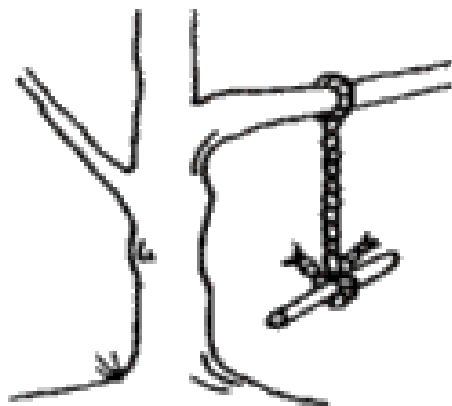


# Cours Génie Logiciel – M1 Informatique

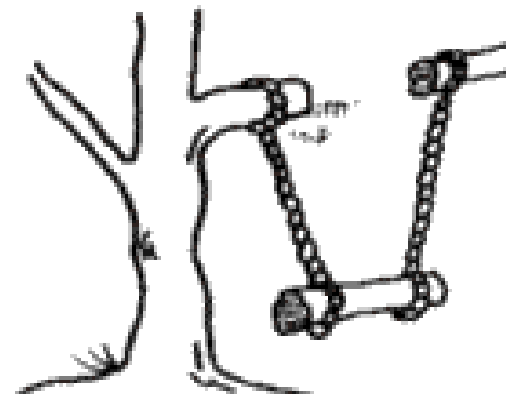
- Partie I - Introduction au Génie Logiciel
- Partie II - Test logiciel – Principes et méthodes
- Partie III – Ingénierie des exigences - Introduction



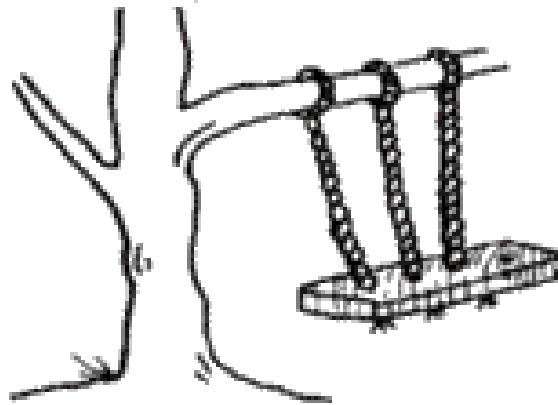
# **Ingénierie des exigences / Analyse de besoins**



