INSIA – SIGL 2
Bases de données
Cours 01

Bertrand LIAUDET

SOMMAIRE

SOMMAIRE 1

MODÉLISATION : MODELE RELATIONNEL 2

1. Les 4 objectifs majeurs d'une BD et d'un SGBD 2
2. La modélisation 3
3. Le modèle relationnel : MR 3
4. Clé primaire concaténée : une difficulté du modèle relationnel 9
5. Définitions théoriques 12
6. Méthode : comment fabriquer un schéma de BD ? 13

TD N°1 : EXERCICES DE MODELISATION RELATIONNELLE 15

1 Association et donateur 15
2 Les employés et leur carrière 15
3 La cinémathèque 15

Première édition : janvier 2008

MODÉLISATION : MODELE RELATIONNEL

PRINCIPALES NOTIONS

Modèle relationnel	**Clé primaire**
Table	**Clé significative**
Tuple	**Schéma de la BD**
Attribut	**NULL**
Clé étrangère	**Clé étrangère réflexive**
Table-nom	**Table-verbe**
Clé primaire concaténée	

1. Les 4 objectifs majeurs d'une BD et d'un SGBD

Intégrité des données

Dès que le nombre de données est important, il y a des risques d'incohérence, c'est-à-dire de contradiction :

- **Duplication des données** avec des valeurs différentes. Exemple : deux adresses différentes pour une même personne.
- **Valeurs aberrantes**. Exemples : un âge négatif ou supérieur à 150 ; une donnée faisant référence à une autre donnée qui n'existe plus.

La BD a pour objectif d'être un réservoir d'informations unique et commun : « canonique », garantie sans incohérence (donc sans duplication de données).

Signifiance directe des données

La valeur des données est toujours directement intelligible : il n'y a pas de code spécial pour signifier quoi que ce soit. Le seul code spécial est la valeur NULL qui signifie l'absence de valeur pour un attribut d'un tuple.

Unité des données

La BD permet d'apporter une vision unifiée des données manipulées (dans une entreprise ou n'importe quel système d'informations, scientifique par exemple).

Cette unité permet une meilleure compréhension de la réalité représentée par les données.

Elle permet aussi de systématiser, rationaliser et faciliter les traitements appliqués aux données.

Distinction entre les données et les traitements

Les données existent indépendamment des traitements qu'on leur applique.

2. La modélisation

La modélisation est l'activité qui consiste à produire un modèle. C'est une étape de la phase de conception.

Un modèle est un objet d'imitation pour faire ou reproduire quelque chose.

On s'intéresse ici à la modélisation des données.

Un modèle des données est une représentation de l'ensemble des données.

C'est un objet d'imitation : il servira de point de départ pour la réalisation (le codage).

Un modèle doit être systématique : il concerne la totalité des données.

Un modèle doit être réaliste : il rend compte de la réalité représentée (les données du monde réel).

Il existe plusieurs modèles de représentation des données : hiérarchique, relationnel, entité-association, objet, ensembliste, etc.

Les deux modèles dominant actuellement sont : le **modèle relationnel : MR** (correspond aux SGBD-R) et le **modèle entité-association : MEA** (correspond à la méthode MERISE et aux SGBD-R).

Les notions de **modèle conceptuel des données : MCD** et de **modèle logique des données : MLD** viennent de la méthode MERISE. L'usage tend à rendre équivalents **MCD et MEA** d'un côté et **MLD et MR** de l'autre. On verra plus tard la distinction entre chaque notion.

3. Le modèle relationnel : MR

Présentation

Le modèle relationnel a été inventé par Codd à IBM-San Jose en 1970.

C'est un modèle mathématique rigoureux basé sur un concept simple : celui de relation (ou table, ou tableau).

Ce modèle, c'est celui qui est implanté dans les SGBR-R.

Il permet à la fois de fabriquer la BD et de l'interroger.

Table, tuple, attribut, clé primaire

Exemple traité

Un service de ressource humaine dans une entreprise veut gérer le personnel. Dans un premier temps, on veut pouvoir connaître le nom, la fonction, la date d'entrée, le salaire, la commission (part de salaire variable) de chaque employé et le numéro du département dans lequel travaille chaque employé.

