

Module M1104 - Modélisation de données

Analyse et Conception des Systèmes d'Information

Modèle Entité-Association-Propriété (EAP)

J. Christian Attiogbe

maj Septembre 2019



Plan de ce cours

Plan de l'exposé

- 1 Les systèmes d'information
 - Motivations
 - Définition
 - Conception des SI
 - Etude de cas
- 2 Analyse et Conception des SI
 - Modèle Entité-Association



Modélisation, Système d'Information (SI)

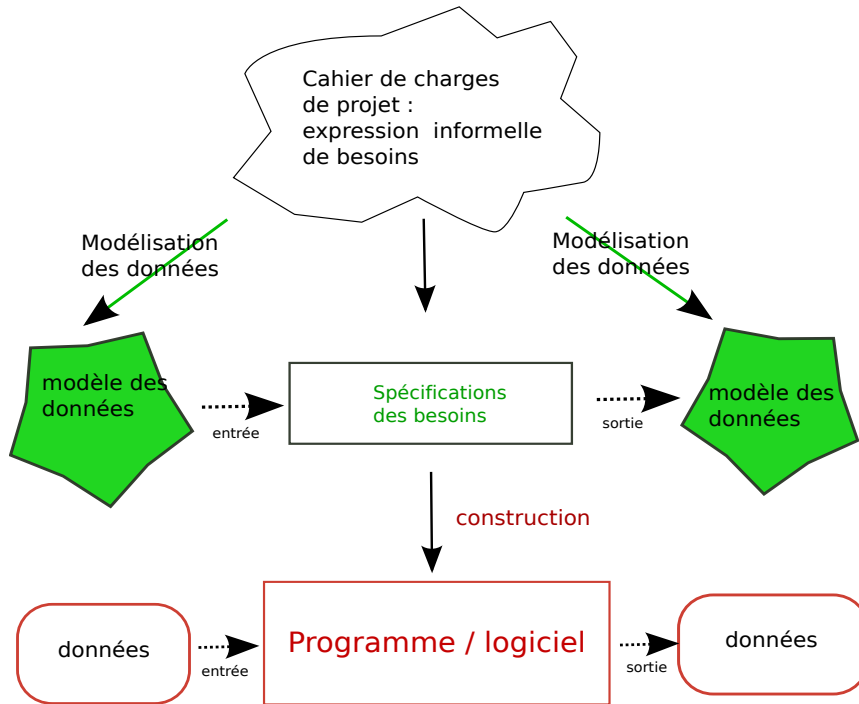


Figure: Place de la modélisation des données



Modélisation, SI, Bases de données

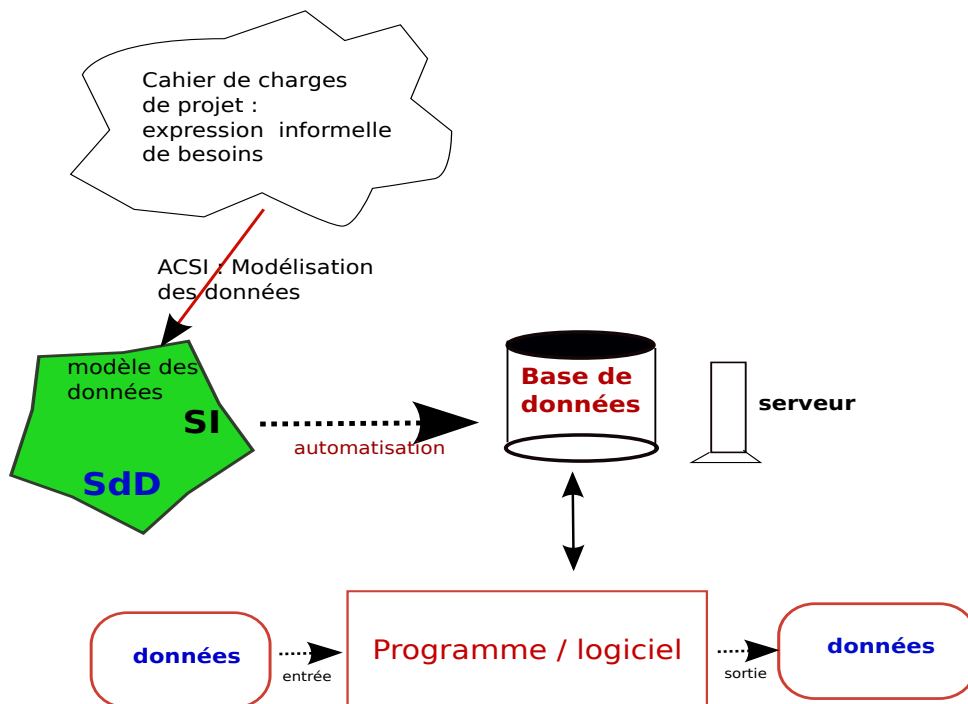


Figure: Place de la modélisation des données



Démarche : SI, modélisation et BD

- Plusieurs formalismes sont utilisés pour modéliser les systèmes d'information et les données : [Merise](#), [NIAM](#), [UML](#), ...
- A la base de ces formalismes de modélisation, il y a le **formalisme Entité-Association-Propriété**. C'est une notation graphique.
- Il s'agit essentiellement de notations graphiques utilisées pour construire des relations entre des ensembles d'éléments.
- Certains de ces formalismes n'ont malheureusement pas de sémantique rigoureusement définie. Il faut les utiliser en connaissance de cause. Certains sont outillés d'autres non.
- La construction de bases de données passent avant tout par une modélisation des données, on obtient un **modèle de données** OU **modèle logique des données** OU **schéma conceptuel de données** qui n'est pas la base de données.
La structure de la base de données est ensuite élaborée à partir du modèle de données.



SI et Bases de données

- Les **réseaux sociaux sont des exemples de bases de données**, implantation de modèles de données complexes
- Les **systèmes de réservation de ressources (avion, train, RdV, logistique)** donnent lieu à des bases de données gigantesques
- Les systèmes d'information sont interconnectées



Systeme d'Information

Systeme d'Information (SI)

Un ensemble organisé de ressources permettant de **collecter, stocker, structurer, traiter et communiquer** des informations dans des entreprises (ou organisations).

