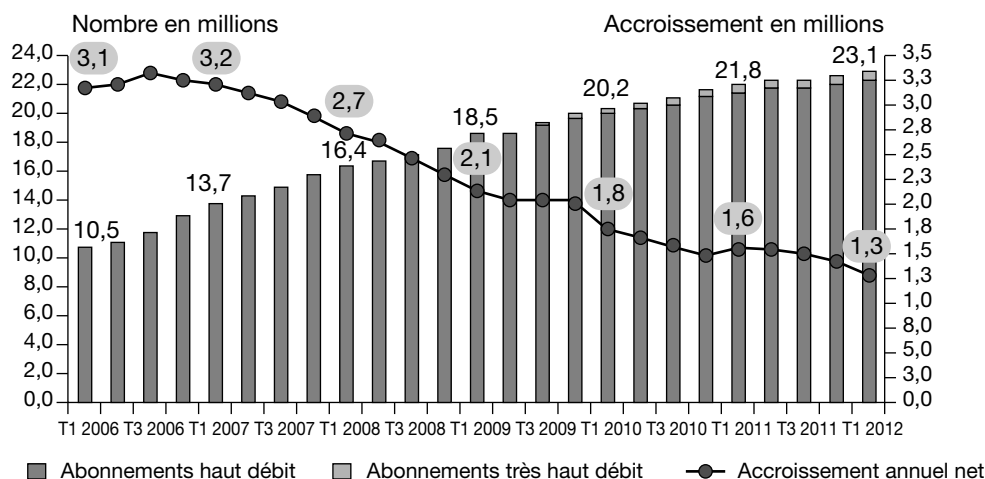
Le réseau Internet est en fait constitué de l'interconnexion d'une multitude de réseaux (des dizaines de milliers) communiquant par le biais de nœuds de communication indépendants et non hiérarchisés grâce aux protocoles TCP/IP.

« Au premier trimestre 2012, la France comptait 23,1 millions d'abonnés au haut et très haut débit fixe, soit une croissance de 6 % sur un an (1,3 million d'abonnés supplémentaires).

En haut débit, l'hexagone comptait 22,4 millions d'abonnés et 715 000 en très haut débit, dont 220 000 en fibre et 495 000 en câble. »

.../...

.../...

Nombre d'abonnements haut et très haut débit et accroissement annuel net

ARCEP.

c. Les perspectives

Ces dernières années ont vu la réalisation de nombreuses opérations financières de fusion/acquisition dans le domaine des télécommunications. Ainsi aujourd'hui, un opérateur d'infrastructures comme France Télécom se trouve être en même temps opérateur de liaisons Internet (rachat d'Oléane) et un fournisseur d'accès pour les entreprises ou le grand public avec Orange (ex-Wanadoo), sans oublier ses participations dans des sociétés qui proposent des solutions de paiement sécurisé sur l'Internet.

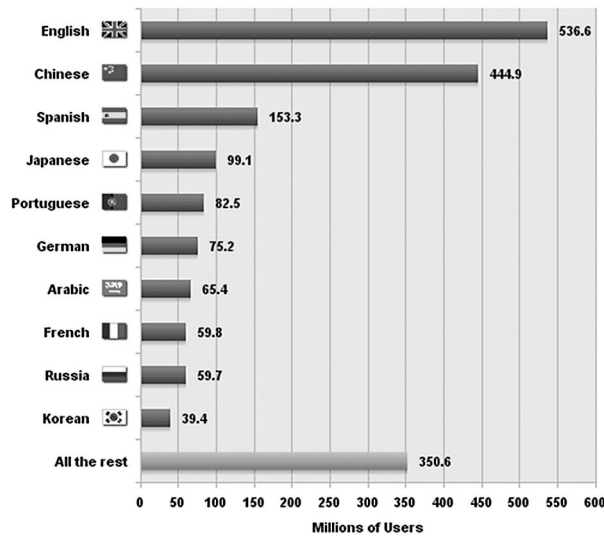
Le futur risque d'être encore plus mouvementé avec la croissance de nouveaux services utilisant l'Internet (téléphone portable, vidéo à la demande...). Néanmoins, la tendance est aujourd'hui à la concentration du fait des besoins de financement de tous ces opérateurs dont certains, en se spécialisant sur un maillon de la chaîne peu générateur de liquidité, ont fait faillite (Worldcom en 2002).

Une question se pose alors : Comment assurer la coopération de tous ces opérateurs, fournisseurs de connexions et utilisateurs ?

Des instances de régulation et de discussion, créées et gérées par les acteurs d'Internet eux-mêmes, s'occupent de l'évolution de l'architecture technique, des normes applicatives et de l'environnement juridique et commercial du réseau. Il n'y a ainsi pas de structure centralisée de contrôle du réseau, et encore moins de surveillance des contenus véhiculés. Un code de bonne conduite (nétiquette) a été mis en place afin d'obtenir un comportement homogène et responsable des utilisateurs du réseau. En fait, et de plus en plus, le réseau devient un lieu banalisé que les différentes instances de régulation tentent de maîtriser ; ces instances pouvant être aussi bien des institutions juridiques, policières ou économiques. Ainsi un droit de l'Internet est en train de se constituer, de même qu'il existe un droit de la mer ou un droit de l'espace. Simplement, on peut remarquer qu'avec l'Internet, les choses vont très vite et que les institutions doivent s'adapter dans des délais très courts.

En décembre 2011, on dénombrait 2,1 milliards d'utilisateurs du réseau dans le monde dont 40 millions en France, pour près 2 milliards de sites web représentant 1 billion de pages web.

Le classement par langues des utilisateurs sur Internet en 2010



Estimated Internet users are 1,966,514,816 on June 30, 2010

Copyright © 2000 – 2010, Miniwatts Marketing Group

Internet World Stats – www.internetworldstats.com/stats7.htm



Retrouvez l'ensemble de l'infographie ici :

<http://blog.netisse.com/menuecategory/ecommerce/internet-tous-les-chiffres-de-lannee-2011/>

La croissance de tous les indicateurs de mesure du trafic sur le réseau reste très soutenue. Que ce soit l'augmentation du nombre d'abonnés, ou celle du nombre de sites qui diffusent des informations, le mouvement est le même : toujours plus, plus vite et plus nombreux.

Glossaire Internet

Adresse électronique : équivalant à l'adresse postale pour la messagerie électronique.

EXEMPLE

dupont@cnam.fr

Adresse IP : adresse identifiant les ordinateurs connectés sur l'Internet et plus généralement tout équipement informatique qui utilise le protocole TCP/IP. Elle est formée de 4 octets notés sous forme décimale, séparés par des points.

EXEMPLE

163.173.16.102 est l'adresse IP d'une machine sur le réseau local du Cnam.

Bande passante : débit nominal sur une liaison (taille du tuyau) exprimé en bits par seconde (bps) ou multiple en puissance de 2 (K pour environ un millier, M pour méga, soit un million ; ainsi Kbps signifiera 1 024 bits/seconde...). Pour traduire cette bande passante en une mesure opérationnelle, il faut la traduire en caractères par seconde pour le transfert de texte. Une règle simple consiste à diviser par 10 le débit exprimé en bps pour l'obtenir en caractères. Ainsi une connexion avec des modems à 56 Kbps aura un débit d'environ 6 000 caractères par seconde, ce qui est confortable pour le transport du texte, mais parfois un peu lent pour des images. Le réseau téléphonique français et les modems modernes permettent des échanges dans la plage des 45 Kbps-55 Kbps. Un transfert avec un débit plus élevé relève de l'exploit. Pour disposer d'une bande passante plus confortable il faut utiliser d'autres moyens (numéris, câble, ADSL). Avec le haut-débit la bande passante dépasse le million de bits par seconde (débit montant) pour culminer à 20 Mbps (téléchargement). Avec la fibre optique, la vitesse montante peut aller jusqu'à 50 Mégas et 100 Mégas en téléchargement.