Chaque employé a donc les caractéristiques suivantes :

Nom, fonction, date d'entrée, salaire, commission, numéro du département

Table, tuples et attributs

Pour ranger ces données, on peut faire un tableau à 5 colonnes :

RELATION — 5 attributs :

Employé	Nom	Fonction	Date d'entrée	Salaire	Commission	Num. Dept
	TURNER	SALESMAN	8-SEP-81	1500	0	10
	JAMES	CLERK	3-DEC-81	950	NULL	30
4 tuples :	WARD	SALESMAN	22-FEB-81	1250	500	20
	TURNER	ANALYST	3-DEC-81	3000	NULL	10

Vocabulaire

Relation = tableau = table = classe = ensemble = collection

Tuple = n-uplet = ligne du tableau = élément = enregistrement = individu = objet = donnée

Attribut = colonne du tableau = caractéristique = propriété = champ

BD = toutes les lignes de toutes les tables

NULL

NULL est la seule information codée qu'on rentre dans une table : elle signifie « non-renseigné ». La valeur « 0 », par contre, ne signifie pas du tout « non-renseigné », mais bien « valeur = 0 », comme on dirait « valeur = 500 ».

Clé primaire

On souhaite pouvoir distinguer facilement chaque ligne d'une autre ligne. Or, certains employés ont le même nom.

Pour distinguer chaque ligne, on introduit la notion de clé primaire.

La clé primaire est un attribut qui détermine tous les autres.

Exemple type de clé primaire : le numéro de sécurité sociale dans un tableau de personne. Quand on connaît le numéro de sécurité sociale, on sait de qui on parle, donc tous les attributs sont déterminés (même si on ne connaît pas leur valeur à un instant donné).

Dans le tableau des employés, la clé primaire pourrait être un numéro de référence choisi par l'entreprise.

RELATION — 7 attributs :

Employés	Numéro d'employé	Nom	Fonction	Date d'entrée	Salaire	Comm.	Num. Dept
	1	TURNER	SALESMAN	8-SEP-81	3000	0	10
	2	JAMES	CLERK	3-DEC-81	1800	NULL	30
	3	WARD	SALESMAN	22-FEB-81	2500	500	20
4 tuples :	4	TURNER	ANALYST	3-DEC-81	5000	NULL	10

Clé significative

La clé significative, c'est l'attribut qui sert de clé dans le langage ordinaire. Dans le cas des employés, c'est leur nom. Toutefois, il peut y avoir des homonymes : la clé significative est utile dans le langage ordinaire pour savoir de qui on parle, mais elle est insuffisante dans le langage mathématique pour garantir l'identification de l'individu.

Schéma de la BD

Schéma de la BD

Le schéma de la BD consiste à écrire chaque table sur une ligne avec les noms de code des attributs :

EMPLOYES (**NE**, nom, job, datemb, sal, comm, ND)

Le schéma de la BD, c'est l'ensemble des schémas des tables.

La BD c'est l'ensemble des tables avec leurs tuples.

Formalisme

- La clé primaire est notée en premier.
- La clé primaire est soulignée.
- La table des employés représente une réalité physique. On l'appelle **« table-nom ».**
- Le nom donné à une table-nom est un nom commun, au pluriel.
- La clé primaire d'une table-nom est N (pour numéro) suivi de la première lettre du nom de la table.

Expression ultra-schématique

De façon ultra-schématique, la table EMP peut s'écrire ainsi :

E (NE, Ex)

E, c'est le nom de la table (initial de Emp).

NE : c'est la clé primaire de la table E

Ex : ce sont les attributs de la table E

L'expression ultra-schématique consiste à ne distinguer qu'entre les attributs clés (NE, soulignés) et les attributs non clés (Ex)

On abordera l'intérêt de cette représentation dans le cas de modélisation complexe.

Clé étrangère

Présentation

Au problème précédent de gestion des ressources humaines, on ajoute les spécifications suivantes :

Le service du personnel souhaite aussi connaître le nom du département dans lequel l'employé travaille. L'entreprise est répartie dans plusieurs villes. Les départements sont donc caractérisés par leur nom et par leur ville. Un employé travaille dans un département et un seul. Il peut y avoir plusieurs départements qui ont le même nom.

On va dont ajouter une table : la table des départements :

RELATION 3 attributs :

Départements	**ND**	Nom	Ville
	10	ACCOUNTING	NEW YORK
	20	RESEARCH	DALLAS
	30	SALES	CHICAGO
4 tuples :	40	OPERATIONS	BOSTON

Le numéro de département était déjà dans la table des employés.

Désormais, le numéro de département ND de la table des employés fait référence au numéro de département de la table des départements.

Dans la table des départements, ND est clé primaire.

Dans la table des employés, ND est clé étrangère.