On distingue des systèmes d'information **supports d'opérations** (traitement de transactions, contrôle de processus industriels, supports d'opérations de communication, etc) et des systèmes d'information **supports de gestion** (aide à la production de rapports, aide à la décision, ...).

Les ressources considérées dans un SI peuvent être : matériel, logiciel, personnel, données, procédures, etc

Conception des systèmes d'information

Rôle du SI

Le système d'information permet de coordonner les activités de l'entreprise et lui permet ainsi d'atteindre ses objectifs.

Conception de SI

Concevoir un système d'information (et de communication) c'est concevoir comment circule et est stockée l'information de façon efficace et cohérente pour toutes les activités d'une entreprise, d'un réseau d'entreprises, d'une administration publique, des relations entre entreprises, etc

Systemes d'information : Criticité

Les systèmes d'information constituent une ressource critique dans bien des cas ; en effet

- Toutes les informations et les données y sont consignées
- La circulation et le flux des données ; la chaîne de décision
- L'extraction, la communication et la publication des informations
- L'extraction et le traitement des données
- ...

La **sécurité du SI est donc une préoccupation majeure**

Sécurisation d'un système d'information

La sécurité d'un système d'information consiste en une chaîne de mesures traitées de façon globale :

- la **sécurité de l'information** elle même ;
- la sécurité des données, liée aux questions d'interopérabilité, et aux **besoins de cohérence des données** en univers réparti ;
- la **sensibilisation des utilisateurs** aux problématiques de sécurité ;
- la **sécurité des réseaux** et moyens de (télé)communication ;
- la sécurité des systèmes d'exploitation ;
- la sécurité des applications logicielles ;
- la **sécurité physique, soit la sécurité au niveau des infrastructures matérielles** (contrôle d'accès, etc).