DNS (*Domain Name System*) : système d'annuaire distribué sur l'Internet qui permet la conversion du nom en adresse IP.

EXEMPLE

anubis.cnam.fr est converti en 163.173.16.102.

E-mail/courriel : courrier électronique.

FAI ou Provider : fournisseur d'accès à Internet.

Firewall (pare-feu) : machine située entre le réseau d'une société et l'Internet, censée maintenir hors du périmètre les utilisateurs non autorisés. Il existe aussi des logiciels qui effectuent le même travail.

FTP (*File Transfer Protocol*) : protocole standard de copies de fichiers d'ordinateur à ordinateur via Internet.

HTML (*Hyper-Text Mark up Language*) : langage informatique qui définit la syntaxe des pages du web pour permettre leur affichage sur l'ordinateur distant (le « client » du « serveur »).

HTTP (*Hyper-Text Transfer Protocol*) : protocole définissant l'accès aux pages web.

Hypermédia : extension du concept d'hypertexte aux images fixes ou animées et aux sons.

Hypertexte : mode de déplacement à l'intérieur d'un texte qui permet de sauter directement à l'adresse du « mot » sélectionné par l'utilisateur, avec les interfaces graphiques existantes, cette sélection se fait par un « clic » de souris sur le mot ou la phrase mis en évidence. Sur le web, cela se traduit par la flèche de la souris qui se transforme en une « main ».

Internaute : utilisateur de l'Internet.

IRC (*Internet Relay Chat*) : protocole permettant à des utilisateurs connectés d'échanger des textes en temps réel. Les messages s'inscrivent sur les écrans des participants à la discussion ou à ceux qui autorisent une telle connexion. Les « chats » les plus populaires sont désormais sur le web et ne nécessitent donc plus de logiciels clients spécifiques pour l'IRC.

Modem (modulateur/démodulateur) : équipement permettant de transférer des données informatiques d'un ordinateur à un autre par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique.

Navigateur Web (ou Browser) : logiciel permettant de naviguer sur Internet et de visualiser des pages web.

Newsgroups (forums de discussion en temps différé) : ce sont des espaces de discussions publiques organisés autour de sujets extrêmement variés.

Numéris (RNIS) : réseau informatique et téléphonique français qui offre des débits de 144 Kbps (2 fois 64 Kbps plus 16 Kbps). Une normalisation internationale étend ce réseau à la plupart des opérateurs de télécommunications.

On line : une application informatique, un serveur, un fichier, ou un magazine, sont dits « on line » (en ligne), lorsqu'ils sont reliés à un réseau et qu'ils peuvent être consultés en accès immédiat sur un ordinateur distant.

URL (*Uniform Ressource Locator*) : il s'agit de l'adresse d'un serveur Web sous forme :
www.<serveur>.fr

Web (*World Wide Web* ou *Toile mondiale*) : ensemble de serveurs multimédias utilisant la technologie client-serveur et permettant la navigation hypermédia sur l'Internet.

B. SERVICES DISPONIBLES

Être connecté à l'Internet, c'est bien, mais pour quoi faire ? La réponse, et donc la motivation de ceux qui veulent une liaison au réseau, doit être recherchée dans l'accès à des services qui sont devenus très rapidement indispensables à la vie des entreprises.

1. La messagerie électronique (e-mail)

La messagerie reste l'outil le plus utilisé sur l'Internet, puisqu'on estime à plus de 3,1 milliards le nombre comptes e-mail, soit près de 2 milliards d'utilisateurs dans le monde (75 % des comptes sont personnels). L'e-mail permet en effet de transmettre des courriers et des documents numérisés (fichiers Word, Excel, images, sons, etc.) à l'autre bout de la Terre en quelques secondes.

pour le coût d'une communication téléphonique locale. Vous pouvez aussi faire des envois à des groupes de correspondants sur la base de listes de diffusion préétablies.

Les messages étant stockés par un ordinateur serveur qui fait office de « bureau de poste », il n'est pas nécessaire d'être connecté en permanence au réseau pour recevoir du courrier électronique. On relève son courrier auprès du serveur à un moment de son choix et éventuellement dans le lieu qui convient.

Les avantages de la messagerie électronique sont importants : faible coût, pas de problème de décalage horaire (contrairement au téléphone), et pas de perte de qualité des documents (contrairement au fax).

En général, un abonnement à un fournisseur d'accès à Internet vous donne droit à une adresse électronique sous la forme <nom>@<serveur>.fr ou <nom>@<serveur>.com, **fr** désignant le pays et **com** une société commerciale.

De nombreux logiciels servent à gérer ces messageries personnelles sur le poste de travail de l'utilisateur :

- Eudora, qui est souvent fourni gratuitement dans les kits de connexion ;
- Outlook ou Outlook Express sont des produits Microsoft ;
- Thunderbird qui vient du monde Linux.

Grâce à son e-mail, il est aussi possible de s'inscrire à des listes de diffusion « mailing list », ce qui permet en fonction des thèmes choisis de recevoir des informations spécifiques.

Comment disposer d'une adresse électronique gratuitement ?

Certains services sur le web permettent de se créer une boîte électronique personnelle gratuitement et à vie ; seule la connexion à Internet est alors nécessaire.

Parmi ces services, il y a :

- Gmail, la messagerie de Google : mail.google.com
- Laposte.net : www.laposte.net/
- Microsoft avec son portail MSN et son service Hotmail :
<http://www.microsoft.com/france/hotmail/>
- Yahoo en français : <http://fr.mail.yahoo.com/>

Les fournisseurs d'accès offrent aussi des adresses électroniques.

2. La « Toile mondiale » (World Wide Web)

Le « World Wide Web » ou « Toile d'araignée mondiale » est le service vedette de l'Internet, à un tel point qu'il y est souvent assimilé. Le réseau est en effet devenu interactif et convivial grâce au web, le rendant ainsi accessible au grand public.

Ce succès repose sur une interface multimédia efficace, combinant l'utilisation de textes, d'images et de séquences audiovisuelles, ainsi que la navigation hypertexte permettant la consultation d'une autre page ou d'un autre serveur sans que l'on se préoccupe de l'adresse du nouveau site. Ce découplage entre l'implantation physique des fichiers (textes, images, sons) et l'apparence de continuité logique de l'affichage sur l'écran de l'utilisateur conduit à mettre au premier plan le concept de « navigation » ; dans un langage plus familier c'est ce que l'on appelle « surfer », la navigation se faisant plus au gré des liens hypertextes que suivant une stratégie préalablement élaborée.

Les logiciels de navigation (« *browser* », navigateur, fureteur, butineur ou exploreur, les appellations sont nombreuses), tels Netscape Navigator ou Microsoft Internet Explorer, permettent de bénéficier de toutes les fonctionnalités du web, en intégrant en même temps les services tels que le courrier électronique, les forums de discussion et le téléchargement de fichiers, de logiciels...

