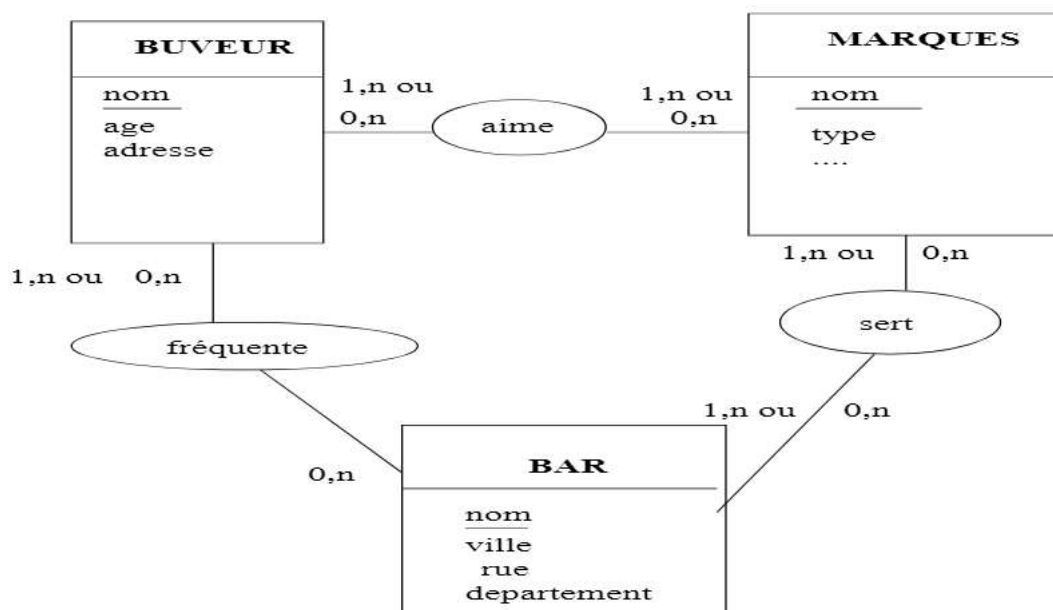


## Correction des TD1 et TD 2 : Modélisation Entité Association et passage au modèle relationnel

### 1. Modélisation d'une base concernant des buveurs de bières et des bars

*Un buveur aime certaines marques de bière, un bar sert certaines marques de bières et un buveur fréquente certains bars.*

MODÈLE E/A



PASSAGE AU MODÈLE RELATIONNEL :

- Les contraintes de domaines et le schéma relationnel :

Les associations SERT, AIME, et FREQUENTE sont de type multiple-multiple (ou complexe - complexe) conditionnelles (le 0). On crée donc une relation pour chacune de ces associations.

SERT(NomBar:chaîne(30),NomBière:chaîne(30)). NomBière et NomBar sont des clés étrangères.

AIME(NomBuveur:chaîne(30),NomBière:chaîne(30)). NomBière et NomBuveur sont des clés étrangères.

FREQUENTE(NomBar:chaîne(30),NomBuveur:chaîne(30)). NomBuveur et NomBar sont des clés étrangères.

Ensuite, on crée une relation par type d'entité :

BIERE(NomBière:chaîne(30); Type:chaîne{Blonde,Brune}).

BUVEUR(NomBuveur:chaîne(30),adresse:chaîne(200))

BAR(NomBar:chaîne(30), localisation:chaîne(100), département:entier(2))

- Les clés (contraintes fonctionnelles) :

NOM de BUVEURS est la clé primaire bien que ce ne soit pas très judicieux... si deux personnes ont le même nom.

NOM de BAR est la clé primaire. On suppose que deux bars ne portent pas le même nom.

NOM de BIERE est sa clé primaire car deux bières ne portent pas le même nom.

- Les contraintes d'inclusions (référentielles) :

NomBière dans AIME et SERT est référencé par NomBière de BIERE : on ne peut pas rajouter un nom de bière dans AIME ou SERT si celui-ci ne figure pas dans BIERE. NomBuveur dans FREQUENTE et AIME est référencé par NomBuveur de BUVEUR. NomBar de SERT et FREQUENTE est référencé par NomBar

de BAR.

- Normalisation:

SERT, AIME, FREQUENTE, BIERE, BUVEUR sont en 3NF car : les attributs sont atomiques, tous les attributs de chacune des tables dépendent de la clé primaire et il n'y a pas de dépendances entre des attributs non clés.

Par contre si on met l'attribut Département dans BAR, cette table n'est qu'en 2NF car le département est induit par la ville : ville ou localisation → département.

## 2. Cinéma

*Un organisme départemental souhaite mettre en place une base de données pour le suivi des films projetés dans les salles de cinéma du département. Pour simplifier, on considère qu'une salle de cinéma ne projette qu'un seul film à une heure donnée. Toutefois, un même film peut être projeté simultanément dans plusieurs salles. Pour des raisons d'organisation et d'espace, une salle de cinéma ne projette chaque film qu'une seule fois par jour et toujours à la même heure. On représentera les films actuellement à l'affiche. On ne souhaite pas archiver l'historique des projections des films par salle.*

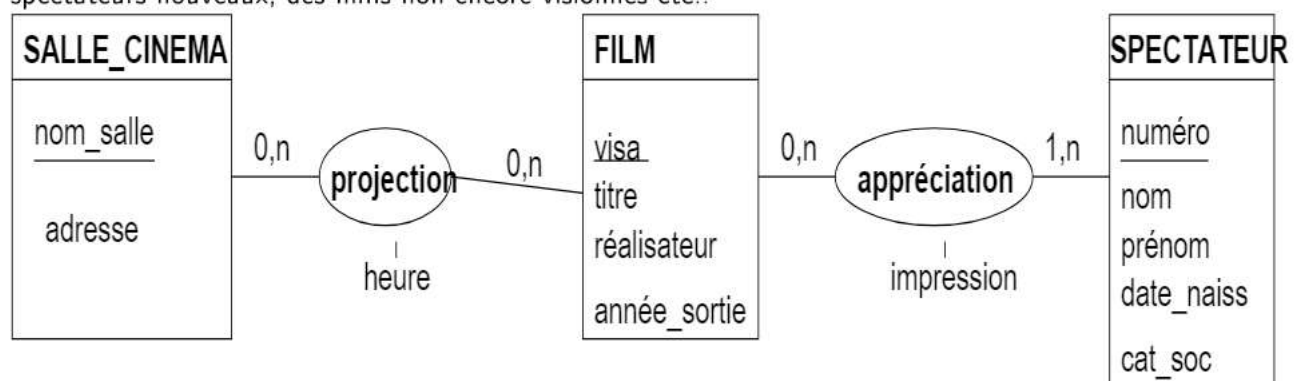
*L'organisme départemental effectue régulièrement des sondages sur un groupe de spectateurs fidèles pour recueillir leur impression sur tous les films qu'ils ont vus. Pour simplifier, on considère que chaque spectateur émet une appréciation qui peut être résumée par bien, quelconque, nul. On ne s'intéresse pas à l'information sur la salle dans laquelle il a regardé ce film.*

*On dispose pour chaque salle des données suivantes : nom, adresse et liste des films projetés avec l'heure de leur projection dans la salle. Les informations stockées sont celles de la semaine en cours.*

*Chaque spectateur est identifié par un numéro. On connaît d'autre part son nom, son prénom, son adresse, sa date de naissance et sa catégorie professionnelle. Pour chaque film, on souhaite stocker son visa d'exploitation, son titre, le nom du réalisateur et son année de sortie. Enfin, on enregistre, pour chaque spectateur interrogé, la liste des films visionnés et son impression sur chacun des films.*

### MODÈLE E/A

On considère que 2 salles ne peuvent porter le même nom. De plus, les cardinalités minimales sont égales à 0, ce qui permet une grande souplesse pour enregistrer des salles sans films, des films non projetés, des spectateurs nouveaux, des films non encore visionnés etc..



Une salle peut projeter plusieurs films dans la journée. D'où la cardinalité 0,n du côté salle\_cinema dans l'association Projection.

### MODÈLE RELATIONNEL :

Les types d'entité sont :

SALLE\_CINEMA(nom\_salle:chaîne(15), adresse:chaîne(30)) (3NF)

FILM(visa:nombre, titre:chaîne(50), réalisateur:chaîne(30), année\_sortie:nombre(4)) (2NF si on considère qu'un titre est unique)

SPECTATEUR(numéro:nombre(8), nom:chaîne(15), prénom:chaîne(15), adress:chaîne(30), date\_naissance:date, cat\_prof:chaîne(20))

Les types d'association :

PROJECTION(nom\_salle:chaîne(15), visa:nombre, heure:heure)

(nom\_salle, heure) est une clé candidate car un film passe toujours à la même heure. On peut aussi choisir celle-ci comme clé primaire.

APPRECIATION(visa:nombre, numéro:nombre(8), impression)

La clé primaire de APPRECIATION est composée de la clé étrangère formée des clés primaires des deux TE mis en relation.

La clé primaire de PROJECTION est composée de la clé étrangère formée des clés primaires des deux TE mis en relation.

Contraintes d'inclusions (intégrité référentielles):

visa de PROJECTION est référencé par visa de FILM.

nom\_salle de PROJECTION est référencé par nom\_salle de SALLE.

visa de APPRECIATION est référencé par visa de FILM

numéro de APPRECIATION est référencé par numéro de SPECTATEUR.

