

VI. LE MODÈLE E/A

1. Généralités

E/A = abréviation du terme *Entité-Association* (terminologie anglo-saxonne : E/R, *Entity-Relationship*).

Résulte des travaux de BACHMAN, CHEN, TARDIEU.

La méthode MERISE fait appel aux principes de base de ce modèle.

Essentiellement utilisé pour la phase de conception initiale.

Mise en œuvre de la base de données \Rightarrow transformation du schéma E/A en un schéma logique de SGBD.

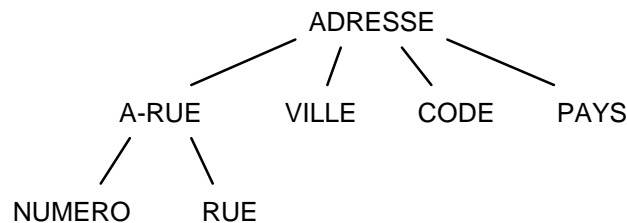
Extension \Rightarrow modèle EER (*Extended Entity Relationship*).

2. Concepts du modèle de base

a) Entités et attributs

- *Entité* = objet concret ou abstrait de l'univers du discours (ex. voiture).
- *Attribut* = propriété de l'entité (ex. couleur d'une voiture).
- *Attribut simple* = non divisible (ex. âge).
- *Attribut composé* = subdivisé en attributs simples sous forme d'une hiérarchie (ex. adresse postale = rue + code postal + ville + pays).
- *Attribut monovalué* = qui a une seule valeur.
- *Attribut multivalué* = qui a plusieurs valeurs (Possibilité d'imbriquer composition et multivaluation \Rightarrow objets complexes).
- *Attribut dérivé* = dont la valeur est calculée (ex. prix T.T.C. à partir du prix H.T.).

- Valeur *nulle* = lorsque la valeur de l'attribut n'est pas connue.
- *Domaine* = ensemble de valeurs que peut prendre un attribut (ex. prix = de 1 à 10 F).



Exemple d'attribut composé

b) Type et occurrence

Type d'entité, *type* d'attribut (ex. entier, chaîne de caractères...).

Occurrence d'un type d'entité : réalisation particulière d'une entité.

Ex. 'Safrane' comme occurrence de l'entité 'voiture'.

Occurrence d'attribut : valeur particulière d'un attribut.

Ex. 'Bleu' comme occurrence de l'attribut 'couleur'.

c) Identifieurs et descripteurs d'un type

Identifieurs = caractérisent d'une façon unique les occurrences d'un type.

Ex. Numéro d'immatriculation pour une voiture.

Descripteurs = décrivent une occurrence (valeurs des attributs pour cette occurrence).

Entité *forte* = possède un identifieur interne propre.

Entité *faible* = son existence est définie à travers les identifieurs (appelés encore identifieurs externes) d'une ou plusieurs entités "parentes".

d) Associations

Association = liaison perçue entre des entités.

Notions de *type* et d'*occurrence* d'association :

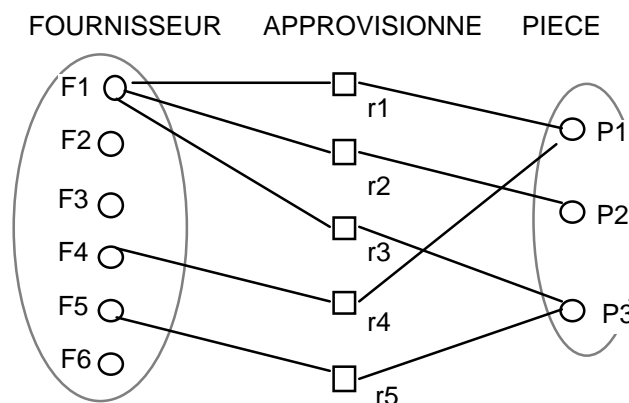
Type d'association R entre n types d'entités E_1, E_2, \dots, E_n :

- ensemble d'occurrences d'associations r_i
- chaque r_i est un tuple d'entités (e_1, e_2, \dots, e_n)
- chaque e_j de r_i est une occurrence du type E_j
- R est un sous-ensemble du produit cartésien $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$

Chacun des types E_1, E_2, \dots, E_n est dit *participant* dans le type de relation R.

Chaque entité e_1, e_2, \dots, e_n est dite *participante* dans l'occurrence r_i .

Plusieurs types participants peuvent être confondus.



Les différentes occurrences d'une association APPROVISIONNE

Degré d'un type d'association = nombre de types participants.

Les associations binaires (de degré 2) sont le plus souvent utilisées. L'identifiant d'une d'association est en général obtenu par juxtaposition des identifiants des entités participantes.

Ex. Association binaire APPROVISIONNE, sous forme relationnelle :
APPROVISIONNE (NOF, NOP)

Les associations en tant qu'attributs :

Il est possible de considérer un type d'association comme un type d'attribut.

Ex. Type d'association TRAVAILLE sur les types participants SERVICE et EMPLOYE.

1^{ère} solution : attribut multivalué EMPLOYE du type d'entité SERVICE.

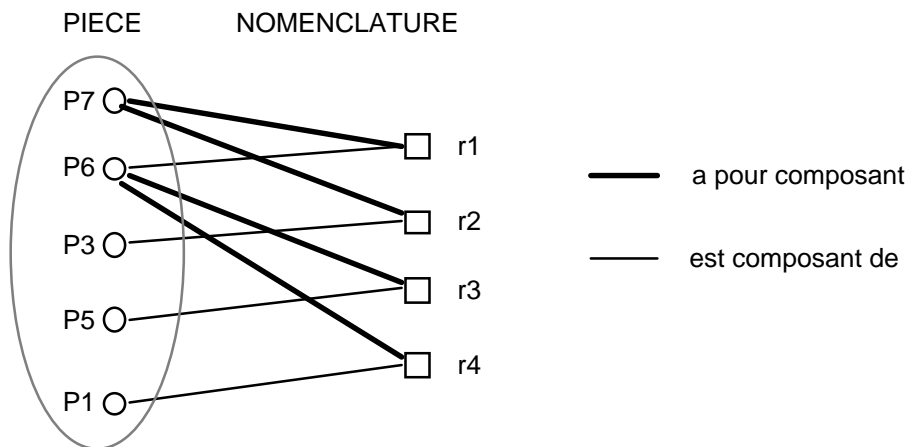
2^{ème} solution : attribut monovalué SERVICE du type d'entité EMPLOYE.

Associations récursives et rôles :

Rôle = fonction de chaque type d'entité participant dans un type d'association.

Un *nom de rôle* est obligatoire pour un type d'association faisant intervenir des types participants identiques.

Association *récursive* = lorsqu'une même occurrence d'entité peut jouer plusieurs rôles dans le même type d'association.



Une association récursive NOMENCLATURE

Cardinalités des types d'entités :

Cardinalité minimale (maximale) = nombre minimal (maximal) d'implications d'une occurrence du type d'entité dans des occurrences du type d'association.

Association *totale* pour un type participant = chaque occurrence de ce type doit participer à une occurrence du type d'association (cardinalité minimale = 1). Sinon, l'association est *partielle*.

La participation des entités est dite *obligatoire (optionnelle)*.

Attributs des types d'associations :

Il est possible de caractériser les types d'associations par des attributs.

Tout attribut d'un type d'association 1-1 est aussi attribut de l'un quelconque des types participants.

Tout attribut d'un type d'association 1-N est aussi attribut du type qui ne participe qu'une fois au plus dans l'association.

La notion d'attribut d'association n'est vraiment utile que pour les associations M-N.

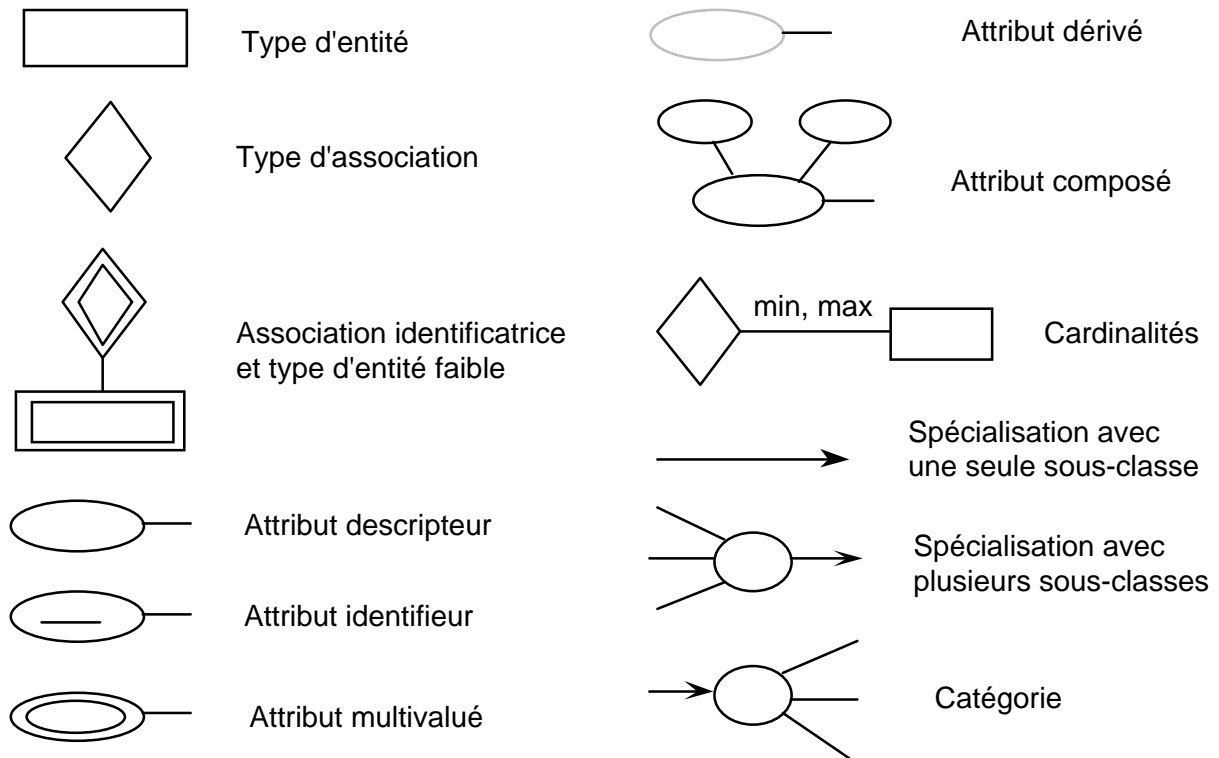
Ex. L'association APPROVISIONNE (NOF, NOP, QUANTITE).