Les serveurs web se distinguent par une très grande hétérogénéité, allant de la page personnelle d'un étudiant d'une université aux serveurs des plus grandes entreprises mondiales. Lors de manifestations spectaculaires (Coupe du Monde, Tour de France...), certains sites peuvent drainer des millions de connexions par jour. Il est aussi possible de réaliser des opérations commerciales, créant ainsi un nouveau vecteur du commerce électronique que nous étudierons plus loin.

D'autres serveurs présentent un musée, une université, une société, un ministère... L'accès pour ces sites est généralement gratuit. Les professionnels ou les étudiants du domaine comptabilité et audit francophones disposent de plusieurs sites de cette nature :

- Le conseil supérieur de l'OEC : <http://www.experts-comptables.fr>
- Le conseil régional de l'OEC Paris-Île-de-France : <http://www.oec-paris.fr>
- La Compagnie nationale des commissaires aux comptes : <http://www.cncc.fr>
- L'association française d'audit informatique : <http://www.afai.asso.fr>

3. Les forums de discussion en temps différé (Newsgroups)

Les forums de discussion (en mode asynchrone) permettent de s'échanger des informations et des documents sur des thèmes précis. Ils permettent d'obtenir des réponses à un problème donné. Il en existe plus de 100 000 dans le monde, mais vous n'aurez pas forcément accès à tous avec un abonnement chez un fournisseur d'accès traditionnel. Il est à noter que l'essentiel d'entre eux est en langue anglaise, mais les groupes francophones sont en progression.

Le fonctionnement d'un forum est assez simple : tout utilisateur peut apporter sa contribution, qui sera lue par l'ensemble des personnes accédant au groupe. Certains forums sont dits « modérés », c'est-à-dire que tout message doit transiter obligatoirement par un « modérateur » qui juge de sa pertinence avant de le publier.

4. Le téléchargement de fichiers (FTP)

Alors que les petits fichiers sont transmis à un ou des correspondants par la méthode du « document attaché » dans l'e-mail, le protocole FTP (*File Transfer Protocol*) permet de transmettre des fichiers de grande taille sur l'Internet, aussi bien pour une utilisation publique que privée. Le FTP permet de transférer des fichiers entre l'entreprise et ses différents partenaires, évitant ainsi les copies par disquette.

Les plus importants sites sont souvent universitaires, contenant des images, des documents et des logiciels mis librement à la disposition de la communauté. Les éditeurs informatiques et les constructeurs de matériels se sont vite aperçus que ce moyen est idéal pour diffuser leurs « drivers » et autres logiciels utilitaires, une méthode à la fois économique pour eux et pratique pour leurs clients. L'accès libre à ces sites correspond à ce qui est appelé un « FTP anonyme ».

Le FTP peut aussi servir dans un cadre privé, avec des accès réservés sur mot de passe. On parle alors d'un FTP avec identification.

5. L'IRC (Internet Relay Chat)

La communication en temps réel est possible entre personnes connectées par le mode clavier/écran. Cette méthode bien connue des informaticiens dans le cadre d'un réseau local est ici étendue au réseau mondial, à condition de disposer des adresses des correspondants et que ceux-ci activent un logiciel client de l'IRC. La communication bilatérale peut être généralisée en multipoint sur certains sites qui favorisent ainsi les relations interpersonnelles sur des sujets d'intérêt général.

REMARQUE

Il est à noter que l'IRC est largement supplanté par les protocoles propriétaires d'éditeur comme Microsoft ou Yahoo qui proposent leur propre messagerie instantanée, telles MSN Messenger ou Yahoo Messenger.

6. Le RSS (Really simple syndication)

Fichier d'informations mis à jour en temps réel qui reprend automatiquement soit les titres, soit le texte intégral, d'un site d'actualité ou d'un blog. Le flux RSS peut ensuite être inclus et affiché sous forme de liens cliquables dans une page web tierce ou par un logiciel spécialisé. RSS est un nouveau format de l'Internet dédié aux éditeurs de news, de blogs et de contenu. Un flux RSS permet aux éditeurs d'exporter des informations (textes, images, liens) en continu pour vous tenir au courant en direct de l'actualité. Le format RSS utilise le standard XML.

C. CONNEXION À INTERNET

1. L'équipement informatique

Tout **ordinateur** peut théoriquement se connecter à l'Internet. Toutefois, il est fortement recommandé de disposer d'une machine relativement puissante. Un écran couleur, une carte son et des enceintes sont conseillés afin de bénéficier pleinement des extensions multimédias du web.

Dans le contexte d'une organisation (entreprise ou administration) qui dispose d'un réseau local, c'est à travers ce réseau que se réalisera la connexion à l'Internet. Un équipement du réseau sert alors de passerelle pour accéder au réseau Internet (routeur, box...).

2. Les fournisseurs d'accès à l'Internet (FAI)

On peut répartir les offres des fournisseurs d'accès à l'Internet selon deux catégories :

- **L'accès avec paiement d'un abonnement** : ces formules intègrent le coût de la communication téléphonique et l'accès Internet, le plus souvent illimité.
- **L'accès gratuit** : mais il faut payer en plus ses communications téléphoniques.

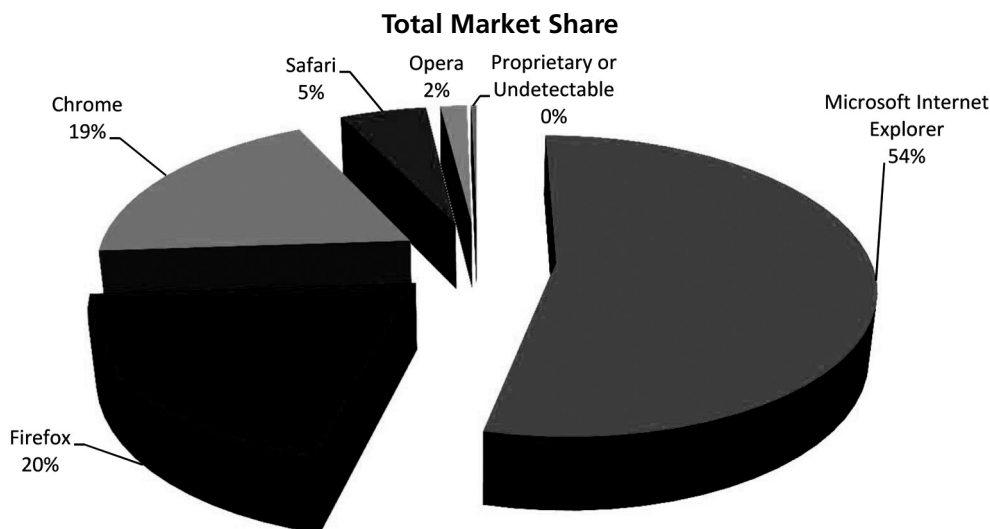
Mais désormais la concurrence s'exerce surtout sur les offres haut et très haut débit (ADSL, fibre optique) et les offres de services associés (triple play, quadruple play, accès illimité...).

D. COMMENT NAVIGUER

En plus de l'équipement adéquat (micro-ordinateur, dispositif d'accès au réseau), il est indispensable de disposer d'un logiciel de navigation dont le plus répandu est Internet Explorer de Microsoft.)

Part de marché des navigateurs dans le monde (par visiteur unique) – juillet 2012

Navigateur	Total Market Share
Microsoft Internet Explorer	53,93 %
Firefox	20,16 %
Chrome	18,88 %
Safari	4,93 %
Opera	1,59 %
Proprietary or Undetectable	0,32 %
Mozilla	0,03 %
Flock	0,02 %
Konqueror	0,00 %



Net Applications.