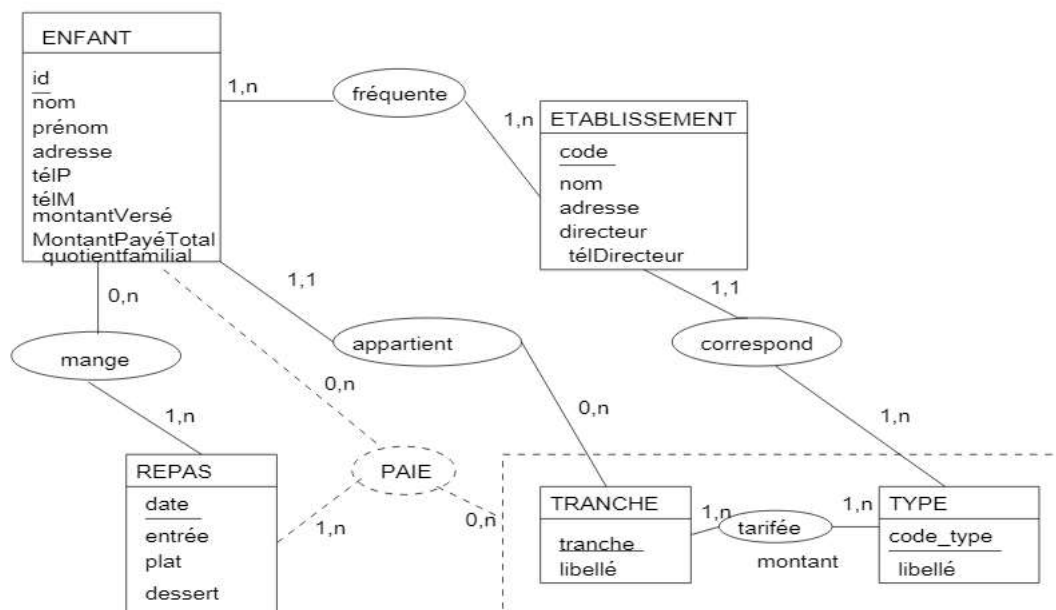
### 3. Cantine Scolaire

*La cuisine centrale à Montpellier voudrait gérer les données relatives à la cantine scolaire à l'aide d'une base de données relationnelle. Elle explique que le prix du repas dépend de la tranche dans laquelle l'enfant se situe et du type d'école (jardin d'enfant, maternelle, primaire). La tranche est définie en fonction du quotient familial.*

*Chaque enfant à une carte de cantine personnelle avec un numéro. Les familles approvisionnent la carte d'un certain montant.*

*La cuisine centrale voudrait enregistrer tous les paiements journaliers, puis par la suite mettre à jour l'information du montant total versé. Chaque jour, elle voudrait établir et archiver une liste des enfants ayant mangé à la cantine ainsi que le menu du jour. Le menu est composé d'une entrée, d'un plat et d'un dessert.*

MODÈLE E/A



PASSAGE AU MODÈLE RELATIONNEL:

- Les contraintes de domaines et schéma relationnel :

Les associations CORRESPOND, APPARTIENT sont simple-multiple : on ne crée pas de relation pour ces associations.

L'association FREQUENTE : elle est complexe car un élève peut très bien changer d'établissement dans l'année. Et si on veut archiver cette information, il faut pouvoir stocker tous les établissements fréquentés.

FREQUENTE(id:chaîne(30), code:chaîne(10))

MANGE(id:chaîne(30), date:date)

TARIFEE(tranche:chaîne(1), code\_type:chaîne(2), montant:nombre(4,2))

ENFANT(id:chaîne(30), nom:chaîne(50), prénom: chaîne(50), adresse: chaîne(150), télP: chaîne(10), télM: chaîne(10), montantVersé: nombre(3), montantPayéTotal: nombre(3); quotientFamial: nombre(3), tranche: chaîne(1))

REPAS(date: date, entrée: chaîne(15), plat: chaîne(20), dessert: chaîne(20))

ETABLISSEMENT(code: chaîne(5), nom: chaîne(25), adresse: chaîne(150), directeur: chaîne(50), télDirecteur: chaîne(10), code\_type: chaîne(2))

TRANCHE(tranche: chaîne(1), libellé: chaîne(30))

TYPE(code\_type: chaîne(2), libellé: chaîne(30))

Avec ce schéma, l'association mange permet de d'archiver et de lister les enfants mangeant chaque à la cantine. Pour savoir quel montant ils ont payé chaque jour, il sera nécessaire d'établir une vue reliant enfant-date-tranche et tarifée. On pourrait aussi créer une association PAIE, ce qui impliquerait :

PAIE(id: chaîne(30), date: date, tranche: chaîne(1), code\_type: chaîne(2), montant: nombre(4,2)). Mais ceci provoque une redondance de l'information : montant par tranche et type. On pourrait choisir de ne plus représenter, alors, l'association TARIFEE en relation, mais la table PAIE n'est pas en 3NF.

#### 4. Transport

La société Tatstroff travaille actuellement avec une dizaine de transporteurs et dessert 300 destinations. Lorsqu'un client passe une commande, Monsieur T., responsable des expéditions, est chargé de l'enregistrer et de rechercher le transporteur le plus apte à acheminer cette commande. Le choix du transporteur peut se faire selon deux critères : la vitesse de livraison (dans ce cas, c'est la distance entre le transporteur et le client qui est prise en considération) ou le coût de la livraison (dans ce cas, les tarifs (au km) de chaque transporteur entrent en compétition). A noter que la distance considérée ici est calculée ville à ville.

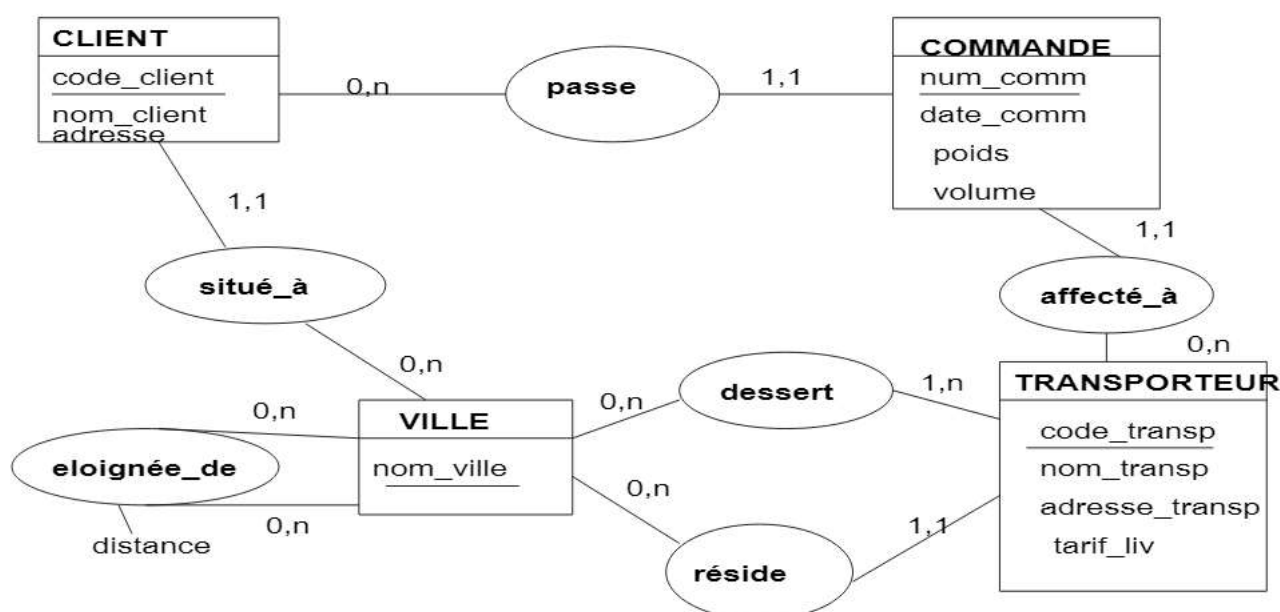
Pour gagner du temps, dans une activité en plein développement, Monsieur T. a convaincu son directeur de l'intérêt d'un système d'information permettant de gérer rapidement et efficacement les commandes

qu'honore la société, ses transporteurs et ses clients.

Ce cas présente deux particularités de modélisation :

- la relation récursive sur la ville permet de matérialiser la distance entre deux villes pour calculer les coûts de livraison. Si l'on choisit de représenter la ville comme caractéristique du transporteur, on ne peut pas exhiber simplement cette distance de ville à ville.
- Il existe une double relation entre les entités TRANSPORTEUR et VILLE, l'une matérialise la localisation du transporteur, elle est 1-n, l'autre liste les villes desservies par les transporteurs, elle est n,n.

LE MODÈLE E/A:



LE MODÈLE RELATIONNEL :

Les contraintes de domaines sont présentes dans le schéma relationnel de chaque relation.

Les contraintes d'intégrité de clés primaires sont lisibles dans les schémas (clé primaires soulignées).

Les types d'associations :

DESSERT(nom\_ville:chaîne(30), code\_transp:chaîne(10) ou nombre(10))

ELOIGNEE\_DE(nom\_ville1:chaîne(30), nom\_ville2:chaîne(30), distance)

Les types d'entités :

VILLE(nom\_ville:chaîne(30))

CLIENT(code\_client:nombre(10), nom\_client:chaîne(20), adresse:chaîne(30), nom\_ville:chaîne(30))

COMMANDE(num\_com:nombre(10), date\_com:date, poids:nombre(4), volume:nombre(5), code\_transp:nombre(10), code\_client:nombre(10))

TRANSPORTEUR(code\_transp:nombre(10), nom\_transp:chaîne(20), adresse\_transp:chaîne(30), tarif\_liv:nombre(6), nom\_ville:chaîne(chaîne(30)))

Contraintes d'intégrité référentielles (inclusion) :

code\_transp de DESSERT est référencé par code\_transp de TRANSPORTEUR

nom\_ville de DESSERT est référencé par nom\_ville de VILLE

nom\_ville1 et nom\_ville2 de ELOIGNEE\_DE sont référencés par nom\_ville de VILLE

nom\_ville de CLIENT est référencé par nom\_ville de VILLE

code\_transp de COMMANDE est référencé par code\_transp de TRANSPORTEUR

code\_client de COMMANDE est référencé par code\_client de CLIENT

nom\_ville de TRANSPORTEUR est référencé par nom\_ville de VILLE

Remarque : en pratique on peut ne pas implémenter la relation VILLE, ce qui supprime les contraintes d'inclusions associées.

## 5. Personnel d'une société

*On souhaite gérer le fichier personnel d'une société de service informatique à l'aide d'un système de gestion de base de données. Les employés de cette société sont soit des informaticiens, soit des commerciaux, soit des secrétaires. Les secrétaires sont attaché(e)s soit à un ou plusieurs commerciaux, soit à un ou plusieurs informaticiens. Pendant une période donnée, chaque informaticien répartit son temps de travail sur un ou plusieurs projets. Pour chaque projet, un des informaticiens est désigné chef de projet. Les commerciaux génèrent des affaires qui aboutiront ou non à des projets. Une même affaire peut générer plusieurs projets. Un projet est lié à une seule affaire. Les commerciaux sont amenés à engager des frais (déplacement, invitations, etc.) pour lesquels ils remplissent des notes de frais. Une note de frais est éditée chaque mois, pour chaque affaire et pour chaque commercial. Elle est caractérisée par le matricule du commercial bénéficiaire, le mois où la dépense a été engagée et le montant.*

Cet exemple est modélisé à l'aide des concepts ER qui trouvent ici tout leur sens, dans la mesure où toutes les relations ne concernent que des sous ensembles d'employés. En utilisant une spécialisation à deux niveaux, on peut précisément définir les attributions de chacun. On crée une catégorie qu'on a choisi d'appeler cadre pour désigner l'union des commerciaux et des informaticiens, lesquels se voient affecter une ou plusieurs secrétaires. Dans une modélisation sans concept de généralisation, l'employé se verrait participer à 5 associations.