Type d'entité faible et association identificatrice :

Les occurrences d'un *type faible* sont identifiées par l'intermédiaire d'une association (*association identificatrice*) par des entités d'un autre type (*propriétaire identifiant*). Le type faible doit avoir une participation totale dans l'association identificatrice.

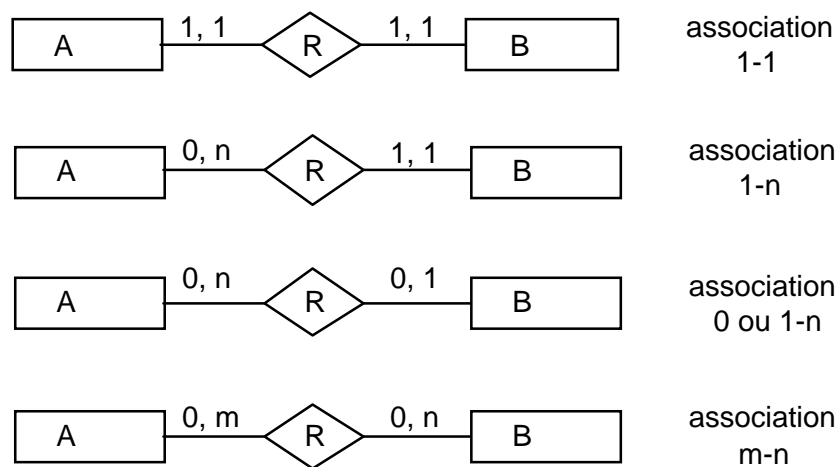
3. Diagrammes E/A

a) Représentation graphique des concepts du modèle

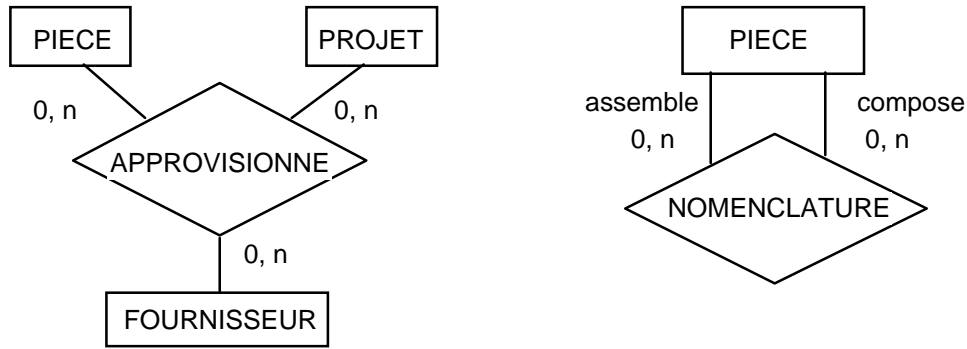


Représentation graphique des différents concepts du modèle

b) Exemples d'associations



Représentation des associations usuelles



Association ternaire – Association récursive

4. Normalisation par dépendances fonctionnelles

Soient A et B deux types d'entités, d'attributs ou d'associations.

B dépend fonctionnellement de A (notation : note $A \rightarrow B$)

⇔ c'est toujours la même occurrence de B qui est définie pour une occurrence de A.

B dépend fonctionnellement de A et C (notation : $A, C \rightarrow B$)

⇔ c'est toujours la même occurrence de B qui est définie pour un couple donné d'occurrences de A et C.

Exemple :

- EMPLOYE \rightarrow Nss
- EMPLOYE \rightarrow Nom
- EMPLOYE \rightarrow ENTREPRISE
- EMPLOYE \rightarrow No-insee
- EMPLOYE \rightarrow CONTRAT

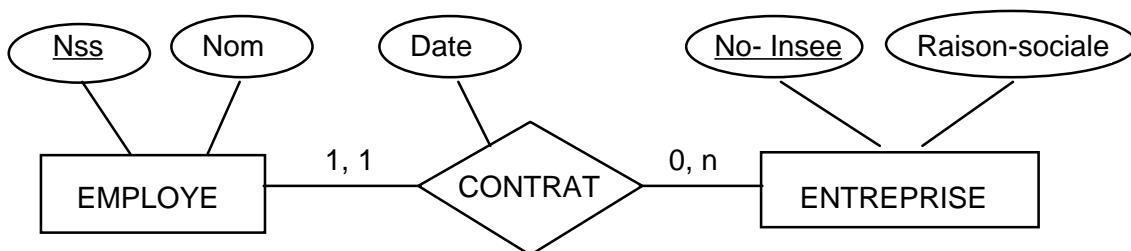
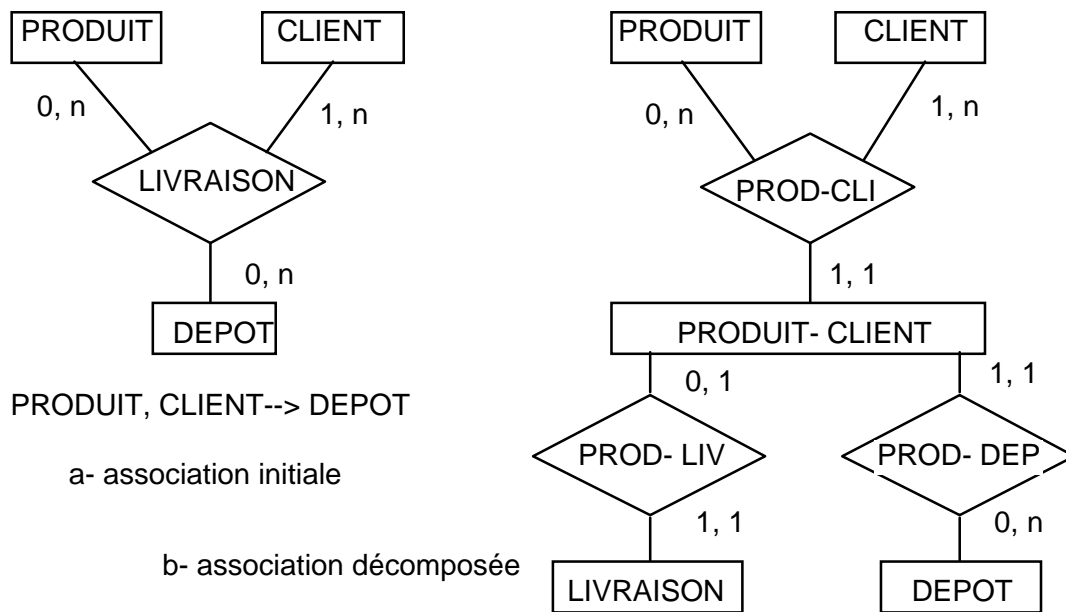


Schéma incluant des dépendances fonctionnelles implicites

Cardinalités 0,1 ou 1,1 \Rightarrow dépendances fonctionnelles (DF) appelées encore *dépendances implicites*.

Tout schéma comprenant des dépendances fonctionnelles explicites peut être transformé en un schéma intégrant des dépendances fonctionnelles implicites.



Transformation pour rendre implicite des dépendances fonctionnelles

5. Concepts du modèle E/A étendu

a) Sous-classe et superclasse

- *Classe* = ensemble d'entités (le plus souvent du même type).
- *Sous-classe* = classe dont les entités constituent un sous-ensemble d'une autre classe appelée *superclasse*.
- *Association EST-UN (IS-A)* : association liant sous-classe et superclasse (héritage).
- Toute occurrence d'une sous-classe représente la même entité du monde réel que l'occurrence associée de la superclasse, mais dans un rôle spécifique.

b) Héritage

Une occurrence d'une sous-classe possède tous les attributs caractéristiques de l'occurrence correspondante de la superclasse. On dit qu'elle *hérite* des attributs de la superclasse. Elle hérite aussi des instances des associations auxquelles participe la superclasse.

En plus des propriétés héritées, une occurrence d'une sous-classe peut posséder des propriétés spécifiques et intervenir dans des associations spécifiques.

Spécialisation :

Soit un ensemble de sous-classes $Z = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ qui ont la même superclasse G .

G est appelée *type d'entité généralisée*, ou *superclasse de la spécialisation*, ou *généralisation des sous-classes* $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$.

Z est dite *totale* si $\cup S_i = G$ et *partielle* sinon (contrainte de couverture).

Z est dite *disjointe* si $S_i \cap S_j = \emptyset$ pour $i \neq j$ et *superposée* sinon (contrainte de disjonction).

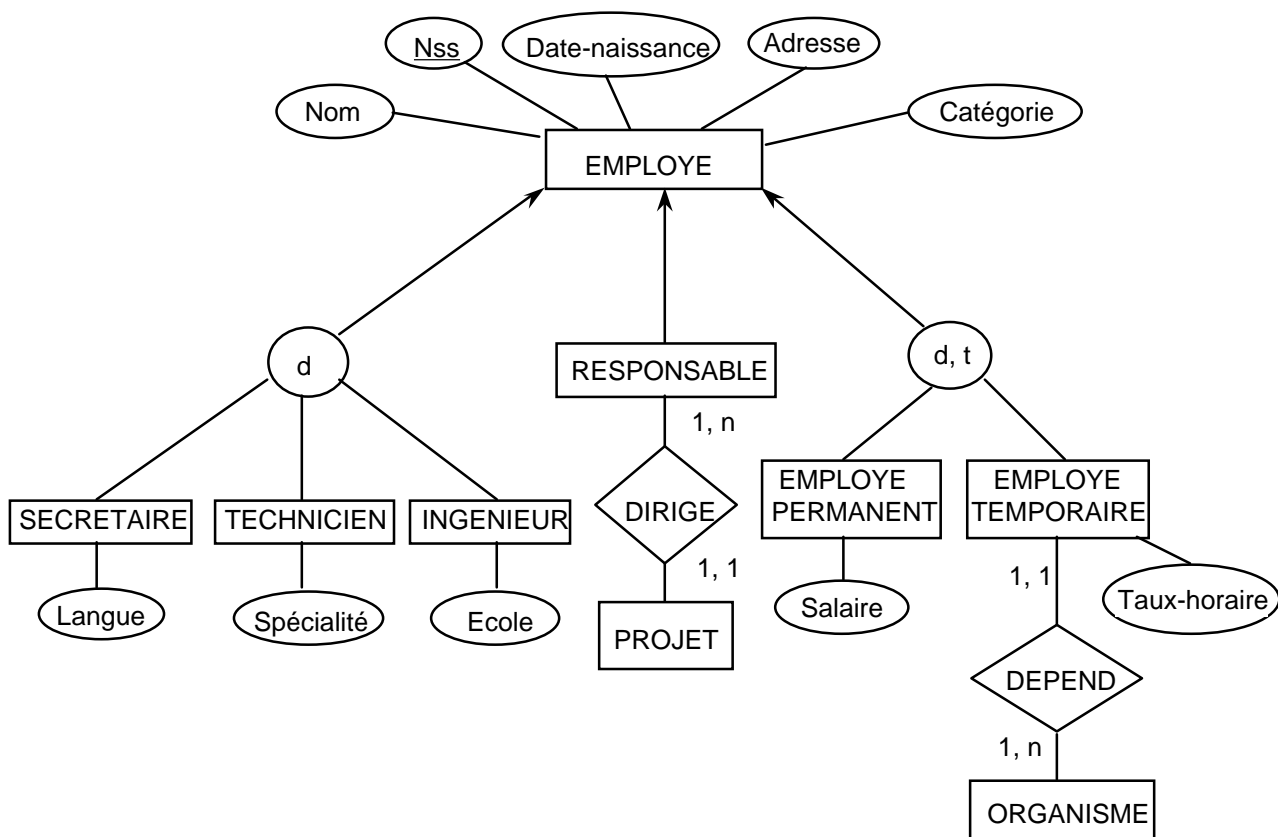
Les contraintes de couverture et de disjonction sont indépendantes. Il existe donc quatre types de spécialisations :