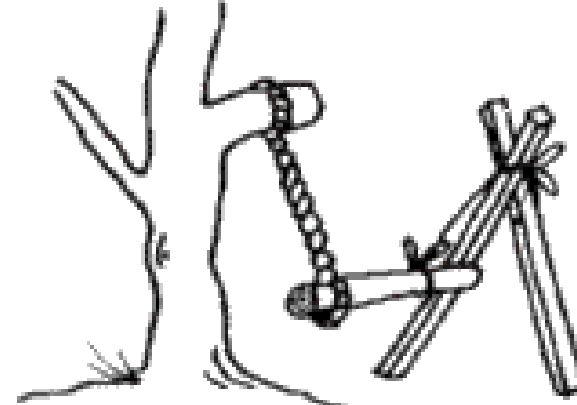
**What the user asked for**



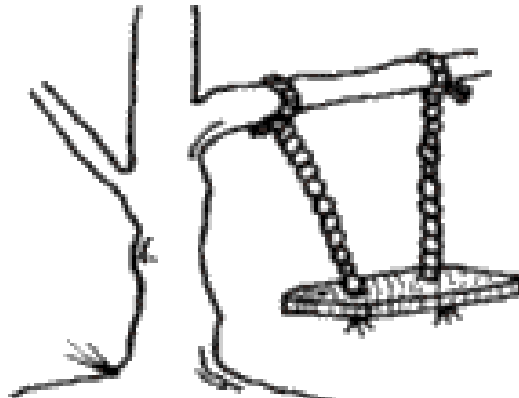
**How the analyst saw it**



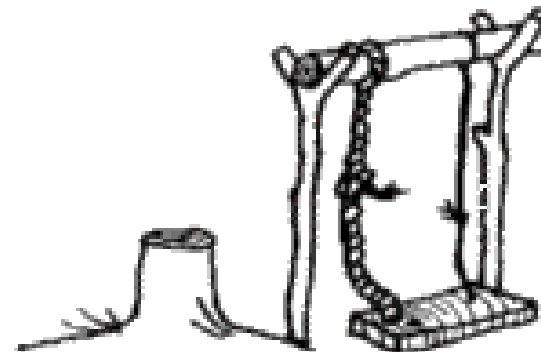
**How the system was designed**



**As the programmer wrote it**



**What the user really wanted**



**How it actually works**

# Ingénierie des exigences – M1/GL

## Objectifs d'apprentissage

---

- Objectif 1 – Je sais expliquer le rôle de l'ingénierie des exigences dans le cycle de vie du logiciel
- Objectif 2 – Je sais créer un ensemble d'exigences textuelles, fonctionnelles et non-fonctionnelles, pour une application logicielle simple.
- Objectif 3 – Je sais modéliser un ensemble de processus métier et règles métier pour une application logicielle simple
- Objectif 4 – Je sais expliquer les principales techniques permettant de représenter des exigences et expressions de besoins utilisateur.

# Sommaire

---

- 1- Ingénierie des exigences – Définitions
- 2- La démarche d'analyse de besoins
- 3- Rédaction des spécifications d'exigences
- 4- Validation de l'expression de besoins
- 5- Méthodes et outils pour l'expression de besoins pour l'expression de besoins
  - Exigences textuelles
  - Cas d'utilisation - UML
  - Processus Métier – BPMN
  - Analyse du domaine métier – Modèle conceptuel de données
  - Maquettes et Mock-up

# 1 - Ingénierie des exigences - Définitions

---

## ◆ Exigence ?

- (1) une condition ou capacité requise pour résoudre un problème ou atteindre un objectif.
- (2) Une condition ou une capacité que doit posséder un produit, service, composant pour satisfaire un contrat, un standard, une spécification ou tout autre document formalisé.
- (3) Une représentation d'une condition ou d'une capacité  
representation of a condition or capability as in

Source – REQB Glossary

# Classification des exigences

---

## ◆ des exigences processus

- Les exigences processus concernent les processus de développement et de livraison.
- Par exemple : les coûts, le marketing, le temps de traitement, les ventes et la distribution, l'organisation, le développement, la documentation.

## ◆ des exigences produit

- Exigences fonctionnelles
- Exigences non-fonctionnelles

# Exigences Fonctionnelles & Non fonctionnelles

---

- ◆ Les exigences fonctionnelles décrivent ce QUE le système doit faire
- ◆ Les exigences non-fonctionnelles décrivent COMMENT le système doit se comporter (pour faire quelque chose)
  - Exigences sur les caractéristiques de qualité non-fonctionnelles du logiciel
  - Contraintes portant sur le processus de développement et/ou l'usage



# Points de vue

---

## **Externe (Utilisateurs et clients)**

- ◆ Exigences produit fonctionnelles
  - Interface utilisateur
  - Fonctionnalités et services rendus
- ◆ Exigences produit non-fonctionnelles
  - Fiabilité
  - Performance
  - Utilisabilité