L'autre choix serait de ne décrire que les trois catégories d'employés, ce qui dupliquerait toutes les caractéristiques génériques de ces derniers. A noter que, dans cet exemple, les entités spécifiques n'ont pas d'attributs spécifiques. Une question se pose toutefois : une secrétaire peut elle être attachée à la fois à un commercial et un informaticien ? le schéma proposé le permet...

MODÈLE E/A :





matcom de AFFAIRE est référencé par matemp de EMPLOYE avec fonemp='commercial'  
matcadre de ATTACHE est référencé par matemp de EMPLOYE avec fonemp='commercial' ou 'informati-  
cien'

matsec de ATTACHE est référencé par matemp de EMPLOYE avec fonemp='secrétaire'

matinfo de INFORMATICIEN par matemp de EMPLOYE avec fonemp='informaticien'

numpro de TRAVAILLE est référencé par numpro de PROJET

matcom de NOTE\_DE\_FRAIS est référencé par matemp de EMPLOYE avec fonemp='commercial'

numaff de NOTE\_DE\_FRAIS est référencé par numaff de AFFAIRE

moidep de NOTE\_DE\_FRAIS est référencé par moidep de MOIS

Le choix de traduction de la hiérarchie de généralisation est dicté par l'absence d'attributs spécifiques. De plus, la présence de l'attribut fonemp permet de vérifier l'ensemble des contraintes référentielles sur chaque catégorie d'employés.

Si on avait traduit les entités faibles CADRE, COMMERCIAL, SECRETAIRE et INFORMATICIEN en relation, on aurait 2 contraintes d'intégrités référentielles de plus et les CI concernant les matricules se rapporteraient à l'entité directement supérieure au lieu de EMPLOYE.

L'association entre les notes de frais, le commercial peut aussi être gérée au travers du type d'association Génère2. Alors, au lieu de NOTE\_DE\_FRAIS et MOIS on aurait :

GENERE2(numtot, matcom, numaff, moidep) et NotedeFrais(numtot,mondep).

Ou bien, si l'on intègre tout dans NotedeFrais(numtot, matcom, moidep, numaff, mondep) ce qui correspond à la première situation décrite.

## 6. Modélisation d'un cabinet médical

*Un médecin identifié par un numéro de SS et ayant un nom, un prénom, une adresse etc... prescrit une ordonnance à un patient. Un patient est identifié par un n° SS et possède un nom, un prénom, une adresse etc...*

*Cette ordonnance est datée et peut demander des tests identifiés par un libellé. Un test effectué est identifié par un numéro et a un libellé, un résultat et d'autres caractéristiques. Il se déroule pour un malade donné à une date donnée. Lorsque le médecin reçoit les résultats d'un test, il établit un diagnostic qu'il conserve.*

MODÈLE E/A



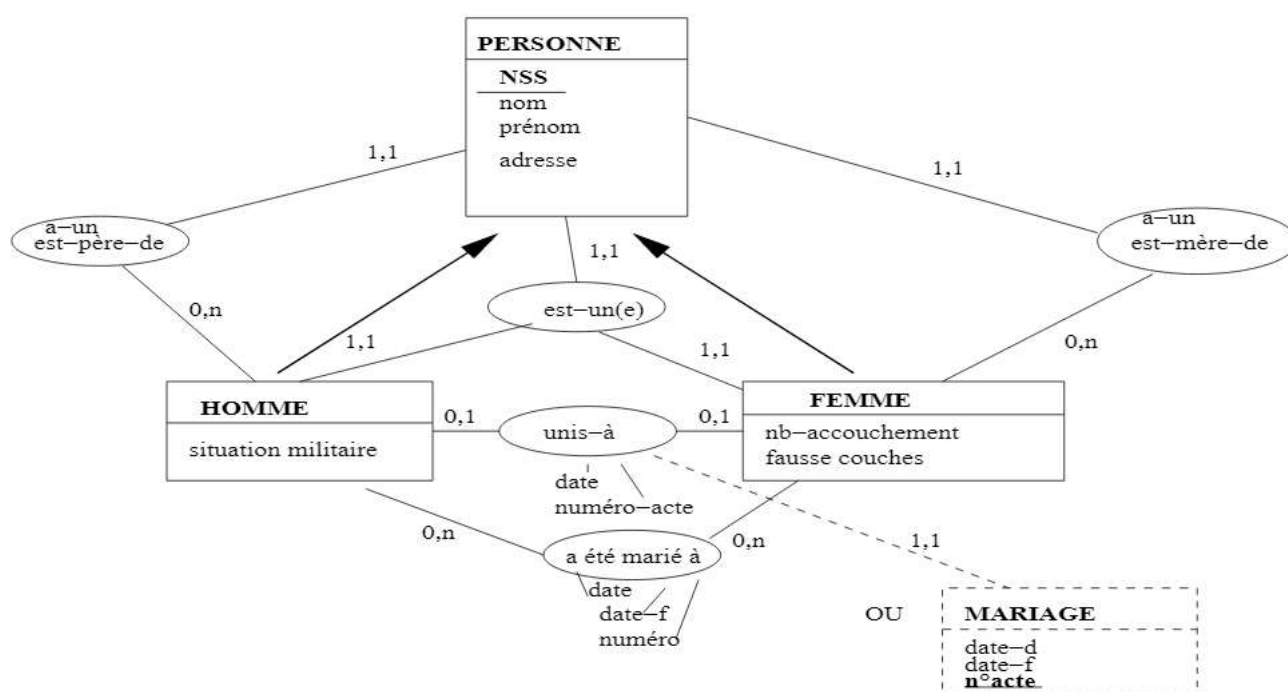


On aurait pu choisir de ne pas traduire les associations ternaires ETABLIT et PRESCRIT et faire rentrer les clés étrangères dans DIAGNOSTIC et ORDONNANCE.

## 7. Modélisation des relations pères-mères-époux

Modéliser les relations père, mère époux entre entités de personnes (nom, prénom, n°SS, adresse courante), hommes, femmes ainsi que le mariage (date et numéro d'acte).

MODÈLE E/A



On aurait pu faire un schéma beaucoup plus succinct avec un type d'entité personnes et deux types associations réflexives UNIS et PARENT. Mais l'inconvénient est alors de rejeter ailleurs la vérification des contraintes sur le sexe des époux et des parents.

Dans le schéma proposé, on aurait pu choisir les deux types associations binaire UNIS\_A et a\_été\_unis\_à représentant les mariages en cours et les mariages passés.

Le schéma proposé peut avoir un inconvénient : si la date de fin de mariage n'est pas renseignée dans MARIAGE, on ne sait pas si c'est que le couple a divorcé ou si la date a oublié d'être renseignée.

MODÈLE RELATIONNEL

PERSONNE(NSS:chaîne(13), nom: chaîne(50), prénom: chaîne(25), père: chaîne(13), mère: chaîne(13), sexe:{F,M})

HOMME(NSS: chaîne(13), militaire: chaîne(25))

FEMME(NSS: chaîne(13), nb\_accouchements: nombre(2), faussecouche: nombre(2))

MARIAGE(num\_acte: nombre(10), date\_debut: date, date\_fin: date, épouse: chaîne(13), époux: chaîne(13))

ou bien MARIAGE(num\_acte: nombre(10), date\_debut: date, date\_fin: date)

et UNION(numacte: nombbre(10), épouse: chaîne(13), époux: chaîne(13)).

Cette dernière solution engendre une table de plus ayant la même clé : la première solution est préférée.

père et mère de PERSONNE sont référencés par NSS de PERSONNE : avec pour père, sexe = M et pour mère sexe=F.

NSS de HOMME est référencé par NSS de PERSONNES avec sexe=M.

NSS de FEMME est référencé par NSS de PERSONNE avec sexe=F.

épouse de MARIAGE est référencée par NSS de FEMME.

époux de MARIAGE est référencé par NSS de HOMME.

Remarque : le rôle de PERSONNE dans les TA père est mère peut être 0,1 au lieu de 1,1 si le père ou la mère de certaines personnes est inconnu.

## 8. Cas pratique : comité d'entreprise

*Une importante entreprise de la région parisienne, répartie en plusieurs établissements implantés géographiquement sur des communes distinctes, dispose d'un comité d'entreprise (CE) avec un service enfance qui gère, notamment, les cadeaux de Noël ainsi que les centres de vacances destinés aux enfants du personnel.*

