

## **Chap. 3: Le modèle de données entité-association (E.A.)**

En anglais: Entity-Relationship (ER)

Origines: C.Bachman (1969), P.Chen (1976).

Modèle de données → décrire la réalité perçue à travers les données mises en jeu (indépendamment des opérations que l'on effectuera ultérieurement dessus).

But: fournir des outils et un cadre rigoureux pour l'analyse des données et de leurs liaisons.

Concepts de base: entité, association, attribut et valeur (et type de valeur).

## **Exemple: la modélisation conceptuelle de la publication des articles de journaux**

Optique: conception d'une base de données destinée à conserver des descriptions d'articles parus dans les journaux.

Réalité perçue:

- (1) Un éditeur édite des journaux. Il est caractérisé par un nom et une adresse.
- (2) Un journal est édité par un éditeur et publie des articles dans ses numéros. On conservera le nom du journal et le nom de son rédacteur en chef.
- (3) Un numéro de journal contient une collection d'articles.
- (4) Chaque article paru dans un numéro est signé par un auteur. On désire conserver le titre et un résumé de l'article ainsi que le nom de son auteur.
- (5) Les auteurs sont connus par leur nom, leur prénom, leur adresse et leur date de naissance.

## Entité, attribut et valeur

Définition: “Une *entité* est une chose concrète ou abstraite de la réalité perçue à propos de laquelle on veut conserver des informations. Une entité a une existence autonome”.

Exemples:

- chaque crayon qui se trouve sur la table de l'étudiant Dupont
- l'étudiant Dupont
- toute personne
- tout animal
- une organisation
- tout cours à l'université
- ...

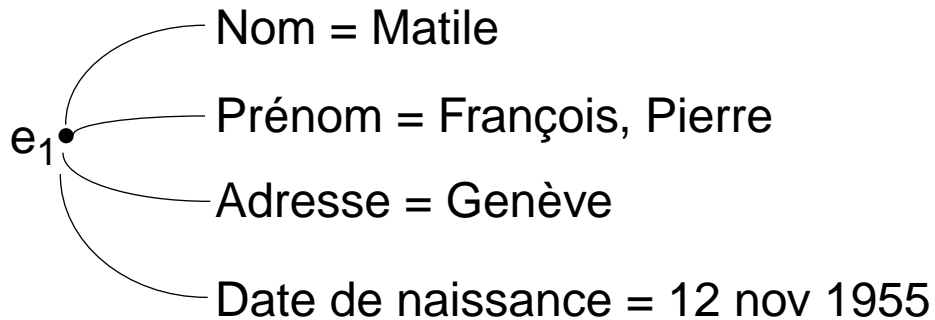
Chaque entité possède des propriétés particulières appelées *attributs*.

Définition: “Un *attribut* est une caractéristique ou une qualité d'une entité ou d'une association”. Il peut prendre une (ou plusieurs) *valeur(s)*”.

Définition: “Une *valeur* est un symbole utilisé pour représenter un fait élémentaire”.

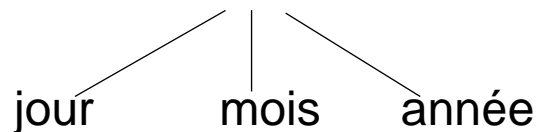
## Entité, attribut et valeur (suite)

Exemple d'entité avec ses valeurs d'attribut:



Les attributs peuvent être:

- atomiques. Ex: Prénom, nom, ...
- composés. Ex: Date de naissance



- monovalué (une seule valeur pour une entité donnée). Ex: Nom, Adresse, Date de naissance.
- multivalué (plusieurs valeurs pour une entité donnée). Ex: Prénom.

## Entité, type d'entité

Dans un processus de modélisation on ne s'intéresse pas à chaque entité séparément mais à un *type d'entité*.

Définition: "Un *type d'entité* est la classe de toutes les entités de la réalité perçue qui sont de même nature et qui jouent le même rôle".

Un type d'entité est décrit par:

- un nom
- une définition qui précise la signification que nous voulons retenir de ce type d'entité dans le cadre de la base de données.
- une liste d'attributs

Exemple:

Le type d'entité "auteur" regroupe des personnes auteur d'articles de journaux caractérisées par leur nom, leur prénom, leur adresse et leur date de naissance.

Simplification de la terminologie:

- on appellera *entité* un type d'entité
- on appellera *occurrence d'une entité* un individu particulier faisant partie de l'entité.

## Entité: schéma, intention et extension

La description d'une entité est appelée le *schéma de l'entité* ou l'*intention de l'entité*.

L'ensemble des occurrences d'une entité qui existent (dans la base de données) à un instant particulier dans le temps s'appelle l'*extension de l'entité*.

Exemple:

SCHÉMA  
(INTENTION)

AUTEUR  
Nom, Prénom, Adresse, Date de n.

OCCURRENCES:  
(EXTENSION)

$e_1^\bullet$   
(Matile, François Pierre, Genève, 12 nov 1955)

$e_2^\bullet$   
(Develey, Jacques, Genève, 5 jan 1949)

$e_3^\bullet$   
(Rossel, Serge, Genève, 3 mars 1960)

·  
·  
·

Remarques:

- Le schéma d'une entité ne va pas changer fréquemment car il décrit la structure de l'entité.
- L'extension peut changer souvent: à chaque insertion ou suppression d'une occurrence d'entité.

## **Type de valeur ou domaine d'un attribut**

Définition: "Le *type de valeur* ou le *domaine* d'un attribut est la spécification de toutes les valeurs possibles que peut prendre un attribut".

Utilité:

- vérifier la validité d'une donnée
- ultérieurement, estimer la place de stockage des données

La spécification d'un type de valeur est donnée soit:

- par la liste des valeurs
- par la propriété que doivent vérifier les valeurs

Exemples:

- couleur = {rouge, bleu, jaune, vert}
- numéro de journal = entier compris entre 1 et 366
- nom = chaîne de caractères alphabétiques

## Identifiant d'une entité

Contrainte: chaque occurrence d'une entité doit pouvoir être repérée individuellement et distinguée de toutes les autres → c'est le rôle de l'identifiant.

Définition: "On appelle *attributs clé* ou *identifiant* d'une entité un groupe minimal d'attributs et/ou rôles (voir plus loin) tel qu'à chaque combinaison de valeurs prises par ce groupe correspond au plus une occurrence de cette entité".

Quatre possibilités d'identification d'une entité:

(1) Cas le plus simple: l'identifiant est formé d'un ou plusieurs attributs de l'entité à identifier.

Exemples:

- le nom de l'éditeur est l'attribut clé de l'entité éditeur.
- le nom et le prénom de l'auteur sont les attributs clé de l'entité auteur.

(2) On ajoute à l'entité un attribut artificiel ("surrogate"): un numéro arbitraire dont l'unicité est garantie.

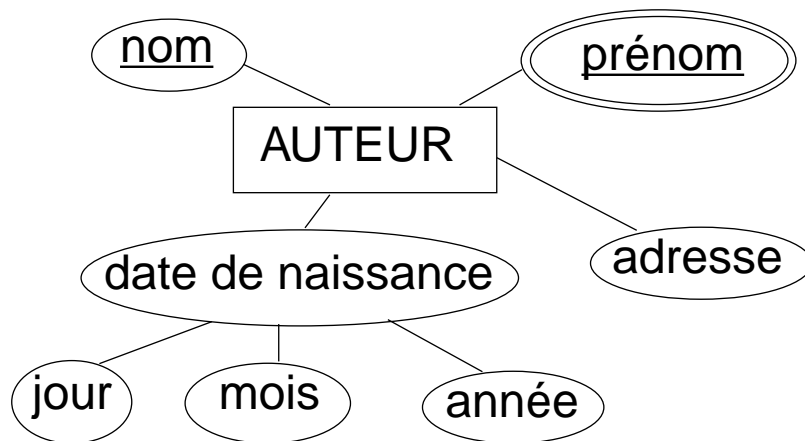
Remarque: cet artifice est utilisé depuis fort longtemps (n°AVS, n°de facture, )

Il existe 2 autres possibilités d'identification d'une entité: en utilisant les rôles (voir plus loin).



## Représentation graphique du schéma d'une entité

Exemple: entité "auteur"



**1ère version du schéma conceptuel  
de la publication des articles de journaux**

ENTITÉ	LISTE D'ATTRIBUTS (souligné = clé)
auteur	<u>nom</u> , <u>prénom</u> , adresse, date de naissance

## Association

Définition: “Une association est une correspondance entre deux ou plusieurs occurrences d’entités à propos de laquelle on veut conserver des informations”.

- L’existence d’une association est contingente à l’existence des occurrences d’entités qu’elle met en correspondance.
- Chaque occurrence d’entité joue un *rôle* particulier dans l’association.
- On dit aussi que les occurrences d’entités mises en correspondance par l’association *participent* à l’association

Exemple:

L’écriture (association) de l’article “L’ordinateur va-t’il changer notre mode de penser?” par Gustave Moeckli exprime la correspondance qui existe entre Gustave Moeckli et l’article “L’ordinateur...”.

- le rôle joué par l’occurrence de l’entité auteur Gustave Moeckli: il *écrit* l’article “L’ordinateur...”
- le rôle joué par l’occurrence de l’entité article “L’ordinateur...”: il *est écrit par* Gustave Moeckli.

## Association, type d'association

Définition: "Un type d'association est la classe de toutes les associations possibles de la réalité perçue qui vérifient la définition constitutive du type".

Définition constitutive d'un type d'association (*schéma*):

- un nom et une liste d'entités (non nécessairement distinctes) qui participent au type d'association avec leurs rôles respectifs;

notation:  $A(ro_1: E_1, ro_2: E_2, \dots, ro_n: E_n)$

notation simplifiée:  $A(E_1, E_2, \dots, E_n)$

- une description qui précise la signification que nous voulons retenir de ce type d'association dans le cadre de la base de données.

Exemple:

ECRITURE(écrit : AUTEUR, est écrit par : ARTICLE)

Le type d'association ECRITURE exprime le fait qu'un auteur écrit un ou plusieurs articles ou, symétriquement, qu'un article est écrit par un auteur.

