

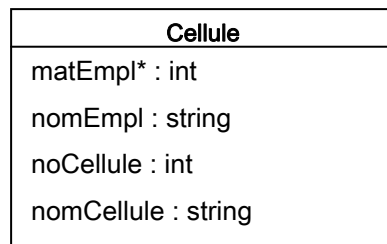
EXERCICES SUR LA MODÉLISATION CONCEPTUELLE
Chapitre 3
SOLUTIONS

1- Modéliser les faits ci-dessous en ayant recours au minimum d'Entités (ou classes UML) et d'associations pour obtenir un MCD libellé OrgProd. Dans l'organisation de la production, une cellule de travail est identifiée par un numéro et un nom et elle doit être composée d'un seul employé. Chaque employé est représenté par son matricule. Chaque attribut aussi avoir une valeur. Une première contrainte est spécifiée en rappelant que si un employé est rendu inapte au travail, il est enlevé de la base ainsi que de sa cellule. Une deuxième contrainte énonce aussi le fait que lorsqu'une cellule est supprimée de la base, cela implique aussi la suppression de son employé participant.

1.1 Quel est le MCD le plus simple qui respecte aussi les contraintes énoncées?

Réponse :

Le modèle minimum comprend qu'une seule Entité ou classe puisqu'il y a une relation biunivoque entre la classe Cellule et celle de Employe. Le modèle OrgProd est donc réduit à une seule classe.



La première contrainte est implémentée par le biais de la clé primaire matEmpl. La deuxième est implémentée par le mécanisme de la clé candidate qui assure que le noCellule est une clé candidate qui doit avoir une valeur du domaine (donc non NULL).

1.2 Indiquez les caractéristiques des clés : primaire, étrangère et candidate.

Réponse :

Les clés sont les suivantes :

Clés primaires : matEmpl non NULL;

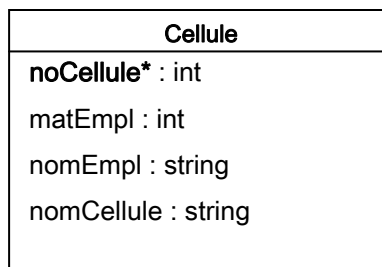
Candidate : noCellule : non NULL

Clé étrangère : aucune

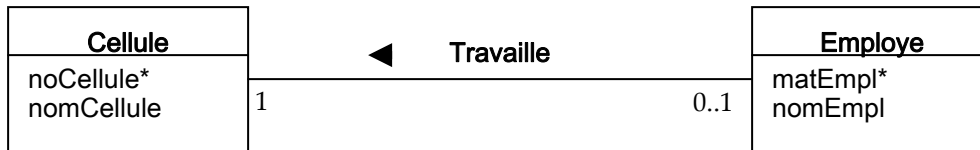
1.3 Modélisez la même situation en ajoutant la contrainte qu'une cellule peut ne pas avoir momentanément d'employé. Toutefois, les autres contraintes demeurent toujours valides.

Réponse :

Dans ce cas, la difficulté tient au fait qu'une cellule doit être représentée sans avoir un matricule d'employé. Si l'on garde le modèle précédent, la représentation d'une cellule sans matricule pour l'employé est impossible en raison de la contrainte de clé. La clé candidate peut alors devenir la clé principale.



Une autre solution consiste à utiliser 2 Entités et une association. Le diagramme de classe ci-dessous remplit toutes les conditions.

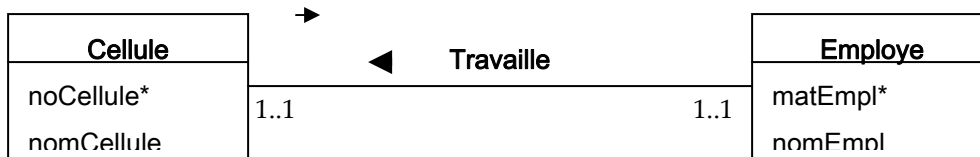


Cette solution permet une évolution plus facile du schéma.

2- Modifiez le MCD précédent pour tenir compte de nouvelles contraintes :

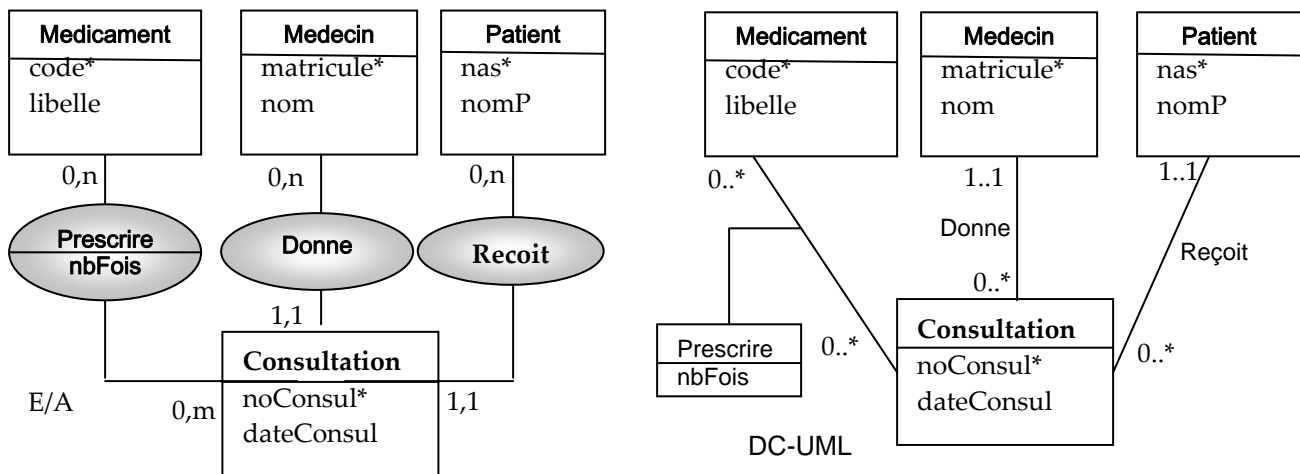
Une cellule est identifiée par un numéro et un nom et elle peut comprendre un seul employé d'expérience et éventuellement plusieurs. Chaque employé représenté par son matricule et son nom doit travailler dans une seule cellule. Chaque attribut doit être avoir une valeur. Les nouvelles contraintes sont énoncées ainsi : Une première contrainte est spécifiée en rappelant que si un employé est rendu inapte à travailler dans une cellule, il est supprimé de la base et sa cellule est aussi supprimée. Une deuxième contrainte énonce aussi le fait que lorsqu'une cellule de travail est supprimée de la base, cela implique aussi la suppression de l'employé!

Réponse :



La participation obligatoire spécifiée avec le min égale à 1 implémente les deux contraintes qui énoncent qu'un employé est représenté si et seulement s'il travaille dans une cellule. De même, une cellule est représentée si et seulement si au moins un employé y travaille. L'ajout d'un employé dans la base sous-tend donc obligatoirement celui d'une cellule de travail. Cet ajout sera possible en faisant appel à la notion de transaction.

3- Voici un MCD modélisant les visites dans un centre médical. Indiquez si les données décrites ci-dessous peuvent être représentées dans ce modèle, peu importe leur vraisemblance. (P. Rigaux, CNAM, 2002). Le diagramme de classe équivalent est aussi fourni.



3.1- Est-ce qu'un patient peut effectuer plusieurs visites au centre médical pour consulter un médecin?

Réponse :

Oui, car la contrainte de multiplicité est 0..n autorisant la représentation d'un patient donné qui effectue plusieurs consultations peu importe le jour pourvu que le numéro de la consultation soit différent.

3.2- Est-ce qu'un médecin peut recevoir plusieurs patients durant une même consultation?

Réponse :

Non, car la multiplicité est 1..1. Une consultation ne fait intervenir qu'un médecin.

3.3- Peut-on prescrire plusieurs médicaments au cours d'une même consultation?