RELATION 7 attributs :

Employés	**NE**	Nom	Fonction	Date d'entrée	Salaire	Comm.	# ND
	1	TURNER	SALESMAN	8-SEP-81	3000	0	10
	2	JAMES	CLERK	3-DEC-81	1800	NULL	30
	3	WARD	SALESMAN	22-FEB-81	2500	500	20
4 tuples :	4	TURNER	ANALYST	3-DEC-81	5000	NULL	10

Définition

Une clé étrangère est un attribut qui fait référence à une clé primaire.

Schéma de la BD

Le schéma de la BD consiste à écrire chaque table sur une ligne avec les noms de code des attributs :

EMPLOYES(NE, nom, job, datemb, sal, comm., #ND)

DEPARTEMENTS (ND, nom, ville)

Formalisme

1. **Les clés primaires** sont soulignées et placées en premier dans la liste des attributs.
2. **Le nom de la clé primaire** est constitué de : « N »+1ère lettre de la table (NE).
3. **Les clés étrangères** sont précédées d'un #.
4. **Les clés étrangères** sont mises en dernier dans la liste des attributs.

Expression ultra-schématique

De façon ultra-schématique, les tables EMPLOYES et DEPARTEMENTS peuvent s'écrire ainsi :

E (NE, Ex, #ND)

D (ND, Dx)

E, c'est le nom de la table Employés (initial de Employés).

NE : c'est la clé primaire de la table E

Ex : ce sont les attributs de la table E

#ND : c'est une clé étrangère qui ramène sur la clé primaire D

D, c'est le nom de la table Départements (initial de Départements)

ND : c'est la clé primaire de la table D

Dx : ce sont les attributs de la table D

L'expression ultra-schématique distingue uniquement les attributs clés primaires, les attributs clés étrangères et les attributs non clés.

L'expression ultra-schématique consiste à ne distinguer qu'entre les attributs clés primaires (NE, soulignés), les attributs clés étrangères (#ND, précédés d'un #) et les attributs non clés (Ex)

Cette représentation permet de se focaliser sur la question des liens entre les tables. Son intérêt se justifiera dans des modèles complexes.

Clé étrangère réflexive

Présentation

Au problème précédent de gestion des ressources humaines, on ajoute les spécifications suivantes :

Chaque membre du personnel a un supérieur hiérarchique et un seul lui-même membre du personnel, sauf le président qui n'a pas de supérieur hiérarchique.

La table résultat ressemblera à celle-ci

RELATION 8 attributs :

Employés	**NE**	Nom	Fonction	Date d'entrée	Salaire	Comm.	# ND	*NEchef
	1	TURNER	SALESMAN	8-SEP-81	3000	0	10	5
	2	JAMES	CLERK	3-DEC-81	1800	NULL	30	1
	3	WARD	SALESMAN	22-FEB-81	2500	500	20	4
5 tuples :	4	TURNER	ANALYST	3-DEC-81	5000	NULL	10	5
	5	BOSS	PRESIDENT	10-DEC-80	7000	NULL	5	NULL

Définition

Une clé étrangère réflexive est un attribut qui fait référence la clé primaire de sa table.

Schéma de la BD

Le schéma de la BD consiste à écrire chaque table sur une ligne avec les noms de code des attributs :

EMPLOYES(NE, nom, job, datemb, sal, comm., #ND, *NEchef)

DEPARTEMENTS (ND, nom, ville)

Formalisme

1. **Les clés primaires** sont soulignées et placées en premier dans la liste des attributs.
2. **Le nom de la clé primaire** est constitué de : « N »+1ère lettre de la table (NE).
3. **Les clés étrangères** sont précédées d'un #.
4. **Les clés étrangères** sont mises en dernier dans la liste des attributs.
5. Les clés étrangères réflexives sont précédées d'un *.
6. **Les clés étrangères réflexives** sont mises après les clés étrangères non-réflexives.
7. **Le nom des clés étrangères réflexives** est constitué de : clé primaire + code de l'attribut (NEchef)

4. Clé primaire concaténée : une difficulté du modèle relationnel

Exemple traité

Une bibliothèque gère les emprunts des livres de ses adhérents. Les livres ont un titre et un auteur. Les exemplaires physiques des livres ont un numéro différent par exemplaire. Ils correspondent à un livre et ont un éditeur. Les adhérents ont un nom, un prénom, une adresse et un téléphone. On souhaite archiver tous les emprunts. Un livre ne peut pas être rendu le jour même de son emprunt. La durée maximum d'emprunt doit être est de 14 jours.