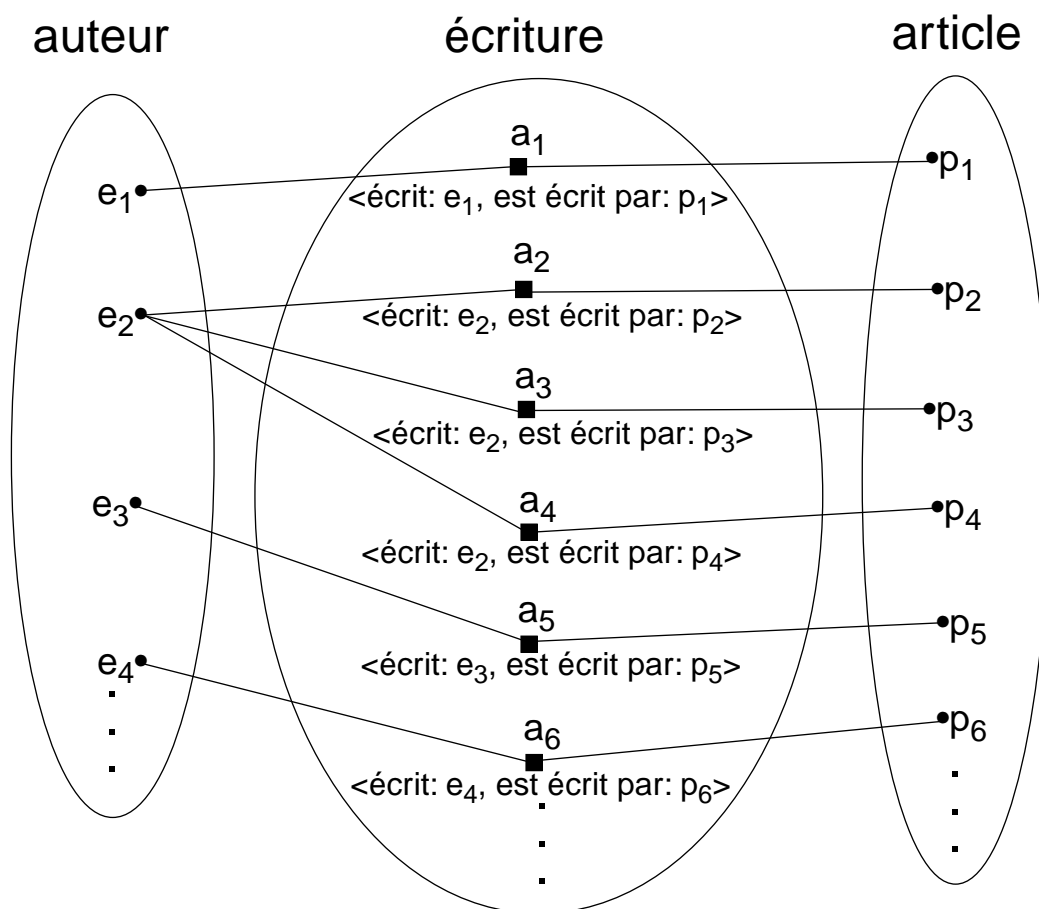
Simplification de la terminologie:

- on appellera *association* un *type d'association*
- on appellera *occurrence d'association* toute correspondance qui existe entre deux ou plusieurs occurrences d'entités.

## Extension d'une association

L'ensemble des occurrences d'une association qui existent (dans la base de données) à un instant particulier dans le temps s'appelle l'*extension de l'association*.

Exemple: une extension de l'association "écriture"



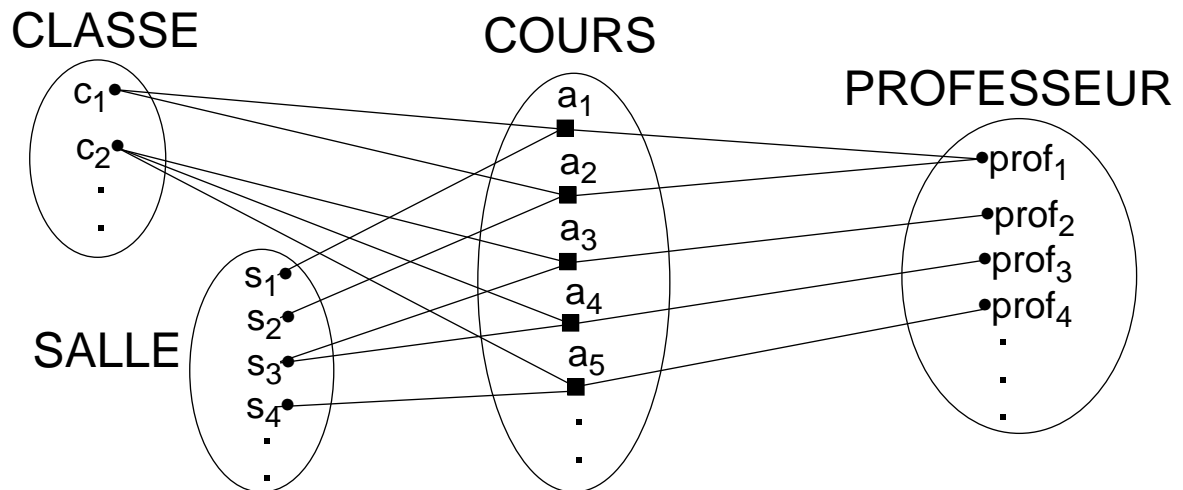
## Degré d'une association

### *Degré d'une association*

- nombre d'entités qui participent à une association
- cas fréquent: degré 2 (association binaire)

exemple d'une association de degré 3:

COURS(CLASSE, SALLE, PROFESSEUR)



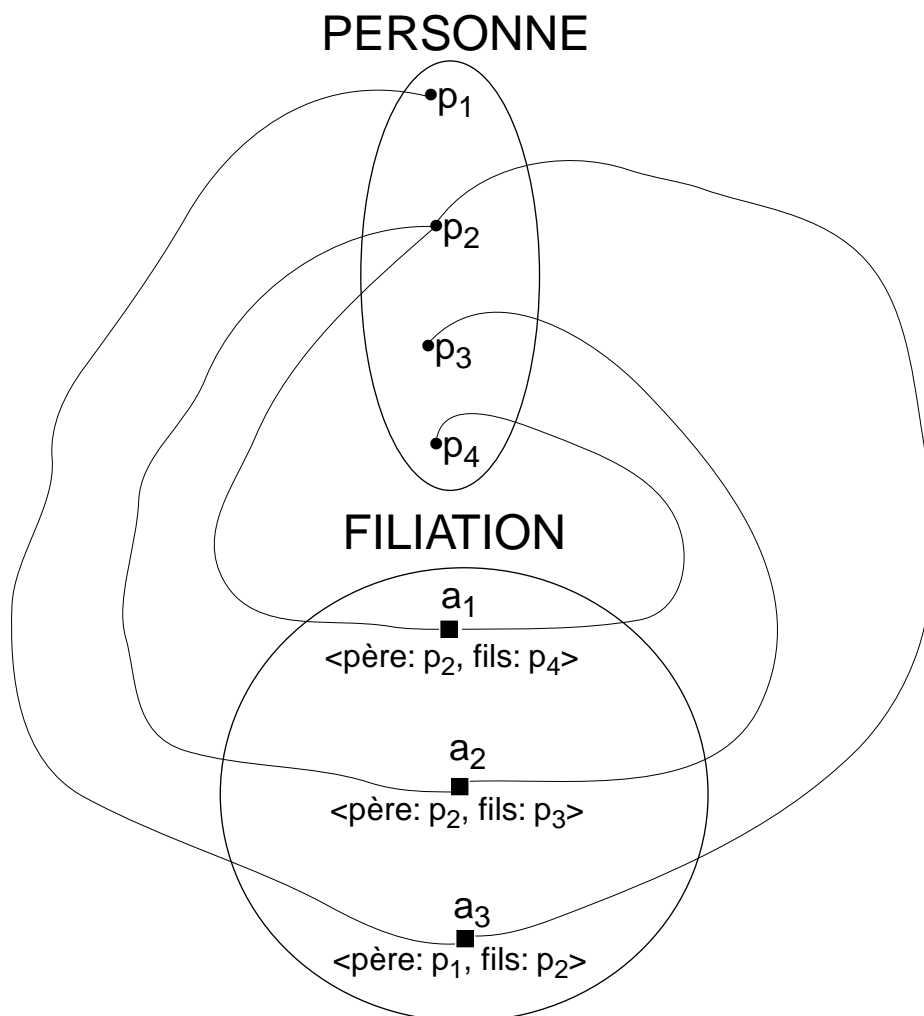
## Association cyclique

Appelée aussi *réflexive ou récursive*

Exemple:

FILIATION(père: PERSONNE, fils: PERSONNE) où dans une occurrence d'association une personne peut assumer un des deux rôles *père* ou *fils*.

Exemple d'extension de l'association FILIATION:



## **Attributs d'une association**

Une association peut avoir ses attributs propres

Exemple:

le temps qui a été nécessaire à l'auteur pour écrire un article pourrait être un attribut de l'association

**ECRITURE**

Notation:

**ECRITURE**(écrit : **AUTEUR**, est écrit par : **ARTICLE**;  
temps d'écriture)



## Identification d'une association

- L'identifiant est implicite.
- Par définition, une association est identifiée par l'ensemble des rôles assumés par les entités qu'elle met en correspondance.
- Concrètement, dans la base de données, l'identifiant de l'association sera formé par l'ensemble des identifiants des entités qui participent à l'association.

Exemple:

ECRITURE(écrit: AUTEUR, est écrit par: ARTICLE)

Identifiant: (écrit: AUTEUR, est écrit par: ARTICLE)

→ dans la base de données: nom, prénom, titre

## Cardinalité

But: exprimer le nombre minimum et le nombre maximum de participations de chaque occurrence d'entité à une association.

Exemple:

- on exprime la contrainte que tous les auteurs doivent écrire au moins un article. On écrira  $\text{min}=1$  et  $\text{max}=\text{N}$  (N veut dire nombre indéterminé).
- on exprime la contrainte que tout article doit être écrit par un et un seul auteur. On écrira  $\text{min}=1$  et  $\text{max}=1$ .

*Plus généralement*

Soit  $A(\text{ro}_1: E_1, \text{ro}_2: E_2, \dots, \text{ro}_n: E_n)$  une association. La contrainte de cardinalité de A est définie par un ensemble de couple  $(\text{min}_i, \text{max}_i)$   $1 \leq i \leq n$ .

$\text{Min}_i$  indique le nombre minimum de fois, qu'à tout moment toute occurrence de  $E_i$  doit assumer le rôle  $\text{ro}_i$ .

$\text{Max}_i$  indique le nombre maximum de fois qu'à tout moment toute occurrence de  $E_i$  peut assumer le rôle  $\text{ro}_i$ .