- disjointe et totale,
- disjointe et partielle,
- superposée et totale,
- superposée et partielle.

La représentation graphique se fait par l'intermédiaire d'une étoile à plusieurs branches (**d** indique une spécialisation disjointe, **t** indique une spécialisation totale).

Intérêts de la spécialisation :

- certains attributs ne sont applicables qu'à certaines entités ;
- certains types d'associations ne font intervenir que les entités d'une sous-classe.



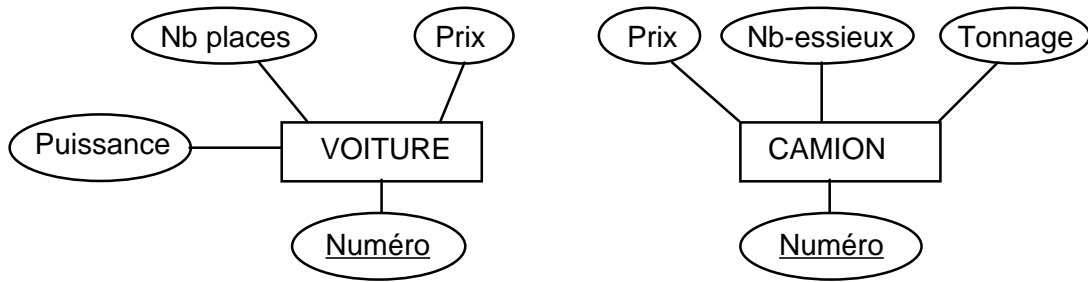
Diverses spécialisations sur un même type

Généralisation :

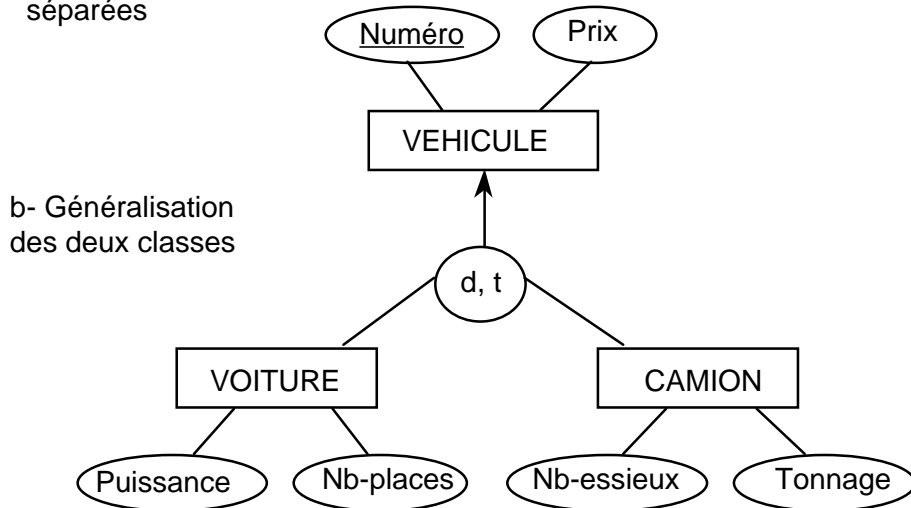
C'est le processus inverse de celui de la spécialisation : on cherche à rassembler dans une même classe des types d'entités qui ont des propriétés communes.

Règles d'insertion et de suppression :

- La suppression d'une entité dans une superclasse implique sa suppression dans toutes les sous-classes auxquelles elle appartient.
- L'insertion d'une entité dans une superclasse implique son insertion dans toute sous-classe définie par prédicat, chaque fois que le prédicat est vrai.
- L'insertion d'une entité dans une superclasse d'une spécialisation totale implique l'insertion de cette entité dans au moins une sous-classe de la spécialisation.



a- Deux classes séparées



b- Généralisation des deux classes

Généralisation de deux classes

Hierarchies et treillis de spécialisations :

Une sous-classe peut elle-même faire l'objet d'une spécialisation \Rightarrow *hiérarchies* ou *treillis* de spécialisation à plusieurs niveaux.

Treillis = une sous-classe est partagée entre plusieurs superclasses.

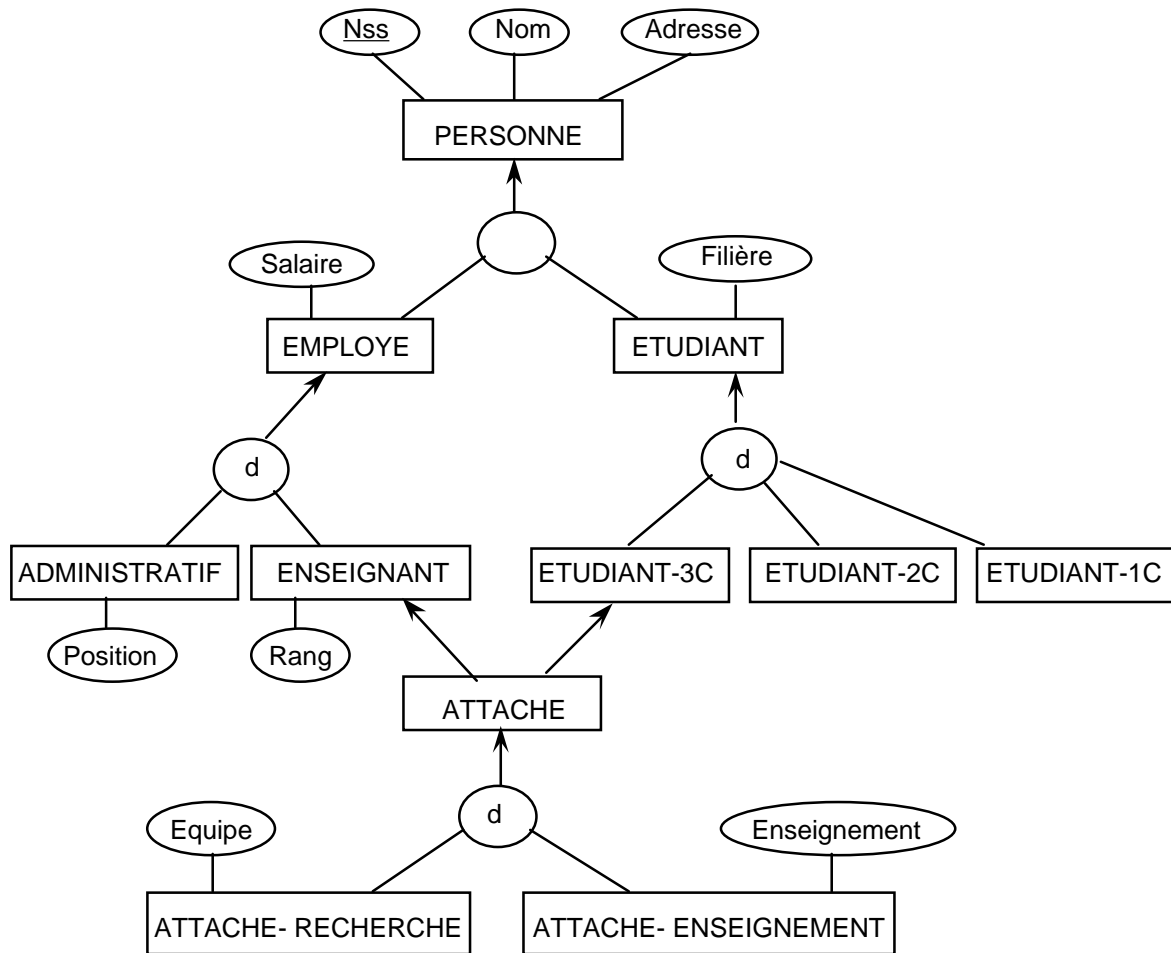
Une sous-classe hérite de tous ses ascendants.

Conception ascendante ou descendante :

Processus de spécialisation : le type d'entité le plus général est d'abord caractérisé (conception descendante).

Processus de généralisation : les types d'entités les plus particuliers sont d'abord caractérisés (conception ascendante).

En pratique les deux processus sont souvent combinés.