Ce type de logiciel, appelé « navigateur » ou « *browser* », va rendre la navigation au sein du web simple, rapide mais surtout conviviale.

IV. APPLICATIONS



Voir les sujets de l'UE 8 au DCG session 2010, 2011 et 2012 disponibles sur le site www.cnamintec.fr.

Exercice : Réseau informatique et sécurité

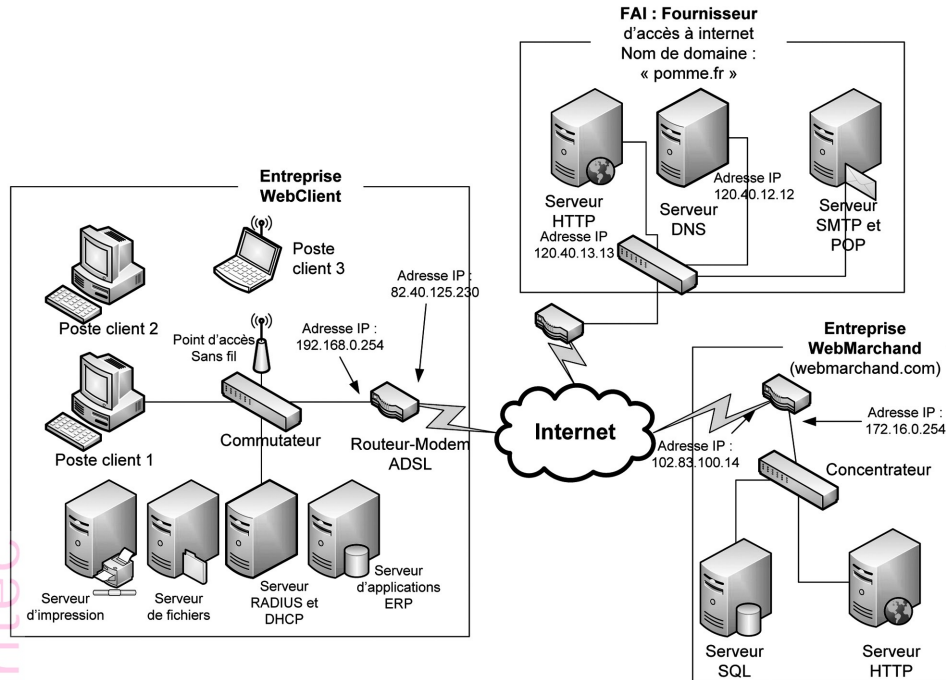
ÉNONCÉ

TRAVAIL À FAIRE

En observant le schéma de réseau ci-après, répondre aux questions suivantes :

1. Sachant que dans l'entreprise WebClient le poste client 1 se trouve dans la pièce voisine du local technique où se trouve le commutateur, dire quel type de média est utilisé entre ce poste et le commutateur.
2. Même question pour le poste client 3. À quelle condition ce média pourra-t-il être utilisé ?
3. Pour des raisons de configuration des locaux, le routeur de l'entreprise WebMarchand se trouve à environ 150 mètres du commutateur principal de l'entreprise. Quel type de média est utilisé entre ces deux équipements ?
4. Pour se connecter au réseau de l'entreprise, l'utilisateur du poste client 1 saisit son nom d'utilisateur et son mot de passe. Quel hôte du réseau est chargé de vérifier le mot de passe et d'autoriser ou non la connexion ?
5. En cours de journée, la personne qui travaille sur le poste client 1 de l'entreprise WebClient accède à un fichier sur son répertoire de travail. Quels hôtes du réseau voient passer les trames qui correspondent à ce travail ?
6. Expliquer brièvement comment le poste client 1 est relié physiquement au commutateur.
7. Expliquer brièvement comment le poste client 3 est relié physiquement au commutateur.
8. À quelle classe d'adresses IP appartient le réseau de l'entreprise WebClient ? Quelle est l'adresse IP de ce réseau ? Même question pour le fournisseur d'accès à Internet, puis pour l'entreprise WebMarchand.
9. Donner la configuration IP du poste client 1 (adresse, IP, masque de sous-réseau, passerelle par défaut, adresse IP du serveur DNS) sachant que ce poste utilise la première adresse IP du réseau et que l'entreprise WebClient a pour FAI le fournisseur « Pomme ».
10. En fait, les 100 postes client de l'entreprise WebClient sont clients DHCP. Donner une plage d'adresses IP que le serveur DHCP peut attribuer à ses clients.
11. Quel protocole doit impérativement être exécuté sur le routeur de l'entreprise WebClient pour que les utilisateurs puissent accéder à internet ?
12. Quel est l'URL du serveur web du FAI ?
13. Un utilisateur du poste client 2 souhaite configurer son logiciel client de messagerie pour la boîte aux lettres électronique fournie par le FAI, quels noms de serveurs doit-il renseigner ?
14. Le serveur web de l'entreprise WebMarchand adresse une requête au serveur SQL de l'entreprise. Quels hôtes du réseau voient passer les trames qui correspondent à cette requête ?
15. L'utilisateur du poste client 1 veut consulter le site de l'entreprise WebMarchand. Décrire toutes les étapes du dialogue entre le poste client et le serveur en précisant à chaque étape les protocoles Internet utilisés.
16. L'entreprise WebMarchand souhaite protéger son réseau local des attaques en provenance d'Internet en créant une zone démilitarisée qui contiendra ses deux serveurs ; modifier le schéma du réseau pour faire figurer la zone militarisée.

17. Alors qu'il n'est pas en train d'utiliser son ordinateur, un utilisateur du poste client 2 de l'entreprise WebClient voit s'afficher tout à coup le message suivant « Le programme Nef-Fast tente d'accéder à Internet, autorisez-vous cette opération ? ». De quel type de programme peut-il s'agir ? Quel dispositif de sécurité a pu permettre de prévenir l'utilisateur ?



CORRIGÉ

1. La distance entre le poste client et le commutateur auquel il est relié étant inférieure à 100 mètres, un câble composé de fils de cuivre peut être utilisé.
2. Il s'agit là d'une liaison sans fil où le média est constitué d'ondes radio. Le poste client 3 doit se trouver dans le périmètre de couverture du point d'accès sans fil.
3. Au-delà de 100 mètres, il est nécessaire d'utiliser la fibre optique.
4. Il s'agit là d'un processus d'authentification qui utilise le serveur RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service).
5. Uniquement le serveur de fichier car le poste client et le serveur sont reliés à un commutateur qui n'adresse les trames qu'à leur destinataire.
6. La carte réseau du poste client 1 est reliée par un câble à la prise murale la plus proche ; celle-ci est reliée à une armoire de brassage dans un local technique ; la prise réseau correspondant à la prise murale du poste client est reliée par un câble court au commutateur rangé dans l'armoire de brassage.
7. La carte réseau Wi-Fi (sans fil) du poste client 3 se connecte au point d'accès Wi-Fi ; le point d'accès Wi-Fi est relié au commutateur.
8. L'adresse du routeur Internet de l'entreprise WebClient, côté réseau local, est 192.168.0.254 ; il s'agit d'une adresse de classe C (comprise entre 191.0.0.1 et 223.255.255.254).