## Cardinalité (suite)

Valeur:

- $\min_i=0$

- $\min_i=1$

- $\max_i=1$

- $\max_i=k > 1$

- $\max_i=N$

Signification:

toute occurrence de  $E_i$  peut exister indépendamment de  $A$ ; on parle de participation *partielle* de  $E_i$  à  $A$

aucune occurrence de  $E_i$  ne peut exister indépendamment de  $A$ ; on parle de participation *totale* de  $E_i$  à  $A$

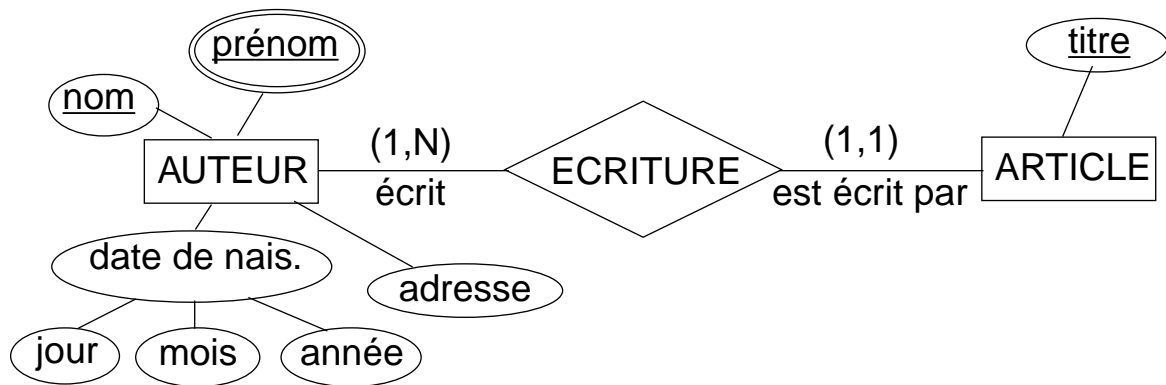
toute occurrence de  $E_i$  assume au plus une fois le rôle  $ro_i$

toute occurrence de  $E_i$  assume au plus  $k$  fois le rôle  $ro_i$

toute occurrence de  $E_i$  peut assumer un nombre non limité de fois le rôle  $ro_i$

## Représentation graphique du schéma d'une association

Exemple: association "écriture"



## Entité faible

Entité faible = entité sans identifiant propre.

*Identification: deux possibilités*

- (3) par le ou les rôles assumés par d'autres entités qui participent à la même association que l'entité faible à identifier.
- (4) par une combinaison d'attributs propres de l'entité et du ou des rôles assumés par d'autres entités qui participent à la même association que l'entité faible à identifier.

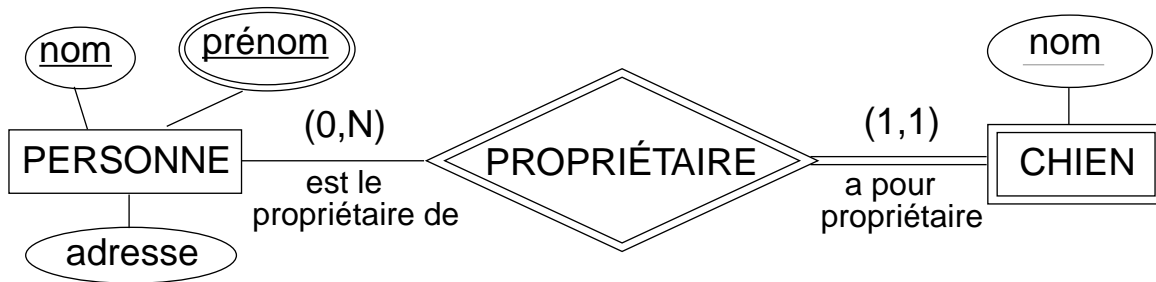
Remarques:

- La cardinalité du rôle de l'entité faible au sein de l'association identifiante est (1,1)
- Concrètement, dans la base de données, l'identifiant de l'entité faible sera formé par une combinaison d'attributs propres (s'il y a lieu) et par un ou des identifiants des autres entités qui participent à la même association que l'entité faible à identifier.

## Entité faible: exemple

Un chien (entité faible) est identifié par son nom et par le rôle “est le propriétaire de : PERSONNE” via l’association PROPRIÉTAIRE.

Dans la base de donnée, le chien sera identifié par son nom, le nom et le(s) prénom(s) de la personne propriétaire.



## 2ème version du schéma conceptuel de la publication des articles de journaux (version de travail)

EDITEUR

JOURNAL

NUMÉRO

ARTICLE

RÉDACTEUR  
EN CHEF

AUTEUR

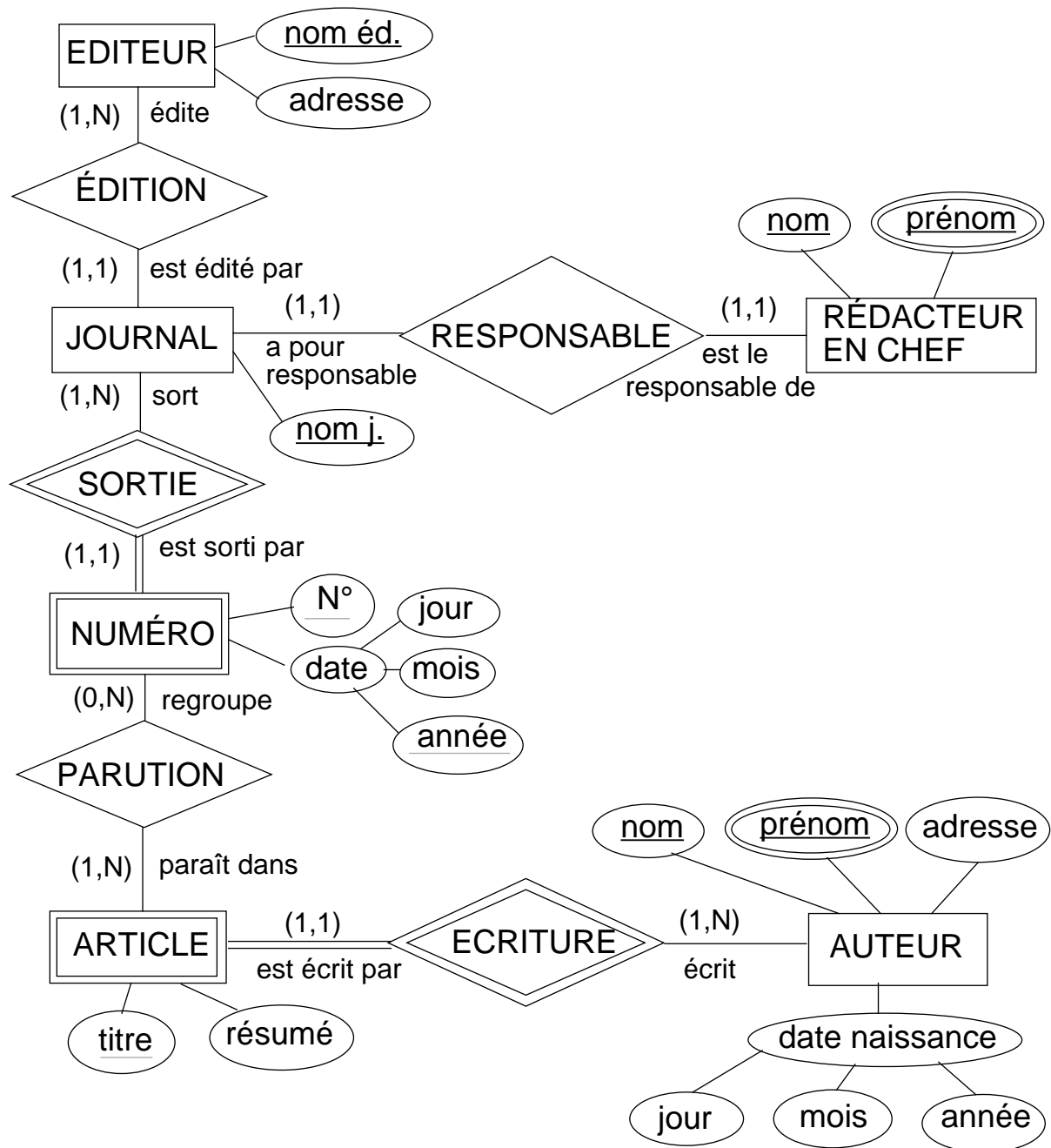
## **Raffinement de l'exemple "publication des articles.."**

- (5) Un éditeur édite 1 ou plusieurs journaux. Chaque journal est édité par exactement un éditeur.
- (6) Chaque journal sort 1 ou plusieurs numéros. Chaque numéro est sorti par exactement un journal.
- (7) Un numéro regroupe plusieurs articles (éventuellement 0). Un article paraît au moins une fois.

Un article est écrit par un seul auteur. Les auteurs écrivent un ou plusieurs articles.



### 3ème version du schéma conceptuel de la publication des articles de journaux



Remarque: ce schéma sera amélioré après application des règles de validation (voir plus loin)

## Remarques sur la modélisation

La modélisation en termes d'entités et d'associations n'est pas innée dans le monde réel. C'est un **choix** du concepteur suivant la **perception** et l'**intérêt** pour une **application donnée**.


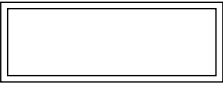
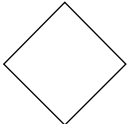
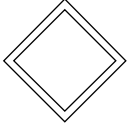




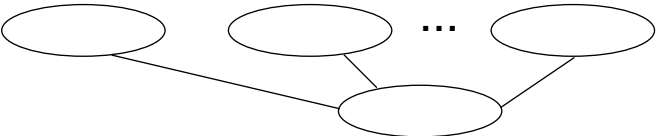

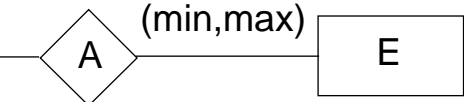
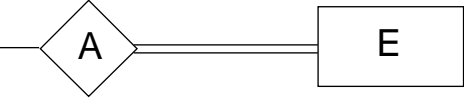
Le formalisme Entité-Association n'est qu'un langage formel et une représentation graphique (page suivante) dont il faut respecter la syntaxe.

Les concepts du modèle E.A. permettent de traiter un bon nombre de problèmes. Toutefois, ils ne sont pas suffisants pour modéliser certaines réalités complexes. Pour repousser ces limites, plusieurs extensions au modèle ont été proposées mais nous ne les verrons pas dans le cadre de ce cours.

Le but de la modélisation est d'inclure le maximum de sémantique au niveau du modèle conceptuelle des données. La sémantique qui n'y aura pas été incluse devra être programmée au niveau des traitements.