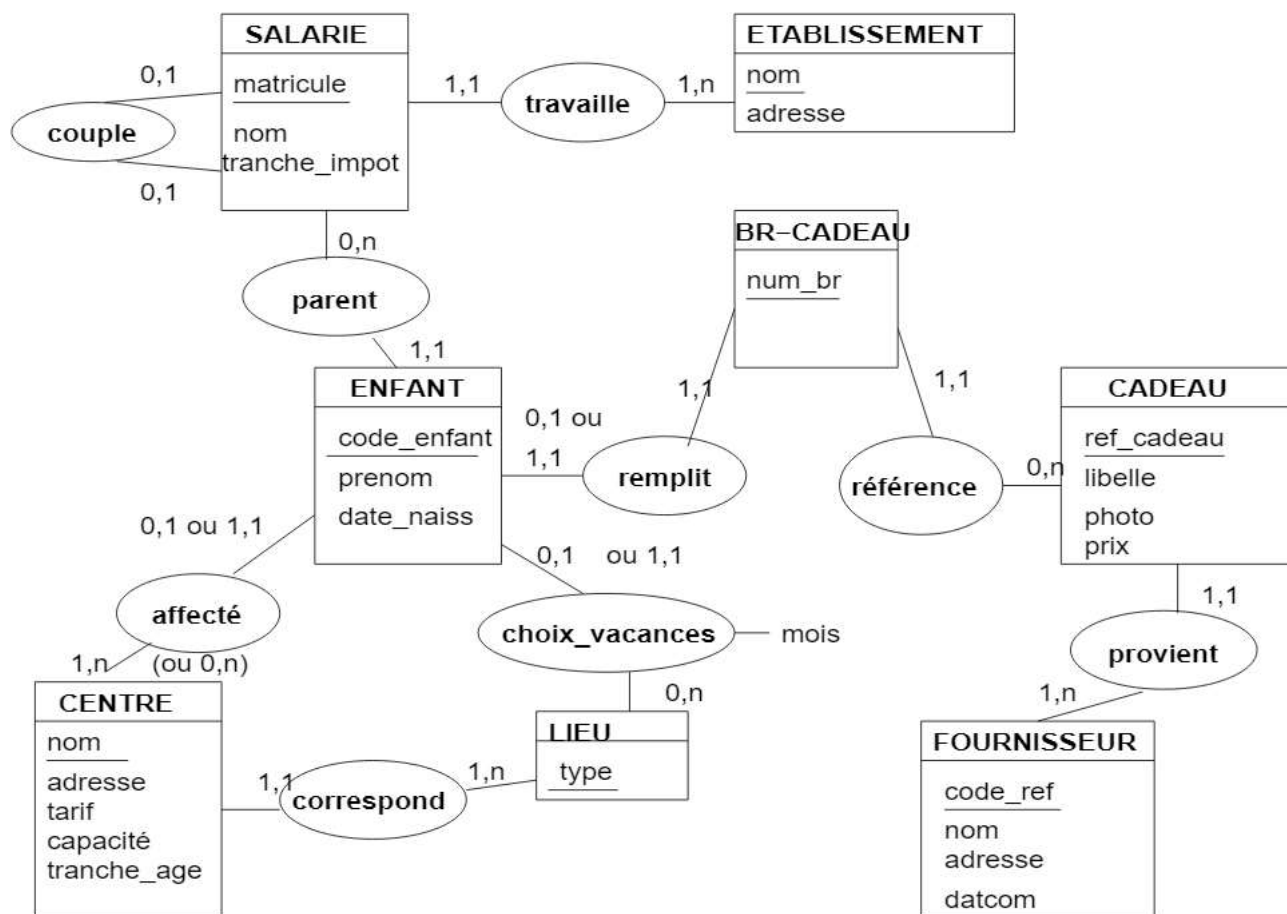
*Le processus de gestion des cadeaux de Noël comporte les étapes suivantes. Le CE sélectionne en cours d'année un certain nombre de jouets ou cadeaux divers, auprès de plusieurs fournisseurs, et édite un catalogue qui est mis à disposition des salariés. Quelques mois avant Noël, le CE expédie à chaque parent salarié de l'entreprise un bulletin de réservation par enfant. Ce bulletin de réservation est renvoyé au CE avec le choix du cadeau. Après réception de toutes les réponses, le CE effectue les commandes aux fournisseurs et un chiffrage prévisionnel du coût. Quelques jours avant Noël, les cadeaux sont répartis, pour la distribution, dans les différentes permanences du CE. Le salarié se rend alors dans la permanence de son établissement pour prendre possession des cadeaux choisis.*

*A noter que certains couples sont tous deux salariés dans l'entreprise, auquel cas l'enfant ne reçoit qu'un seul cadeau, au titre d'un des parents. Toutefois, il est utile d'identifier les couples dans la base de données pour faciliter la distribution des cadeaux.*

*La gestion du centre de vacances pour enfants requiert la réalisation des tâches suivantes. Au printemps, le CE édite un bulletin de réservation qui est envoyé aux parents. Le bulletin de réservation est renvoyé au CE avec le choix du mois et du lieu de vacances (mer, montagne ou campagne), qui sont codifiés. Chaque enfant a théoriquement droit à un séjour. Le CE, qui dispose de plusieurs centres de vacances, effectue la répartition des enfants en fonction du choix du lieu et du mois ainsi que de la tranche d'âge de l'enfant.*

*La réservation définitive est renvoyée aux parents avec la facturation du séjour, calculée en fonction du tarif du centre choisi et de la tranche d'imposition des parents qui détermine éventuellement un abattement.*

MODÈLE E/A :



Remarque : on pourrait ne pas représenter l'entité Br-Cadeau et remplacer remplit-brCadeau-référence par une association Réserve (1-1; 1-n) ayant comme attribut num\_br.

Vérification du schéma obtenu :

Un cycle est induit par la présence conjointe des relations choix\_vacances, Correspond et affectation. Toutefois, ces relations traduisent des liens sémantiques différents dans la mesure où l'affectation ne répond pas nécessairement exactement au choix émis par la famille. De plus, l'information sur le choix de vacances arrivera beaucoup plus tôt et doit être enregistrée pour permettre l'affectation. C'est pourquoi, ce cycle ne constitue pas une redondance sémantique.

Connexité : dans ce cas, où l'on informatise simultanément deux fonctionnalités relativement indépendantes (les cadeaux de Noël et les centres de vacances), on pourrait être tenté de produire deux schémas indépendants. Cela présenterait l'inconvénient majeur d'augmenter la redondance des données. En particulier, les informations portées sur les entités SALARIE et ENFANT sont communes aux deux composantes. Dans un cas réel complexe, où chaque composante nécessiterait un schéma de grande taille, on préconise le développement d'un schéma décomposable en deux sous-schémas éventuellement avec recouvrement pour faciliter le processus de validation. Concernant la validation du schéma par les traitements, soit l'édition du catalogue de jouets : à première vue, on peut être tenté d'introduire une entité CATALOGUE dans le schéma. Toutefois, le catalogue n'est rien d'autre qu'une édition des informations contenues dans la base sur les cadeaux proposés aux enfants. Il s'agit donc d'un traitement et pas d'une entité supplémentaire.

MODÈLE RELATIONNEL :

SALARIE(matricule:nombre(10), nom:chaîne(15), tranche\_impot:chaîne(2), nom\_etablissement:chaîne(20))  
 ETABLISSEMENT(nom:chaîne(20), adresse:chaîne(50))  
 CADEAU(ref\_cadeau:nombre(8), libellé:chaîne(15), prix:nombre(4), codef:chaîne(5))

ENFANT(code\_enfant:nombre(10), prenom:chaîne(20), date\_nais:date, type\_lieu:(montagne, mer, campagne), mois:nombre(2), nom\_centre:chaîne(20), matricule:nombre(10))  
 CENTRE(nom:chaîne(20), adresse:chaîne(50), tarif:nombre(6), capacité:nombre(3), tranche\_age:chaîne(4), type\_lieu:(montagne, mer, campagne))  
 FOURNISSEUR((codef):chaîne(5), nom:chaîne(20), date\_com:date)  
 BR\_CADEAU(num\_br:nombre(8), ref\_cadeau:nombre(8), code\_enfant:nombre(10))  
 COUPLE(matricule1:nombre(10), matricule2:nombre(10))  
 LIEU(type:(montagne, mer, campagne))

La table LIEU peut éventuellement être supprimée.

Contraintes d'inclusions :

nom\_etablissement de SALARIE est référencé par nom de ETABLISSEMENT

codef de CADEAU est référencé par codef de FOURNISSEUR

nom\_centre de ENFANT est référencé par nom de CENTRE

matricule de ENFANT est référencé par matricule de SALARIE

type\_lieu de ENFANT est référencé par type de LIEU

ref\_cadeau de BR\_CADEAU est référencé par ref\_cadeau de CADEAU

code\_enfant de BR\_CADEAU est référencé par code\_enfant de ENFANT

matricule1 et matricule2 de COUPLE sont référencés par matricule de SALARIE

## 9. Cas pratique : gestion d'une bibliothèque

Détermination des entités : LIVRE et ABONNE ont une existence propre donc cela s'impose. En examinant les caractéristiques de LIVRE, on note des caractéristiques générales telles que titre, auteur, thème etc, mais aussi des caractéristiques propres à l'exemplaire telle que l'usure. D'où la création de l'entité EXEMPLAIRE. Les caractéristiques structurées que sont auteur et éditeur sont décrites par deux entités AUTEURS et EDITEUR. On remarque que EXEMPLAIRE est une entité faible liée dans son existence à LIVRE.

Pour représenter et codifier le « nombre quelconque » de mots clés qui décrivent un livre, une entité MOT-CLE est créée. Le thème du livre peut être traité indifféremment comme une entité ou un attribut de LIVRE. Comme on souhaite archiver tous les emprunts passés ainsi que toutes les demandes de livres, on crée l'entité DATE.

Les attributs de ABONNE, LIVRE et EXEMPLAIRE sont directement lisibles dans l'énoncé. Pour les autres entités, les attributs ne sont pas spécifiés. Dans une situation réelle, il convient d'interroger les utilisateurs sur leurs besoins en informations sur ces entités. Dans cette perspective, il convient d'utiliser les attributs du schéma pour les entités THEME, AUTEUR, EDITEUR, MOT-CLE, DATE.

Détermination des relations : outre les relations exprimant des liens naturels entre entités et entités « descriptives », la relation Emprunt qui décrit tous les emprunts d'exemplaires effectués par différents abonnés à différentes dates.

On pourrait imaginer une relation Retour entre un abonné, une date (de retour) et un exemplaire qui modéliserait le retour d'un livre. Cependant cette relation est complètement liée à la relation Emprunt dans le sens où tout emprunt va générer tôt ou tard un retour. Ce retour est important dans la mesure où il permet de vérifier l'existence de demandes relatives à ce livre. Il n'y a pas cependant d'intérêt à différencier la relation Emprunt et la relation Retour.