La sécurité des données est primordiale dans la sécurité des systèmes d'information

La sécurité d'un SI est caractérisée par le niveau de sécurité du maillon le plus faible de la chaîne.

Etude de cas : SIH

- **Système d'Information Hospitalier** (abrégé SIH) est un système d'information appliqué au secteur de la santé, et plus particulièrement aux établissements de santé.
- Le SIH est une des composantes du SI de Santé.
- Circulaire ministérielle numéro 275 du 6/01/1989 du Ministère de la Santé français : le SI d'un établissement de santé

"[...] peut être défini comme l'ensemble des informations, de leurs règles de circulation et de traitement nécessaires à son fonctionnement quotidien, à ses modes de gestion et d'évaluation ainsi qu'à son processus de décision stratégique ."

Attention : Cette définition est plus restrictive que les définitions des systèmes d'information ; elle se limite à certaines fonctionnalités et en exclut d'autres (par exemple les organisations et processus implémentés).

Etude de cas : SIH (suite)

Le système d'information hospitalier est inséré dans l'organisation "hôpital" en perpétuelle évolution; il est capable, selon des règles et modes opératoires prédéfinis, d'acquérir des données, de les évaluer, de les traiter par des outils informatiques ou organisationnels, de distribuer des informations contenant une forte valeur ajoutée à tous les partenaires internes ou externes de l'établissement, collaborant à une oeuvre commune orientée vers un but spécifique, à savoir la prise en charge d'un patient et le rétablissement de celui-ci.

Gérard Ponçon, *Le management du système d'information hospitalier : la fin de la dictature technologique*, éditions de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, 2000

Exemple du Dossier Médical du Patient

Ce que le **dossier médical du patient** hospitalisé doit au moins contenir et ce qui est communicable au patient (sources :

esante.gouv.fr/sites/default/files/media_entity/documents/asip_pneonat_referentiel_v1_0_0_fevrier_2017_vf.pdf, 09/2019 /

www.gmsih.fr novembre 2008)

- les **informations** formalisées recueillies lors des **consultations** externes dispensées dans l'établissement, lors de l'accueil au **service des urgences** ou au moment de l'admission et au cours du **séjour hospitalier**, et notamment :
 - La **lettre du médecin** à l'origine de la consultation/admission ;
 - Les **motifs d'hospitalisation** ;
 - La recherche d' **antécédents et de facteurs de risques** ;
 - Les **conclusions de l'évaluation clinique** initiale ;
 - Le type de **prise en charge prévu** et les prescriptions effectuées à l'entrée ;
 - La nature des **soins dispensés et les prescriptions** établies lors de la consultation externe ou du passage aux urgences;



Exemple du Dossier Médical du Patient(suite)

- informations recueillies lors de **consultation...(suite)**
 - Les informations relatives à la prise en charge en cours d'hospitalisation: état clinique, soins reçus, examens para-cliniques, notamment d'imagerie ;
 - Les informations sur la démarche médicale
 - Le dossier d'anesthésie ;
 - Le compte rendu opératoire ou d'accouchement ;
 - Le consentement écrit du patient pour les situations où ce consentement est requis sous cette forme par voie légale ou réglementaire ;
 - La mention des actes transfusionnels pratiqués sur le patient et, le cas échéant, copie de la fiche d'incident transfusionnel
 - Les éléments relatifs à la prescription médicale, à son exécution et aux examens complémentaires ;



Exemple du Dossier Médical du Patient(suite)

- informations recueillies lors de consultation...(suite)
 - Le dossier de soins infirmiers ou, à défaut, les informations relatives aux soins infirmiers ;
 - Les informations relatives aux soins dispensés par les autres professionnels de santé ;
 - Les correspondances échangées entre professionnels de santé.
- Les informations formalisées établies à la fin du séjour :
 - Le compte rendu d'hospitalisation et la lettre rédigée à l'occasion de la sortie ;
 - La prescription de sortie et les doubles d'ordonnance de sortie ;
 - Les modalités de sortie (domicile, autres structures) ;
 - La fiche de liaison infirmière.