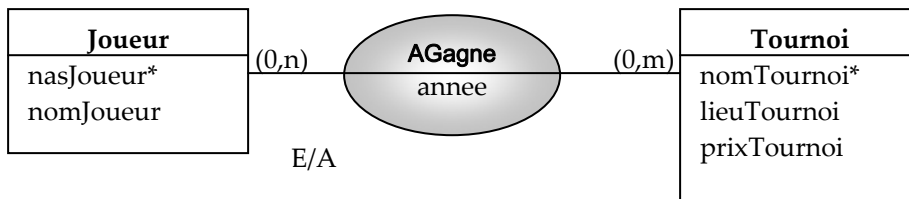
Réponse :

Oui, car la multiplicité est 0..* du côté de la classe Medicament. De même pour le E/A, la contrainte structurelle de E/A est (0,m) du côté Consultation.

3.4- Est-ce que deux médecins différents peuvent prescrire le même médicament?

Réponse : Oui, car chaque médecin donne plusieurs consultations et pour chacune il peut donner plusieurs médicaments, et cela sans restriction. Aucune contrainte n'est formulée dans le modèle qui exigerait qu'un médicament soit réservé à un seul médecin!

4- Voici le MCD nommé JMC de type E/A composé de 2 Entités et d'une seule association binaire. Les tournois sont organisés par des clubs de tennis. Le MCD ci-dessus vérifie les affirmations suivantes : un joueur peut être représenté sans avoir encore gagné un tournoi organisé par un club. Un même joueur peut gagner plusieurs tournois. Un tournoi peut être représenté ou inscrit avant qu'il ait lieu. Un tournoi donné peut être gagné plusieurs fois durant une même année, mais par des joueurs différents.



4-1 Transformez le modèle ci-dessous pour avoir un modèle conceptuel équivalent comprenant 1 Entité faible, 2 Entités fortes et 2 associations binaires. Ce nouveau MCD doit incorporer la notion de Club. Expliquez leur équivalence au plan de la représentation.

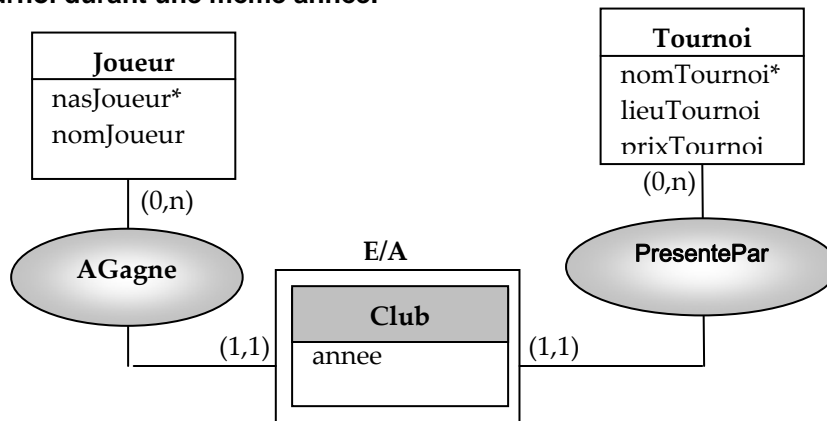
Réponse :

L'association du nouveau modèle est rendue par une Entité faible dont la participation est obligatoire des deux côtés de la nouvelle Entité faible qui représente la notion de club où est présenté le tournoi.

Un joueur peut être représenté sans avoir encore gagné un seul tournoi. Un même joueur peut gagner plusieurs tournois organisés par des clubs différents et cela la même année.

Un tournoi peut être inscrit avant qu'il soit présenté par un club.

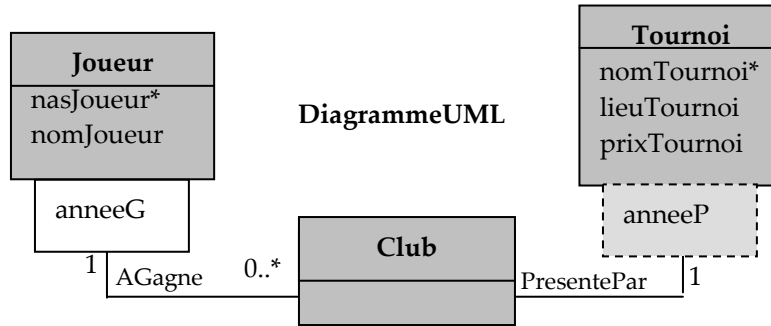
Un tournoi peut être joué à plusieurs clubs durant une même année, mais un club doit présenter un seul tournoi durant une même année.



4.2 Transformer le MCD E/A pour obtenir un diagramme de classe (UML) équivalent.

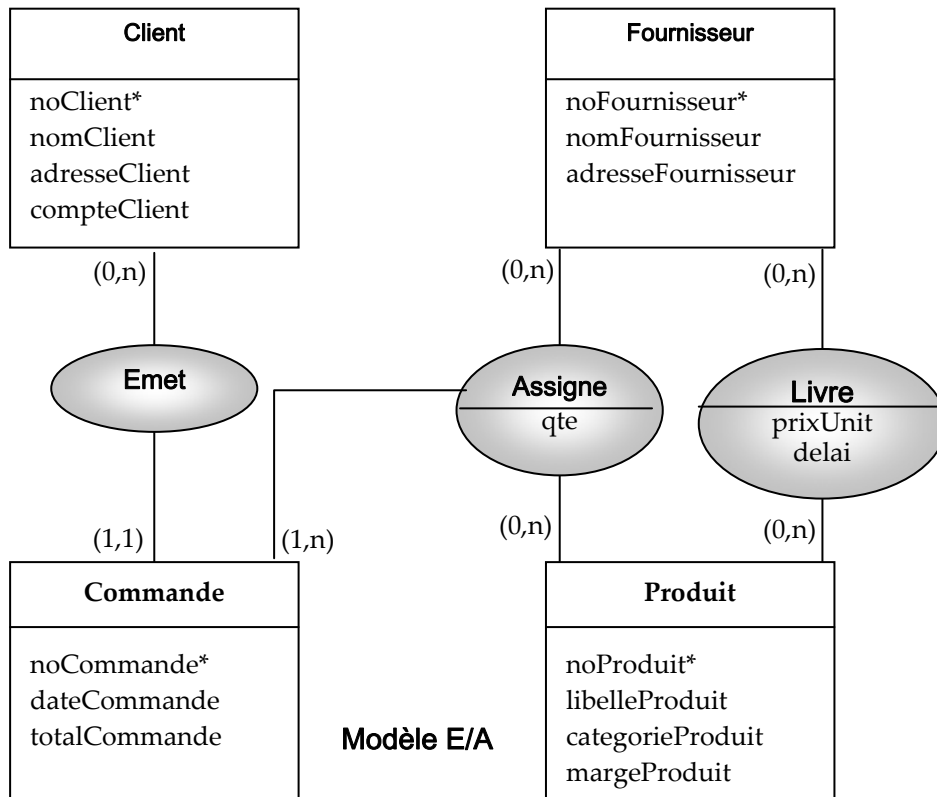
Réponse :

Un joueur peut gagner une compétition organisée par plusieurs clubs distincts les uns des autres par l'année. En effet, un joueur ne peut pas jouer deux tournois organisés la même année par un club.



L'attribut annee signifie l'année du gain par un joueur (anneeG). L'année du tournoi est celle de la présentation du tournoi (anneeP). Pour respecter la contrainte de la relation universelle qui stipule qu'un attribut doit avoir qu'un seul sens peu importe le contexte, il y a lieu de renommer l'année comme anneeG et anneeP.

5- Voici un MCD E/R comportant plusieurs associations entre les 4 Entités. Les associations binaires et ternaires ont des attributs propres. Commentez et expliquez les affirmations ci-dessous.



5.1 Un client peut passer une commande pour un produit qui peut ne pas être encore assigné à un fournisseur (confié à un fournisseur agréé) ?