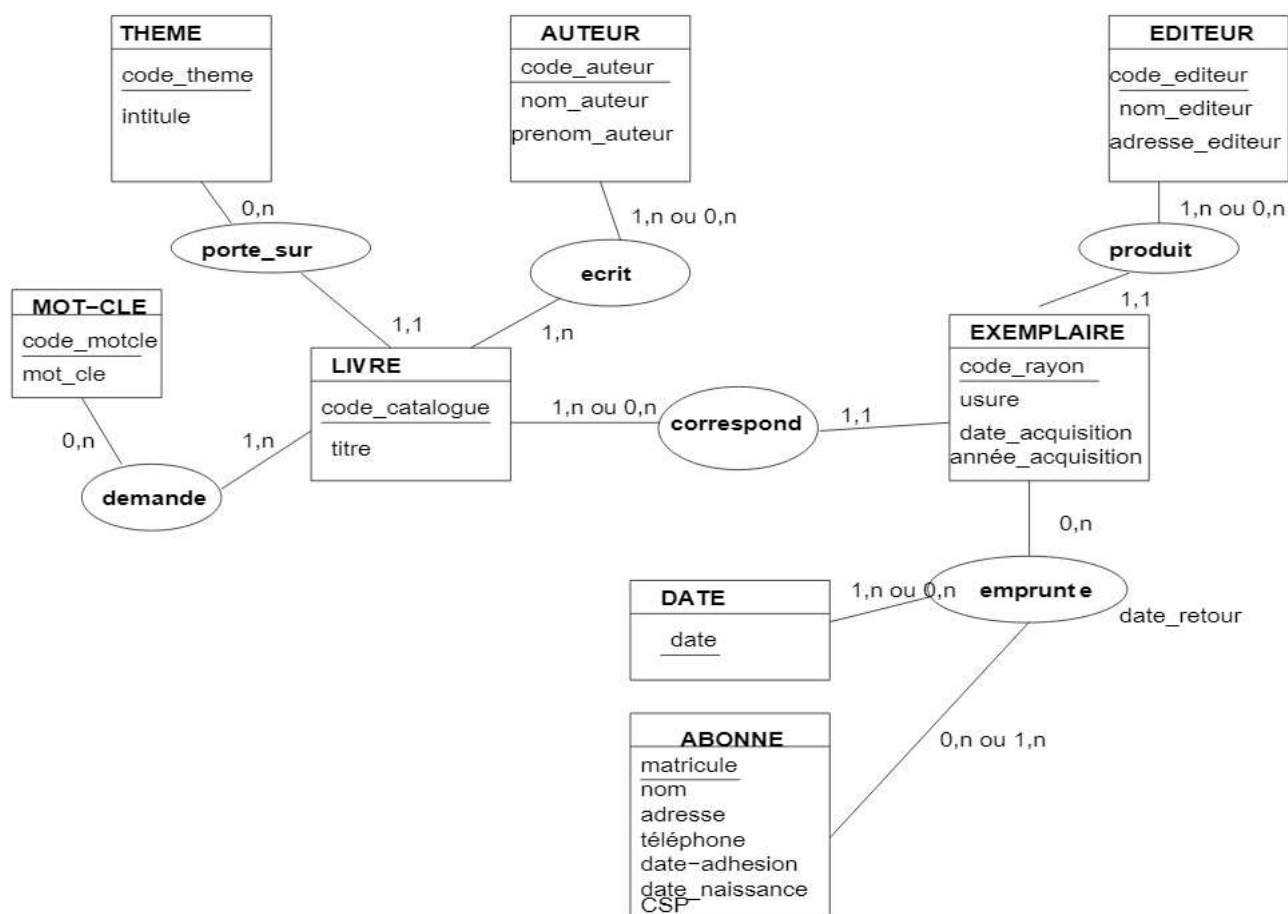
Relations binaires (dimension 2) : Porte\_sur, Décrit, Ecrit, Produit, Correspond

Relations ternaires : Emprunt.

Emprunt : Un emprunt est caractérisé par 2 dates : emprunt et retour. Mais ce n'est pas quaternaire. Quand on a la connaissance d'une date d'emprunt, d'un abonné et d'un exemplaire, on a identifié totalement un et un seul emprunt. La date de retour est une caractéristique supplémentaire. Selon l'approche française, chaque entité pouvant participer plusieurs fois à la relation, celle-ci est de cardinalité M-N-P. (selon l'approche anglo-saxonne, elle est 1-M-N, car une même personne peut emprunter le même exemplaire à plusieurs dates, une même personne peut emprunter plusieurs livres à la même date, mais le même

exemplaire ne peut être emprunté par plusieurs personnes à la même date).

MODÈLE E/A :



Vérification du schéma obtenu :

On peut procéder à quelques vérifications élémentaires : supprimer les transivités afin de rectifier les redondances inutiles. Ici il n'y pas de redondances sémantiques entre Demande et Emprunt car un emprunt peut être effectué dès qu'un exemplaire d'un livre est disponible, sans qu'il n'y ait nécessairement une demande préalable. De même, un abonné peut demander un livre et finalement y renoncer.

Vérifier la connexité du schéma : vérifier qu'il existe un chemin en tout point (entité ou relation) à tout autre dans le schéma. Ceci car le schéma est supposé traduire une seule réalité complexe.

Vérifier que le schéma correspond aux demandes exprimées par les utilisateurs : c'est la validation des traitements.

- la gestion des prêts : consistera en l'alimentation de la base sur tous les emprunts effectués, permettant de suivre la situation de chaque livre (disponible ou prêté à telle date avec un retour prévu 15 jours plus tard). Pour réaliser un tel traitement, nous voyons que le schéma conceptuel contient toutes les données nécessaires: caractéristiques du livre de l'abonné et date de l'emprunt.
- la gestion des retours : va permettre de renseigner la date de retour effective de chaque exemplaire emprunté et, le cas échéant, de modifier le code usure de l'exemplaire.
- le contrôle des restitutions consiste à vérifier si les livres qui devraient être de retour le sont effectivement. La date de retour prévisible, c'est-à-dire la date d'emprunt augmentée du délai maximum accordé pour les prêts, doit être comparée à la date du jour. Si elle est antérieure, une relance doit être adressée à l'abonné. Toutefois, pour que ce traitement ne soit pas effectué sur l'ensemble exhaustif de tous les emprunts, il



semble judicieux d'ajouter une information dans l'emprunt qui serait `code_retour`, vrai si le livre est revenu, faux dans l'autre cas. La validation des traitements nous amène donc à ajouter un attribut `retour` (o/n) à la relation `Emprunt`.

- la mise à jour du fichier des livres nécessite de connaître toutes les caractéristiques utiles. La mise au rebut peut être déclenchée par exemple à partir d'un thème et d'une date d'édition (tous les livres d'info de plus de 20 ans) ou en fonction d'un degré d'usure. Toutes ces info sont présentes dans le livre ou l'exemplaire. De la même manière on peut vérifier que tous les traitements prévus sont possibles avec les informations fournies dans le schéma E/A.

MODÈLE RELATIONNEL :

ABONNE(matricule:nombre(15), nom:chaîne(15), adresse:chaîne(50), téléphone:nombre(10), date\_adhésion:date, date\_nais:date, csp:chaîne(15))

THEME(code\_theme:chaîne(3), intitulé:chaîne(15))

MOT\_CLE(code\_motcle:nombre(8), mot\_clé:chaîne(20))

AUTEUR(code\_auteur:nombre(10), nom\_auteur:chaîne(15), adresse\_auteur:chaîne(50))

EDITEUR(code\_editeur:nombre(10), nom\_editeur:chaîne(15), adresse\_editeur:chaîne(50))

DECRI(code\_mot:nombre(8), code\_catalogue:nombre(10))

ECRI(code\_auteur:nombre(10), code\_catalogue:nombre(10))

LIVRE(code\_catalogue:nombre(10), titre:chaîne(150), code\_theme:chaîne(3))

EXEMPLAIRE(code\_rayon:chaîne(7), usure:nombre(1), date\_acquisition:date, année\_édition:nombre(4), code\_catalogue:nombre(10), code\_editeur:nombre(10))

EMPRUNT(code\_rayon:chaîne(7), date:date, matricule:nombre(10), date\_retour:date)

Contraintes d'inclusions :

`code_auteur` de ECRI est référencé par `code_auteur` de AUTEUR

`code_catalogue` de ECRI est référencé par `code_catalogue` de LIVRE

`code_motcle` de DECRI est référencé par `code_motcle` de MOT\_CLE

`code_catalogue` de DECRI est référencé par `code_catalogue` de LIVRE

`code_catalogue` de EXEMPLAIRE est référencé par `code_catalogue` de LIVRE

`code_theme` de LIVRE est référencé par `code_theme` de THEME

`code_editeur` de EXEMPLAIRE est référence par `code_editeur` de EDITEUR

`code_rayon` de EMPRUNT est référencé par `code_rayon` de EXEMPLAIRE

`matricule` de EMPRUNT est référencé par `matricule` de ABONNE.

## 10. Cas Pratique : gestion des hôpitaux

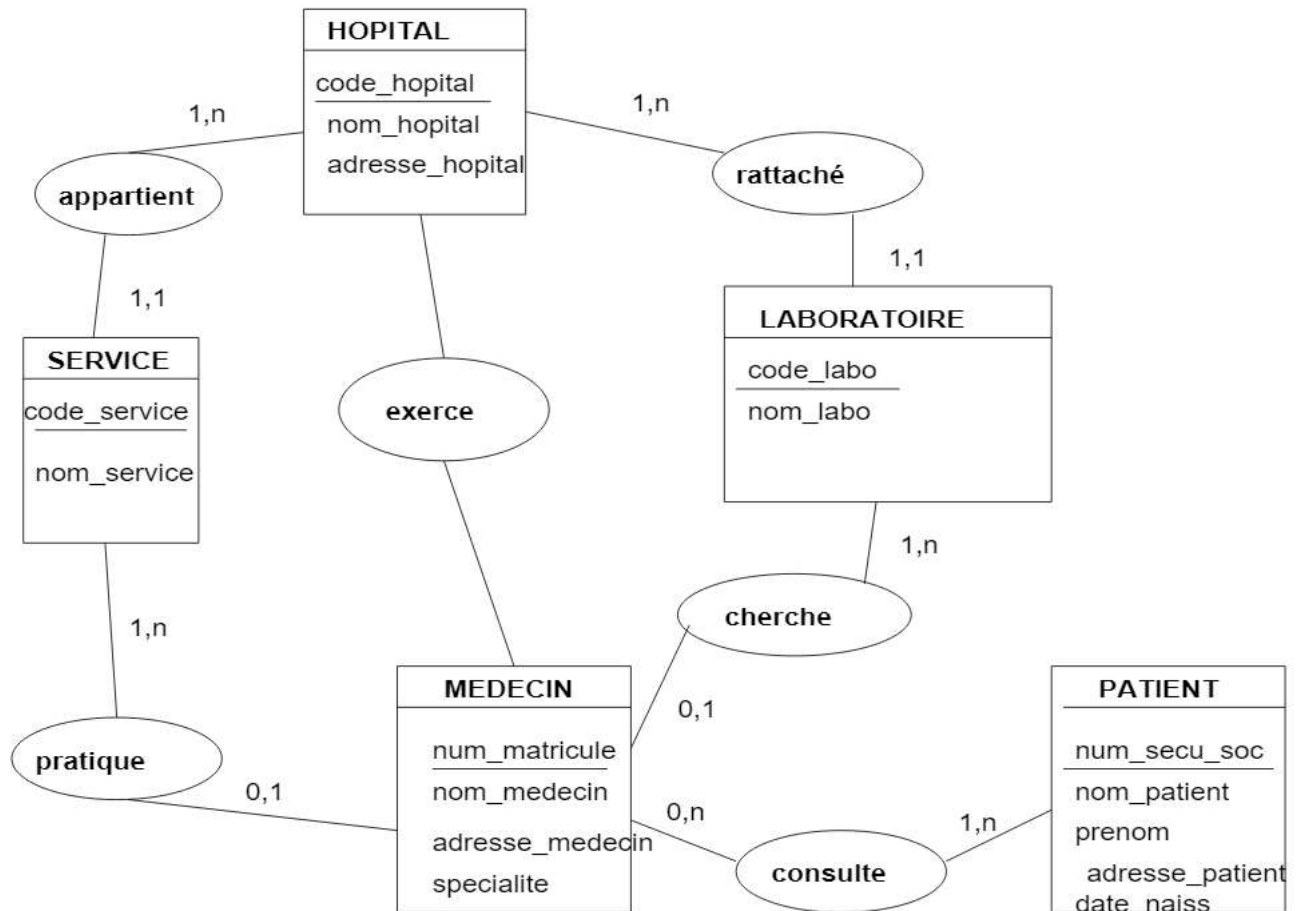
MODÈLE E/A :

Les entités: MEDECIN, PATIENT, HOPITAL, LABORATOIRE, SERVICE. Il est à noter que l'on ne peut pas dissocier les différentes catégories de médecin consultant indépendant, médecin praticien, médecin chercheur, car un médecin peut en pratiquer plusieurs.