Le masque de classe C étant 255.255.255.0, l'adresse du réseau est :
192.168.0.254 ET 255.255.255.0 = 192.168.0.0

L'adresse du routeur Internet de l'entreprise WebMarchand, côté réseau local, est 172.16.0.254 ; il s'agit d'une classe B (comprise entre 128.0.0.1 et 191.255.255.254).

Le masque de classe C est donc 255.255.0.0, l'adresse du réseau est :
172.16.0.254 ET 255.255.255.0 = 172.16.0.0

9. Voici la configuration IP du poste client 1 :

- adresse IP : 192.168.0.1 (adresse IP du réseau + 1) ;
- masque de sous-réseau : 255.255.255.0 (masque de la classe C) ;
- passerelle par défaut : 192.168.0.254 (adresse du routeur, côté réseau local) ;
- adresse IP du serveur DNS (120.40.12.12, adresse du serveur DNS du FAI).

10. Le serveur DHCP doit donner des adresses IP compatibles avec l'adresse du réseau local, donc situées toutes dans le réseau 192.168.0.0.

La plage d'adresse peut donc aller de 192.168.0.1 à 192.168.0.100.

11. Les adresses IP du réseau de l'entreprise WebClient sont des adresses privées non routables sur Internet, il est donc nécessaire de les traduire en adresses publiques avant d'arriver sur internet. Cette opération est réalisée par le protocole NAT (Network Address Translation).

12. www.pomme.fr

13. Pour la réception des messages électroniques : pop.pomme.fr

Pour l'envoi des messages électroniques : smtp.pomme.fr

POP : Post Office Protocol

SMTP : Simple Mail Transfer Protocol

14. Tous les hôtes du réseau, en effet le serveur web est relié au serveur SQL via un concentrateur qui envoie les trames qu'il reçoit sur tous ces ports réseau.

15. Étape 1 : L'utilisateur saisit l'URL www.webmarchand.com dans son navigateur.

Étape 2 : Le poste client envoie une requête au serveur DNS (dont le poste client trouve l'adresse dans sa configuration IP) pour obtenir l'adresse IP qui correspond au nom www.webmarchand.com.

Étape 3 : Le poste client envoie une requête HTTP à l'adresse IP ainsi obtenue.

Étape 4 : Le serveur web envoie sa page d'accueil au poste client sous la forme d'un fichier HTML.

Étape 5 : Le logiciel navigateur du poste client interprète le code HTML envoyé par le serveur web pour afficher la page reçue.

16. Il faut relier un deuxième routeur au commutateur, les postes du réseau local sont ensuite reliés à un commutateur lui-même relié au nouveau routeur. La fonction pare-feu est activée sur les deux routeurs pour filtrer le trafic entrant. Le trafic en provenance d'Internet vers les serveurs est autorisé, il est interdit vers le réseau local.

17. Il peut s'agir d'un bot, un robogiciel, un agent logiciel automatique qui tente régulièrement de se connecter à son serveur et maître. Le logiciel qui permet de détecter une tentative de connexion non autorisée vers Internet est un pare-feu. Le pare-feu a pour rôle de surveiller le trafic sur le réseau et de bloquer tout trafic qui n'est pas explicitement autorisé.

Questions	Sources pour répondre
Quelle est l'adresse de ma station vue sur Internet ?	www.cnil.fr consulter la rubrique vos traces
Une adresse IP commence par 207.164, dans quelle région du monde se trouve-t-elle ?	L'espace d'adressage ipv4 est décrit sur le site de l'IANA http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space
Je communique avec 81.192.149.107, dans quelle région du monde se trouve-t-elle ?	http://www.geobytes.com/IpLocator.htm
Je communique avec 193.42.138.1, à quel réseau appartient-elle ?	http://www.flumps.org/ip/

Mon adresse est 193.48.251.195, à qui appartient-elle ? Quel est le fournisseur d'accès correspondant ?	http://www.ripe.net/whois
Combien d'adresses IPv4 possède TELE2 France ? Possède-t-il des adresses IPv6 ?	L'outil Whois du registre d'adresses RIPE NCC permet de trouver à qui appartient une adresse IP donnée. Inversement, il permet également d'obtenir l'ensemble des adresses IP attribuées à un organisme donné de la zone gérée par RIPE (requête inverse). Il faut dans un premier temps connaître l'identifiant RIPE du fournisseur d'accès recherché. Voici les identifiants d'organisation pour les principaux FAI français : • Bouygues Telecom : ORG-BT2-RIPE • Cegetel : ORG-CE1-RIPE (CEGETEL Entreprises) • Chello : ORG-CBF1-RIPE (Chello Broadband France) • Claranet : ORG-CF1-RIPE (Claranet France) • Club Internet : ORG-TFC1-RIPE (T-Online France - Club Internet) • Completel : ORG-CSF1-RIPE (COMPLETEL SAS France) • Easynet France : ORG-EA23-RIPE (EASYNET) • Free : ORG-PISP1-RIPE (Proxad, Internet Service Provider in France) • MCI France : ORG-UFW1-RIPE (UUNET France/Internet Way) • Nerim : ORG-NA20-RIPE (Nerim) • neuf telecom : ORG-LA7-RIPE (LDCOM) • Noos : ORG-LC2-RIPE (LYONNAISE COMMUNICATIONS) • Numericable : ORG-NNS2-RIPE (NC Numericable S.A.) • Orange : ORG-FT2-RIPE (France Telecom) • Outremer Télécom : ORG-OT1-RIPE • RENATER : ORG-RA8-RIPE • SFR : ORG-VF1-RIPE (Vivendi France ?) • Tele2 : ORG-TFS1-RIPE (Tele2 France S.A.) • Tiscali : ORG-TT1-RIPE (TISCALI TELECOM) Utiliser ensuite l'outil Whois du RIPE accessible sur cette page : http://www.ripe.net/whois Entrer un champ de recherche du type : "-r -i org Identifiant-RIPE", par exemple pour RENATER : -r -i org ORG-RA8-RIPE (-r : "Turn off recursive lookups", -i : "Inverse attributes"). Les résultats de type "inetnum" représentent les adresses IPv4, et ceux de type "inet6num" les adresses IPv6 (en bas de page, s'il y en a). Pour chaque plage d'adresses, la première ligne "changed :" indique à quelle date elle a été allouée au FAI pour la première fois.
Qui de France Telecom et de Télé2 possède le plus d'adresses IP ?	ftp://ftp.ripe.net/pub/stats/ripencc/membership/alloclist.txt