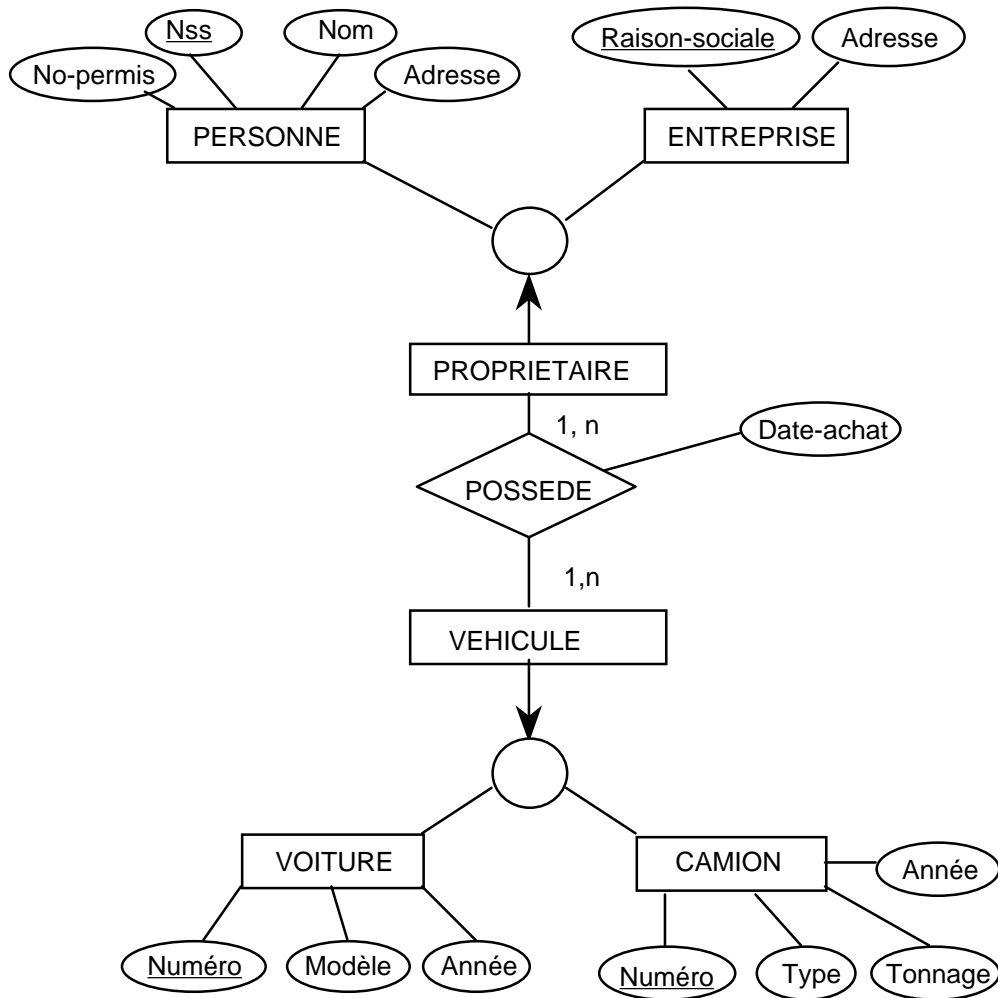
Un treillis de spécialisation

Catégorie :

Catégorie = sous-ensemble de l'union des superclasses correspondant à des types disjoints. Une occurrence doit exister dans au moins l'une des superclasses.

Différence avec une sous-classe partagée = une occurrence doit obligatoirement appartenir à toutes les superclasses.

Catégorie totale = chaque entité d'une superclasse est aussi occurrence de la sous-classe (sa sémantique est alors identique à une spécialisation ou à une généralisation).



Deux catégories PROPRIETAIRE et VEHICULE

6. Modélisation avec E/A

a) Processus de modélisation

- 1) Reconnaissance des types d'attributs et des types d'entités.
- 2) Reconnaissance des spécialisations et des catégories.
- 3) Reconnaissance des types d'associations.
- 4) Vérification du schéma : chaque occurrence d'un type d'entité ou d'un type d'association ne fait intervenir que les valeurs prévues pour les types d'attributs ; chaque occurrence d'un type d'entité respecte les cardinalités annoncées.

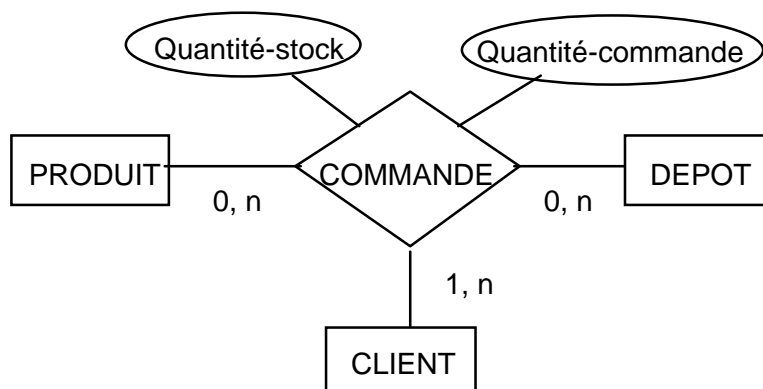
- 5) Normalisation : un attribut d'un type d'association ne doit pas caractériser un sous-ensemble de cette association.
- 6) Décomposition : un type d'association de dimension n peut être décomposé en plusieurs types d'associations de dimensions plus petites sans perte de sémantique en utilisant les dépendances fonctionnelles.
- 7) Simplification : un type d'association apparaissant comme résultat d'une composition peut être supprimé.

b) Règles de séparation entre types d'attributs et types d'entités

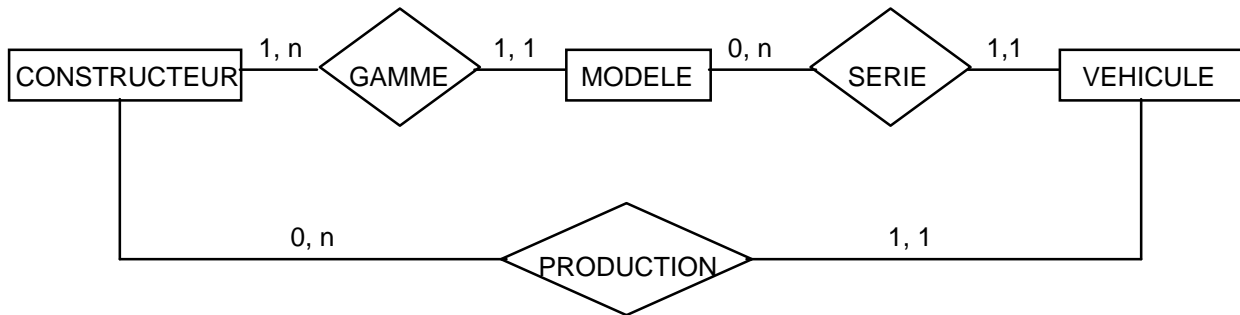
Règle 1 : Les entités possèdent des informations descriptives et les attributs n'en possèdent pas. Si l'objet ne possède qu'un seul descripteur il doit à priori être considéré comme un attribut.

Règle 2 : Les attributs doivent être attachés aux entités qu'ils décrivent le mieux. Par exemple l'attribut BATIMENT caractérise mieux un SERVICE plutôt qu'un EMPLOYE.

Règle 3 : Il faut éviter le plus possible les identifiants composés. Généralement les identifiants composés se rapportent à des associations plutôt qu'à des entités.



Exemple de schéma non normalisé



Exemple de schéma avec association redondante

(PRODUCTION = GAMME x SERIE)

La simplification n'est pas obligatoire (pour offrir une plus grande souplesse dans la manipulation des données).

Il est possible d'automatiser partiellement le processus de conception, grâce à :

- l'analyse des dépendances fonctionnelles,
- la mise en évidence des identifiants et des types.

7. Traduction du modèle E/A en modèle logique

a) Traduction vers le modèle relationnel

- 1) Traduire chaque type d'entité S en une relation. Seuls les attributs simples des attributs composés sont inclus.
- 2) Traduire chaque type d'entité faible en une relation. La clé primaire est la concaténation de la clé partielle de l'entité avec les clés primaires des entités propriétaires dans l'association identificatrice.
- 3) Chaque association binaire 1-1 entre deux types d'entités S et T est prise en compte en incluant la clé primaire de l'une des relations S et T comme clé étrangère dans l'autre relation. Il est préférable de choisir le type d'entité dont la participation est totale dans l'association.
- 4) Une autre solution consiste à rassembler S et T dans une seule relation.
- 5) Chaque association binaire 1-N entre S et T où S est le type dont la cardinalité maximale est 1, est prise en compte en incluant la clé primaire de T comme clé

étrangère dans la relation S.

- 6) Pour chaque association binaire M-N entre S et T, créer une nouvelle relation R dont la clé primaire est la concaténation des clés primaires de S et T. Les attributs de R sont insérés dans R.
- 7) Pour chaque attribut multivalué A d'un type d'entité S, créer une nouvelle relation dont la clé primaire est la juxtaposition de A et de la clé primaire de S.
- 8) Pour chaque association de degré $n > 2$, créer une nouvelle relation R dont la clé primaire est la juxtaposition des clés primaires de tous les types d'entité participants. Cependant si l'un de ces types a une cardinalité maximale égale à 1, alors la clé primaire de R est la clé primaire de ce type.
- 9) Pour toute association récursive 1-N sur le type d'entité S, créer une nouvelle relation dont la clé primaire est constituée par un attribut prenant ses valeurs sur la clé primaire de S et représentant le rôle dont la cardinalité maximale est 1.
- 10) Pour toute association récursive M-N sur le type d'entité S créer une nouvelle relation dont la clé primaire est constituée par la juxtaposition de deux attributs représentant les deux rôles de l'association. Chacun des deux attributs prend ses valeurs dans le domaine de la clé primaire de S.

10a- Créer trois relations A, B, C ayant pour clé primaire, la clé primaire de S.

10b- (pour une spécialisation disjointe) Créer une seule relation R rassemblant tous les attributs de A, B et C et ayant pour clé primaire, la clé primaire de S. Un dernier attribut, T, indique le type de chaque tuple de R (soit A, soit B, soit C). Pour ce tuple seuls les attributs du type T sont définis, tous les autres prenant une valeur nulle.

10c- (généralisation de 10b pour une spécialisation non disjointe) Créer autant d'attributs de types que de sous-classes dans la spécialisation. Pour un tuple de R, chacun de ces attributs prend la valeur 1 ou la valeur 0 selon que le tuple correspond ou ne correspond pas au type associé.

11) Une spécialisation $Z = \{A, B, C\}$ sur S peut être traduite de trois manières. Pour toute catégorie $S \subseteq (A \cup B \cup C)$, créer une nouvelle relation S et un identifieur K qui servira de clé primaire pour S. Insérer K comme clé étrangère dans chacune des relations associées aux types d'entités supports A, B, C. Si ces types d'entités ont un identifieur commun, alors K peut être remplacé par cet identifieur dans S.

b) Traduction vers le modèle objet

- 1) Traduire chaque type d'entité S en un type d'objet S. Les attributs composés peuvent éventuellement être décrits par un constructeur de tuples ou être insérés dans un type d'objet séparé (référéncé par le type S).