## **Interne (Equipe de développement)**

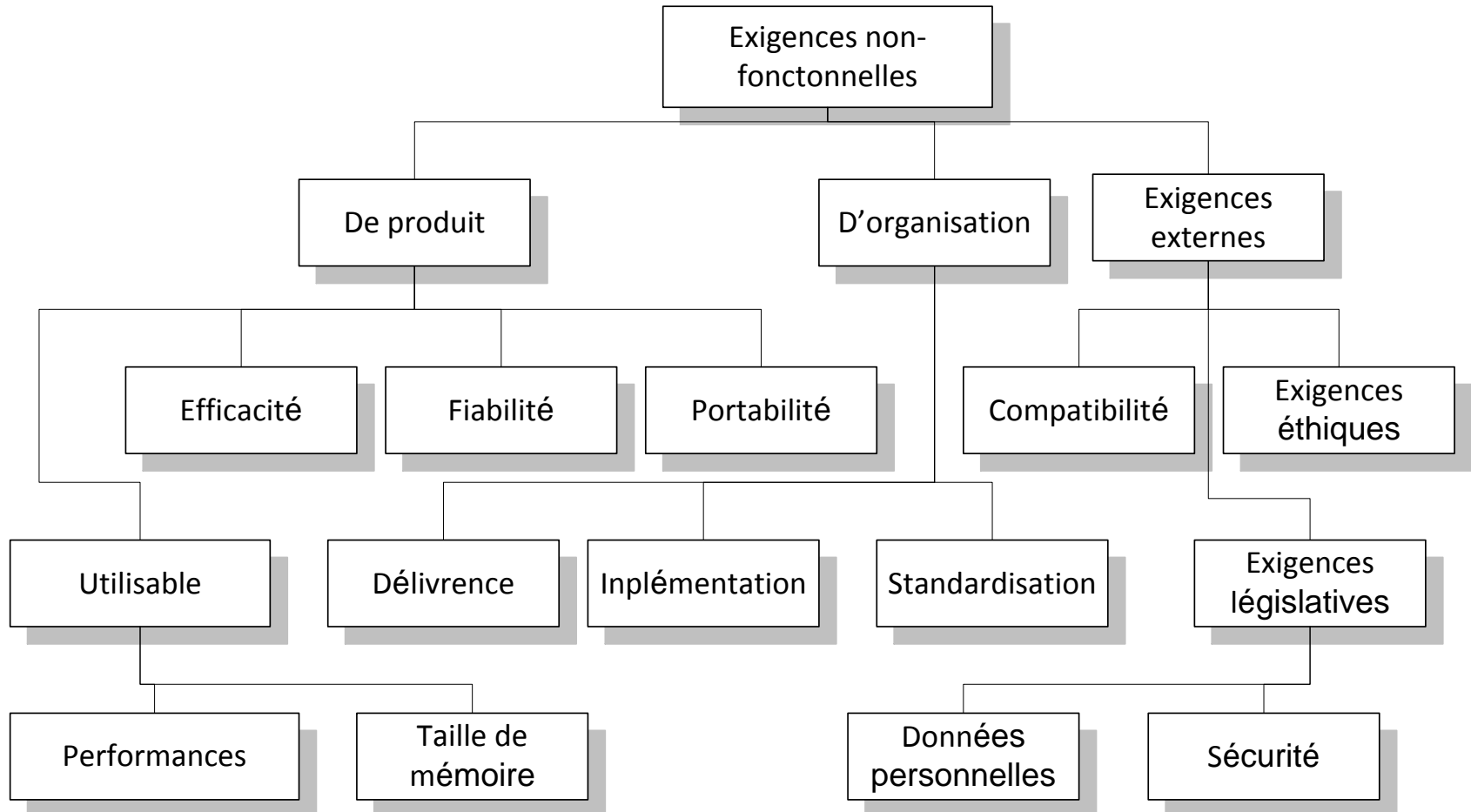
- ◆ Exigences produit fonctionnelles
  - Architecture fonctionnelle
  - Fonctionnalités et services rendus
- ◆ Exigences produit non-fonctionnelles
  - Testabilité
  - Maintenabilité
  - Outils de développement

# Exigences non fonctionnelles

---

- ◆ Définissent les propriétés et contraintes que doit supporter le système
- ◆ Types de contraintes :
  - Sur le logiciel (temps de réponses, niveau de fiabilité, plateforme d'exécution, ...)
  - Sur les méthodes et outils (langage de programmation, base de données, standards de développement)
  - Externes (interopérabilité, contraintes de droits d'accès aux données)
- ☞ Les exigences non fonctionnelles sont souvent plus simples à exprimer mais parfois plus difficiles à satisfaire que les exigences fonctionnelles

# Exigences non-fonctionnelles



# Interaction entre contraintes

---

- ◆ Des conflits peuvent apparaître entre les différents types de spécifications non fonctionnelles dans les systèmes complexes
- ◆ Système avionique
  - Pour minimiser le poids, le nombre de circuits et processeurs doit être minimisé
  - Pour minimiser la consommation d'électricité, des circuits simple doivent utilisés.
  - Mais des circuits plus simple peut signifier plus de circuits.  
Laquelle des deux éléments de spécifications est prioritaire ?