Réponse :

En raisonnant selon les contraintes (min-max) de l'association Emet, un client peut donc passer une ou plusieurs commandes, mais chaque commande doit être en association avec une ou plusieurs instances de Assigne, c'est-à-dire plusieurs doublets formés d'un fournisseur et d'un produit. La participation partielle pour le produit et le fournisseur signifie qu'un fournisseur peut être inscrit sans participer à l'association Assigne. Toutefois, dès qu'un produit est commandé, il faut que le produit et le fournisseur existent déjà dans la base pour concrétiser l'instance de l'association ternaire.

5.2 Une commande pour un produit peut être assignée à un seul fournisseur?

Réponse :

La contrainte (1,n) avec l'association ternaire Assigne est telle qu'une commande particulière peut être associée à plusieurs couples Fournisseur et Produit.

5.3 Un produit assigné à plusieurs fournisseurs, peut être livré par un seul fournisseur?

Réponse :

Indépendamment de l'assignation, un même produit peut être livré par plusieurs fournisseurs conformément à la contrainte (0,n) de l'association Livre.

5.4 Une commande peut avoir plusieurs produits, chacun assigné à différents fournisseurs?

Réponse :

La commande est associée par une ternaire à laquelle participe les Entités Fournisseur, Produit et Commande. Ainsi, une commande particulière peut référer à un produit assigné à un fournisseur particulier et la même commande peut référer à un autre produit assigné à un fournisseur différent du premier. Ainsi les triplets suivants peuvent être des instances du MCD : (c1, p1, f1) et (c1, p2, f2). Toutefois, il n'y a pas de contrainte explicite dans le modèle qui oblige que deux produits différents soient assignés à des fournisseurs différents.

5.5 Un produit donné peut être livré ponctuellement sans qu'il soit assigné à un fournisseur.

Réponse :

Oui, car un produit présent dans la base peut ne pas être encore assigné conformément à (0, n) de Assigne, bien qu'il soit livrable par un fournisseur.

5.6 Est-il possible d'inscrire ou de représenter un produit pour lequel il y a un fournisseur attribué et cela, sans que ce même produit soit encore l'objet d'une commande?

Réponse :

Oui, car la contrainte partielle de l'association Assigne, côté Produit autorise d'y représenter un produit particulier même si ce dernier n'est pas encore vendu.

5.7 Est-il possible d'avoir une commande pour un produit absent de la base de données?

Réponse :

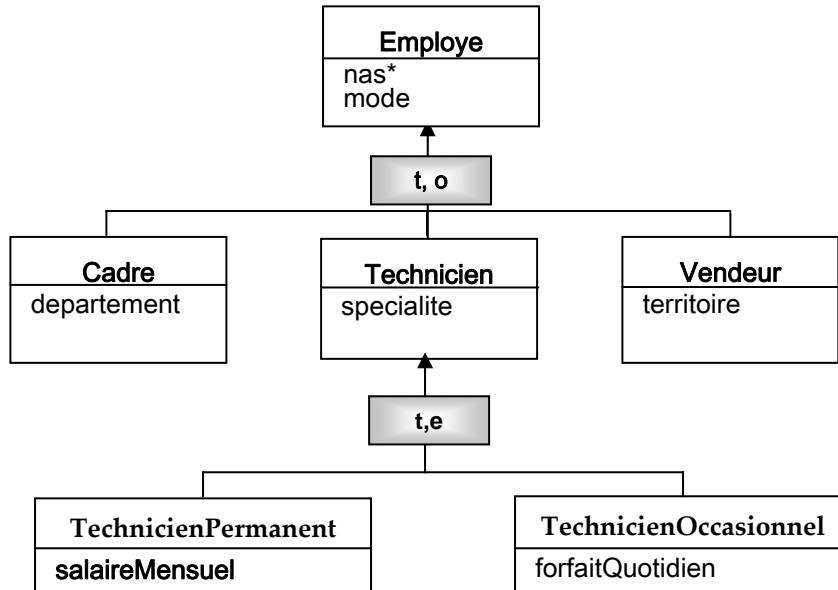
Non, car la contrainte du côté Commande est du type obligatoire, ce qui interdit une commande particulière dans la base sans une participation à une instance de Assigne. Or, une instance de Assigne suppose qu'un produit et un fournisseur soient mis en association.

6- Une Entité Employe caractérisée par son nas représente des personnes employées occupant différentes fonctions dans une entreprise comme par exemple : vendeur, technicien et cadre. Un technicien est décrit par sa spécialité, un vendeur par son territoire et le cadre par son département. Un cadre peut être aussi vendeur ou/et technicien. En outre, le mode d'embauche de chaque employé, quelle que soit sa fonction, doit être aussi conservé à savoir qu'il peut être soit consultant (C) , soit salarié (S) et cela pour les trois catégories d'employés. Le personnel technique peut être permanent ou occasionnel. Dans le premier cas, il a un numéro de participation à un régime de rentes, tandis que dans le deuxième cas, il reçoit un pourcentage négocié avec chaque employé pour compenser sa non participation au régime de rentes.

6.1 Modélisez ces données en E/A de manière à avoir que des attributs *valués* et aucune redondance d'attribut

Réponse :

L'Entité (classe) **Employe** caractérisée par le nas peut être spécialisée en trois sous-classes non mutuellement exclusives : **Vendeur**, **Technicien** et **Cadre**. Le nas et le mode de rémunération étant commun aux trois sous-classes, cet attribut est placé dans la description de l'Entité **Employe**.



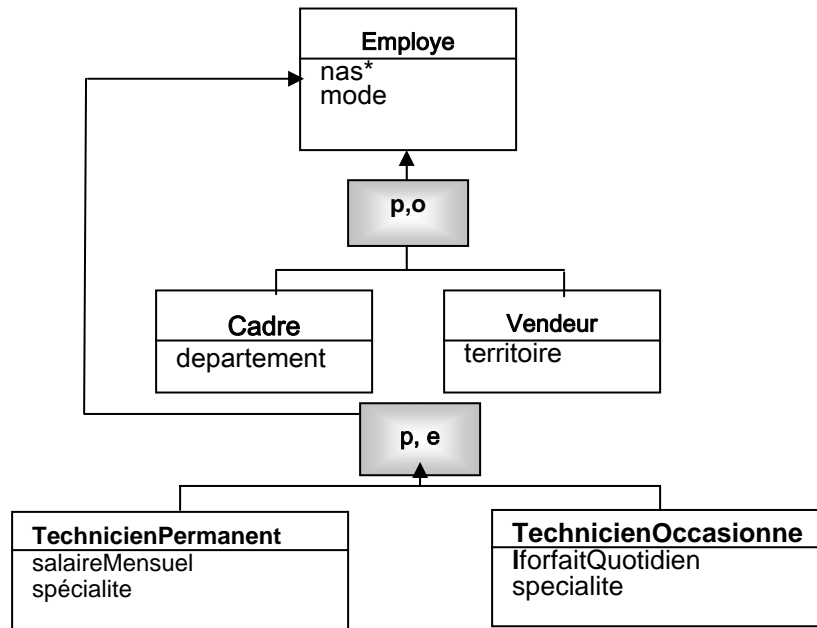
Le domaine de l'attribut *mode* de rémunération est : {C, S}. L'Entité **Technicien** est à nouveau spécialisée en **TechnicienPermanent** et **TechnicienOccasionnel**. Cette spécialisation de **Technicien** est totale et exclusive parce qu'un technicien permanent ne peut pas être un technicien occasionnel et inversement. Le technicien permanent a un salaire mensuel fixe, tandis que celui qui est occasionnel est rémunéré par un forfait quotidien. Il n'y a pas de redondance d'attribut.