- 2) Traduire chaque type d'entité faible en un type d'objet V. Installer une référence monovaluée vers chaque type propriétaire P, et une référence multivaluée du type P vers le type V.
- 3) Chaque association binaire 1-1 entre deux types d'entités S et T est prise en compte en installant une référence monovaluée du type S vers le type T et du type T vers le type S.
- 4) Chaque association binaire 1-N entre S et T où S est le type dont la cardinalité maximale est 1, est prise en compte en installant une référence monovaluée du type S vers le type T et une référence multivaluée du type T vers le type S.
- 5) Pour chaque association binaire M-N R entre S et T, créer un nouveau type d'objet R. Installer une référence monovaluée du type R vers le type S et une référence multivaluée du type S vers le type R. Faire de même pour T.
- 6) Si l'association R ne possède pas d'attributs, on peut se dispenser de créer le type d'objet R. Installer alors une référence multivaluée entre S et T et vice versa.
- 7) Pour chaque attribut multivalué A d'un type d'entité S, créer un nouveau type d'objet et installer dans S une référence multivaluée vers ce type.
- 8) Pour chaque association R de degré $n > 2$, créer un nouveau type d'objet R. Pour chaque type participant P, installer une référence monovaluée du type R vers le type P et une référence multivaluée du type P vers le type R. Cependant si l'un de ces types a une cardinalité maximale égale à 1, alors la référence du type P vers le type R est monovaluée.
- 9) Pour toute association récursive 1-N sur le type d'entité S, installer une référence monovaluée cyclique et une référence multivaluée cyclique sur le type S.
- 10) Pour toute association récursive M-N R sur le type d'entité S, créer un nouveau type d'objet R. Installer une référence monovaluée du type R vers le type S et une référence multivaluée du type S vers le type R pour chaque rôle du type S.
- 11) Une spécialisation $Z = \{A, B, C\}$ sur S est traduite en créant trois sous-types A, B, C pour le type S. Une catégorie $S \perp (A \cup B \cup C)$ peut être traduite de deux manières.
 - 11a- Déclarer le type S comme sous type sélectif de A, B, C (héritage sélectif nécessaire).
 - 11b- Introduire une référence monovaluée entre le type S et chacun des types A, B, C et vice versa.

c) *Traduction vers le modèle réseau*

- 1) Pour chaque type d'entité, créer un type d'enregistrement. Les attributs composés peuvent être traités par des groupes composés et les attributs multivalués par des groupes répétitifs.
- 2) Pour chaque type d'entité faible, créer un type d'enregistrement et le déclarer comme membre dans un type d'ensemble dont le type propriétaire est l'entité propriétaire. S'il existe plusieurs types d'entités propriétaires, introduire autant de types d'ensembles différents.
- 3) Pour chaque association binaire 1-1 entre les types d'entités S et T, créer un type d'ensemble R ayant l'un des types comme propriétaires (de préférence le type possédant une participation totale dans l'association).
- 4) Autre solution : créer un seul type d'enregistrement pour rassembler tous les attributs de S et T.
- 5) Pour chaque association binaire 1-N entre les types d'entités S et T (S possédant la cardinalité maximale égale à 1), créer un type d'ensemble R ayant le type T comme propriétaire et le type S comme membre.
- 6) Pour chaque association binaire M-N entre les types d'entités S et T, créer un nouveau type d'enregistrement R et l'insérer comme membre dans deux types d'ensembles différents ayant S et T comme propriétaires. Insérer les attributs de l'association dans R.
- 7) Les attributs multivalués peuvent éventuellement être traités comme des associations 1-N.
- 8) Pour chaque association de degré $n > 2$, créer un nouveau type d'enregistrement R et l'insérer comme membre dans autant de types d'ensembles différents qu'il existe de types d'entités participants dans l'association. Chacun de ces types devient propriétaire dans un de ces ensembles.
- 9) Pour chaque association récursive 1-N sur le type d'entité S, créer un nouveau type d'enregistrement R et l'insérer comme membre dans deux types d'ensembles ayant S comme propriétaire. Chaque type d'ensemble correspond à l'un des deux rôles tenus par S dans R. Pour l'un des types les occurrences d'ensemble ne possèdent qu'une seule occurrence membre.
- 10) Traiter chaque association récursive M-N de façon similaire à une association récursive 1-n. Les éventuels attributs de l'association sont insérés dans le nouveau type d'enregistrement R. Une spécialisation $Z = \{A, B, C\}$ sur S peut être traitée de diverses manières comme dans le cas relationnel.

10a- Créer autant de types d'enregistrements que de sous-classes et les insérer comme membre dans autant d'ensembles différents avec S comme propriétaire. Chaque occur-

rence de ces ensembles ne doit contenir qu'une seule occurrence membre.

10b et 10c- Équivalents de la traduction relationnelle.

11) Une catégorie $S \subseteq (A \approx B \approx C)$ peut être traitée de deux manières.

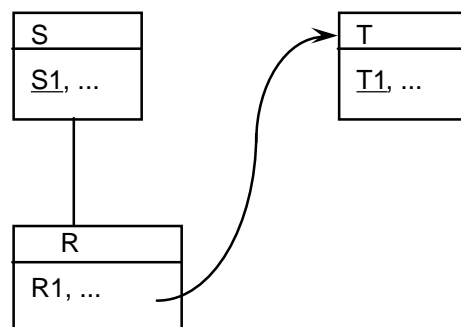
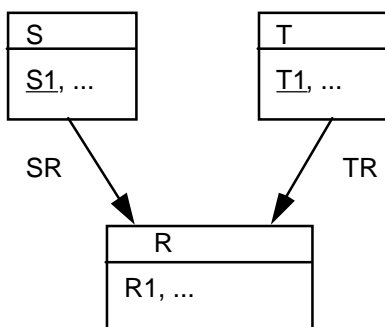
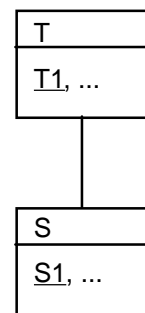
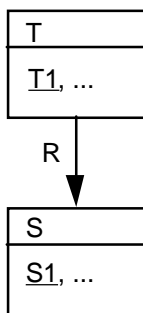
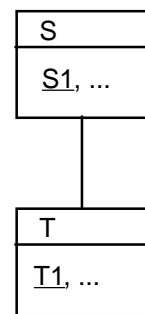
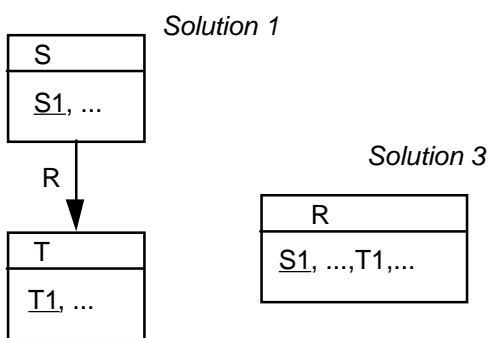
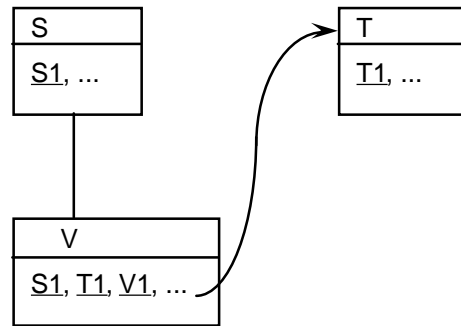
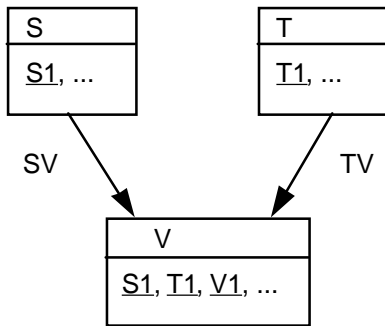
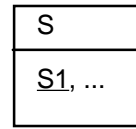
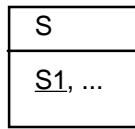
11a- (pour une catégorie disjointe) Insérer les types supports dans un ensemble multi-membre ayant S comme propriétaire.

11b- Rendre chaque type support, propriétaire dans des types d'ensembles différents ayant tous S comme membre.

MODELE ER	MODELE RELATIONNEL	MODELE OBJET
	$S(\underline{S1}, S2, \dots, Si, \dots, Sn)$	
	$S(\underline{S1}, \dots)$ $T(\underline{T1}, \dots)$ $V(\underline{V1}, S1, T1, \dots)$	
	<i>Solution 1</i> $S(\underline{S1}, \dots, T1)$ $T(\underline{T1}, \dots)$ <i>Solution 2</i> $T(\underline{T1}, \dots, S1)$ $S(\underline{S1}, \dots)$ <i>Solution 3</i> $R(\underline{S1}, \dots, T1, \dots)$	
	$S(\underline{S1}, \dots, T1)$ $T(\underline{T1}, \dots)$	
	$S(\underline{S1}, \dots)$ $T(\underline{T1}, \dots)$ $R(\underline{S1}, \underline{T1}, R1, \dots)$	