Exemple du Dossier Médical du Patient(suite)

Comment à partir de ce cahier de charges, élaborer le système d'information qui sera ensuite informatisé ?

- Il faut de la méthode pour traiter toutes les informations puis les modéliser.
- Méthode d'analyse et de conception des SI
On parle aussi de modélisation de données (ou des SI)

Exemple du Dossier Médical du Patient(suite)

Qu'est ce qu'un dossier médical du patient ?

- Les principales caractéristiques : lettreMedecin, motifsHospitalisation, antécédents, facteursRisques, évaluationClinique, typePriseEnCharge,..., dossierAnesthésie, ..., soinsDispensésParAutres, ...

Chacune de ces données peut/doit être précisée :

- facteursRisques ? antécédents ? dossierAnesthésie ? ...

Quand s'arrêter ? a-t-on tout pris en compte ?

Analyse et conception des SI

Les différentes phases

- **Mise en place de SI :**
 - Recueil,
 - analyse,
 - modélisation et structuration des données ;

Dans les exemples précédents (SIG, SIH, etc), on a considéré une partie de la réalité de l'entreprise, puis on l'a structuré.

- **L'informatisation des SI :** fait appel aux **bases de données**

Le modèle **Entité-association** (**ER Model**, Peter Chen, 1976) est à la base des modèles de SI.



Analyse et conception des SI

- Le SI est **une partie de la réalité** d'une entreprise ;
- Ou simplement, une partie de la réalité tout court ;
- Pour **communiquer** dans l'entreprise, au sujet d'une problématique, on considère une délimitation des informations/données relatives à cette problématique ; on considère l'**Univers du Discours**¹
- **Univers de Discours : ensemble de données qui sont considérées pour échanger (entre des personnes...).**



¹De Morgan, Logicien, Mathématicien



De l'univers du discours au SI

- Le SI modélise un univers de discours : on parle de **schéma conceptuel**.
- De la réalité, on considère un univers de discours, on le conceptualise/modélise.
- Différents niveaux d'abstraction sont considérés dans les SI : on rencontre souvent les structurations en **niveau conceptuel, fonctionnel, physique, ...** (selon une "vieille terminologie").
- Dans les différents niveaux, on considère des **concepts ou entités** et des **relations entre ces entités**.



Exemple : SI de gestion du département informatique

- Le département accueille des étudiants inscrits dans des années d'étude (D1, D2, L3) ;
- Pour chaque étudiant, on dispose du nom, prénom, date de naissance, adresse, série de bac, année d'obtention du bac, ...
- Un étudiant inscrit dans une année est inscrit dans un seul groupe de TD/TP.
- Un étudiant est inscrit à plusieurs modules.
- Un module a un enseignant responsable
- ...

Exemple : SI de gestion du département info

- Le **département** accueille des **étudiants** inscrits dans des **années** d'étude (D1, D2, L3) ;
- Pour chaque étudiant, on dispose du **nom, prénom, date de naissance, adresse, série de bac, année d'obtention** du bac, ...
- Un étudiant inscrit dans une année est inscrit dans un seul **groupe** de TD/TP.
- Un étudiant est inscrit à plusieurs **modules**.
- Un module a un **enseignant responsable**
- ...

Exemple : SI de gestion du département info (suite)

- **Entités identifiées (notre univers du discours) :** *Etudiant*, *Annee d'Etude*, *DateNaissance*, *Nom*, *Prenom*, *Groupe*, *Module*, etc
- ne sont pas toutes au même niveau d'abstraction.
- Les étudiants ont tous les mêmes caractéristiques : un étudiant est **une entité**.
- On identifie aussi des **relations** entre *Etudiant* et *Groupe*, *Etudiant* et *Module*, ...

Exemple : SI département info

Si on nommait les relations, puis les matérialisait, avant de les caractériser, alors on obtiendrait :

$R_1(\textit{Etudiant}, \textit{Groupe})$

$R_2(\textit{Etudiant}, \textit{Module})$

...