<http://www-public.int-evry.fr/~maigron/Internet/>

INDEX

- Activité 40, 42
- ADSL 98
- Annuaire LDAP 87
- Browser 116
- Câble 99
- Câble coaxial 91
- Câble optique 92
- Classe 41
- Client léger 87
- Client-serveur 87
 - Architecture 3 tiers 88
 - Client-serveur n couches 88
 - Médiateur 88
 - Middleware 88
 - Serveur d'applications 87
 - Serveur de domaine 87
 - Serveur de données ou de fichiers 87
 - Serveur de groupware 88
 - Serveur de messagerie 88
 - Serveur DHCP 88
 - Serveur d'impression 87
 - Serveur DNS 88
 - Serveur FTP 88
 - Serveur proxy ou mandataire 88
 - Serveur WEB 88
- Commutateur 93
- Commutation par paquets 111
- Concentrateur 93
- CPL 92
- CPU 59
- DDR-SDRAM 62
- DHCP 108
- Diagramme de contexte 9
- DNS 109, 116
- ECC 62
- Encapsulation 42
- Ethernet 91
- Événement 13, 16, 40, 41
- FAI 116
- Fibre optique 99
- Firewall 116
- Fournisseurs d'accès à l'Internet (FAI) 119
- FTP 116, 118
- Hôte 105
- HTML 116
- HTTP 116
- Hub 93
- IDE (Integrated Drive Electronics) 70
- Internet 111
- IRC 118
- Loi de Metcalfe 83
- Loi de Moore 58, 85
- Microprocesseur 60
- Modèle conceptuel des traitements (MCT) 12
- Modèle de contexte 8
- Modèle de référence ISO ou OSI 101
- Modèle des flux de données 10
- Modélisation des traitements 7
- Modem 116
- MOT 32, 38, 39
- Navigateur Web 116
- Objet 33, 41
- Opération 13, 17
- Paire torsadée 92
- Phase 33, 40
- Pont 93
- Processus 17, 32, 33, 38, 40, 41
- Provider 116
- Raid 72
- RAM 61
- Règles d'émission 13
- Répéteur 93
- Réseau en anneau 90
- Réseau en bus 90
- Réseau en étoile 89
- Réseaux publics 96
- RJ45 92
- RNIS 97
- Routeur 93, 96
- RSS 118
- Serial ATA (ou S-ATA) 70
- SI 33, 42
- Switchs 93
- Synchronisation 14, 17
- TCP/IP 104
- Topologies physiques 89
- UML 41, 42
- Unité centrale 59
- URL 116
- WiFi 93
- WiMax 100

À envoyer à la correction

Auteurs : Pradeepa THOMAS et Victor ALBORS

EXERCICE 1 : LE LOUP NOIR (17 POINTS)

Le loup noir est un grand restaurant spécialisé dans la cuisine atypique. Vous êtes recruté en tant que stagiaire et avez pour mission d'étudier le système d'information de cet établissement.

Dossier 1 : MCD (5 points)

Dans un premier temps, il vous est demandé de vous focaliser sur la gestion des repas. Il vous est demandé de **construire le modèle conceptuel des données** à partir des informations suivantes :

- La carte de l'établissement comporte 400 plats et boissons. Chaque élément de la carte est caractérisé par un code (composé de la première lettre de la catégorie et d'un numéro), un libellé et un prix. Un élément appartient à une catégorie (entrée, poisson, porc, bœuf, légumes, volaille, dessert, café ou boisson).
- Il est également possible pour le client de prendre une formule. Une formule est caractérisée par un code, un libellé et un prix.
- Pour chaque menu, il est possible de choisir parmi 2 à 5 éléments de la carte (entrée+plat, plat+dessert, entrée+plat+dessert, entrée+plat+dessert+boisson+café). Chacun des éléments peut être choisi parmi une liste pré-définie.

EXEMPLE DE FORMULE

Formule Équilibre des îles (Equi)

Entrées : Lentilles corail (E1) ou Œufs surprise (E2)

Plats : Poisson des îles (P1) ou Volaille braisée (V2)

Légumes : Légumes du soleil (L2) ou Pommes vapeur (L1)

Dessert : Île flottante (D2) ou Gâteau Coco (D3)

L'organisation du restaurant est la suivante :

Les tables sont repérées par un numéro. Pour chaque service, une table est gérée par un et un seul serveur. Les serveurs sont identifiés par un code.

Les serveurs prennent les commandes à l'aide d'un carnet à souche (annexe 1). La souche permet l'édition de la facture.

Une souche contient aussi bien les plats à la carte (accompagnés de leurs légumes) que les formules. Un plat peut figurer à plusieurs reprises s'il est choisi par plusieurs clients.

Dans des cas exceptionnels, les serveurs sont autorisés à remplacer certains plats par d'autres. La direction a mis en place une liste restreinte d'équivalence entre les éléments du menu. Par exemple, le café peut être remplacé par un thé nature (C1 remplacé par C2).

ANNEXE

Fred n° 2345

Table n° 2

Date 31/08/2012

PLAT		MENU		
Numéro	Quantité	Code	Désignation	Quantité
P 3+L3	1	Equi	Équilibre des îles	2
		Entrée	E1, E2	
		Plat	P1 (2)	
		Légumes	L1, L2	
		Dessert	D3(2)	
V2+L1	2	Gour	Gourmand	1
		Entrée	E5	
		Plat	B3	
		Légumes	L4 + L5	
		Dessert	D4	
		Boisson	B3	
		Café	C2	

Dossier 2 : MOT (4 points)

Il vous est demandé d'étudier le processus d'approvisionnement du restaurant. Il semblerait que des dysfonctionnements apparaissent. Afin de les détecter, le responsable vous demande de **représenter un diagramme de flux de données puis un MOT** représentant le processus d'approvisionnement en distinguant les opérations du siège et celles du restaurant.

Le loup noir est en fait rattaché à une chaîne de restaurant dont la gestion est effectuée au siège. Le siège gère les demandes d'approvisionnement de ses filiales de la façon suivante : tous les 15 du mois, le responsable du restaurant envoie l'état de ses stocks et les produits qu'il souhaite réapprovisionner. Le siège retourne un accusé de réception accompagné d'une liste de nouveaux produits disponibles.

Le responsable du restaurant peut choisir de passer une commande complémentaire pour ces nouveaux produits ou répondre qu'il ne souhaite rien prendre de plus. Ensuite le siège contacte les fournisseurs afin de vérifier la disponibilité des produits et obtenir un devis. Si des produits sont indisponibles, des produits de remplacement sont proposés. Le siège transmet l'offre au responsable.

Le 25 du mois, le responsable du restaurant valide ou pas les produits de substitution. S'il les valide, la commande est validée et transmise au fournisseur. Si ce n'est pas le cas, un nouveau devis (sans les produits de substitution) est réclamé au fournisseur. Le 30, le siège commande définitivement les produits aux fournisseurs et renvoie une copie du bon de commande aux restaurants.

Dossier 3 : SQL (4 points)

On s'intéresse à présent à la gestion des stocks au niveau du siège.

Voici un extrait du schéma relationnel de la base de données :

DEPOT (NumDepot, Adresse_dep, CP_dep, Ville_dep)

ARTICLE (NumArt, Libelle_art, Px_art, #Num_cat)

STOCKER (#NumDepot, #NumArt, Qte)

CATEGORIE (NumCat, Libelle_cat, #NumFourn)

FOURNISSEUR (NumFourn, Nom_fourn, Adresse_fourn, CP_fourn, Ville_fourn)

- Donner les requêtes SQL permettant d'obtenir les informations suivantes :
 - 1. la liste des libellés des articles dont le stock est inférieur à 10 ;
 - 2. le nombre d'articles par dépôt ;

- 3. la valeur du stock en légume (le légume est une catégorie) ;
- 4. la liste des fournisseurs des produits stockés dans le dépôt 3 triés dans l'ordre alphabétique.
- Le fournisseur « Au bon miel » augmente ses prix de vente de 3 %. Écrire la requête SQL permettant de mettre à jour le prix des articles correspondants.

Dossier 4 : Algorithme (4 points)

Nous reprenons la table stocker de l'exercice précédent : STOCKER (#NumDepot, #NumArt, Qte)

Écrire un algorithme qui prend en entrée un numéro de dépôt et un stock seuil et affiche la liste des numéros articles dont la quantité est inférieure à ce seuil.