6.2 Un cadre pouvant être aussi un vendeur, commentez la redondance des données qui découle alors de ce nouveau fait.

Réponse :

Un tel employé à une fonction duale : il agit à la fois comme un cadre (décrit alors par les attributs *nas*, *mode*, *departement*) et aussi comme vendeur alors décrit par le *nas*, *mode*, *territoire*. Pour cet employé, son *nas* seul se retrouvera dans deux sous-classes à titre de clé primaire et qui fait l'objet de l'héritage de **Employe**.

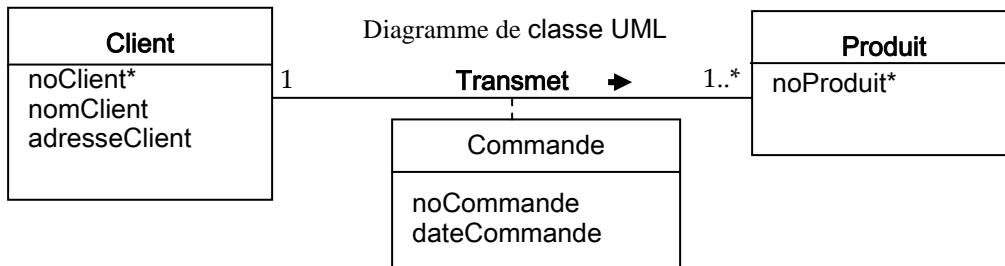
6.3 Commentez le MCD ci-dessous dans lequel une deuxième spécialisation de **Employe** fournit les deux sous-classes **TechnicienPermament** et **TechnicienOccasionnel**. Décrivez les situations qui ne peuvent pas être représentées avec ce deuxième MCD et qui pouvaient l'être facilement avec le premier MCD comportant une seule spécialisation.



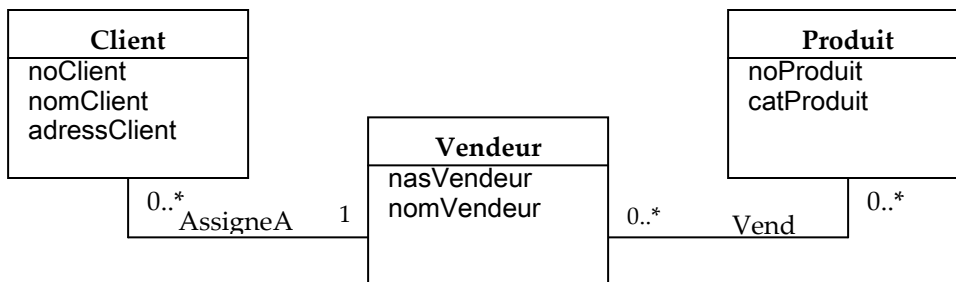
Réponse :

Un technicien permanent cadre peut être représenté par ce MCD, mais en créant une instance de TechnicienPermanent et une autre de Cadre, les deux dotées par héritage du même nas. Dans ce MCD, il est possible de faire l'inscription d'un employé qui n'est pas ni cadre, ni technicien et ni vendeur. Dans le premier, cela était interdit.

7- Dans le développement d'un diagramme de classe UML, l'intégration des structures déjà utilisées par les applications est une méthode courante de design. Il faut alors modéliser les données exploitées par chaque application et intégrer ces modèles partiels en découvrant les Entités d'ancrage ou de fusion. Par exemple, une application de gestion des clients exploite les données modélisées par le diagramme de classe ci-dessous.

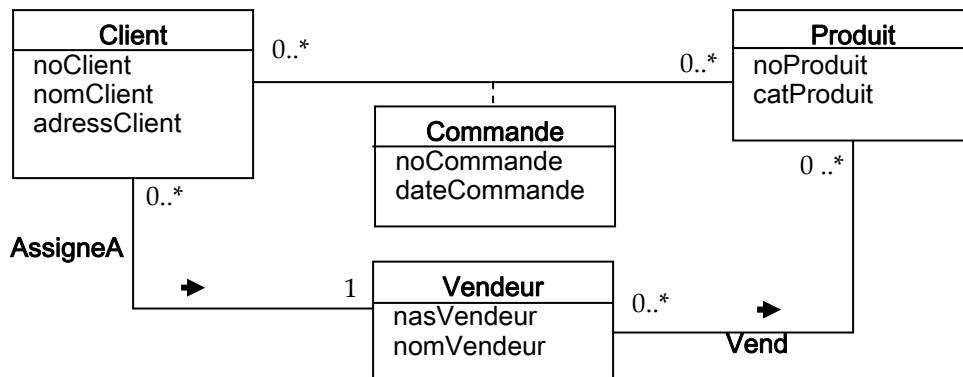


Une deuxième application gère les ventes de produits par l'intermédiaire des vendeurs de la même société.

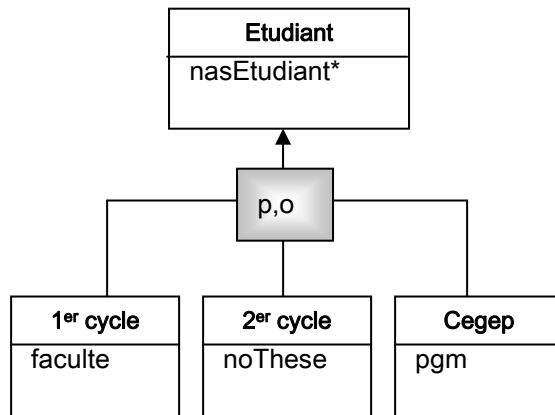


7.1 Fusionnez ces deux modèles conceptuels pour obtenir un MCD intégré décrivant une seule base de données capable de stocker les données utilisées par les deux applications.

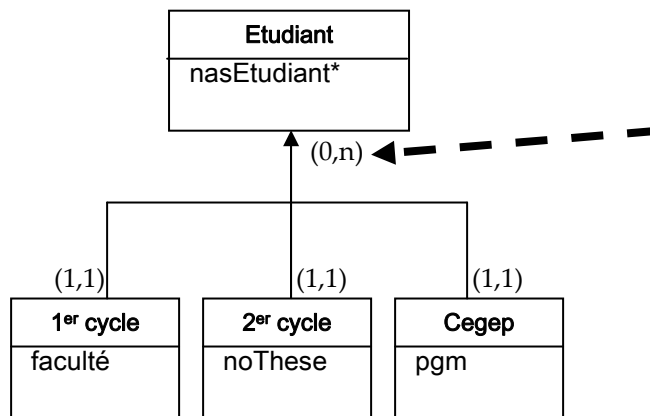
Réponse :



8- Démontrez que la spécialisation partielle et non disjointe (avec chevauchement) est équivalente à une spécialisation caractérisée par une contrainte structurelle (0,n) du côté de la superclasse et (1,1) du côté des sous-classes.



Réponse : La spécialisation est maintenant caractérisée par une contrainte min-max représentée dans le modèle ci-dessous.



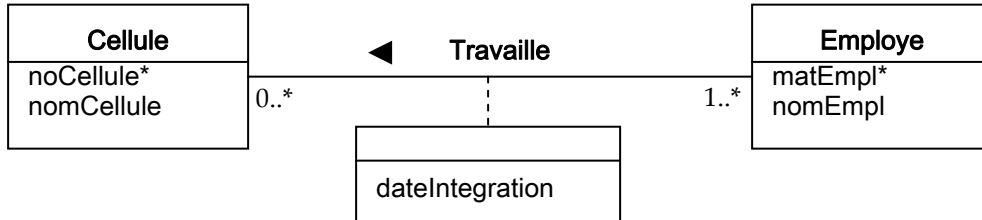
Un étudiant peut ne pas être spécialisé, c'est-à-dire qu'il peut avoir un statut autre que celui du 1er cycle, du 2e cycle et de Cegep. Par contre, un étudiant du 1er cycle est obligatoirement un étudiant. Il en est ainsi pour les trois sous-classes. De sorte que :

$$\{1er\ cycle \cup 2e\ cycle \cup Cegep\} \subset \{Etudiant\}$$

9- L'énoncé précédent qui a conduit au modèle OrgProd est représenté par un diagramme de classe UML dans lequel dorénavant un employé est autorisé à travailler dans plusieurs cellules distinctes et à une cellule d'avoir plusieurs employés au travail. En outre, une cellule de travail peut être représentée sans avoir d'employés qui y travaillent; de même, un employé peut être représenté sans être assigné à une cellule. Finalement, la participation d'un employé dans une cellule est toujours caractérisée par une date d'intégration.