Notons que certaines entités sont utilisées pour caractériser *Etudiant*, par exemple :

$\textit{Etudiant}(\textit{Nom}, \textit{Prenom}, \textit{ddn}, \textit{adresse}, \textit{serieBac}, \textit{anneeBac})$

Un étudiant est caractérisé par :
On y reviendra.

Le modèle Entité-Association-Propriété (E-A-P)

Depuis les années 1970...

- On utilise les **schémas Entité-Association** pour décrire les modèles (conceptuels) des SI.
- Il s'agit d'une modélisation (graphique) à partir des énoncés informels (univers du discours).
- A l'issue de la modélisation des données on a des schémas entité-association.
- Formellement, il s'agit de **relations entre des ensembles**.
- Les principaux auteurs à la source de cette modélisation dans les années 70 : **Chen (USA)**, **Tardieu (France)**.



Le modèle Entité-Association-Propriété : le formalisme

Le formalisme de la modélisation entité-association :

- **Classe d'entités (ENTITE) : un ensemble** d'éléments de même nature (les étudiants dans notre exemple) ;
- **Association** : un lien entre entités (élémentaires)
- **Classe d'associations (ASSOCIATION): une relation** entre classes d'entités

Par abus et manque de rigueur, il y a des confusions entre classe d'entités et entités !

Il faut distinguer **ENTITE** comme un type, puis les **occurrences** d'entités comme les éléments du type.



Le modèle Entité-Association

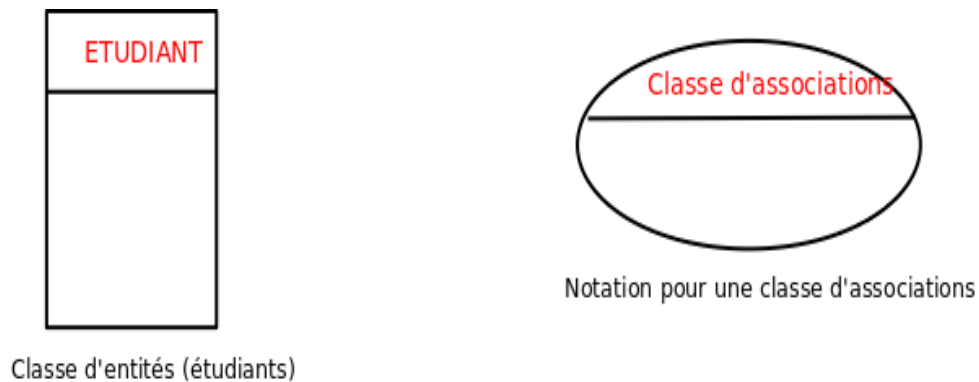


Figure: Notations graphiques des EA

Ce sont des ensembles (au sens théorie des ensembles).

ETUDIANT est une entité, ou type, ou entité-type, ou ensemble.

Classe d'association est aussi un ensemble.



Le modèle Entité-Association

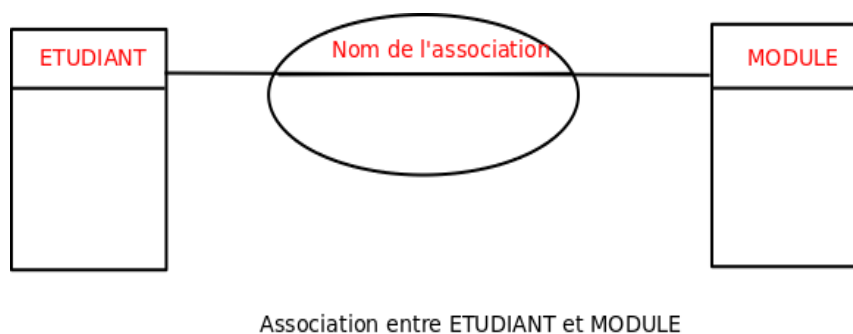


Figure: Notation graphique des associations

Il s'agit d'une relation entre les ensembles ETUDIANT et MODULE.