On peut être tenter de regrouper en une seule entité, appelée UNITE HOSPITALIERE, les laboratoires et les services. Cette solution semble inadéquate parce qu'elle ne permettra pas de matérialiser les différentes fonctions possibles du médecin. Ces dernières peuvent en effet se traduire par un rattachement à un service, un laboratoire, aux deux ou à aucun selon qu'il est médecin praticien, médecin chercheur, praticien chercheur ou consultant indépendant.

On trouve un certain nombre des attributs dans l'énoncé.



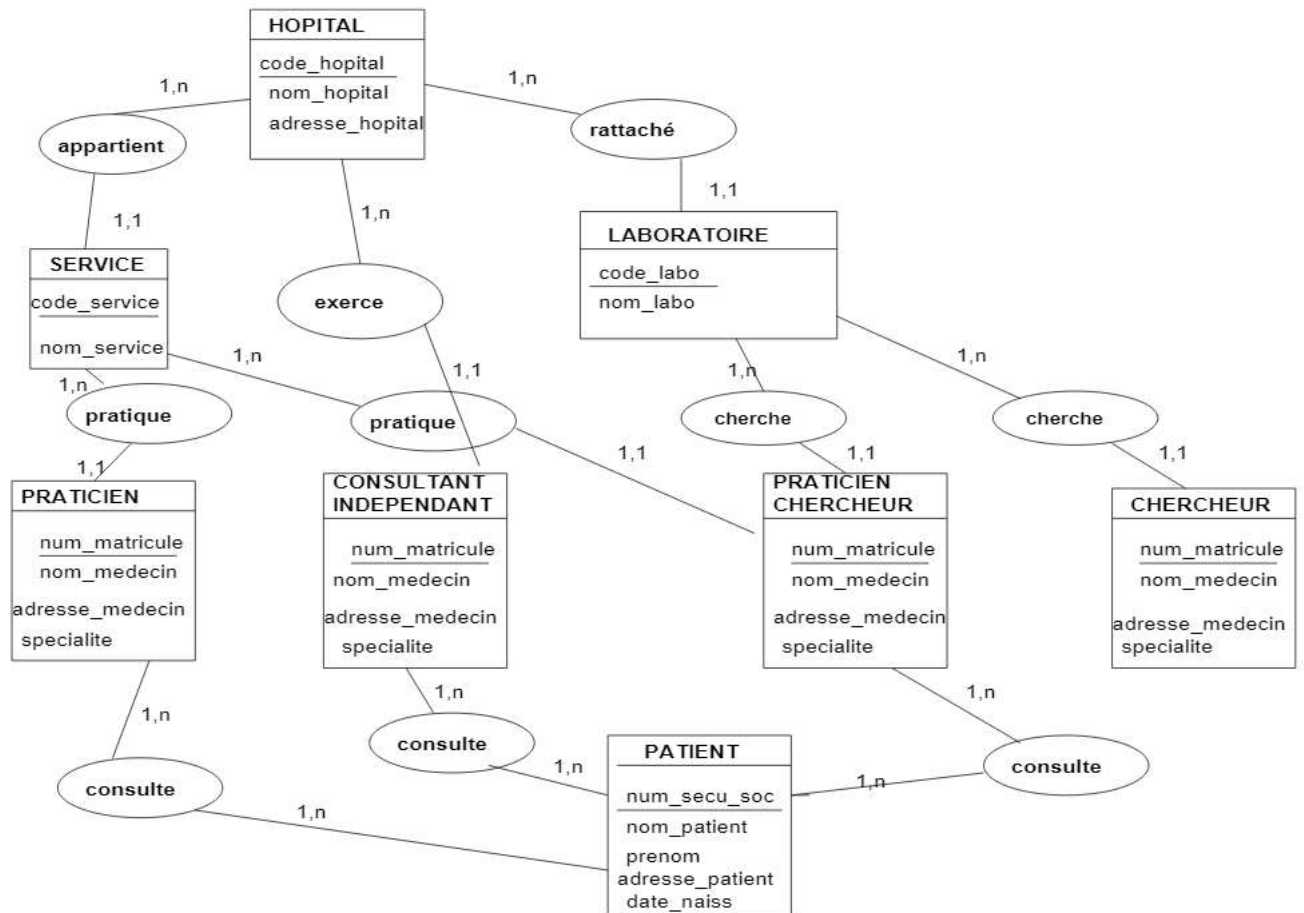


Aucun des trois cycles du schéma n'est redondant sémantiquement, car tous les médecins ne pratiquent pas, ou ne cherchent pas, et certains font les deux, et d'autres ne sont pas rattachés à l'hôpital.

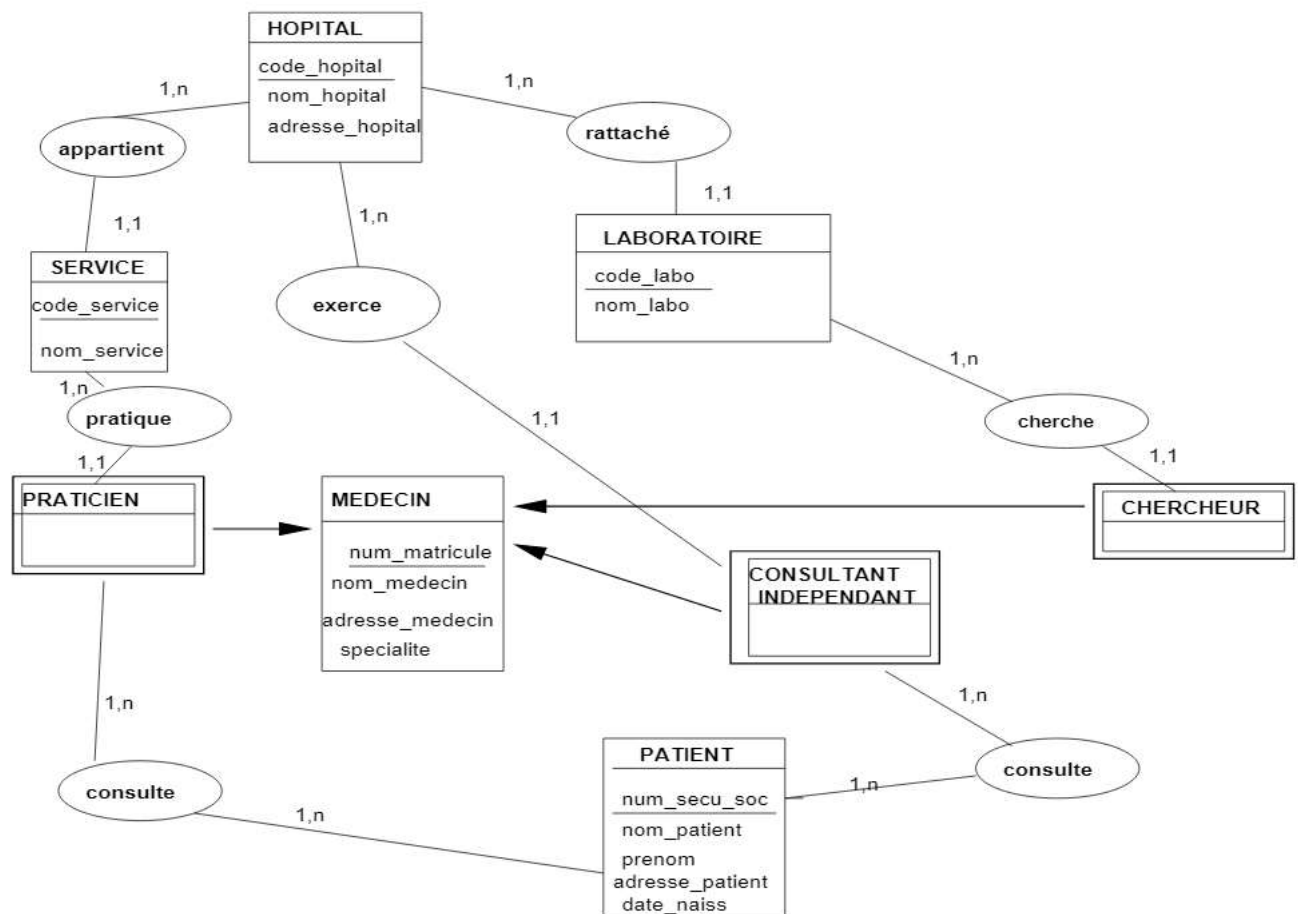
Le schéma est connexe.

Validation avec les utilisateurs : un certains nombre de contraintes ne sont pas lisibles sur le schéma. Quelles fonctions les médecins peuvent-ils cumuler ? (praticien et chercheur ? consultant et chercheur?)