La bibliothèque souhaite pouvoir connaître à tout moment la situation de chaque abonné (nombre de livres empruntés, retards éventuels). Elle souhaite aussi pouvoir faire des statistiques sur la pratique des clients (nombre de livres empruntés par an, répartition des emprunts par genre, nombre d'emprunts par livre, etc.

Modèle relationnel

Tables des Adhérents et des Oeuvres

De l'analyse du texte précédent, on extrait aisément la table des adhérents et celle des oeuvres :

ADHERENTS (NA, nom, prenom, adr, tel)

OEUVRES (NO, titre, auteur)

Table des Livres

On arrive aussi à extraire assez facilement la table des livres physiques :

LIVRES (NL, editeur, #NO)

- ***Remarque***

La table des livres physique est nommée : « Livres », ce qui facilitera l'interprétation des questions (un adhérent vient rendre un livre, quels sont les livres en retard, etc.).

Tables des Emprunts

On peut envisager une table des emprunts. La table des emprunts c'est une liste de livres par adhérent, mais aussi une liste d'adhérents par livre.

Les attributs de cette table sont les suivants :

EMPRUNTER (#NA, #NL, datemp, datretmax, datret)

Quelle est la clé primaire de cette table ?

On pourrait penser créer un attribut : « NE » et en faire la clé primaire.

La difficulté du modèle relationnel : quand on a plusieurs clés étrangères dans une table

Règle fondamentale de modélisation relationnelle :

Quand on a plus d'une clé étrangère dans une table, il faut se demander si la concaténation de plusieurs attributs de la table n'est pas clé primaire de la table.

Méthode pour déterminer la clé primaire quand on a plusieurs clés étrangères

La méthode de recherche de la clé primaire sera la suivante :

1) Se demander si la concaténation des clés étrangères ne forme pas la clé primaire.
2) Si c'est le cas, se demander si on ne peut pas retirer quelques clés étrangères de la concaténation.
3) Si ce n'était pas le cas, essayer d'ajouter des attributs non-clés étrangères pour trouver la clé primaire.
4) Une fois trouvé, essayer de supprimer des attributs clés étrangères de la nouvelle clé primaire concaténée.

Application

1ère hypothèse : EMPRUNTER(#NA, #NL, datemp, datretmax, datret)

Est-ce que NA et NL forment bien la clé primaire ? Non : un adhérent peut emprunter plusieurs fois le même livre à des dates différentes.

2ème hypothèse : on ajoute datemp : **EMPRUNTER**(#NA, #NL, datemp, datretmax, datret)

Le tripmet (NA, NL, datemp) est clé primaire

3ème hypothèse : on supprime NL : **EMPRUNTER(**#NA, #NL, datemp, datretmax, datret)

Le couple (NA, datemp) n'est pas clé primaire.

4ème hypothèse : on supprime NA : **EMPRUNTER(**#NA, #NL, datemp, datretmax, datret)

Le couple (NL, datemp) est clé primaire.

Conclusion : **EMPRUNTER(#NL, datemp**, datretmax, datret, #NA)

Schéma de la BD

ADHERENTS (NA, nom, prenom, adr, tel)

OEUVRES (NO, titre, auteur)

LIVRES (NL, editeur, #NO)

EMPRUNTER(#NL, datemp, datretmax, datret, #NA)

Formalisme

1. **Les clés primaires** sont soulignées et placées en premier dans la liste des attributs.
2. **Le nom d'une clé primaire simple** est constitué de : « N »+1ère lettre de la table (NA).
3. **Dans une clé primaire concaténée,** les attributs clés étrangères sont placés en premier.
4. **Les clés étrangères** sont précédées d'un #.
5. **Les clés étrangères** sont mises en dernier dans la liste des attributs.

Expression ultra-schématique

De façon ultra-schématique, les tables peuvent s'écrire ainsi :

A (A, Ax)

O (O, Ox)

L (L, Lx, #NO)

E (#L, datemp, Ex, #A)

Distinction entre table-nom et table-verbe

On a donc deux grands types de tables : les tables-noms et les tables-verbes

Les tables-noms

En général, les tables-noms représentent une réalité matérielle : les adhérents, les livres. Les oeuvres sont aussi une table-nom.

Elles ont une clé primaire simple.

Les tables-verbes (ou table de listes)

En général, les tables-verbes représentent une relation, un lien entre deux tables noms. Les tables-verbes sont des tables de listes et même de double-listes. Par exemple, la table « emprunter » c'est la table des listes d'adhérents emprunteurs par livre ou la table des liste de livres empruntés par adhérent.