On s'efforce toujours d'obtenir un schéma *cohérent* et conforme à une *forme canonique* —> on applique sur le schéma des règles de validation (voir plus loin)

## Conventions graphiques du modèle E.A.

SYMBOLE	SIGNIFICATION
	Entité
	Entité faible
	Association
	Association identifiante
	Attribut
	Attribut clé
	Attribut clé partielle
	Attribut multivalué
	Attribut composé
	Attribut dérivé
	Contrainte de cardinalité de la participation de E à A
	Participation totale de E à A

## Contraintes d'intégrité

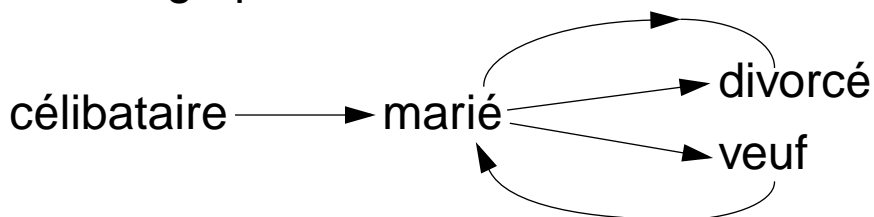
But: spécifier des propriétés sémantiques du réel perçu qui ne sont pas exprimables avec le modèle E.A.

Définition: "Une contrainte d'intégrité (C.I.) est une propriété non représentée par les concepts de base du modèle E.A. que doivent satisfaire les données appartenant à la base de données".

Effet: **limiter** les occurrences possibles des structures d'information.

Contrainte d'intégrité *statique* / *dynamique*:

- *Statique*: propriété qui doit être vérifiée à tout moment.  
Ex.
  - un auteur doit écrire au moins un article (cardinalité)
  - date de mariage d'une personne > date de naissance
- *Dynamique*: propriété que doit respecter tout changement d'état de la base de données → définit les séquences possibles des changements d'état de la BD  
Ex.
  - le salaire d'un employé ne peut que croître
  - le changement d'état civil d'une personne doit respecter le graphe de transition suivant:



## C.I. statiques obligatoires

Elles complètent obligatoirement la description d'un schéma.

3 types de C.I. obligatoires : identification, cardinalité, attribut obligatoire ou facultatif. En fait, nous avons déjà vu les 2 premières. Rappel:

### *(1) Contrainte d'identification:*

Toute entité ou association doit avoir un identifiant: il permet de repérer de manière univoque chaque occurrence de ce type.

Bien que l'identification d'une *association* est implicite (car incluse dans sa définition), elle n'est pas toujours minimale -> dans ce cas on cherchera un sous-ensemble minimal de rôles identifiants.

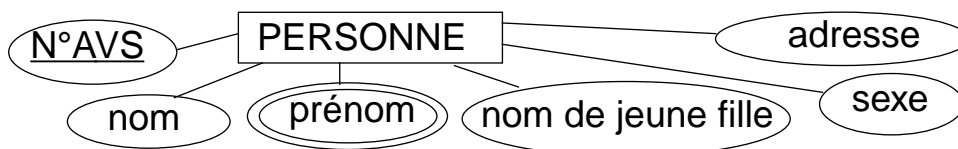
### *(2) Contrainte de cardinalité(ou de connectivité):*

Définit le nombre minimum et le nombre maximum de participations de chaque occurrence d'entité à une association.

## C.I. statiques obligatoires (suite)

(3) *Attribut obligatoire ou facultatif:*

Exemple:



Dans la définition de cette entité, il est normal de considérer comme attributs *obligatoires* :

- N°AVS,
- nom,
- prénom,
- sexe,
- adresse;

comme attribut *facultatif* :

- nom de jeune fille → cet attribut ne prend une valeur que pour les personnes mariées de sexe féminin.

Un attribut facultatif prend la valeur **inexistante** s'il n'a pas de sens pour une occurrence d'entité donnée, **inconnue** si sa valeur n'est pas connue à une date d'observation donnée.

Remarque:

Tous les attributs formant un identifiant sont *obligatoires*.

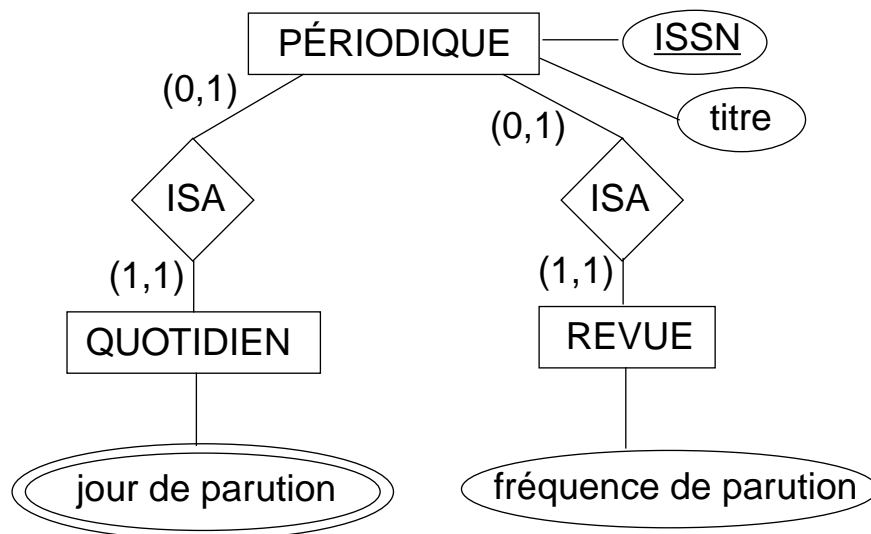
## C.I. statiques facultatives

*Contrainte de sous-typage:*

Si l'entité F est un sous-type de l'entité E, alors toutes les occurrences de F sont aussi des occurrences de E dont elles héritent les attributs et les associations auxquelles participe E.

Représentation: on utilise le concept d'association pour représenter le sous-typage. L'association porte généralement le nom ISA ( "est un" en français ).

Exemple:



Domaines des attributs:

jour de parution  $\in$  {lundi, mardi, ..., dimanche}

fréquence de parution  $\in$  {hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle, semestrielle, annuelle}

## Contrainte de sous-typage (suite)

Pour des raisons de simplicité, nous considérons qu'une entité ne peut avoir qu'un seul sur-type. Corollaire: la structure des sous-types constitue une arborescence.

Sous-type → 2 situations possibles:

- (8) Les sous-types forment une partition, c-à-d qu'à une occurrence du sur-type est associée au plus une occurrence d'un sous-type. Dans ce cas on ajoute cette C.I. à la structure de sous-typage.  
Exemple: "Périodique" (voir page précédente).
- (9) Les sous-types ne forment pas une partition.  
Exemple: il est raisonnable de modéliser les entités Professeur et Chercheur comme des sous-types de l'entité Personnel-Universitaire. Ces sous-types ne forment pas une partition: en effet, un Professeur a généralement aussi une fonction de Chercheur.

*Remarques:*

- La contrainte de sous-typage est dérivée du mécanisme d'abstraction de *généralisation* et de *spécialisation*.
- Dénommés *super-classes* et *sous-classes* dans la terminologie "objet", les sur-types et les sous-types sont à la base des modèles de données orientés objets (très à la mode !).

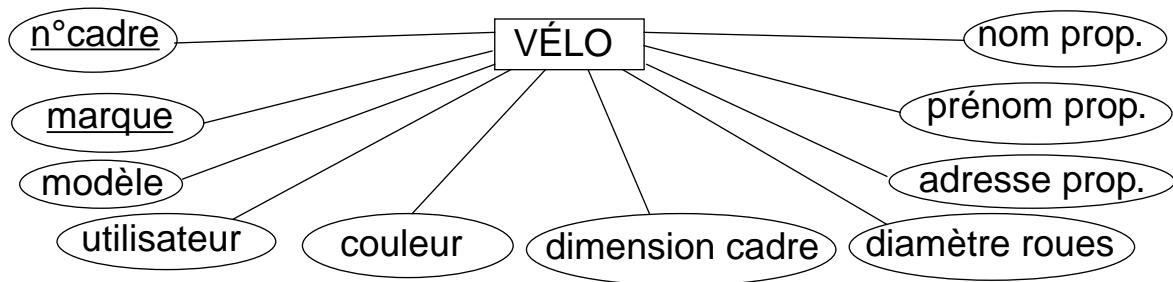


## C.I. statiques facultatives (suite)

### Dépendances fonctionnelles (D.F.)

#### (1) Dépendance fonctionnelle entre attributs

Exemple:



On exprime les contraintes d'intégrité suivantes:

- à un modèle d'une marque correspond un seul diamètre de roue
- à un propriétaire (nom prop., prénom prop.) correspond une seule adresse.

Ces deux C.I. décrivent un phénomène appelé *dépendance fonctionnelle*.

Définition: "Etant donné une entité ou une association, un attribut B *dépend fonctionnellement* d'un attribut A si à chaque valeur de A correspond au plus une valeur de B"

- On dit que A est le *déterminant* et B le *déterminé*
- Notation:  $A \xrightarrow{T} B$  où T est le nom de l'entité ou de l'association possédant les attributs A et B.

## Dépendances fonctionnelles (suite)

- La définition peut être étendue en considérant qu'un déterminant ou qu'un déterminé est constitué par un groupe d'attributs.
- Notation:  $(A_1, A_2, \dots, A_n) \xrightarrow{T} (B_1, B_2, \dots, B_n)$

Exemple "VÉLO", deux D.F:

- (marque, modèle)  $\xrightarrow{\text{VÉLO}}$  diamètre roues
- (nom prop, prénom prop)  $\xrightarrow{\text{VÉLO}}$  adresse prop

Remarque:

Par définition, chaque attribut non identifiant d'une entité dépend fonctionnellement de l'identifiant de l'entité.