# Niveaux d'exigences – du + générale au + détaillé

---

## ◆ Exigences client

- Besoins et attentes (exigences métier de haut niveau)
- Limitations métier

## ◆ Exigences solutions / systèmes

- Spécification des besoins client (spécifications détaillées des exigences métier de haut niveau)

## ◆ Exigences produit / composant

- Fonctions et caractéristiques de la solution
- Les bases pour l'analyse et la conception détaillée (exemple : cas d'utilisation)

# Exemple LIBSYS

---

Système bibliothécaire qui assure un interface unique pour un grand nombre bases de données d'articles qui se trouvent en différentes bibliothèques.

Les utilisateurs cherchent, téléchargent et impriment les articles pour leurs études personnelles

# Exemple LIBSYS

---

## — Exigence client

1. Le logiciel doit mettre à disposition des moyens d'accès et de présentation des fichiers externes produits par autres logiciels.

## — Exigences solutions

- 1.1 Des moyens pour déterminer le type des fichiers externes doit être disponible
- 1.2 Pour chaque type de fichier externe on doit avoir un outil associé pour traiter le fichier
- 1.3. Chaque type de fichier externe est présenté comme une icône spécifique sur l'écran.
- 1.4. L'utilisateur doit avoir la possibilité de définir ces propre icônes.
- 1.5. Quand une icône est choisie l'outil associé est appliqué.

# Exigences Métier

---

## ◆ Exemples

L'utilisateur doit pouvoir chercher dans l'ensemble initial de bases ou dans un sous-ensemble

Le système doit assurer un dispositif approprié pour que l'utilisateur soit capable de lire les documents.

A chaque commande est affecté un numéro (ORDER\_ID) qui peut être copié dans l'espace du permanent de la compte



# Besoins non-fonctionnels

---

## ◆ Exemple LIBSYS

- Besoins de produit

8.1. L'interface d'utilisateurs doit être implémentée en simple HTML sans cadres et applets Java

- Besoins organisationnels

9.3.2 Le processus de développement doit s'appuyer sur le standard Dev\_Process\_2013\_12B

- Besoins externes

7.6.5. Le système ne doit exposer aux opérateurs du système aucune information personnelle des clients sauf leur numéro personnel et leur nom

# Produire des exigences non-fonctionnelles vérifiables

---

## ◆ Buts – intention générale de l'utilisateur

Le système doit être facilement utilisé par des contrôleurs expérimentés et il doit être organisé de telle façon que le nombre d'erreurs soit minimisé.

## ◆ Besoin non-fonctionnel vérifiable

Un contrôleur expérimenté doit être capable d'utiliser le système après 2 heures de formation. Après cette formation le nombre moyen d'erreurs faites par un utilisateur expérimenté ne doit pas dépasser 2 par jour.

# Métriques pour les exigences non fonctionnelles

---

Propriété	Mesure
Vitesse	Nombre de transactions par seconde Temps de réaction Temps de rafraîchissement de l'écran
Taille mémoire	Kbytes, Mbytes, GBytes
Facilité d'utilisation	Temps pour formation Nombre d'écrans^pages d'aide
Fiabilité	Temps moyen sans panne Probabilité de refus d'accès Fréquence d'apparition d'erreurs Disponibilité
Robustesse	Temps de restart après une panne. Pourcentage des événements causant une panne Probabilité de perte ou corruption des données
Portabilité	Pourcentage des instructions qui son machine dépendantes. Nombre de systèmes cibles

# Définir des exigences est une tâche très complexe → Quelques problèmes courants

---

- Objectifs imprécis
- Problèmes de communication / Barrières de connaissance
- Formulation vague
- Formulations trop formelles
- Instabilité des exigences
- Mauvaise qualité des exigences (incluant des exigences ambiguës, trop spécifiées, pas claires, impossibles, contradictoires)
- Sur-spécification (trop de description d'une exigence qui implique que l'exigence réelle est couverte par des descriptions inutiles)
- Implication insuffisante des utilisateurs
- Classes utilisateur oubliées (impliquant des parties prenantes oubliées)