Le choix d'une seule entité MEDECIN peut ainsi être remis en cause et définir plusieurs types d'entités selon l'activité et à conditions de trouver une partition des médecins :

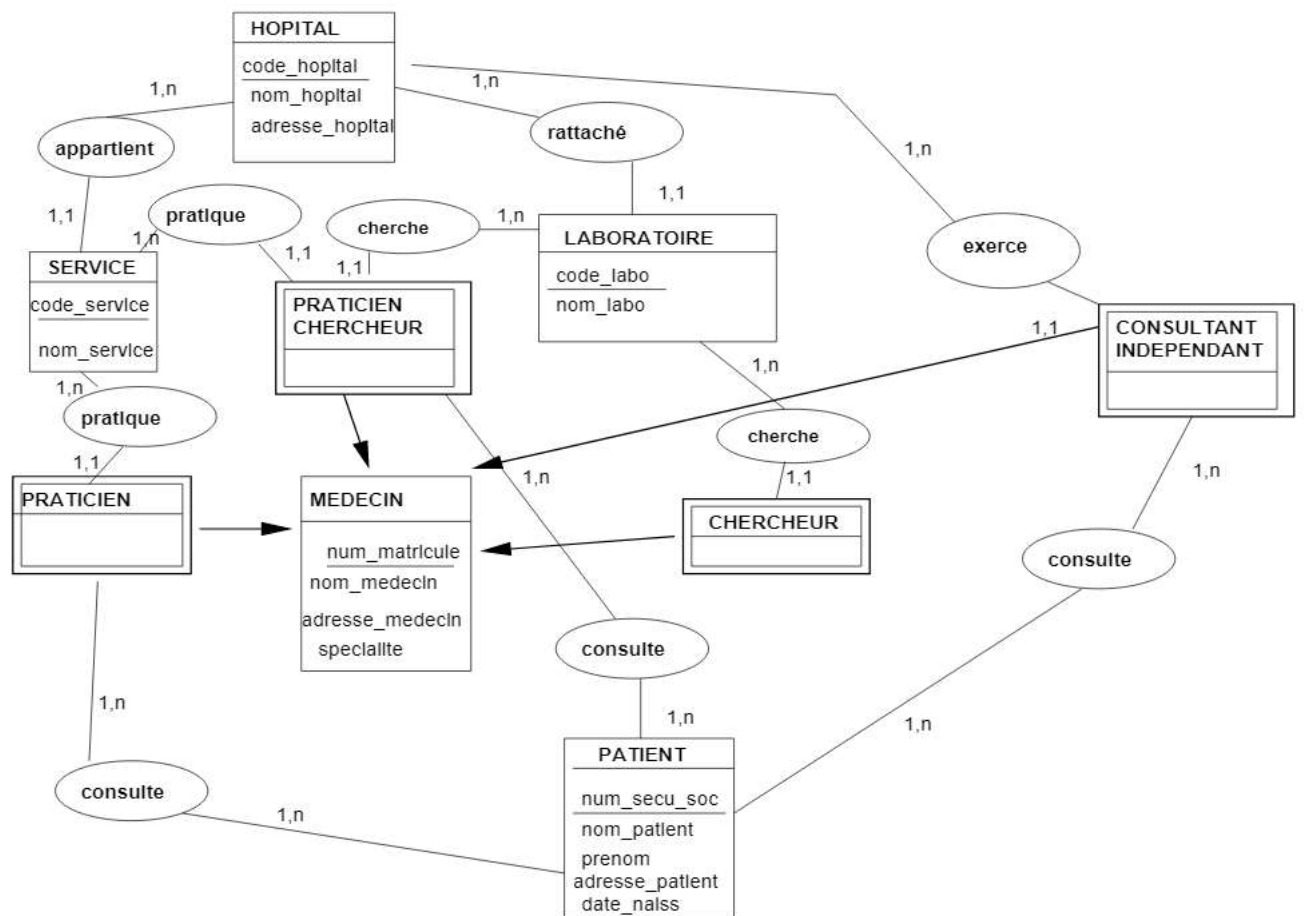


Ce schéma laisse apparaître de nombreuses redondances, au niveau des relations et des attributs qui doivent être répétés pour toutes les catégories de médecins concernées. Cela n'est pas forcément gênant au niveau de la taille de la BD, mais il est clair que cela conduit à une complexification importante du schéma. Ceci justifie le concept de généralisation d'entités. On peut envisager une généralisation à plusieurs niveaux. On peut envisager une entité générique MEDECIN et trois entités spécialisées traduisant les trois catégories de médecins.

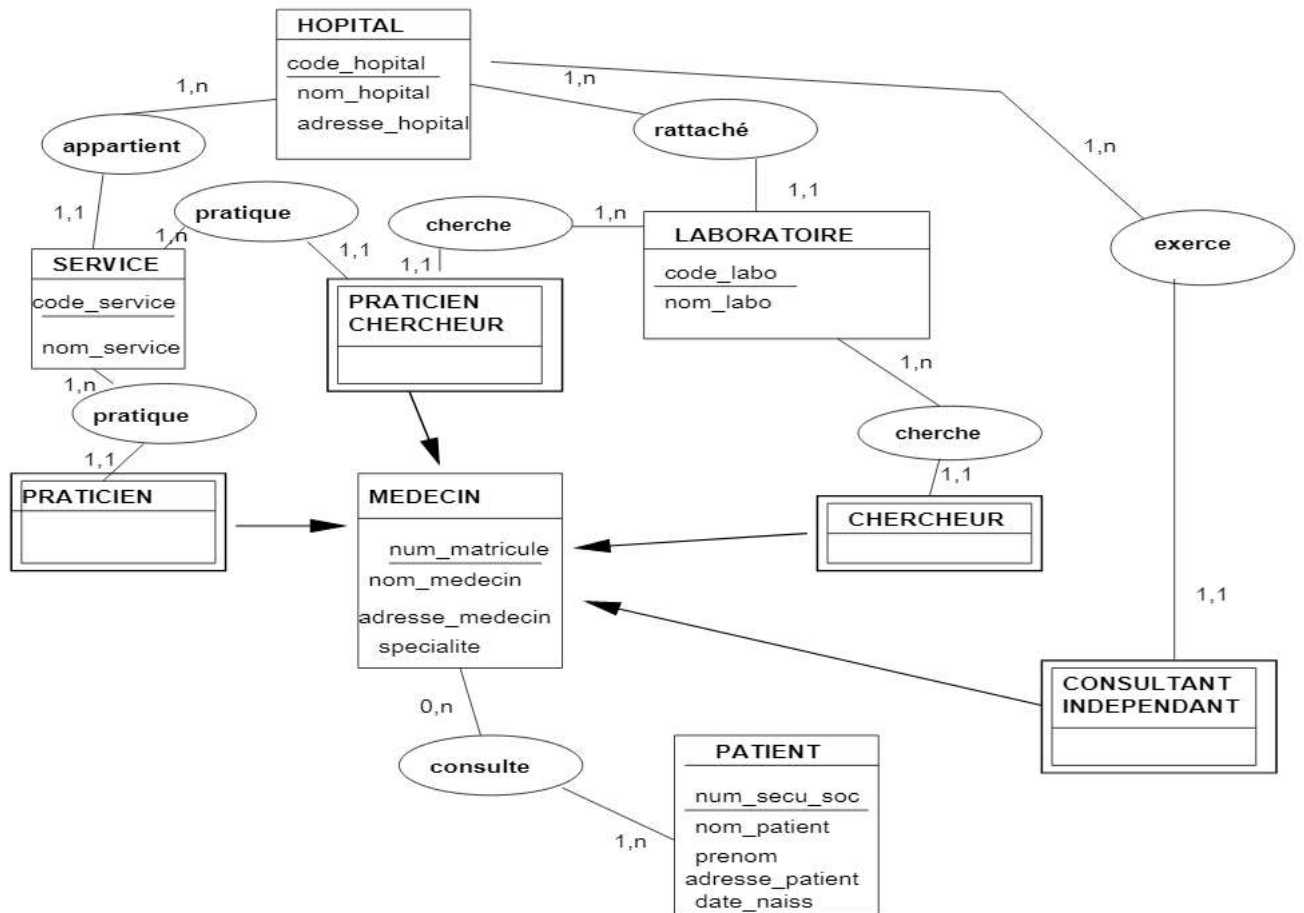


Dans ce cas les relations Cherche, Pratique, et Exerce peuvent être rattachées aux seules catégories concernées. La seule redondance se produit pour la relation Consulte qui concerne à la fois les consultants indépendants et les praticiens. L'inconvénient de cette représentation est qu'elle introduit un découpage des médecins en trois catégories avec recouvrement, sans que l'on puisse indiquer simplement que seules deux catégories se recouvrent.

Si l'on préfère une partition des médecins, il faut alors 4 catégories :

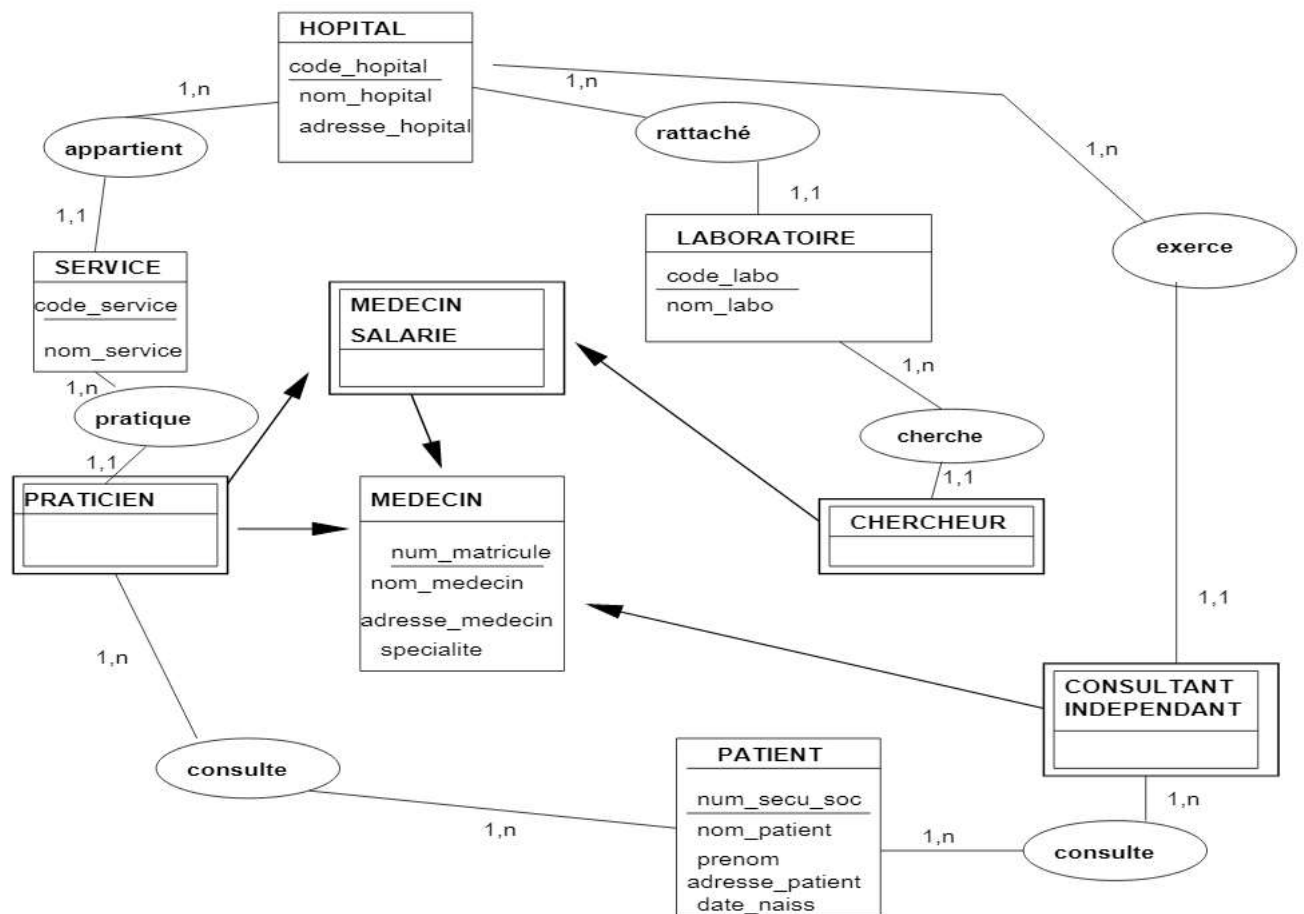


Dans ce cas les relations Cherche, Pratique et Exerce peuvent être rattachées aux seules catégories concernées, introduisant plusieurs redondances. Se pose aussi le problème de la relation Consulte, qui doit être représentée trois fois ou ramenée au générique MEDECIN :