Voici un exemple d'exécution de cet algorithme :

```
« Quel dépôt souhaitez-vous interroger ? »
  – 2
« Entrer le seuil pour les stocks »
  – 30
« Les produits dont le stock est inférieur à ce seuil sont :
Produit 1234
Produit 654
Produit 932 »
```

EXERCICE 2 : LTP (RÉSEAU) (3 POINTS)

La société Les Trois Provinces (LTP), installée à Vancouver, est spécialisée dans les jeux vidéo. L'effectif de la société est de 12 personnes dont 2 comptables au service Comptable, 2 commerciaux et 8 informaticiens.

Le réseau local est constitué de 13 postes fixes affectés au dirigeant, M. Charlebois, aux comptables, aux commerciaux et aux informaticiens (un poste par atelier). Cinq imprimantes ont été installées pour l'ensemble du personnel.

Il n'y a ni serveur dédié à l'accès de la base de données, ni service d'administration du réseau pour y contrôler les accès. Les bases de données sont implantées sur les postes de travail des responsables. De temps en temps, elles sont recopiées, quand cela est nécessaire, sur d'autres postes. Par exemple, la base de données des clients de la société LTP a été élaborée par Mlle Alberta. Elle est installée sur son poste. L'ordinateur du dirigeant gère l'accès à Internet pour tout le réseau.

TRAVAIL À FAIRE

1. Analysez la situation du système informatique de la société LTP.
2. Identifiez son mode de fonctionnement et soulignez ses avantages et ses inconvénients.

M. Charlebois vient de racheter la société Yukon, spécialisée dans la vente des logiciels spécialisés. Celle-ci utilise un réseau local similaire à celui de la société LTP et qui regroupe 15 postes et 4 imprimantes. Yukon gère notamment une base de données clients. Toutes les activités de Yukon vont intégrer le site de la société LTP.

3. Quels sont les problèmes pouvant résulter de la fusion des deux systèmes informatiques ?
4. Proposez une solution informatique cohérente applicable après la fusion des deux sociétés.

À envoyer à la correction

Auteurs : Victor ALBORS, Laurence ALLEMAND et Pradeepa THOMAS

EXERCICE 1 (16 POINTS)**Dossier 1 (3 points)**

La mairie d'une commune de Seine-et-Marne décide de mettre en place une base de données pour la gestion de l'ensemble des élèves de maternelle et primaire. Il s'agit de regrouper l'ensemble des éléments concernant le suivi des inscriptions et les informations de base sur les enfants. L'objectif étant d'éviter de demander aux familles de remplir tous les ans les mêmes fiches d'informations papier comme c'est le cas actuellement. Un exemple de fiche d'informations vous est fourni en annexe.

Chaque enfant est rattaché à une famille caractérisée par un code, un représentant légal et ses coordonnées. Ce code est créé lors de l'inscription du premier enfant puis les informations concernant le représentant légal sont mises à jour chaque année lors des réinscriptions. Il est en de même pour l'enfant. D'autre part, la base enregistre pour chaque année scolaire l'école à laquelle est inscrit l'enfant. Une école dispose d'un nom, d'une adresse, d'un téléphone. Un enfant peut également être inscrit à un centre aéré.

Des informations médicales sont également stockées dans la base, telles que les dates des vaccins ou le médecin traitant.

Pour faciliter la saisie des informations concernant les médecins traitants, l'ensemble des médecins généralistes de la commune a déjà été saisi. Si le médecin est en dehors de la commune et qu'il n'a pas encore été créé dans la base, il est possible de l'ajouter.

Il en est de même pour les caisses d'allocations familiales (CAF) et les centres de sécurité sociale, les principaux centres et caisses de la région sont d'ores et déjà présents dans la base.

Enfin, dans le but d'établir une facturation, il est nécessaire de connaître la tranche de quotient familial à laquelle appartient la famille (QF1, QF2, etc.). Une tranche est définie par un seuil inférieur et un seuil supérieur.

TRAVAIL À FAIRE

Construire le modèle conceptuel des données correspondant à cette base de données.

ANNEXE**FICHE D'INFORMATION À REMPLIR PAR LES FAMILLES****Fiche de renseignements à remplir****IDENTITÉ**

Nom de l'enfant : _____
 Prénom de l'enfant : _____
 Date de naissance : _____
 Sexe : _____
 Tel d'urgence : _____
 Code Famille : _____

Si vous n'avez pas de code famille

Nom du représentant : _____
 Prénom du représentant : _____
 Tel fixe : _____
 Tel portable : _____
 Adresse : _____
 Lien de parenté : _____
 N° allocataire CAF : _____
 Adresse CAF : _____
 N° sécurité sociale : _____
 Adresse Sécurité sociale : _____

INFORMATIONS MÉDICALES

Nom du médecin traitant : _____
 Adresse et tel si extérieur à la commune : _____
 Date vaccin antitétanique : _____
 Date vaccin ROR
 (rougeole, oreillons, rubéole) : _____

CENTRE AÉRÉ

Inscription en centre aéré le mercredi : Oui Non
 Nom du centre aéré : _____
 Tranche de quotient familial : _____

Dossier 2 (3 points)

En annexe ci-après, vous disposez des modalités de calcul du quotient familial ainsi que du barème des tranches de quotient familial.

- Écrire l'algorithme permettant d'afficher la tranche du quotient familial à laquelle appartient la famille.

ANNEXE**COMMENT CALCULER SON QUOTIENT FAMILIAL ?**

$$QF = \frac{\text{Revenu fiscal de référence} / 12}{\text{Nombre de parts indiqué sur la feuille d'imposition}}$$

Quotient familial	Groupe tarifaire
Inférieur à 234 €	QF 1
De 234 € à 384 €	QF 2
De 384 € à 548 €	QF 3
De 548 € à 959 €	QF 4
De 959 € à 1 370 €	QF 5
De 1 370 € à 1 900 €	QF 6
De 1 900 € à 2 500 €	QF 7
Supérieur à 2 500 €	QF 8

Dossier 3 (2 points)

Jusqu'à présent, chaque directeur d'école dispose d'un classeur Excel (« Facturation études.xlsx ») lui permettant de générer les factures pour l'étude surveillée. L'effectif maximal des écoles est de 200 élèves.

Ce classeur est composé de 2 feuilles :

- la feuille de calcul « études » qui contient le barème des études surveillées en fonction de la tranche du quotient familial :

	A	B
1	Tarif périscolaires Par mois (sur 10 mois)	Etudes surveillées Forfait 1 séance hebdomadaire
2	QF1	0,65 €
3	QF2	1,32 €
4	QF3	2,96 €
5	QF4	4,36 €
6	QF5	5,71 €
7	QF6	6,44 €
8	QF7	7,12 €
9	QF8	7,55 €

La plage de cellules A2:B9 a été nommée « tarif_Et_Surv ».