## Dépendances fonctionnelles (suite)

Propriétés des dépendances fonctionnelles:

*Transitivité:*

si  $A \xrightarrow{T} B$  et  $B \xrightarrow{T} C$  alors  $A \xrightarrow{T} C$

*Union:*

si  $A \xrightarrow{T} B_i \quad i=1,\dots,n$

alors  $A \xrightarrow{T} (B_1, B_2, \dots, B_n)$

*Décomposition:*

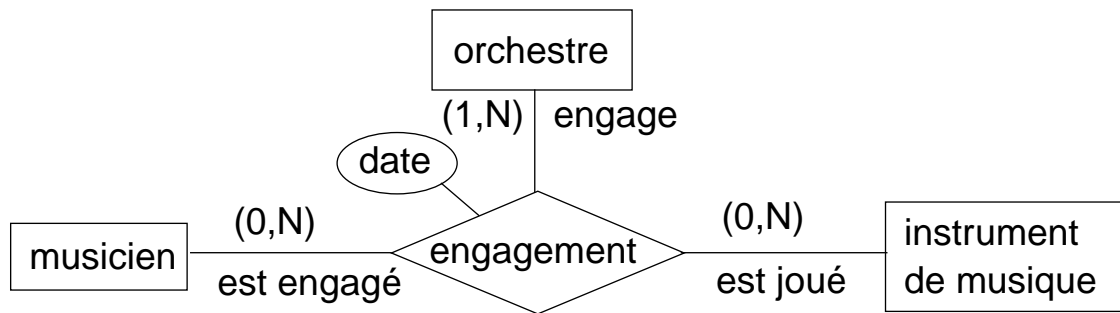
si  $A \xrightarrow{T} (B_1, B_2, \dots, B_n)$

alors  $A \xrightarrow{T} B_i \quad i=1,\dots,n$

## Dépendances fonctionnelles (suite)

### (2) Dépendance fonctionnelle entre rôles

Exemple:



Dépendance fonctionnelle:

- Un musicien professionnel est spécialisé: il est compétent pour jouer d'un seul instrument de musique

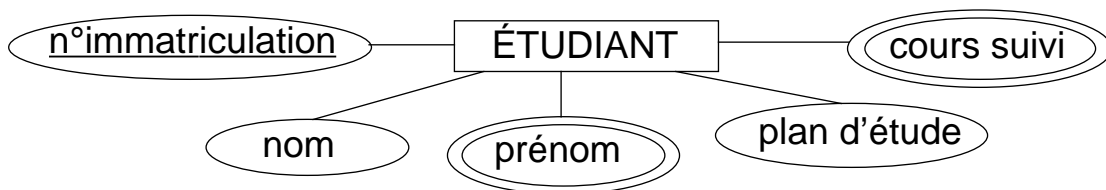
est engagé: musicien  $\xrightarrow{\text{engagement}}$  est joué: instrument de musique

En d'autres termes, l'identité d'un musicien détermine l'instrument dont il joue.

## Dépendances fonctionnelles (suite)

### (3) Dépendances multivaluées

- dépendance multivaluée = cas particulier d'une D.F.
- c'est une dépendance d'un attribut monovalué (ou groupe d'attributs monovalués) vers un attribut multivalué
- s'il existe une dépendance multivaluée de A vers B, la connaissance d'une valeur de A détermine à elle seule un ensemble de valeurs de B.
- notation:  $A \xrightarrow{T} B$
- exemple:



- si un plan d'étude détermine complètement les cours à suivre, il y a une dépendance multivaluée entre "plan d'étude" et "cours suivi"

plan d'étude  $\xrightarrow{\text{ÉTUDIANT}}$  cours suivi

- contre-exemple: si un plan d'étude propose des cours à options, il n'y a pas de dépendance multivaluée.

## Dépendances fonctionnelles (suite et fin)

### *Remarques:*

- Le concept de dépendance fonctionnelle est essentiel pour la mise sous forme canonique d'un schéma (voir plus loin)
- L'analyse des DF constitue le point central du processus de conception d'un schéma relationnel (dans le modèle relationnel).

## Règles de validation d'un schéma E.A.

Buts:

- (1) vérifier la complétude du schéma\*
- (2) vérifier la cohérence du schéma (absence de contradictions)
- (3) mise sous forme canonique du schéma (la forme canonique possède des propriétés très intéressantes pour les bases de données).

\* Il s'agit de complétude formelle, c-à-d par rapport au modèle E.A. et non par rapport à la réalité perçue.

## (1) Règles de complétude

Chaque classe d'objets (entité, association, attribut, ...) possède toutes les propriétés requise par le modèle E.A.

*Pour une entité:*

- un nom
- une définition
- une liste d'attributs
- au moins un identifiant(nom auteur, prénom auteur)

Ex:

AUTEUR

“Un auteur est une personne qui a écrit au moins un article paru dans un journal qui nous intéresse”.

nom auteur, prénom auteur, adresse auteur

*Pour une association:*

- un nom
- une définition
- la liste des entités qui participent à l'association
- les rôles et leur cardinalité
- la liste des attributs

Ex:

ECRITURE

“L'écriture associe l'auteur à(ux) l'article(s) qu'il a écrit(s)”

AUTEUR, ARTICLE

(1,N) écrit: AUTEUR  
(1,1)est écrit par: ARTICLE

—



## (1) Règles de complétude (suite)

*Pour un attribut:*

- un nom
- une définition
- une structure (atomique ou composé, monovalué ou multivalué)
- un domaine de valeurs
- attribut obligatoire ou facultatif

Ex:

adresse auteur  
"nom de la ville dans laquelle réside l'auteur"  
atomique et monovalué  
chaîne de caractères  
facultatif

*Pour une contrainte d'intégrité (C.I.):*

- un nom
- les éléments que fait intervenir la C.I.
- assertion (expression de la C.I.)

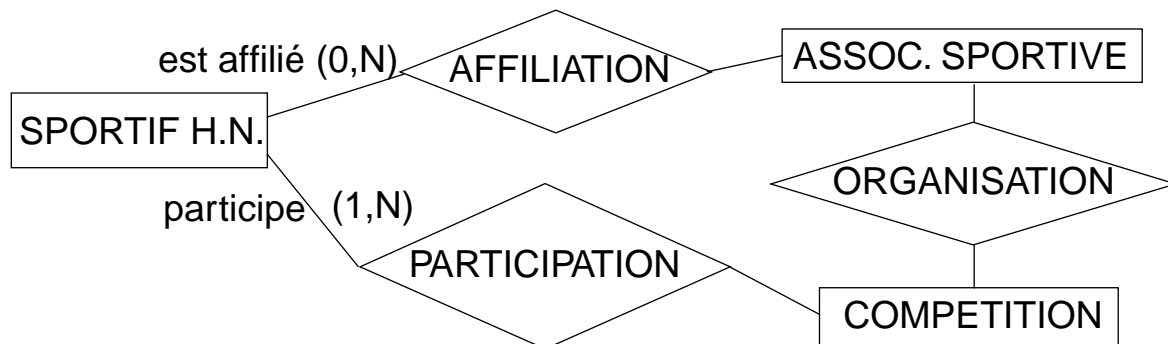
Ex:

C.I. existence d'un mariage  
association mariage, attributs âge et sexe de l'entité personne  
une occurrence de l'association mariage ne peut exister entre deux personnes  $p_1$  et  $p_2$  que si  $\text{âge}_{p_1}, \text{âge}_{p_2} \geq 18$  et  $\text{sexe}_{p_1} \neq \text{sexe}_{p_2}$

## (2) Vérification de la cohérence du schéma (absence de contradictions)

Il n'y a pas d'approche systématique

A titre d'exemple:



Avec la C.I. (contrainte d'inclusion): "un sportif de haut niveau ne peut participer à une compétition que s'il est affilié à une association sportive"

→ incohérence entre les contraintes de cardinalité et la contrainte d'inclusion !

Remède:

- soit affaiblir la cardinalité du rôle "participe:SPORTIF H.N." à (0,N)
- soit supprimer la contrainte d'inclusion
- soit

### **(3) Mise sous forme canonique d'un schéma**

#### **Buts:**

- la production d'un schéma aussi significatif que possible
- la production d'un schéma stable, c-à-d qui vise à limiter les besoins de restructuration de la base de données lorsque des nouveaux types (entités ou associations) sont introduits
- éviter les anomalies de mise à jour de la base de données (lorsque celle-ci sera en exploitation).

#### **Caractéristiques:**

- élimination ou contrôle de la redondance
- élimination des ambiguïtés.

#### **Processus à posteriori (généralement):**

- application d'une suite de règles sur le schéma conceptuel produit par la modélisation

## **Règles de mise sous forme canonique n°1 et 2**

### *Règle n°1: unicité des noms et absence d'homonymes*

Chaque objet du schéma (entité, association, attribut, rôle et C.I.) reçoit un nom unique.

La présence d'homonymes provient de:

- on a attribué le même nom à deux objets sémantiques différents → compléter ou changer le nom
- on a modélisé deux fois le même objet sémantique → éliminer un des objets et restructurer le schéma

On tolère la présence d'homonymes pour les cas suivants:

- les associations ISA
- les attributs "date"
- les attributs "nom" (parfois)

### *Règle n°2: absence de synonymes*

Deux objets sémantiques équivalents se retrouvent dans le schéma sous des noms différents → éliminer un des objets et restructurer le schéma

## Règle de mise sous forme canonique n°3

*Règle n°3: tout identifiant doit être minimal*

Définition: “Si l’identifiant d’une entité ou d’une association est constitué d’un groupe d’attributs et/ou rôles, alors il n’existe pas au sein de ce groupe un sous-groupe qui forme un identifiant”.

Vérification: il n’existe pas de DF entre les attributs et/ou rôles constitutifs de l’identifiant.

*Identifiant d’une entité*

Exemple: entité ÉDITEUR



$\exists$  DF nom éditeur —  $\xrightarrow{\text{ÉDITEUR}}$  — adresse éditeur

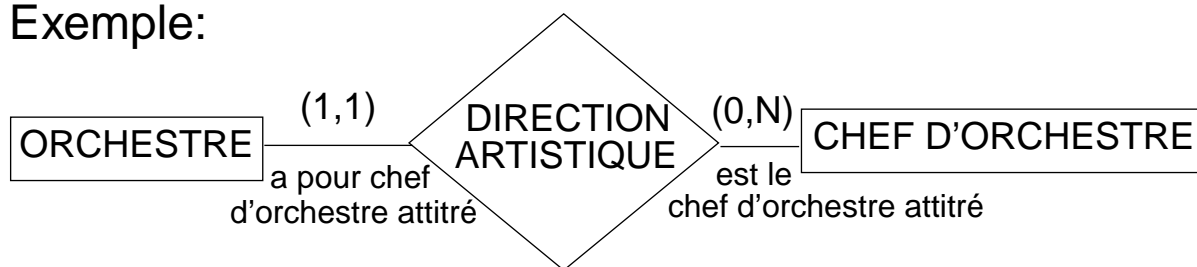
→ l’attribut “nom éditeur” est à lui seul identifiant

## Règle de mise sous forme canonique n°3 (suite)

*Identifiant d'une association avec connectivité max=1*

La définition de l'identifiant d'une association produit un identifiant non minimal si la valeur maximale de la connectivité d'un des rôles est égale à 1.