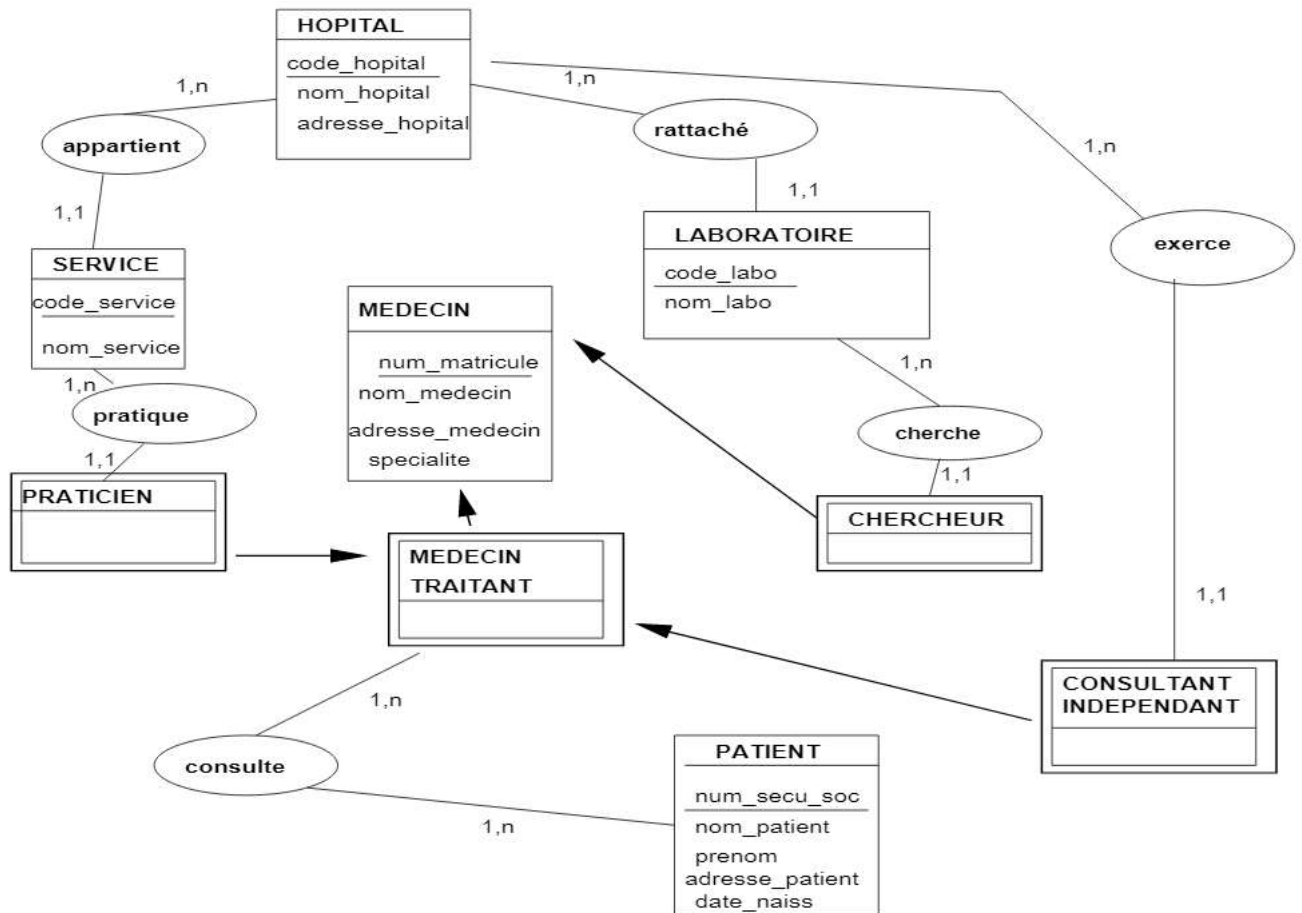
Dans ce cas, on ne matérialise pas le fait qu'un chercheur ne suit pas de patient.

Bien que plus riche, cette représentation réduit considérablement la lisibilité du schéma et conduit à imaginer d'autres découpages de l'entité MEDECIN. On peut envisager une généralisation à plusieurs niveaux. Au premier niveau : l'existence de deux catégories principales de médecins : les médecins de l'hôpital et les consultants indépendants, lesquels sont ensuite découpés en deux catégories avec recouvrement :



Cette modélisation présente l'avantage de diminuer les redondances des relations Cherche et Pratique, ce qui améliore beaucoup la lisibilité. Toutefois cette solution ne permet pas une représentation unique de la relation Consulte.

Une autre possibilité réside dans la partition entre les médecins qui reçoivent des patients et les chercheurs. A un deuxième niveau, les médecins qui reçoivent des patients (médecins traitants) peuvent être divisés en praticiens et consultant indépendants :



Ceci est optimal pour la relation Consultes, mais cela introduit toutefois un recouvrement entre les deux entités CHERCHEUR et PRATICIEN.

Cet exemple simple illustre à la fois l'intérêt des concepts du modèle E/A étendu et leur complexité. Leur prise en compte montre clairement la multiplicité des solutions possibles. A toutes situations à modéliser correspondent plusieurs schémas différents, avec leurs avantages et leurs inconvénients. Ici, il est peu aisé de dégager une modélisation nettement supérieure aux autres. Se pose alors le problème d'évaluation des différentes modélisations.

On peut chercher à mesurer la qualité des différents schémas grâce aux questions suivantes :

- L'expressivité :

Le schéma présente-t-il une explicitation complète des catégories de médecins ?

les catégories proposées se recouvrent-elles ? si oui, leur recouvrement est-il visualisé ?

le schéma précise-t-il les seules catégories de médecins habilités à suivre des patients ?

Selon ce critère les schémas 4 et 6 sont les plus expressifs alors que le premier est le moins expressif.

- La minimalité :

exprimée par la représentation la moins redondante : le schéma 7.

- La lisibilité : évaluée par le nombre décroissant de croisements d'arcs dans le graphe : les schémas 1 et 3 et 5.

- La simplicité : évaluée par ordre décroissants du nombre d'entités et de relations présentes sur le schéma. La plus simple est la figure 1, la plus complexe est 4.

On constate que le schéma 4, malgré sa très bonne expressivité est à exclure à cause de ses mauvais scores concernant les autres critères. Le schéma 1 est le meilleur, mais le schéma 7 est celui qui présente le meilleur compromis. Il décrit de la meilleure façon les médecins selon leur fonction et non leur statut, ce qui traduit clairement l'usage ultérieur de ce schéma.



## MODÈLE RELATIONNEL : (schéma 7)

HOPITAL(code\_hopital:nombre(6), nom\_hopital:chaîne(20), adresse\_hopital:chaîne(50))

LABORATOIRE(code\_labo:chaîne(9), nom\_labo:chaîne(20), *code\_hopital*:nombre(6))

SERVICE(code\_service, nom\_labo, *code\_hopital*:nombre(6))

MEDECIN(num\_matricule:nombre(10), nom\_medecin:chaîne(15), adresse\_medecin:chaîne(50), specialite:chaîne(15), fonction:chercheur, praticien, praticien chercheur, consultant), *code\_hopital*:nombre(6), *code\_labo*:chaîne(9), *code\_service*)

PATIENT(num\_secu\_soc:nombre(13), nom\_patient:chaîne(15), prenom:chaîne(15), adresse\_patient:chaîne(50), date\_naiss:date)

La généralisation implique l'utilisation de la règle 6. Dans le cas des médecins, les traitements sur la base porteront essentiellement sur l'ensemble des médecins, et non sur une classe spécifique, tels les praticiens. On appliquera donc la solution 1 en ajoutant un attribut fonction pouvant prendre les valeurs : praticien, chercheur, praticien chercheur, consultant indépendant.

Les relations entre les spécifiques du médecin et les autres entités sont alors rattachées à l'entité MEDECIN.

CONSULTE(num\_matricule:nombre(10), num\_secu\_soc:nombre(13)).

Contraintes d'inclusion :

*code\_hopital* de LABORATOIRE, de SERVICE, de MEDECIN sont référencés par *code\_hopital* de HOPITAL

*code\_labo* de MEDECIN est référencé par *code\_labo* de LABORATOIRE

*code\_service* de MEDECIN est référencé par *code\_service* de SERVICE

*num\_matricule* de CONSULTE est référencé par *code\_matricule* de MEDECIN

*num\_secu\_soc* de CONSULTE est référencé par *num\_secu\_soc* de PATIENT.

## Retro-conception

GARDIEN(num\_employé, nom\_gardien, prenom\_gardien, adresse, salaire, date\_embauche, *couloir*, *code\_prison*)

INCARCERE(numero\_ecrou, nom\_incarcéré, prenom\_incarcéré, sexe, date\_arrivée, durée\_peine, motif, *num\_cellule*, *couloir*, *code\_prison*)

PRISON(code\_prison, nom\_prison, ville, capacité)

COULOIR(couloir, *code\_prison*)

CELLULE(num\_cellule, couloir, code\_prison, nb\_lits, surface)

LE MODÈLE E/A