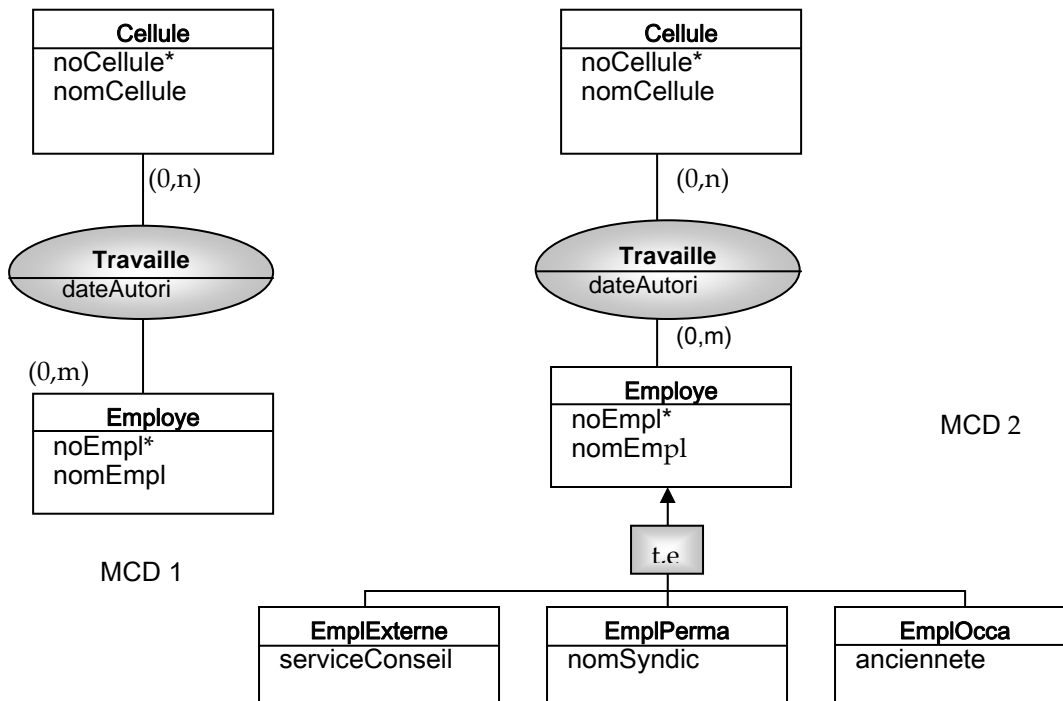
Réponse :

Le MCD est caractérisé par des contraintes de plusieurs à plusieurs avec une participation non obligatoire pour chaque côté. Cela se traduit par une contrainte min de 0.



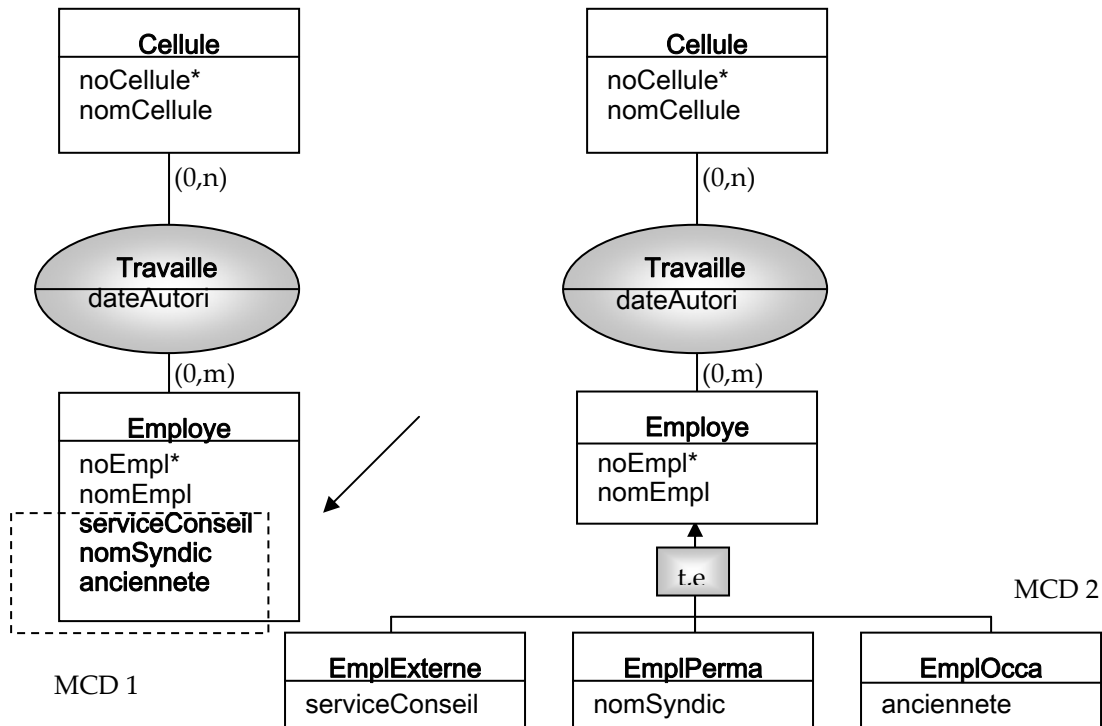
La date d'intégration est une propriété spécifique à la classe association et elle peut varier avec chaque instance de l'association Travaille.

10- Énoncez les modifications à faire avec l'un ou à l'autre des deux MCD E/A ci-dessous pour qu'ils soient équivalents en termes de représentation.

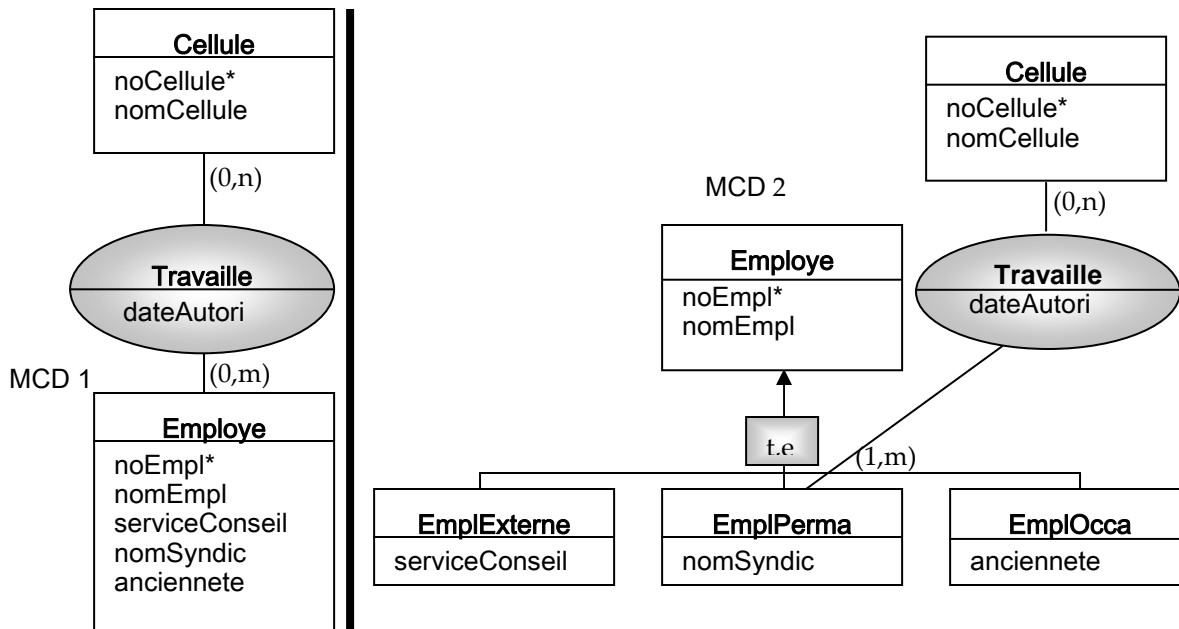


Réponse :

Dans le MCD 1 il faut autoriser l'usage de l'indicateur d'absence de valeurs (soit le null) pour les attributs de Employe ajoutés : serviceConseil, nomSyndic et anciennete.