Exemple:



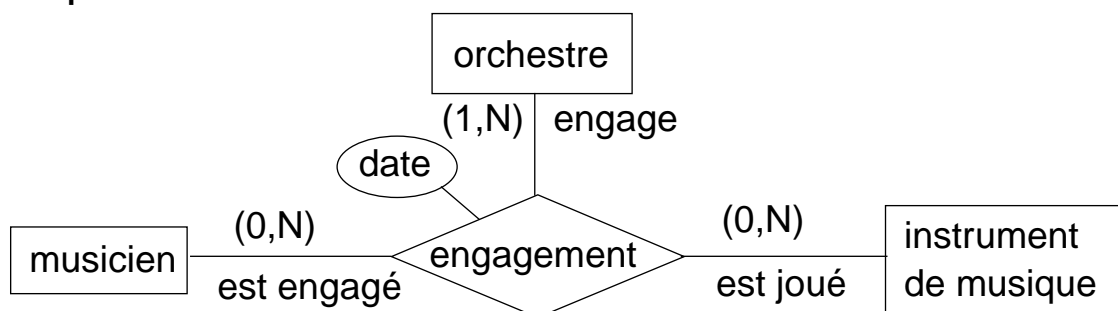
Identifiant implicite: (a pour chef d'orchestre attiré: orchestre, est le chef d'orchestre attiré: chef d'orchestre)

Identifiant minimal:

(a pour chef d'orchestre attiré: orchestre)

*Association où il existe une DF entre rôles*

Exemple:



Identifiant minimal:

(est engagé: musicien, engage: orchestre)

## Règles de mise sous forme canonique n°4

*Règle n°4: mise en évidence des attributs dérivables*

“Un attribut est dérivable si sa valeur peut être calculée à partir de la valeur d’autres attributs”.

Exemples: total, moyenne, écart-type

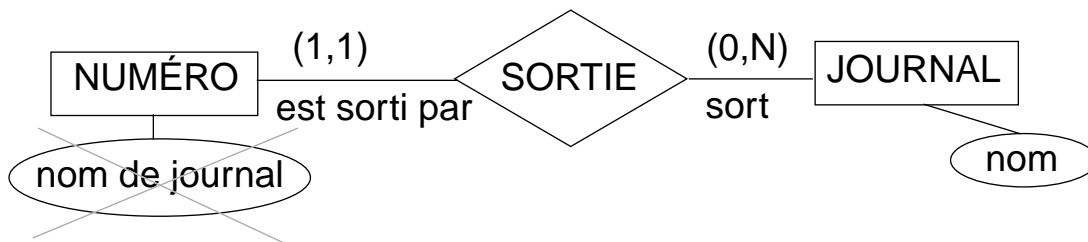
→ donner sous forme de C.I. la règle de calcul

## Règle de mise sous forme canonique n°5

Règle n°5: élimination de structures redondantes

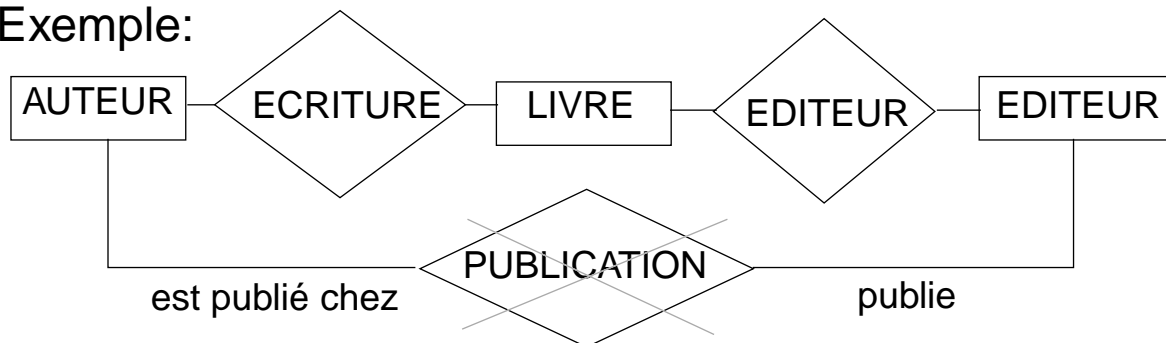
### 5.1 Attribut redondant avec une association

Exemple:

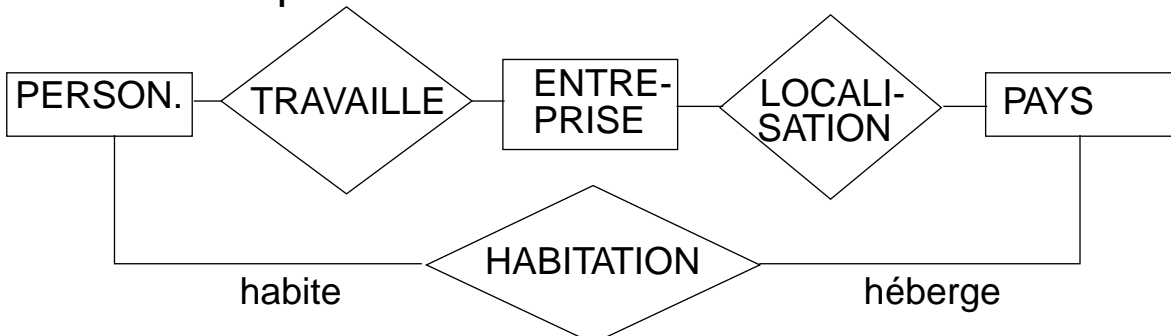


### 5.2 Association sémantiquement redondante avec d'autres association

Exemple:



Contre-exemple:



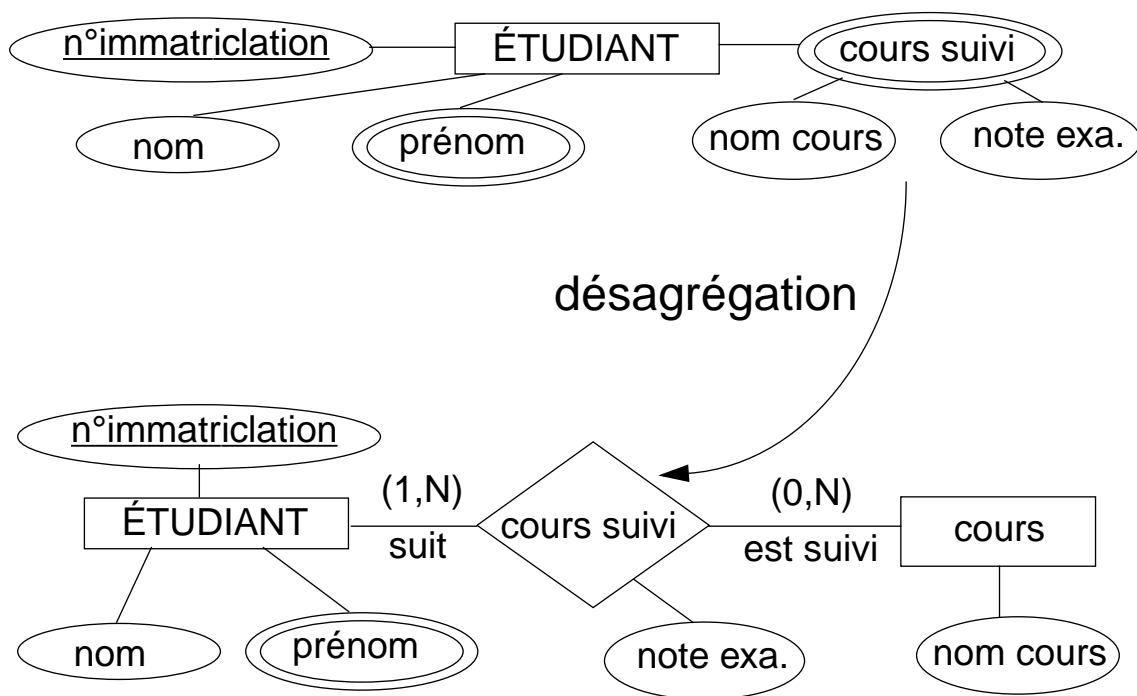


## Règles de mise sous forme canonique n°6

### Règle n°6: désagrégation d'une entité

Une entité est désagrégée lorsqu'au moins un de ses attributs exprime un objet de la réalité perçue représentable sous la forme d'une association ou d'une entité.

#### 6.1 lorsqu'il y a un attribut répétitif ou composé



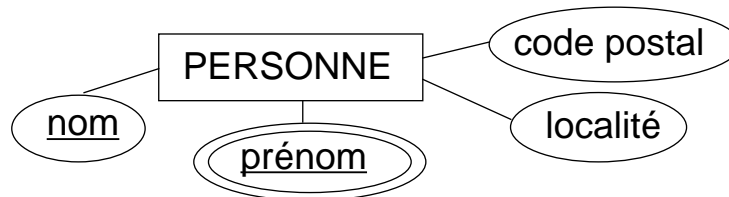
Remarque:

L'existence d'un attribut répétitif ou composé est **souvent** l'indice d'une imbrication non contrôlée de structure.

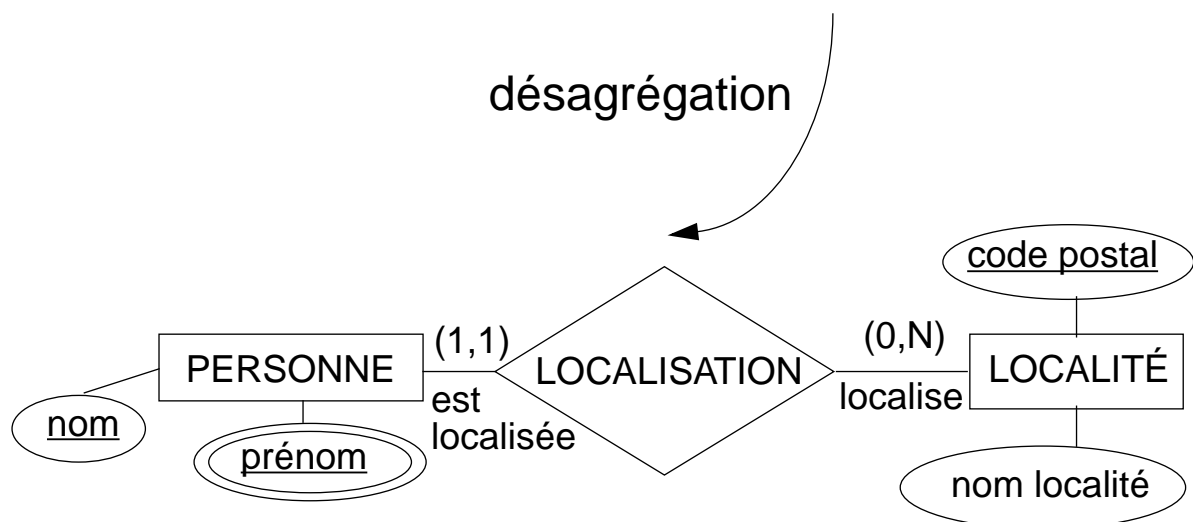
## Règles de mise sous forme canonique n°6.2

6.2 lorsqu'il y a d'autres DF entre attributs que celles entre l'identifiant et les attributs non identifiant.