MODELE RESEAU

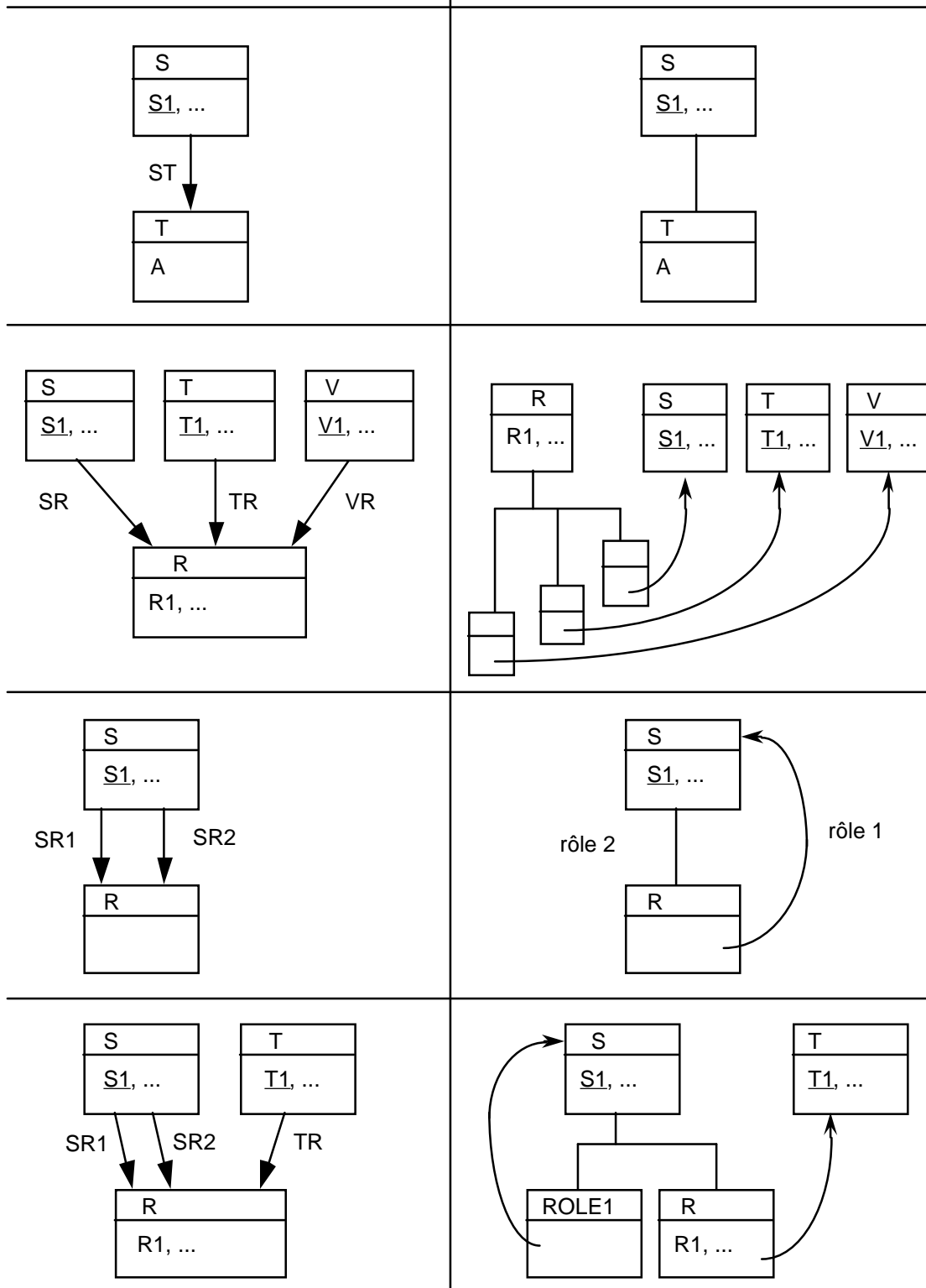
MODELE HIERARCHIQUE

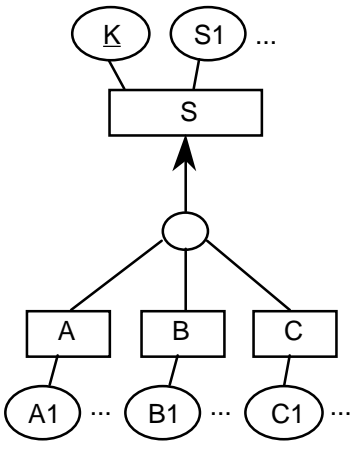
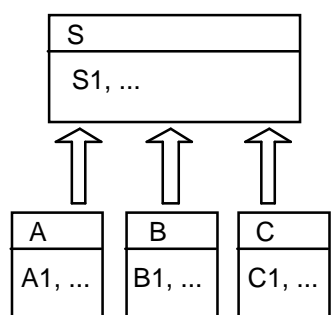
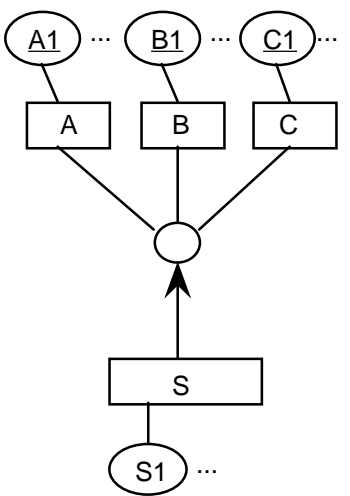
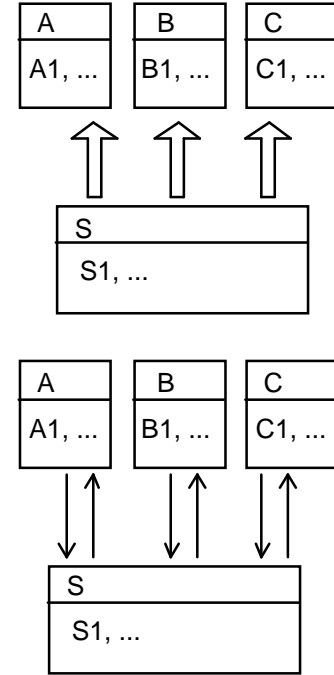


MODELE ER	MODELE RELATIONNEL	MODELE OBJET
	$S(\underline{S1}, \dots)$ $R(\underline{S1}, A)$	
	$S(\underline{S1}, \dots)$ $T(\underline{T1}, \dots)$ $V(\underline{V1}, \dots)$ $R(\underline{V1}, R1, \dots)$	
	$S(\underline{S1}, \dots)$ $R(\underline{S1\text{-rôle1}}, S1\text{-rôle2})$	
	$S(\underline{S1}, \dots)$ $T(\underline{T1}, \dots)$ $R(\underline{S1\text{-rôle1}}, \underline{S1\text{-rôle2}}, \underline{T1}, \dots)$	

MODELE RESEAU

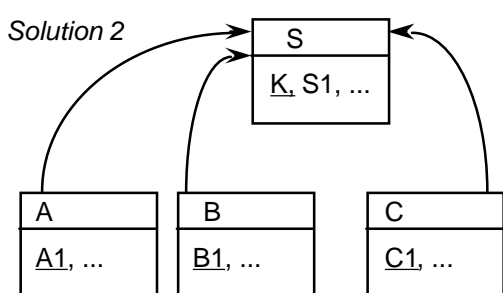
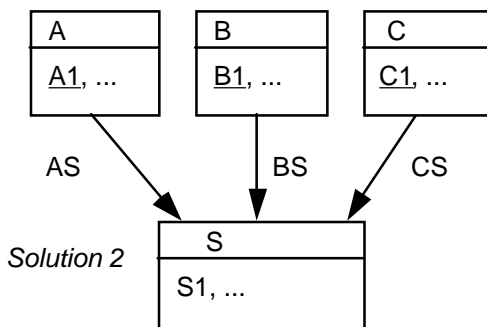
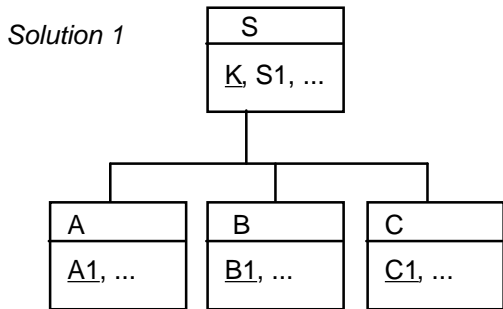
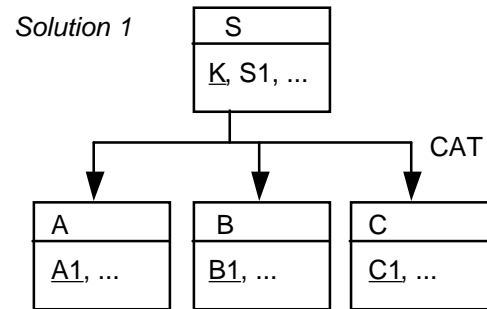
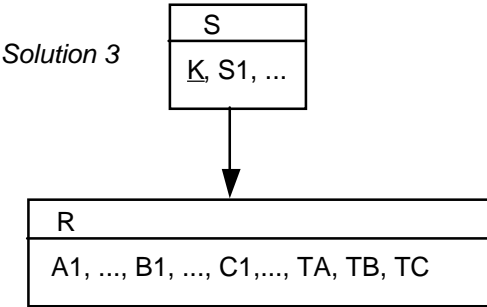
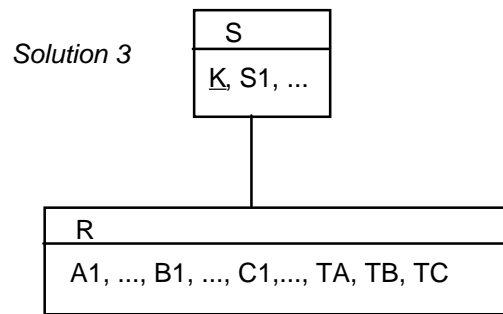
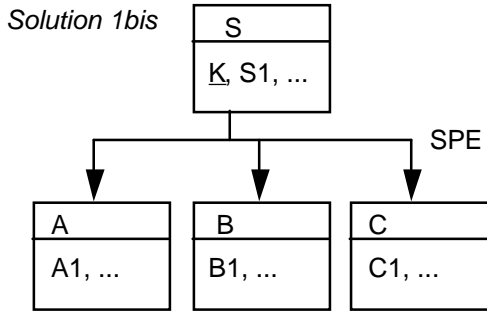
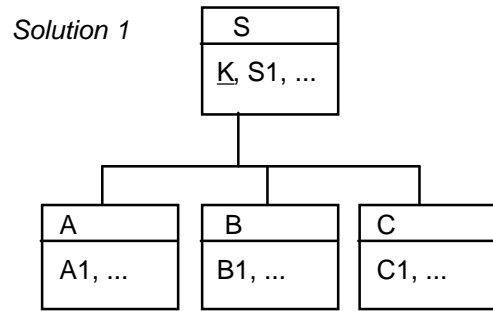
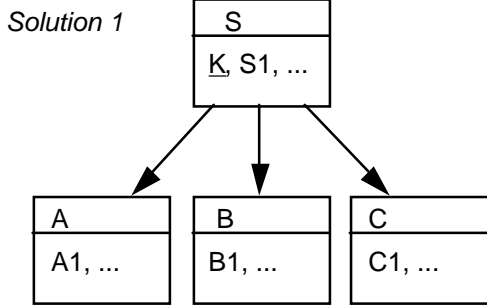
MODELE HIERARCHIQUE



MODELE ER	MODELE RELATIONNEL	MODELE OBJET
	<p><i>Solution 1</i></p> <p>$S(\underline{K}, S1, \dots)$</p> <p>$A(\underline{K}, A1, \dots)$</p> <p>$B(\underline{K}, B1, \dots)$</p> <p>$C(\underline{K}, C1, \dots)$</p> <p><i>Solution 2</i></p> <p>$S(\underline{K}, S1, \dots)$</p> <p>$R(\underline{K}, A1, \dots, B1, \dots, C1, \dots, T)$</p> <p><i>Solution 3</i></p> <p>$S(\underline{K}, S1, \dots)$</p> <p>$R(\underline{K}, A1, \dots, B1, \dots, C1, \dots, TA, TB, TC)$</p>	
	<p>$A(\underline{A1}, \dots, K)$</p> <p>$B(\underline{B1}, \dots, K)$</p> <p>$C(\underline{C1}, \dots, K)$</p> <p>$S(\underline{K}, S1, \dots)$</p>	

MODELE RESEAU

MODELE HIERARCHIQUE



8. Exercices

I. Une compagnie aérienne veut mettre en œuvre une base de données pour gérer ses différents vols.

Un VOL est un parcours aérien caractérisé par un NUMERO, une VILLE-DEPART, une VILLE-ARRIVEE, une HEURE-DEPART, une HEURE-ARRIVEE, une DISTANCE, une FREQUENCE.