r_m : **ETUDIANT** \leftrightarrow **MODULE** (avec r le nom de la classe d'association).
attention on peut valablement écrire

r_e : **MODULE** \leftrightarrow **ETUDIANT**



Le modèle Entité-Association

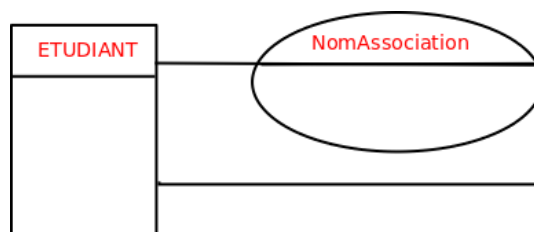
Il y a eu **plusieurs extensions** à la notion d'association :

- **associations avec/sans propriétés**
- **association n-aires** Attention, à manipuler avec précautions
- **Association en boucle** ; c'est une association entre plusieurs entités de même classe.

Exemples :

Un **étudiant** en binôme avec un **étudiant** ;

Un **client** parraine un **client**

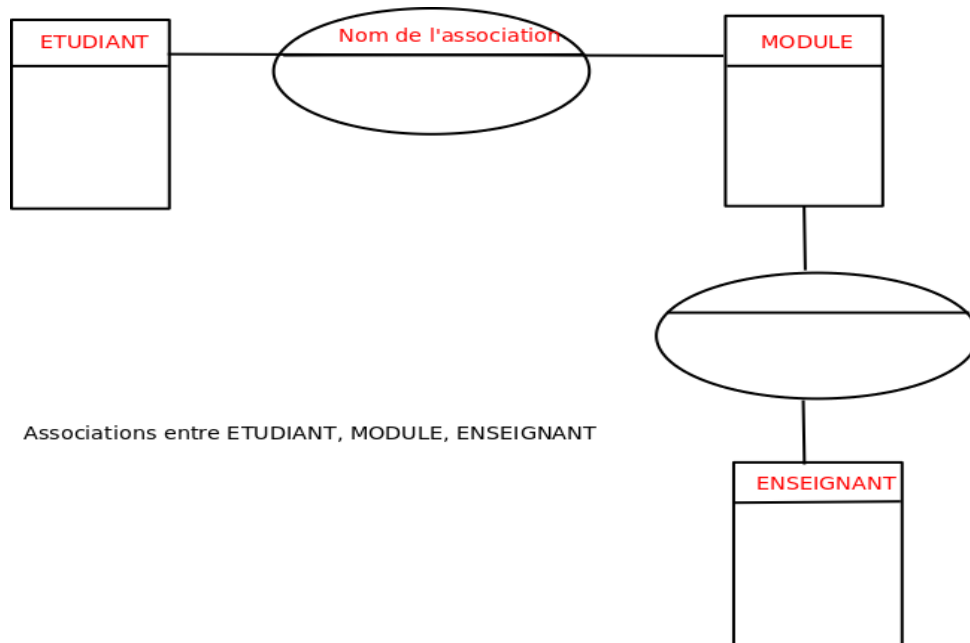


Association en boucle (entre ETUDIANT et ETUDIANT)



Le modèle Entité-Association

Plusieurs associations peuvent partir d'une entité vers d'autres entités.



Associations entre ETUDIANT, MODULE, ENSEIGNANT

Figure: Notation graphique des associations



Le modèle Entité-Association-Propriété

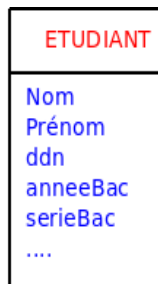
Nous avons identifié des entités de divers niveaux ;

Exp : un étudiant est caractérisé par **Nom**, **Prenom**, **ddn**, **adresse**, **serieBac**, **anneeBac**, etc

Ce sont, dans le modèle EA, des **propriétés** (ou **attributs**) de l'entité étudiant.

Formellement **les propriétés sont des fonctions**.