11- Énoncez les différences entre la sémantique, i.e. la représentation des deux MCD ci-dessous.



Réponse :

Dans le MCD 1 :

Les employés peuvent être représentés sous réserve que certains attributs ne soient pas *valués*. De plus, tous les groupes d'employés peuvent travailler dans une cellule de travail. Exemple : un

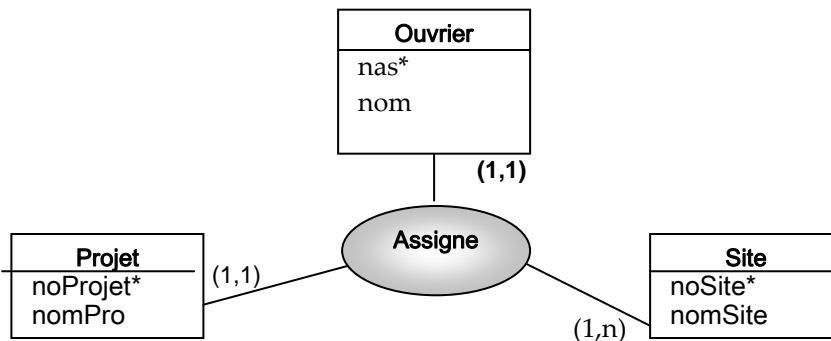
employé occasionnel n'est pas membre d'un syndicat. Or cet attribut définit la structure de *Employe* dans le MCD 1. Il faudra alors le *valuer* avec l'indicateur de NULL. La participation partielle ne contraint pas la nature des employés qui peuvent être dans une cellule.

Dans le MCD 2 :

Seuls les employés permanents peuvent participer à une cellule. Seulement les attributs qui définissent une Entité sont *valués*. Si un employé Externe est au travail dans cette entreprise, il sera représenté par ses attributs propres plus ceux hérités uniquement par la spécialisation. Aucun indicateur de NULL n'est nécessaire dans ce modèle. Tous les attributs de chaque instance dans la base de données (ou entité) auront une valeur de leur domaine respectif.

12- Modélisez les sites des projets où travaillent des ouvriers spécialisés. Chaque ouvrier est assigné à un site seulement pour ce projet mais il peut être assigné à différents sites pour un projet différent. A un site donné, un employé travaille sur un seul projet. Toutefois, à un site donné, il peut y avoir plusieurs ouvriers assignés à un projet particulier.

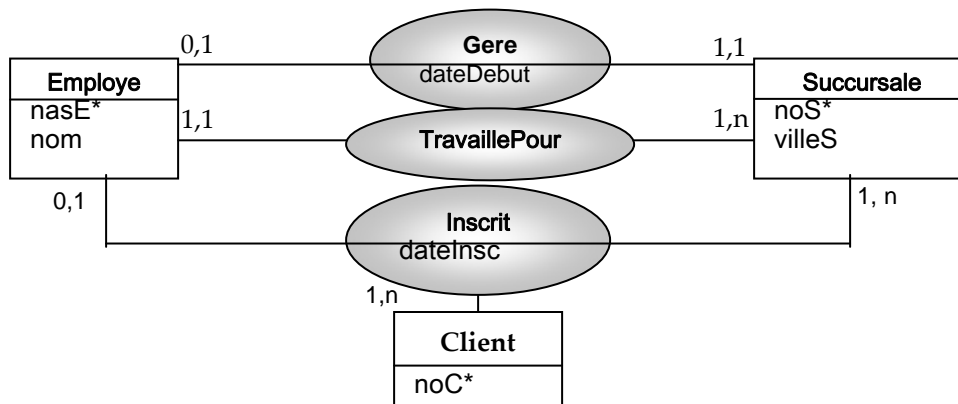
Réponse : Dans ce cas, la modélisation peut faire appel à une association ternaire. Les contraintes sont indiquées avec la cardinalité.



Les triplets (o_1, p_1, s_1) , (o_2, p_1, s_1) , sont valides puisqu'à une seule combinaison de *o* et de *p* est associée une instance de *s*. Par contre, (o_1, p_1, s_2) n'est pas valide car il contredit une contrainte à savoir que pour *p*₁, il ne peut y avoir qu'une combinaison (ouvrier, site). Les triplets (o_1, p_2, s_1) , (o_1, p_2, s_3) sont invalides car à une même combinaison de *o* et *p*, il y a deux sites distincts.

La lecture de la ternaire est difficile et explique son usage limité dans la modélisation conceptuelle.

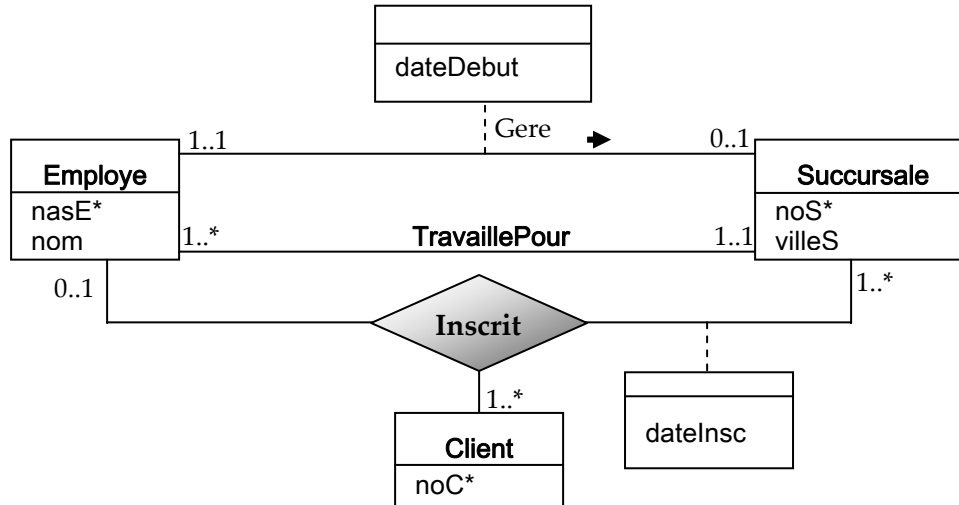
13- Formulez le diagramme de classe équivalent au MCD ci-dessous.



Un client donné est inscrit éventuellement par plusieurs combinaisons de (employé, succursale). Ce même client peut aussi être inscrit par le même employé dans une autre succursale. Par conséquent, un employé peut inscrire qu'une combinaison de client et succursale.

Ex. (e1, s2, c1), (e2, s2, c1), (e2, s2, c2), (e1, s3, c2) sont valides, mais (e1, s2, c2) ne l'est pas. Où e1 est l'employé identifié par sa clé e1 et s2 est la succursale identifiée par sa clé s2, etc.

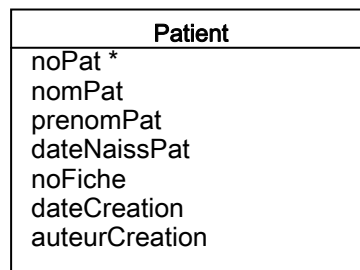
Réponse :



14- Modéliser les renseignements sur les patients d'une clinique où chacun a une seule fiche comptable. Le patient a un matricule, nom, prénom et une date de naissance. D'autre part, la fiche comptable a un numéro de fiche unique, une date de création et le nom du médecin qui a demandé la création de la fiche. Une fiche comptable correspond à un patient. Commentez les avantages et les inconvénients de modéliser d'une part une seule Entité et d'autre part avec deux Entités.