Lorsqu'un VOL est programmé pour une DATE déterminée il constitue un DEPART. Un VOL n'est programmé qu'une seule fois dans une journée à l'heure prévue.

Un certain nombre de PASSAGERS peuvent être enregistrés pour un DEPART. Un PASSAGER est caractérisé par son NOM, son ADRESSE, son NO-TELEPHONE.

Un AVION est affecté à chaque DEPART. Un AVION est caractérisé par un NUMERO, un TYPE, une CAPACITE. Un AVION utilise une certaine QUANTITE DE CARBURANT pour accomplir le trajet. Cette dernière dépend des conditions atmosphériques, donc de la DATE.

Un certain nombre de PERSONNELS sont affectés à chaque DEPART. On distingue les personnels navigants des personnels non navigants. Parmi ces derniers on distingue le(s) pilote(s). Un membre du personnel est caractérisé par son NOM, son ADRESSE, son NO-TELEPHONE.

1) On désire utiliser cette base pour produire (entre autres) les listes suivantes :

- passagers enregistrés pour un départ,
- personnels affectés à un départ pour chacune des trois catégories,
- départs programmés pour un vol donné,
- départs assignés à un avion donné pour la semaine à venir,
- caractéristiques du vol correspondant à un départ.

Proposer un modèle conceptuel E/A pour cette base (tous les éléments figurant en majuscules dans l'énoncé doivent être pris en compte).

2) Un VOL peut en fait être constitué de plusieurs tronçons. Par ailleurs on souhaite pouvoir établir pour chaque VILLE les vols au départ et les vols à l'arrivée.

Suggérer une amélioration du modèle précédent pour prendre en compte ces deux aspects.

II. Une entreprise de fabrication et de distribution de matériels possède une usine et plusieurs lieux de stockage/expédition.

Un produit est caractérisé par un numéro (NOP), un libellé (LIB), un prix unitaire (PU).

Chaque produit peut être stocké dans un ou plusieurs dépôts. Un dépôt est caractérisé par un numéro (NOD). Dans chaque dépôt on connaît la quantité en stock de chaque produit (QTS) et la quantité disponible (QTD) (la différence représente la quantité réservée pour des commandes déjà validées mais non livrées).

Un client est déterminé par son numéro (NOCLI), son nom (NOM), son adresse (ADR), le total de son chiffre d'affaire (CA), le taux de réduction (RED). Chaque client est livré à partir d'un dépôt privilégié, ou à partir d'un dépôt de secours en cas de défaillance du premier.

À un client peuvent être associées une ou plusieurs commandes, chacune étant caractérisée par un numéro (NOCOM) et une date (DAC). Une ligne comporte un code produit, une quantité commandée (QTC), un délai de livraison (DEL) et un code livraison (CL) indiquant si la livraison est intervenue.

À chaque commande peuvent être associées une ou plusieurs factures, une facture étant élaborée dès qu'une livraison est intervenue. Une facture est caractérisée par un numéro de facture (NOF), une date (DAP), un montant (MOF). Une facture peut concerner plusieurs produits. Chaque ligne comprend la quantité facturée (QTF) et le montant correspondant (MOP).

Proposer un schéma conceptuel des données avec le modèle E/A.

III. Il s'agit d'établir le schéma conceptuel d'une base de données pour la gestion des formations d'un institut privé. Un cours est caractérisé par un numéro de cours (NO-COURS), un libellé (LIBELLE), une durée en heures (DUREE) et un type (TYPE). Un cours peut faire l'objet dans l'année de plusieurs sessions identiques. Une session est caractérisée par un numéro (NOSES), une date de début (DATE) et un prix (PRIX). Une session est le plus souvent assurée par plusieurs animateurs et est placée sous la responsabilité d'un animateur principal. Un animateur peut intervenir dans plusieurs sessions au cours de l'année. On désire mémoriser le nombre d'heures (NBH) effectué par un animateur pour chaque session. Un animateur est caractérisé par un numéro (NOANI), un nom (NOMA) et une adresse (ADRA). Chaque session est suivie par un certain nombre de participants. Un participant est une personne indépendante ou un employé d'une entreprise cliente. Un participant est caractérisé par un numéro (NOPAR), un nom

(NOMP) et une adresse (ADRP). Dans le cas d'un employé, on enregistre le nom (NOMEN) et l'adresse de l'entreprise (ADREN). On désire pouvoir gérer d'une manière séparée (pour la facturation notamment) les personnes indépendantes d'une part, et les employés d'autre part. Si nécessaire on fera les hypothèses sémantiques complémentaires qui pourraient s'imposer.

Établir un schéma conceptuel E/A pour cette base de données.

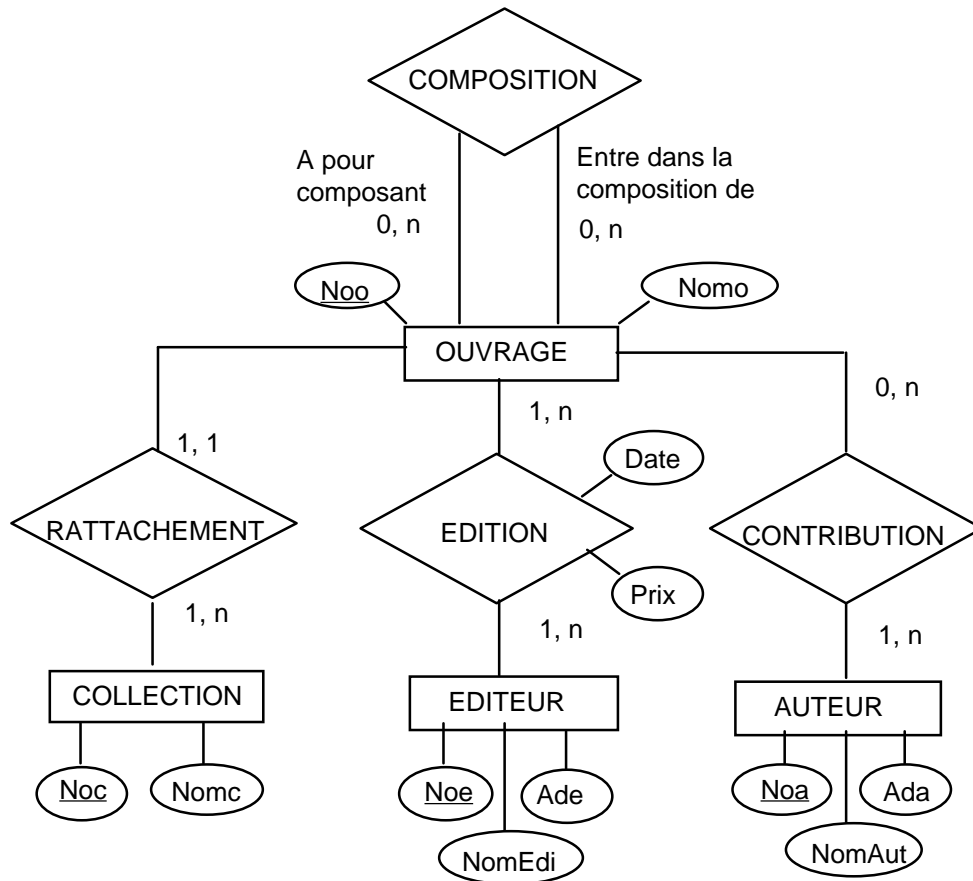
IV. On donne ci-après le schéma E/A d'une base de données pour gérer un ensemble d'ouvrages en vue de leurs éditions. On distingue deux types d'ouvrages: les livres et les revues. Chaque livre a un ou plusieurs auteurs. Une revue est composée de plusieurs articles, chaque article étant géré comme un livre. Une revue n'a pas d'auteur en elle-même: les auteurs sont rattachés directement aux différents articles comme pour les livres.

Les volumes indicatifs sont les suivants: 5 collections, 3000 ouvrages, 1000 auteurs, 3500 contributions, 50 éditeurs, 4000 éditions, 300 compositions (il y a 100 revues comprenant en moyenne 3 articles).