Formalisme

Le nom des tables-noms est un nom commun au pluriel : les Adhérents.

Le nom des tables-verbes est un verbe à l'infinitif : Emprunter. Ce verbe désigne la relation que la table verbe établit entre les deux tables-noms : les adhérents empruntent des livres.

Intérêt de la clé primaire concaténée

Pourquoi n'a-t-on pas utilisé un attribut NE (numéro d'emprunt) comme clé primaire ?

Pour deux raisons :

- Parce que en déclarant (NL, datemp) comme clé primaire, on garantit l'unicité du couple (il n'y aura pas deux fois la même valeur pour (NL, datemb).
- Parce que cela permet de se rendre compte qu'un emprunt est défini par le couple (NL, datemb).

Clé primaire concaténée ou clé secondaire concaténée ?

Une fois qu'on sait que (NL, datemb) devrait être clé primaire, on peut aussi ajouter NE comme clé primaire et faire de (NL, datemb) une clé secondaire, c'est-à-dire un couple d'attributs unique :

UNIQUE (NL, datemb) en MySQL.

Dans ce cas, on écrira sur le papier pour le schéma de la BD :

EMPRUNTER(NE, (#NL, datemp), datretmax, datret, #NA)

Formalisme

On met la clé secondaire juste après la clé primaire, entre parenthèses pour la repérer.

Choix d'une clé secondaire concaténée

On utilise une clé secondaire concaténée quand la clé primaire est clé étrangère dans une autre table.

5. Définitions théoriques

Domaine

Un domaine c'est un ensemble de valeurs (que peut prendre un prédicat ou attribut). Il est défini en intension ou en extension.

Exemples de domaine :

- l'alphabet, domaine défini en extension;
- une chaîne de 20 caractères, défini en intension (toutes les combinaisons possibles de lettres entre 1 et 20 caractères).
- les entiers, domaine défini en intension;
- les entiers compris entre 0 et 100, domaine défini en extension;
- l'ensemble de couleurs {bleu, rouge, vert, marron}, domaine défini en extension.

Tuple

Un tuple est un n-uplet du produit cartésien d'une liste de domaines.

Le tuple, c'est une ligne de la table. L'ordre des lignes dans la table n'a pas d'importance.

Exemple :

Un tuple de la table des employés, c'est un sext-uplet du produit cartésien entre le domaine des n°, des noms, des fonctions, des dates, des salaires et des commissions.

Relation (table)

Une relation (ou table) c'est un sous-ensemble du produit cartésien d'une liste de domaines. Une relation peut être vue comme un tableau à deux dimensions dont les colonnes correspondent aux domaines (et donc aux attributs) et les lignes contiennent les tuples.

Attribut

Un attribut c'est une colonne d'une relation **caractérisée par un nom.** L'ordre des colonnes dans la table n'a pas d'importance.

Clé

La clé d'une table est le **plus petit sous-ensemble d'attributs qui détermine tous les autres attributs**.

Il peut y avoir plusieurs clés pour une relation, mais on en choisit toujours une qu'on appelle la clé primaire.

Si un seul attribut détermine tous les autres, on parle de **clé primaire simple** de la relation.

Si plusieurs attributs déterminent tous les autres, on parle de **clé primaire concaténée**.

6. Méthode : comment fabriquer un schéma de BD ?

Analyse du problème formulé

On part d'une situation décrite par un texte. Le texte décrit les données du monde réel. Ces données peuvent aussi provenir d'interviews d'acteurs du système.

Dans le texte, on ne s'intéresse pas aux objectifs à atteindre, mais seulement aux informations qui sont manipulées.

A chaque mot du texte, on va pouvoir faire correspondre une table ou un attribut, selon un principe grammatical :

Principes de correspondance :

Nom	Table-nom ou attribut
Adjectif	Attribut
Verbe reliant deux tables	clé étrangère ou table-verbe

Attention, ces principes de correspondance ne sont pas formels : ils servent de point de départ à l'analyse.

Les tables-noms

- **Quelles tables concevoir en premier ?**

Il faut commencer par identifier des tables-noms dont les tuples représentent une réalité physique concrète.

Par exemple : les employés ont des réalités physiques. On aura une table des employés.