Réponse :

Avec une seule Entité :



Une même entité doit être décrite en principe par des attributs rattachés à la définition de celle-ci. Par exemple, les attributs Toutefois, rien n'interdit de contourner cette règle de modélisation et de représentation !

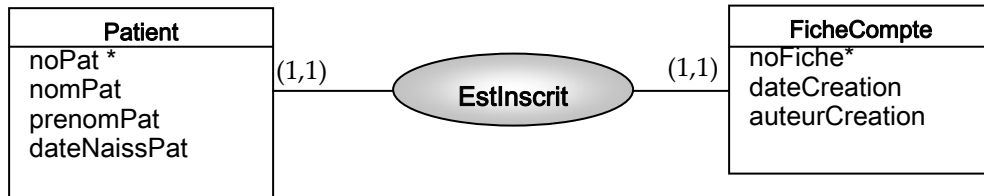
Inconvénients :

Le regroupement des attributs dans une seule Entité implique des attributs qui ne sont sémantiquement directement liés. Par exemple, la date de naissance d'un patient n'est pas un attribut propre de la fiche comptable, mais plutôt de la personne. Supposons que le patient ayant pris un rendez-vous et que sa fiche soit créée à ce moment, cela suppose que cette fiche sera détruite si la personne ne respecte pas son rendez-vous. Un oubli de suppression fausserait les résultats à une requête pour connaître le nombre de patients ayant été l'objet d'une facturation calculé à partir des fiches comptables.

Avantages :

En accédant à une fiche, tous les renseignements sont disponibles dans la même fiche, sans nécessité de faire une jointure. La recherche de la fiche d'un seul patient sera plus rapide.

En interdisant l'indicateur d'absence de valeur pour tous les attributs, si une personne ne fournit pas tous les renseignements, aucun rendez-vous ne pourra lui être consenti.

Avec deux Entités :**Réponse :**

Dans ce cas-ci, les attributs pertinents sont regroupés conformément à la sémantique. Ainsi, la date naissance a trait au patient et le numéro de la fiche à la fiche.

Avantages :

Un patient doit avoir une seule fiche comptable dans le système. Un patient qui ne vient pas à son rendez-vous ne pourra être stocké dans la base. Il sera considéré comme un patient inconnu. Par la suite, aucun moyen de le relancer afin qu'il devienne un client de la clinique !

Faire la liste des patients nés à une date est très rapide, car le nombre des entités stockées dans chaque page physique est plus grand que dans le cas précédent. Pourquoi?

L'évolution du schéma est plus facile avec cette structure. En effet, si la cardinalité est modifiée pour autoriser plusieurs fiches par patient, il n'y a pas lieu de réorganiser la base et de recharger les données. De plus, si au cours du cycle de vie de la base, il devient admissible d'avoir un patient sans fiche, le changement se fait plus facilement qu'avec la structure à une seule Entité.

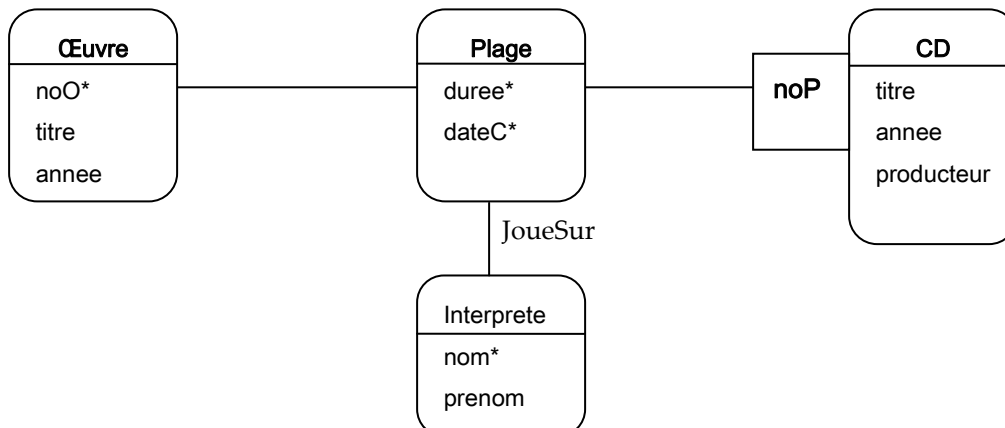
Inconvénients :

Pour lister les patients traités par un médecin, il faut faire une jointure ce qui risque d'être plus long que dans le cas précédent.

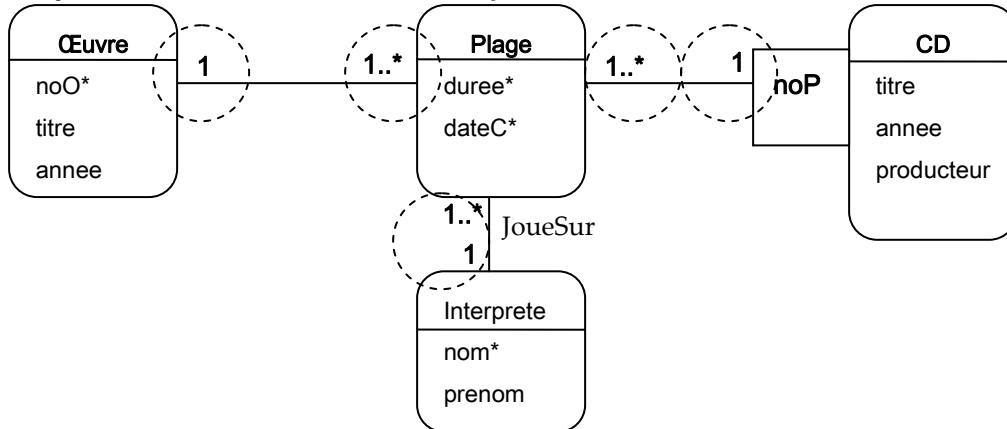
15- Voici le squelette du MCD pour la gestion des œuvres musicales d'une bibliothèque spécialisée. Les œuvres sont conservées sur CD et enregistrées sur des plages (groupe de pistes du CD) indexées. Chaque plage d'un CD contient une œuvre et une seule, mais une œuvre peut s'étendre sur plusieurs plages. Pour chaque plage, on enregistre l'interprète de l'œuvre. (Source : P. Rigaux, BD, CNAM, Paris 2002).

15.1 Complétez le MCD ci-dessous en ajoutant les contraintes structurelles appropriées du formalisme UML. Dans l'énoncé, les contraintes de multiplicité en caractères gras sont absentes.

Réponse :

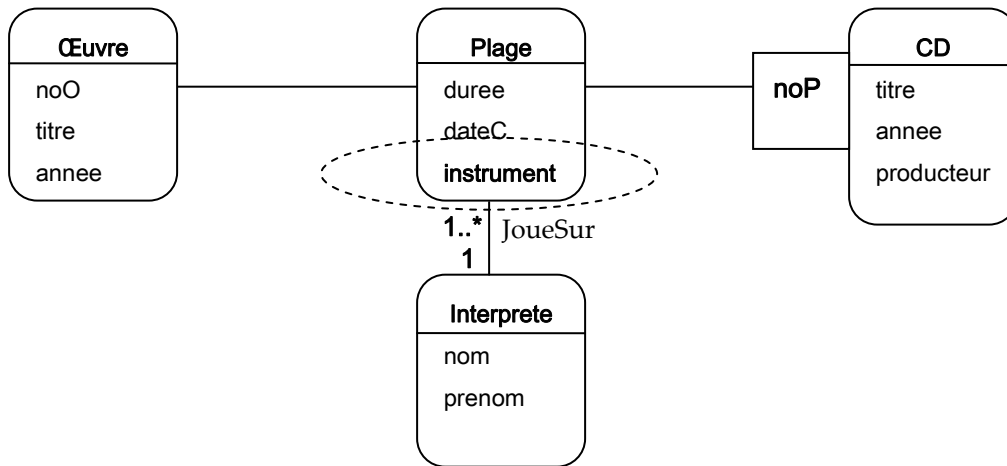


Réponse :
 Voir les ajouts des cardinalité encadrés en pointillé.