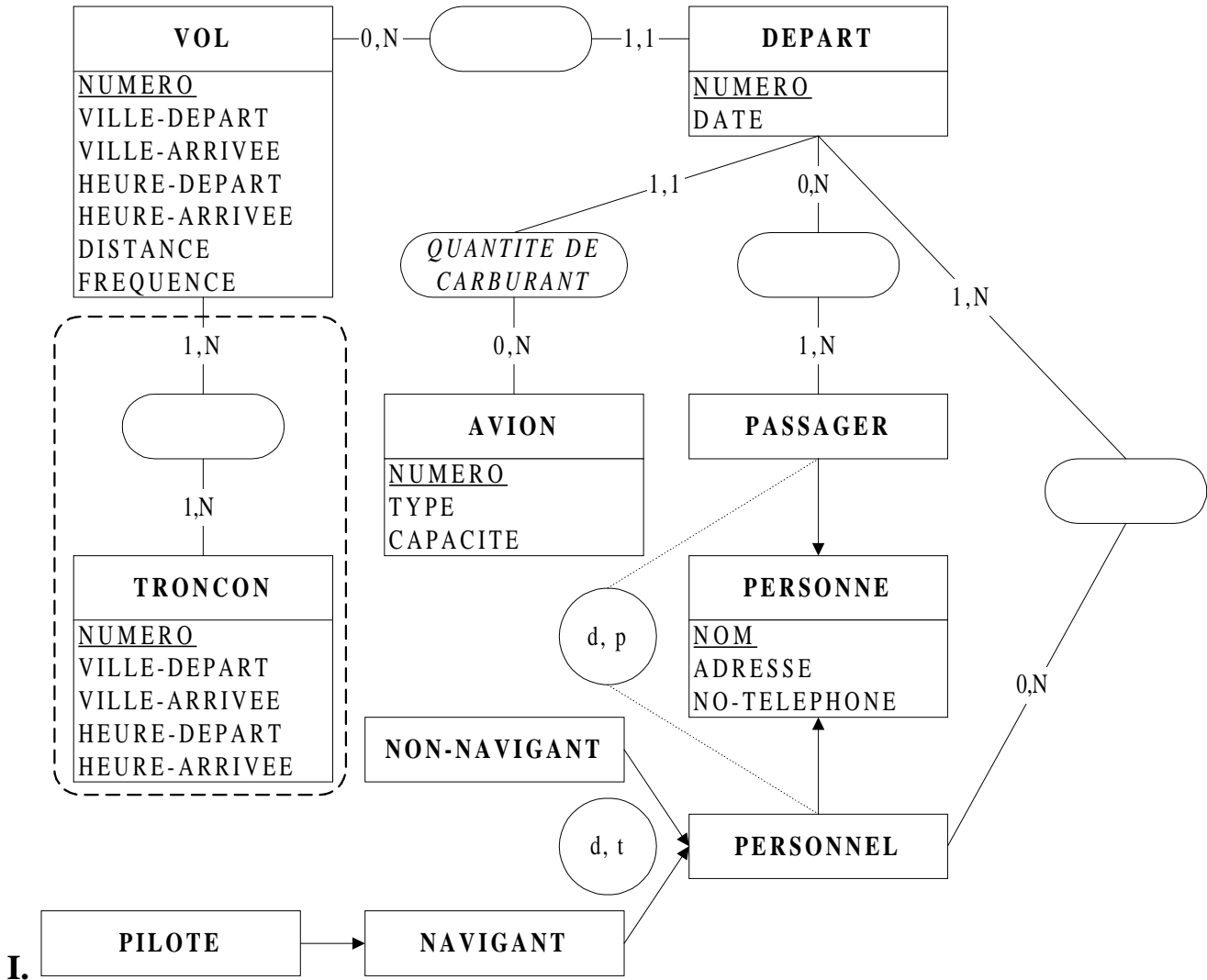
Les requêtes les plus fréquentes qui seront formulées sur cette base sont les suivantes (les nombres entre parenthèses indiquent la fréquence pour la période de référence):

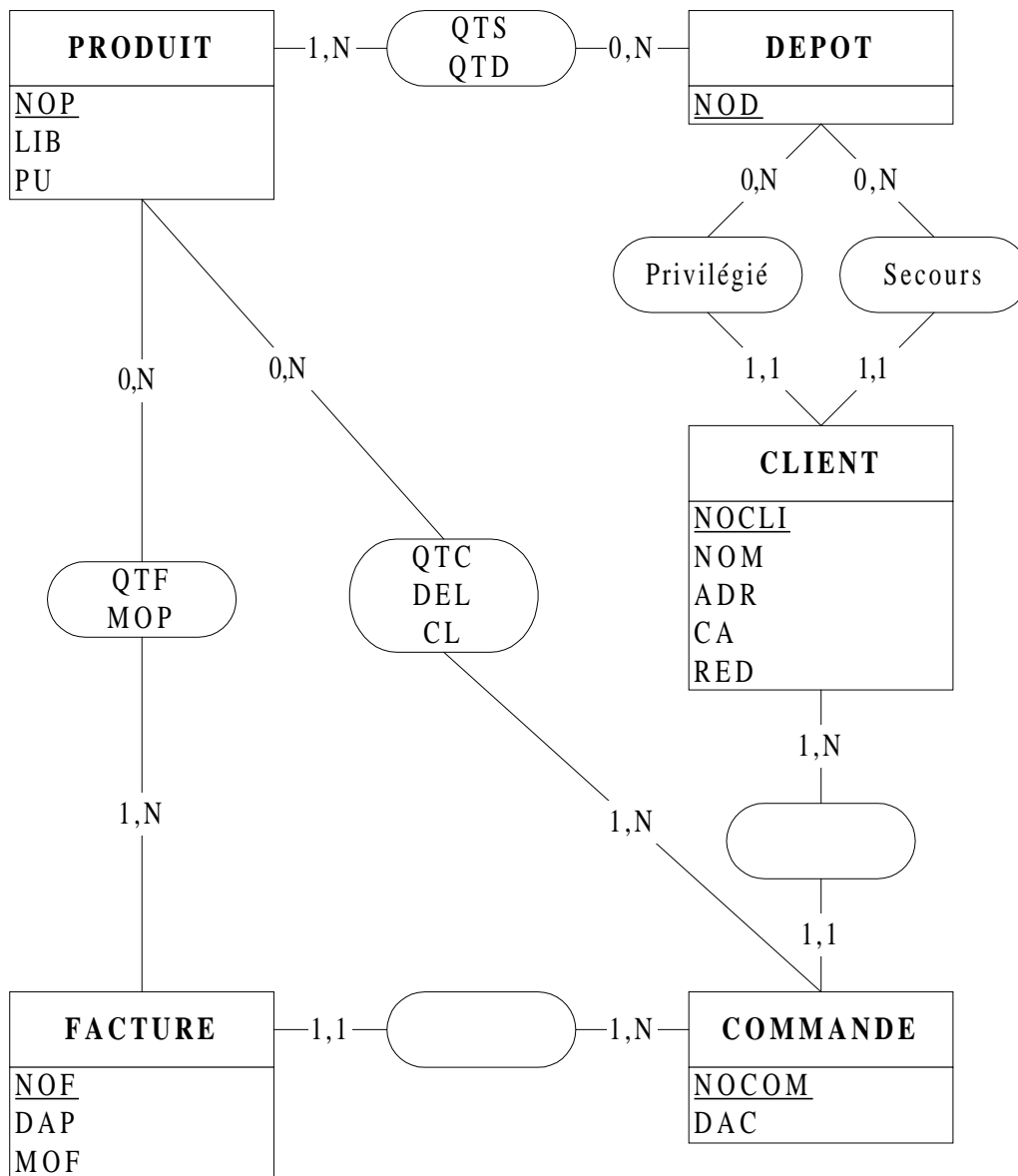
- ouvrages d'un auteur avec leurs éditions (100),
- composition d'une revue (10),
- éditeurs d'un ouvrage (1000).

Proposer une implémentation relationnelle de cette base. On justifiera les choix effectués.

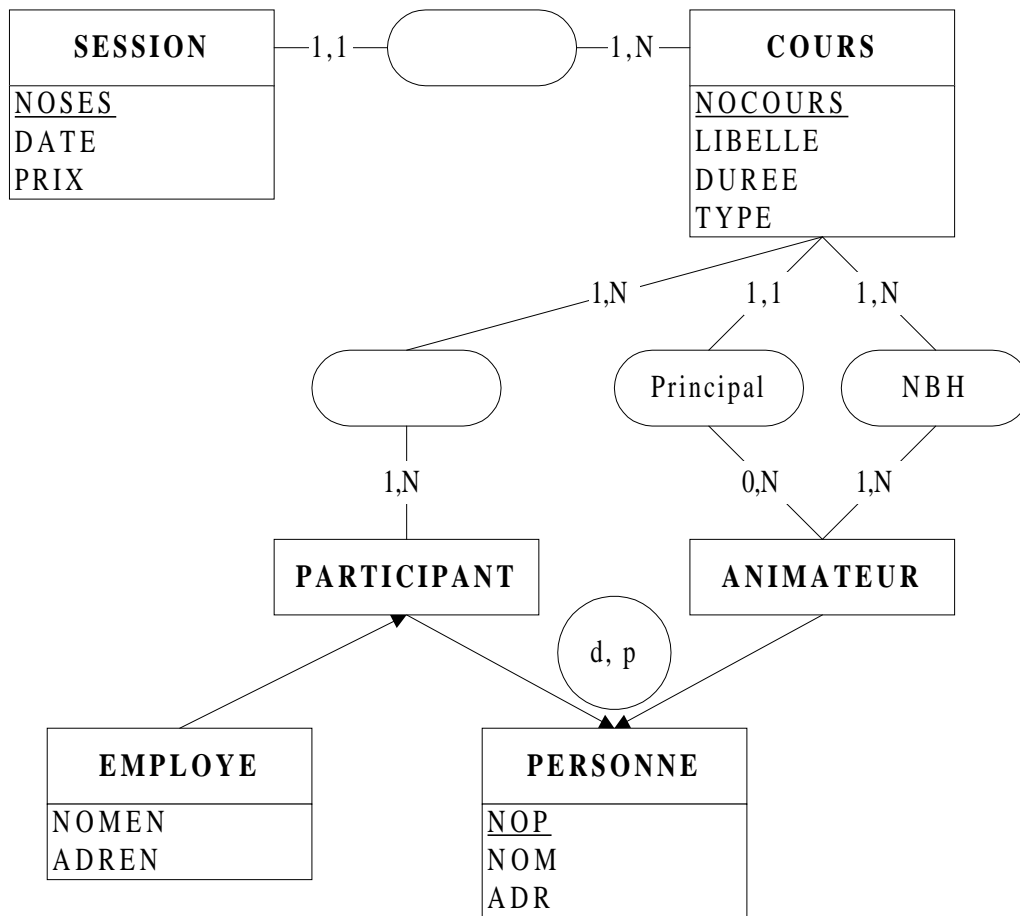


Correction des exercices





II.



III.

- IV.** OUVRAGE (NOO, NOMO, NOC)
 COLLECTION (NOC, NOMC)
 EDITEUR (NOE, NOMEDI, ADE)
 AUTEUR (NOA, NOMAUT, ADA)
 COMPOSITION (NOOC, NOOA)
 EDITION (NOO, NOE, DATE, PRIX)
 CONTRIBUTION (NOO, NOA)