Graphiquement :



ETUDIANT avec ses attributs

Formellement

Nom : *ETUDIANT* → *DomaineNom*

...

ddn : *ETUDIANT* → *DomaineDDN*

...

Le modèle Entité-Association : associations avec propriétés



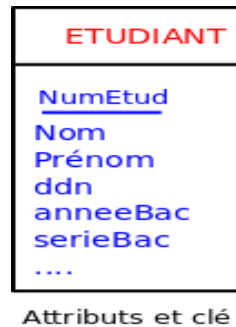
Association entre ETUDIANT et MODULE, avec des propriétés sur l'association

Figure: Association caractérisée par des propriétés

Le modèle Entité-Association : identifiants

● Identifiant des entités

- Les entités ont des propriétés qui les identifient ;
- On souligne la propriété ou le groupe de propriétés qui identifie de façon unique une entité ;
on l'appelle **identifiant** et aussi **clé (primaire)**.



Le modèle Entité-Association : identifiants

● Identifiants des associations

- on utilise comme identifiant unique, les identifiants des entités qu'elle relie.
Si Ca est l'identifiant de Ea, Cb l'identifiant de Eb alors l'association Aab entre Ea et Eb a comme identifiant (Ca,Cb)

- Les associations peuvent aussi avoir des propriétés.

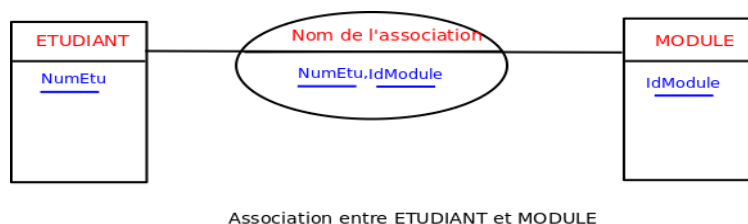


Figure: Notations graphiques des EA

Le modèle Entité-Association : type de relation

- On lit les associations de gauche à droite ou de droite à gauche (plutôt d'une entité vers l'autre, c'est selon le dessin !).
- On note des '**cardinalités**' sur l'association, dans un sens et dans l'autre (de chaque entité vers l'autre).
- Ces cardinalités, sous la forme **min, max** essayent d'exprimer le type de relation qu'il y a entre les entités (**relation, fonction partielle, fonction totale**)

Le modèle E-A-P : type de relation ou cardinalités

- **0,1** : une occurrence de E **peut être** reliée à 0 ou 1 occurrence de F (fonction partielle)
- **1,1** : une occurrence de E **est** reliée à 1 seule occurrence de F (fonction totale)
- **0,N** : une occurrence de E **peut être** reliée à 0 ou N occurrences de F (relation)
- **1,N** : une occurrence de E **est** reliée à 1 ou N occurrences de F (relation)

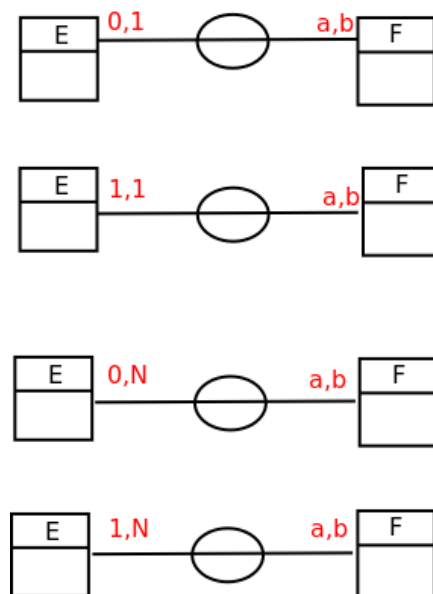


Figure: Notation des cardinalités

Le modèle Entité-Association : méthode

- Utiliser des noms différents lorsqu'on nomme les attributs/propriétés d'entités différentes (on peut composer avec le nom de l'entité).
- Lorsqu'une association impliquant deux entités, a les cardinalités (1,1) de part et d'autre, elle dénote une bijection.
- Dans ce cas les deux entités impliquées doivent être fondues en une seule entité.