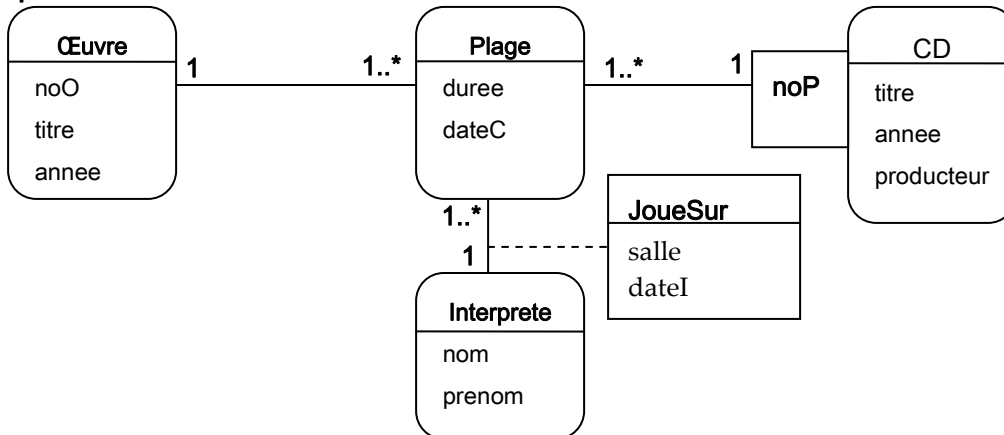
15.2 En supposant que chaque interprète utilise un instrument et un seul sur une plage du CD, indiquez comment inclure l'attribut instrument dans le modèle obtenu en 1.1.

Réponse :



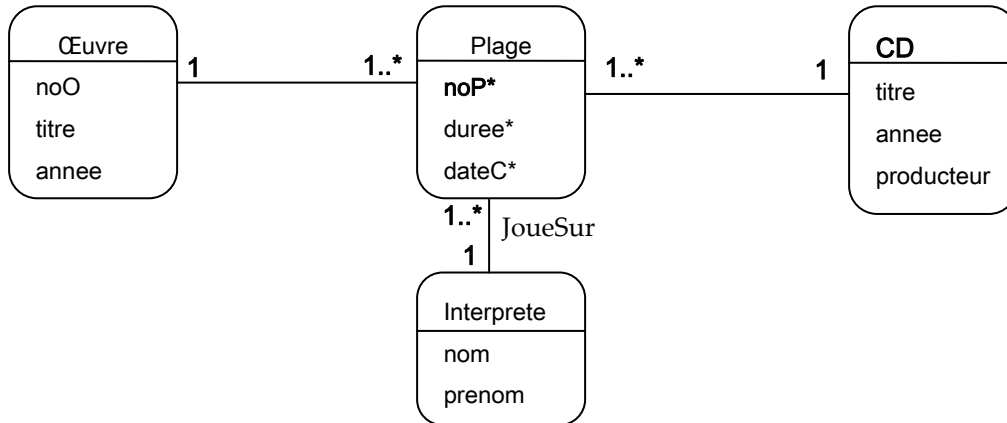
15.3 Transformez la classe association JoueSur du MCD initial en Entité pour représenter le fait qu'un interprète peut enregistrer les plages de musique d'une même œuvre dans des salles de concerts différentes et à des dates différentes. Complétez le nouveau modèle en fournissant la multiplicité des associations.

Réponse :



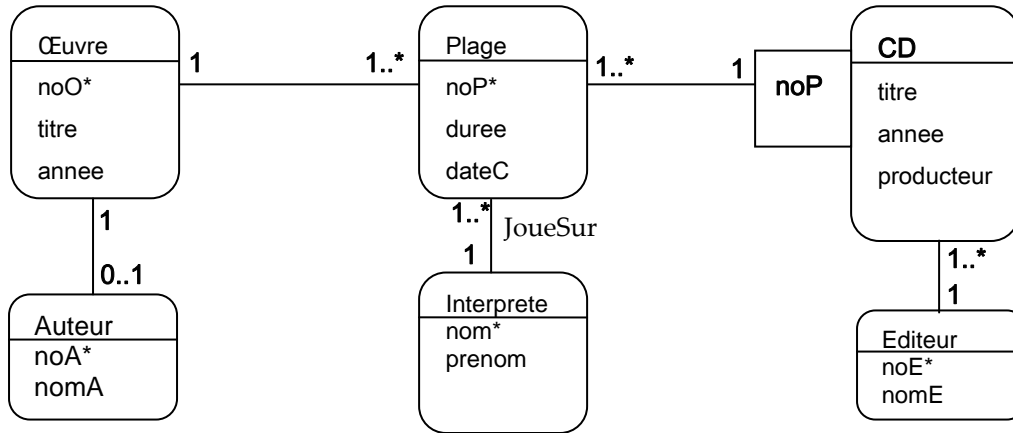
15.4 Transformez s'il y a lieu le diagramme de classe initial pour n'avoir que des classes fortes.

Réponse :



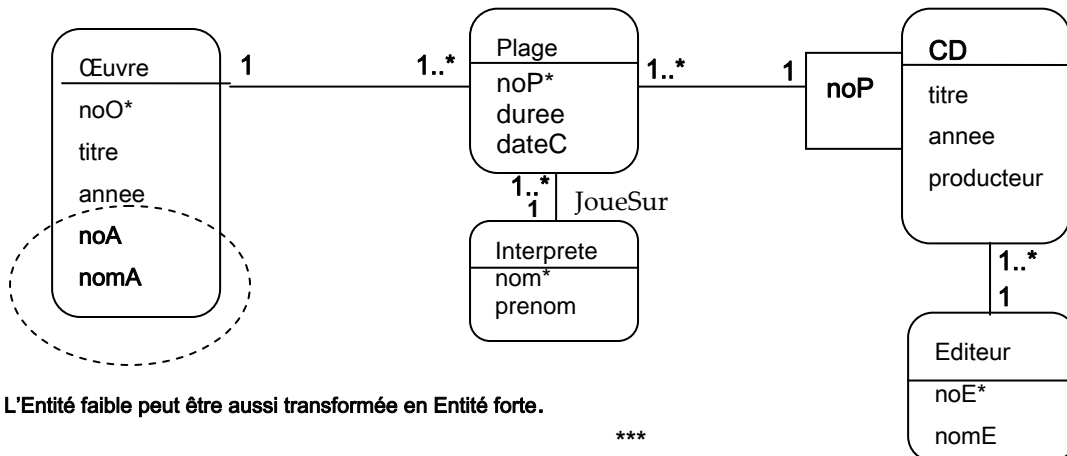
15.5 Ajoutez au MCD initial (Voir le MCD de la question 1.1) les classes Auteur et Editeur d'un CD. Un disque CD n'a qu'un éditeur. Une œuvre a un seul auteur qui peut être connu ou inconnu. Compléter le MCD avec toutes ses multiplicités. D'autre part, un auteur est représenté dans la base s'il a réalisé une œuvre. L'auteur et l'éditeur ont un numéro et un nom.

Réponse :



15.6 Sachant que les nulls sont tolérés dans le modèle, simplifiez le modèle obtenu en 1.5.

Réponse : l'association 1-1 est enlevée et les attributs sont intégrés dans la classe Œuvre. Les attributs d'un auteur sont spécifiés comme pouvant avoir l'indicateur null.



L'Entité faible peut être aussi transformée en Entité forte.