- **Questions à se poser pour chaque table envisagée :**

1. Quelle est la clé primaire ? S'il n'y a pas de clé primaire, ce n'est pas une table
2. Quels sont les attributs ? S'il n'y a pas d'attributs, ce n'est pas une table. Les attributs doivent correspondre à une description du monde réel. Il ne faut pas en inventer.
3. Puis-je imaginer plusieurs tuples (lignes) concrets dans la table ? S'il n'y a pas de tuples, ce n'est pas une table.

- **Quelques remarques sur les tables**

1. Si une table contient un nombre petit et fixe de tuples, c'est que ce n'est pas une table, mais un ensemble de valeurs constantes.
2. Si deux tables contiennent les mêmes tuples, ou les mêmes attributs, ou la même clé primaire, c'est qu'elles sont identiques.
3. Si une table n'a que 2 attributs, dont la clé primaire, elle peut probablement être fusionnée dans une autre table qui pointe sur elle.
   a. A(A, Ax, #B1) et B(B1, B2) devient : A(A, Ax, B2)

Clés étrangères et tables-verbes

- **Clés étrangères**

Dès qu'on a deux tables, il faut se demander si la clé primaire de l'une ne pourrait pas être clé étrangère dans l'autre et réfléchir à la signification d'une telle relation.

Par exemple : avec Employés et Départements. On ne peut pas avoir de numéro d'employé dans la table des départements. Par contre, on peut avoir un numéro de département dans la table des employés : ce sera le département dans lequel l'employé travaille.

- **Tables-verbes**

Dès qu'on a deux tables, il faut se demander si on ne peut pas créer une nouvelle table qui soit une liste qui regroupe les deux clés primaires de ces deux tables et réfléchir à la signification possible d'une telle table. Il faudra aussi se demander si on ne peut pas ajouter des attributs dans cette nouvelle table.

Par exemple : avec les Livres et les Abonnés. On peut concevoir une liste de couples (NL, NA). La signification correspond à la relation possible entre les deux attributs : un abonné emprunte un livre. C'est une table d'emprunts. On peut y ajouter la date d'emprunt comme attribut.

Le secret de la modélisation : être concret !!!

Pour avoir une bonne modélisation, il faut concrétiser le modèle.

Autrement dit, il faut mettre des tuples dans les tables qu'on crée, pour vérifier leur validité.

TD N°1 : EXERCICES DE MODELISATION RELATIONNELLE

1 Association et donateur

Une association reçoit des dons de donateurs privés. Pour chaque don, l'association enregistre la date du don, son montant ainsi que le nom et l'adresse du donateur. Une fois par an, l'association envoie des reçus fiscaux aux donateurs de l'année. Les reçus fiscaux précisent le nom et l'adresse du donateur, l'année fiscale (qui peut être différente de l'année de date du don), le montant et la date du don. Pour chaque don, on précise la date d'envoi du reçu fiscal. Toutes les données concernant les dons et les donateurs sont conservées.

L'association envoie des courriers aux donateurs pour les solliciter. Un courrier est caractérisé par sa date d'envoi et son texte. Plusieurs mailings différents peuvent être envoyés à la même date. Un don peut faire référence à un courrier ou pas.

2 Les employés et leur carrière

On souhaite gérer le personnel d'une société. Chaque membre du personnel a un nom, une fonction, un salaire, une commission, une date d'entrée dans la société. Chaque membre du personnel travaille dans un département caractérisé par son nom (commercial, production, personnel, comptable et recherche) et la ville dans lequel il se trouve.

Chaque membre du personnel a un supérieur hiérarchique et un seul lui-même membre du personnel, sauf le président qui n'a pas de supérieur hiérarchique.

A cette situation, qui donne lieu au schéma de la BD abordé en cours, on ajoute les éléments suivants :

Le service des Ressources Humaines veut gérer la carrière des employés. Pour chaque employé, on considère chaque modification de salaire, chaque changement de poste, chaque changement de supérieur hiérarchique et chaque changement de département comme une étape dans sa carrière.

L'historique des commissions n'est, par contre, pas gardé.

3 La cinémathèque

Une cinémathèque veut mettre en place un système d'information concernant des films et leurs diffusions. Pour chaque film on connaît son titre, sa date de création, ses acteurs avec leur nom, leur prénom et leur nationalité, les réalisateurs avec les mêmes informations, la langue du film. On connaît aussi les salles dans lesquelles il a été projeté, avec l'heure et le jour de la projection, la version projetée (version originale ou version française). On connaît le nombre de place des salles, le type d'écran et le type de son, ainsi que le cinéma correspondant, avec son nom, son adresse, son téléphone et le nombre de salles du cinéma.