Exemple:

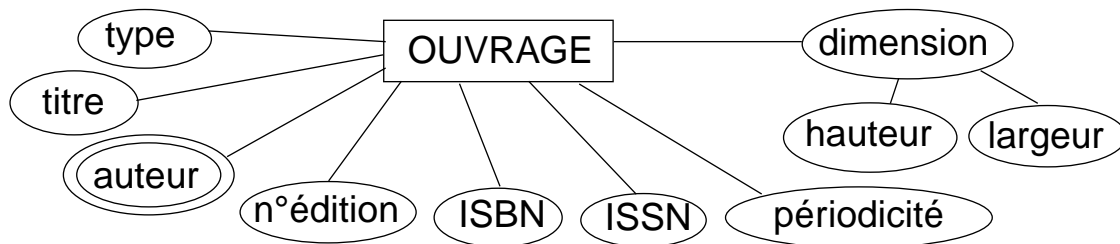


Avec la DF: code postal  $\xrightarrow{\text{PERSONNE}}$  localité



## Règles de mise sous forme canonique n°6.3

6.3 lorsqu'il y a des attributs prenant la valeur "inexistante" en fonction de la valeur des autres attributs.  
Exemple:

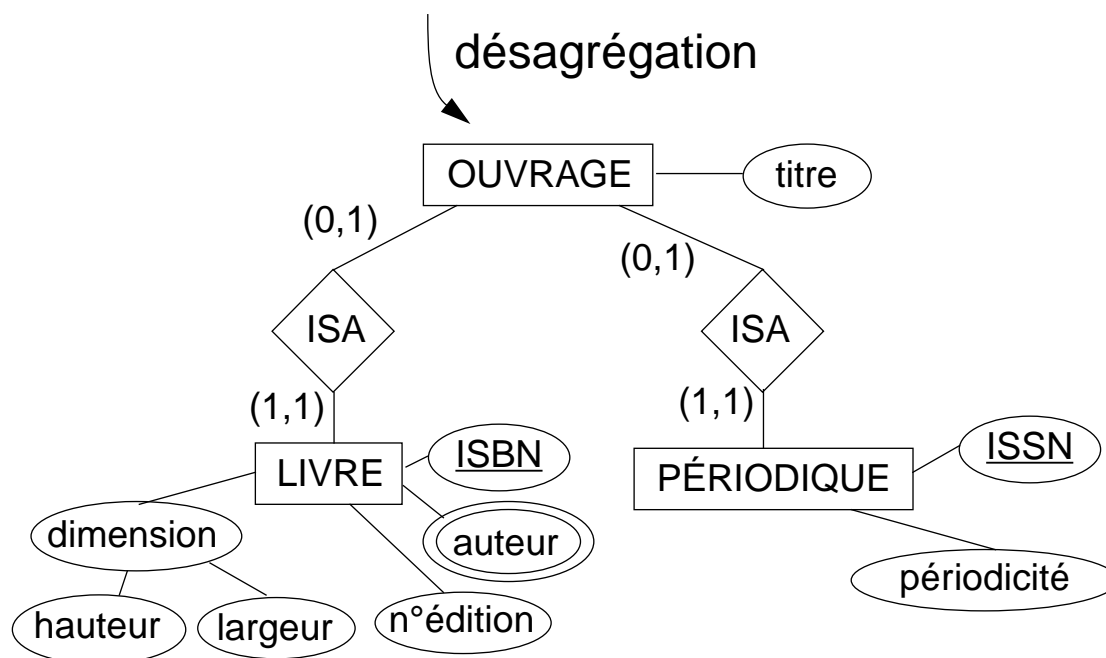


Si l'ouvrage est de type livre:

- ISSN et périodicité prennent une valeur inexistante

Si l'ouvrage est de type revue:

- ISBN, auteur, n°édition, hauteur et largeur prennent une valeur inexistante



## Règles de mise sous forme canonique n°7 et n°8

### *Règle n°7: désagrégation d'une association*

- Les cas de dégragrégation d'une association sont analogues à ceux de la désagrégation d'une entité
- Le processus de transformation est plus complexe et peut occasionner la création de plusieurs entités et associations supplémentaires.

### *Règle n°8: décomposition d'une association*

“La décomposition d'une association est un processus qui a pour but de remplacer, sans perte d'information, une association de degré  $n \geq 3$  par plusieurs association dont le degré sera au plus égal à  $n-1$ ”.

Remarque:

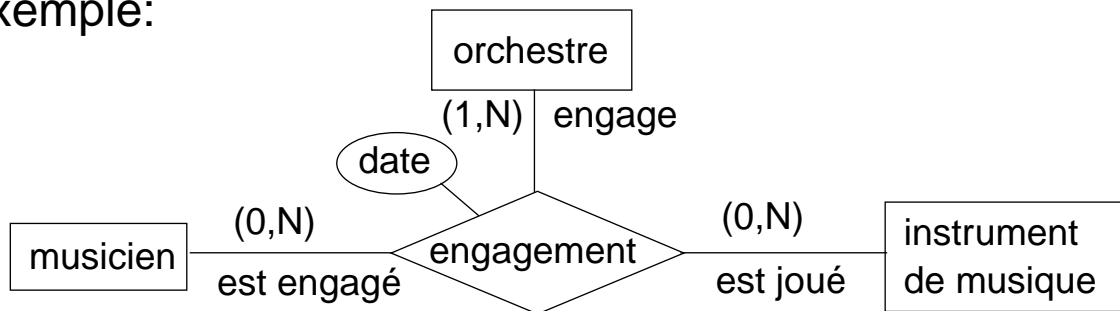
On ne procédera à la décomposition d'une association que si elle clarifie la sémantique du schéma, c-à-d qu'elle met en évidence des concepts distincts.

## Règles de mise sous forme canonique n°8.1

8.1 Il existe au moins une DF entre rôles mais il n'existe pas de rôle  $ro_i$  avec une connectivité  $(0,1)$  ou  $(1,1)$

La présence d'une DF parmi les rôles traduit souvent l'imbrication en une seule association de deux associations distinctes -> on procède à la décomposition de l'association initiale

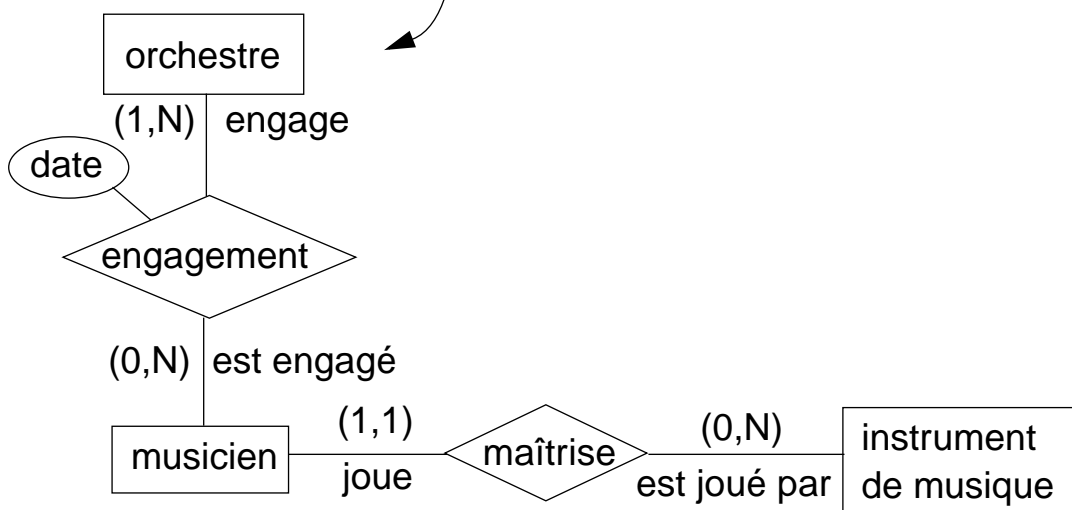
Exemple:



Avec la DF:

est engagé: musicien  $\xrightarrow{\text{orchestre}}$  joué par: instrument de musique

décomposition



## Règles de mise sous forme canonique n°8.1 (suite)

Plus généralement:

- Soit  $A(ro_1: E_1, ro_2: E_2, \dots, ro_n: E_n)$  une association
- il n'existe pas de  $i$  t.q.  $\max_i=1$
- $\exists ro_i$  t.q.  $ro_i: E_i \xrightarrow{A} ro_j: E_j$

**alors** on fera la décomposition comme suit:

$A1(ro_i: E_i, ro_j: E_j)$  d'ordre 2

$A2(\bigcup_{k \neq j} ro_k: E_k)$  d'ordre  $n-1$

Remarque:

S'il existe plusieurs DF entre rôles, on peut itérer le processus plusieurs fois.

## Règles de mise sous forme canonique n°8.2

8.2 Il existe un rôle dont la connectivité est (0,1) ou (1,1)

Soit l'association  $A(ro_1: E_1, ro_2: E_2, \dots, ro_n: E_n)$  telle que la connectivité du rôle  $ro_i = (0,1)$  ou  $(1,1)$