- la feuille de calcul « calcul du montant à payer » qui permet de calculer automatiquement le montant dû mensuellement pour chaque enfant en fonction des jours d'inscription :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Classe	Nom	Prénom	Tr QF	lundi	mardi	jeudi	vendredi	Nb séances hebdo	A payer
2	CE2 b	Buffon	Georges	QF3		x	x		2	5,92 €
3	CE2 b	Dupont	Georgette	QF8			x		1	7,55 €
4	CE2 b	Fleur	Maxime	QF5				x	1	5,71 €
5	CE2 b	Erlanger	Paul	QF6	x		x		2	12,88 €
6	CE2 b	Martin	Jean	QF7					0	- €
7	CE2 b	Savina	Jacques	QF8	x		x		2	15,10 €
8	CE2 b	Truc	Marie-Pierre	QF1		x		x	2	1,30 €
9	CE2 b	Vis	Marie-Antoinette	QF2					0	- €
10	CM1a	Astruc	Maélyss						0	- €
11	CM1a	Bidochon	Karl		x	x	x	x	4	la tranche n'a pas été saisie !
12										- €
13										- €
14										- €

En début d'année le directeur d'école copie ses listes d'élèves dans les colonnes A, B et C. Il complète en fonction des avis de notification de tranche de quotient familial transmis par les familles la colonne D et en fonction des inscriptions à l'étude il met une croix dans les colonnes E à H.

Les familles dont les enfants ne sont pas inscrits aux activités périscolaires ne fournissent pas de notification de tranche de quotient familial.

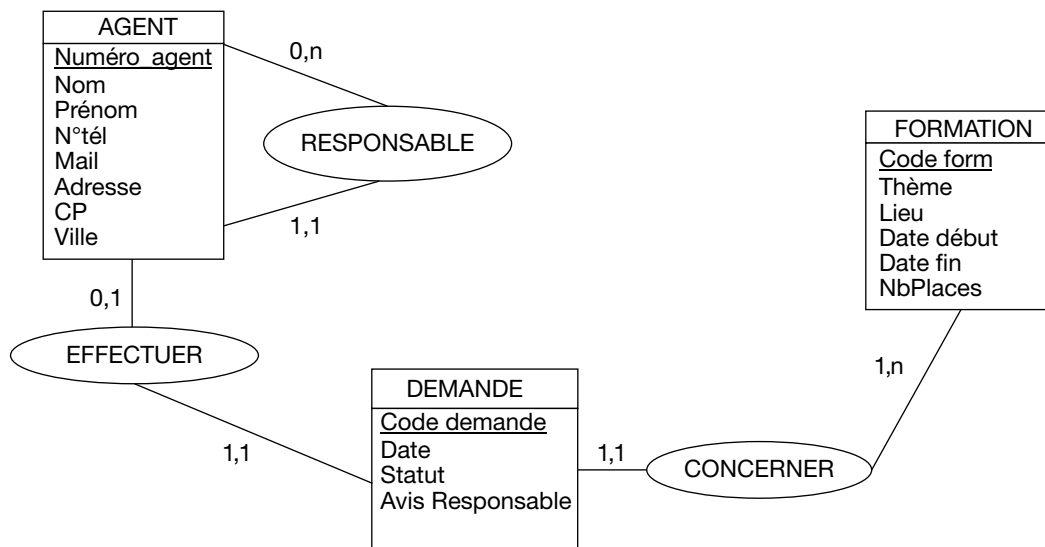
Une macro-commande permet ensuite de générer automatiquement toutes les factures (montant à payer supérieur à 0).

Écrire les formules de calcul des cellules I2 et J2 de la feuille de calcul « calcul du montant à payer » (ces formules seront recopiées respectivement jusqu'en I201 et J201).

Les formules devront pouvoir afficher le message d'erreur en cas d'omission de la tranche du quotient familial alors que l'enfant est inscrit à au moins une étude surveillée.

Dossier 4 (4 points)

On s'intéresse au processus de gestion des demandes de formation pour le personnel de la mairie. Le schéma ci-après représente un extrait de la base de données utilisée par le service du personnel pour la gestion de ces demandes :



Le processus des demandes de formation est le suivant :

- Les offres de formations sont mises en ligne sur l'intranet de la mairie courant octobre. Chaque employé ne peut effectuer qu'une demande. Une fiche de demande est remplie sur le site.
- Lors de la clôture des inscriptions, le secrétariat consulte l'ensemble des demandes de formation et inscrit les agents de manière temporaire (statut « temp ») puis transmet la demande au chef de service qui retourne son avis, au plus tard au bout de deux semaines.
 - Si l'avis est positif, et en fonction du nombre de places disponibles, une convocation est envoyée à l'agent. Il lui est demandé de confirmer ou non sa présence lors de la session de formation. Le statut du salarié passe en « inscrit ». S'il n'y a plus de places disponibles, l'agent est placé sur liste complémentaire (statut « en attente ») et informé de sa situation.
 - Si l'avis du chef de service est négatif, le refus est notifié à l'agent et la demande de formation est supprimée.
- Trois semaines avant la date de la formation, si un agent n'a pas confirmé sa participation, il est retiré de la formation (statut : « Non conf ») et le premier de la liste d'attente est inscrit et convoqué.

Construire le modèle conceptuel des traitements analytiques associé au processus de gestion des demandes de formation.

Dossier 5 : SQL (4 points)

La mairie dispose d'une bibliothèque réservée au personnel. Voici le schéma relationnel de la BDD de l'application en charge des prêts.

ABONNE (Num_abo, Nom_abo, Prenom_abo, Adresse_abo, CP_abo, Ville_abo)

AUTEUR (Num_aut, Nom_aut, Prenom_aut)

LIVRE (Num_liv, Titre_liv, Editeur_liv, #Num_the)

ECRIRE (#Num_aut, #Num_liv)

EMPRUNT (#Num_abo, #Num_liv, date_emprunt, date_retour_prevu, date_retour_reel)

THEME (Num_the, libelle_the)

Indiquez les requêtes SQL à effectuer pour répondre aux questions suivantes :

1. Liste des titres de livres dont le thème est l'histoire de France
2. Liste des lecteurs en retard (noms et prénoms) par ordre alphabétique
3. Nombre de livres par thèmes
4. Liste des livres qui n'ont jamais été empruntés
5. Liste des abonnés (noms et prénoms) qui ont emprunté plus de 52 livres en 2012

EXERCICE 2 : RÉSEAU (4 POINTS)**Dossier 1 (3 points)**

Un centre de formation dispose d'une salle informatique de 24 micro-ordinateurs. Il souhaite que 24 étudiants puissent bénéficier d'une suite bureautique (Microsoft, par exemple) et de la même imprimante. Les postes de travail doivent être sécurisés (identifiant et mot de passe).

TRAVAIL À FAIRE

1. Étudiez l'organisation du réseau de manière à proposer une solution pour le choix du matériel et des logiciels adaptés. Il convient également de faire une proposition quant à la mise en place de cette architecture.
2. On fait l'hypothèse que le centre de formation peut disposer d'une autre salle mitoyenne de 25 micro-ordinateurs. Est-il possible d'avoir une autre solution ?

Dossier 2 (1 point)

Les utilisateurs d'un réseau local se répartissent en 4 services que nous appellerons service A, service B, service C et service D.

Les employés des services A et B utilisent le traitement de texte. Les employés des services C et D utilisent le système de gestion de base de données. Les employés du service D utilisent aussi le traitement de texte.

Tous les employés souhaitent disposer d'un dossier commun pour communiquer entre eux.

Le traitement de texte est installé sur le PDC, le système de gestion de base de données sur un serveur membre.

Le périphérique d'impression, connecté au serveur, est affecté aux quatre services.

Tous les ordinateurs et périphériques sont dans le même domaine.

Tous les employés ont un compte d'utilisateur.

3. Comment est-il possible d'envisager l'établissement des autorisations d'accès pour satisfaire ces besoins ?
4. Que doit faire l'administrateur quand un employé est recruté et arrive dans l'un des quatre services ?