Le modèle Entité-Association

- Différentes méthodes (et notations) existent pour décrire les schémas entités-associations. Parmi les méthodes utilisées en France, on peut citer, Merise, Axial, NIAM, ...
- Dans la démarche de construction des SI, on part de l'univers du discours pour élaborer un modèle entité-association ;
- A partir du modèle entité association, on construit un modèle relationnel ;
- Si on envisage la création d'une base de données, on part du modèle relationnel, pour construire la base de données.

Modèle EA et la méthode Merise

- La méthode nommée **Merise**, utilisée dans certaines entreprises en France est basée sur le modèle EA.
- On y parle de **modèle conceptuel de données (MCD)** pour désigner un schéma entité-association.
- La méthode Merise utilise aussi le **modèle conceptuel de traitement MCT** pour désigner les schémas qui décrivent la modélisation des traitements.

De nombreuses autres méthodes ont été élaborées par la suite, en intégrant par exemple les concepts de la modélisation par classe/objets : **UML² par exemple utilise des diagrammes basés sur le modèle EAP.**

²Unified Modeling Language



Exemple de schémas entités-association

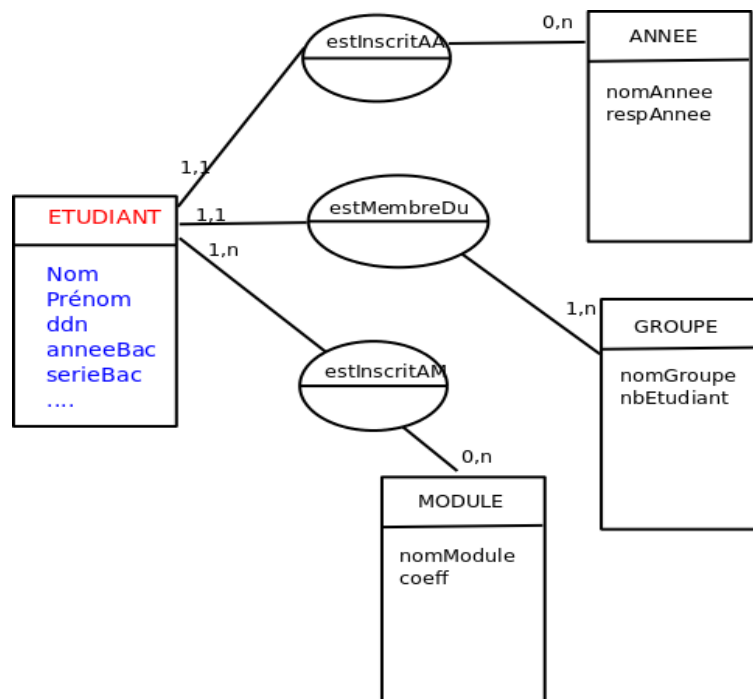


Figure: Un modèle EA du SI gestion IUT



Simplification, normalisation

Dans la pratique,

- on essaye d'élaborer :
 - des **modèles de données les plus simples possibles** ;
 - **plusieurs relations simples** (reliées deux à deux) ;
 - des **entités réutilisables** dans différentes relations ;
 on diffère les propriétés calculables (pour les futurs traitements)
- Il est possible de **transformer un modèle en un autre**, en le simplifiant ;
- On peut **regrouper** des entités (cas de bijection par exemple)
- On peut **décomposer** une association entre trois entités en deux associations entre trois entités (deux à deux)
- ...

Bibliographie

Les collègues de l'Université de Nantes :

- P. ANDRE, A. VAILLY, *Conception des systèmes d'information ; Panorama des méthodes et des techniques*, Editions Ellipses, janvier 2001, ISBN 2-7298-0479-X
- H. HABRIAS, *Le modèle relationnel binaire*, Eyrolles, 1988

mais, évidemment, il y en a beaucoup d'autres.