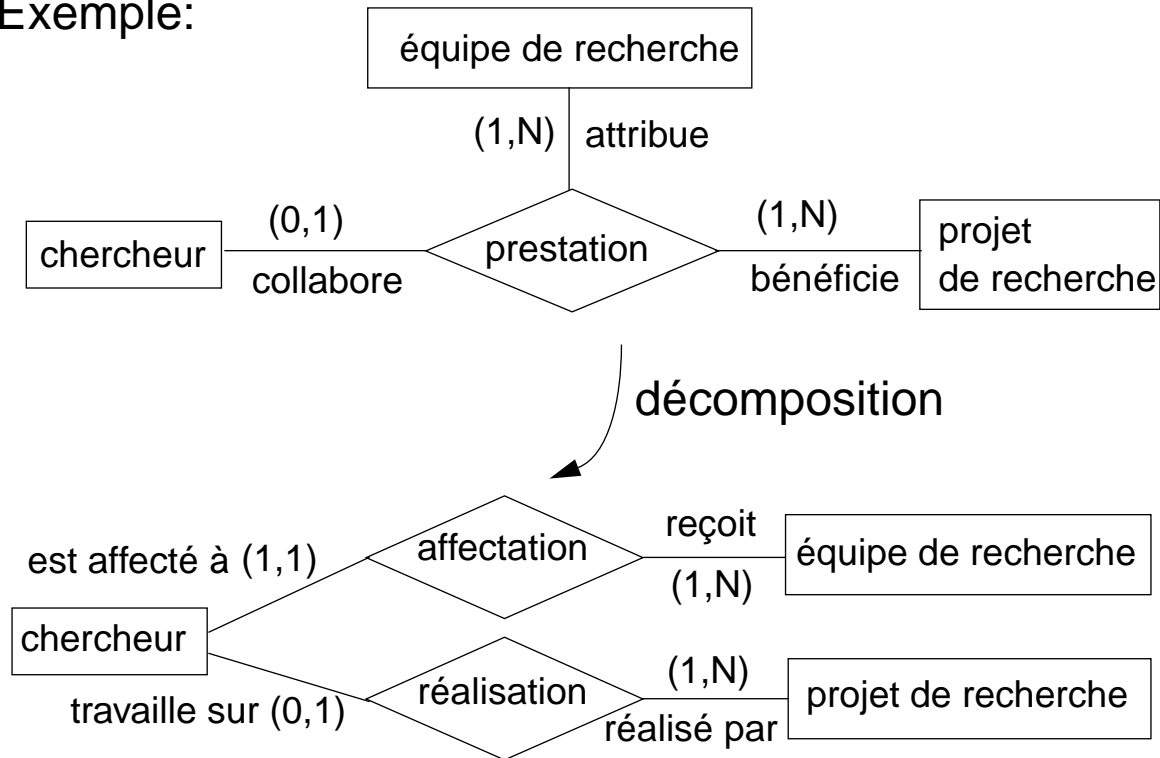
-> il existe (n-1) dépendances fonctionnelles

$$ro_i: E_i \xrightarrow{A} ro_s: E_s, s \neq i$$

règle 8.1 -> on peut remplacer l'association A par (n-1) associations binaires  $A_s(ro_i: E_i, ro_s: E_s), s \neq i$

## Règles de mise sous forme canonique n°8.2 (suite)

Exemple:



Remarques:

- Le processus de décomposition n'est pas systématique  
-> on ne peut pas déduire les connectivités de "est affecté à" et "travaille sur" (on peut déduire seulement que l'une des deux doit être (0,1))
- mise en évidence d'une information omise dans le premier schéma
- Il est inutile de définir une association entre "équipe de recherche" et "projet de recherche" car elle serait redondante avec la composition des associations "affectation" et "réalisation"



## **Forme canonique d'un schéma E.A: commentaires**

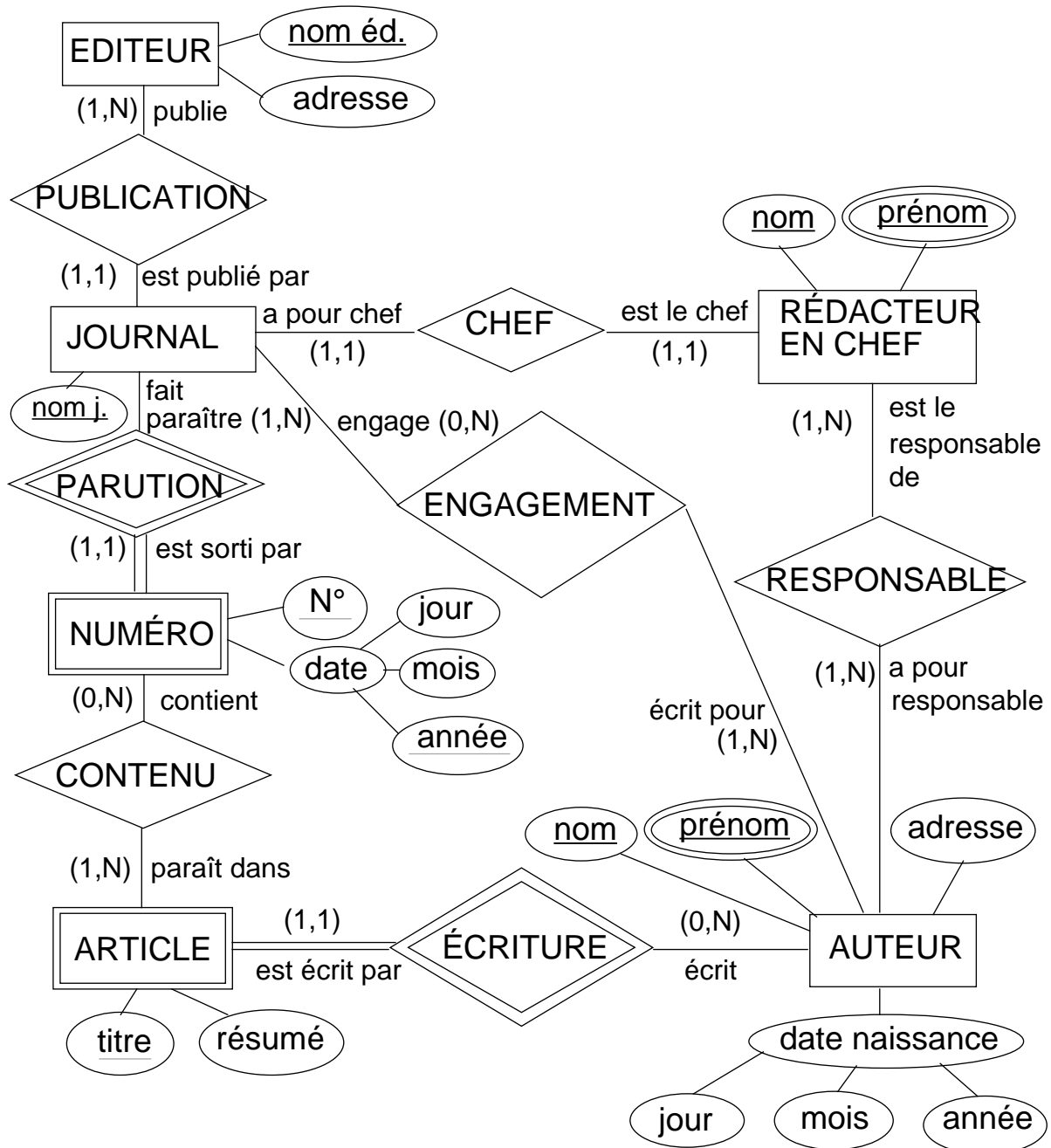
Mise sous forme canonique = processus de conception

E.A. : modèle sémantique -> mise sous forme canonique  $\neq$  application systématique de règles (comme c'est le cas dans la normalisation relationnelle)

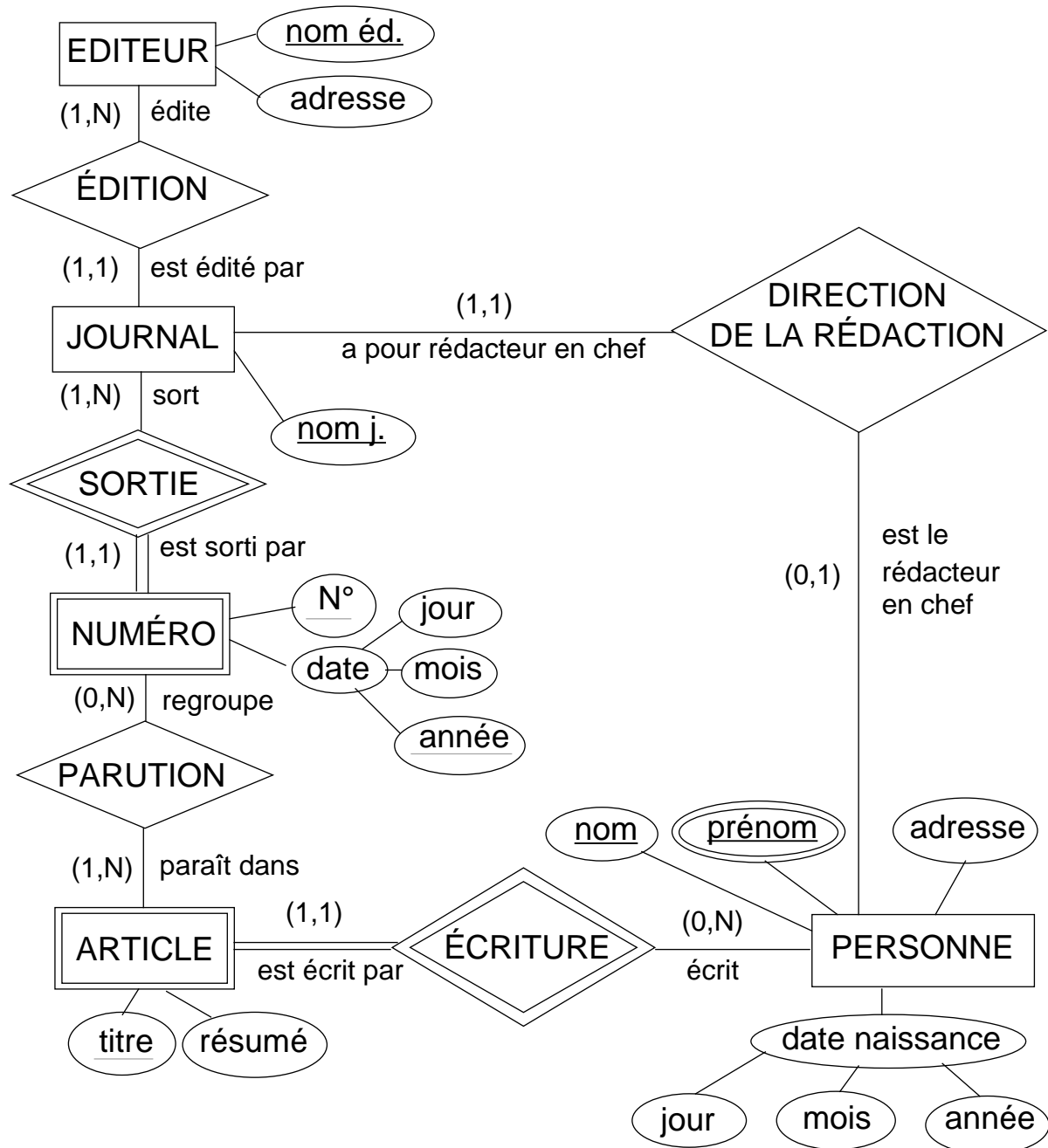
Critères à prendre en compte:

- élimination de la redondance
- clarté
- concision
- stabilité du schéma

## Mise sous forme canonique du schéma “publica...” (version de travail)



## Schéma de la publication des articles de journaux (4ème et dernière version)



C.I. "fonction d'une personne": toute occurrence de PERSONNE doit assumer au moins un des deux rôles "écrit" ou "est le rédacteur en chef"

**Joyeux Noël et bonne année !**