# Critères de qualité des exigences (1/3)

---

**Correcte / Précise** : l'exigence doit décrire de façon précise la fonctionnalité à fournir.

**Faisable / Réalisable** : il doit être possible d'implémenter l'exigence à partir des capacités et limitations connues d'un système et de son environnement

**Utile / Nécessaire** : l'exigence doit documenter ce dont le client (ou les autres parties prenantes) a réellement besoin et ce qui est exigé pour réaliser une exigence externe ou une interface ou un standard spécifié

# Critères de qualité des exigences (2/3)

---

**Priorisée** : l'exigence devrait avoir une priorité allouée indiquant son niveau d'importance pour une release donnée d'un produit

**Non ambiguë** : l'exigence devrait être interprétée de façon unique. Des personnes différentes prenant connaissance d'une exigence doivent avoir la même interprétation et la même compréhension de l'exigence

**Vérifiable** : il devrait être possible de vérifier si l'exigence est implémentée correctement

# Critères de qualité des exigences (3/3)

---

**Unique** : ne doit pas contenir de multiples exigences ; nécessite une granularité suffisante pour spécifier une exigence de façon unique

**Indépendante de la conception** : décrit le « QUOI », pas le « COMMENT »

# Critères de qualité pour les spécifications d'exigences (1/2)

---

**Complète** : aucune exigence ni information nécessaire ne devrait être oubliée dans la spécification des exigences. La complétude est aussi exprimée comme une caractéristique désirée pour une exigence individuelle et un niveau de détail

**Cohérente** : l'exigence ne peut rentrer en conflit avec d'autres exigences ou avec des exigences de haut niveau (système ou métier)

**Modifiable** : la spécification doit permettre d'introduire des changements dans les exigences. L'historique des changements effectués sur chaque exigence doit être conservé



# Critères de qualité pour les spécifications d'exigences (2/2)

---

**Traçable** : il doit être possible de tracer chaque exigence vers sa source (par exemple, une exigence système de plus haut niveau, un cas d'utilisation ou une assertion client) et vers les artefacts d'implémentation correspondants (par exemple, des éléments de conception, le code source et les cas de tests)

# Notion d'engagement / degré d'obligation

---

L'engagement est le degré d'obligation de respect des exigences, et est défini via des mots-clés alloués aux exigences de haut niveau :

➤ **Le système devrait ...**

Les mots-clés peuvent inclure : « doit », « sera », « devrait », « serait », « pourrait »

Après la phase de contractualisation et de référencement des exigences, les mots-clés devraient déterminer strictement le degré d'obligation :

➤ **Le système fera ...**

Notation Moscow (Must Have, Should Have, COuld have, Would have).

# Priorité des exigences

---

La priorité est l'évaluation de l'importance / urgence d'une exigence : plus la priorité est élevée, plus l'exigence est essentielle pour répondre aux objectifs généraux du logiciel.

Exemples de priorité d'exigences :

- Haute
- Moyenne
- Basse

# Criticité des exigences

---

Évaluation du risque d'une exigence en évaluant le dommage en cas de non-respect d'une exigence

La criticité est exprimée sous forme de niveaux : plus le niveau est élevé, plus critiques sont les conséquences dans le cas d'une défaillance fonctionnelle.

# Traçabilité des exigences

---

## → Traçabilité ?

Capacité à lier une exigence du projet à d'autres éléments du projet.

Elle permet de répondre, par exemple, aux questions suivantes :

- Quel est l'impact de la modification d'une exigence sur les éléments déjà réalisés comme l'analyse/conception, l'implémentation ou les cas de tests ?
- Quels sont les résultats des tests des exigences de l'itération n ?
- Quelles sont les fonctionnalités couvertes par une itération courante et leur état d'avancement dans le projet ?

# Types de traçabilité

---

## → Traçabilité

On appelle **traçabilité verticale**, la décomposition des exigences en exigences dérivées (sous exigences) et entre les exigences elles-mêmes.

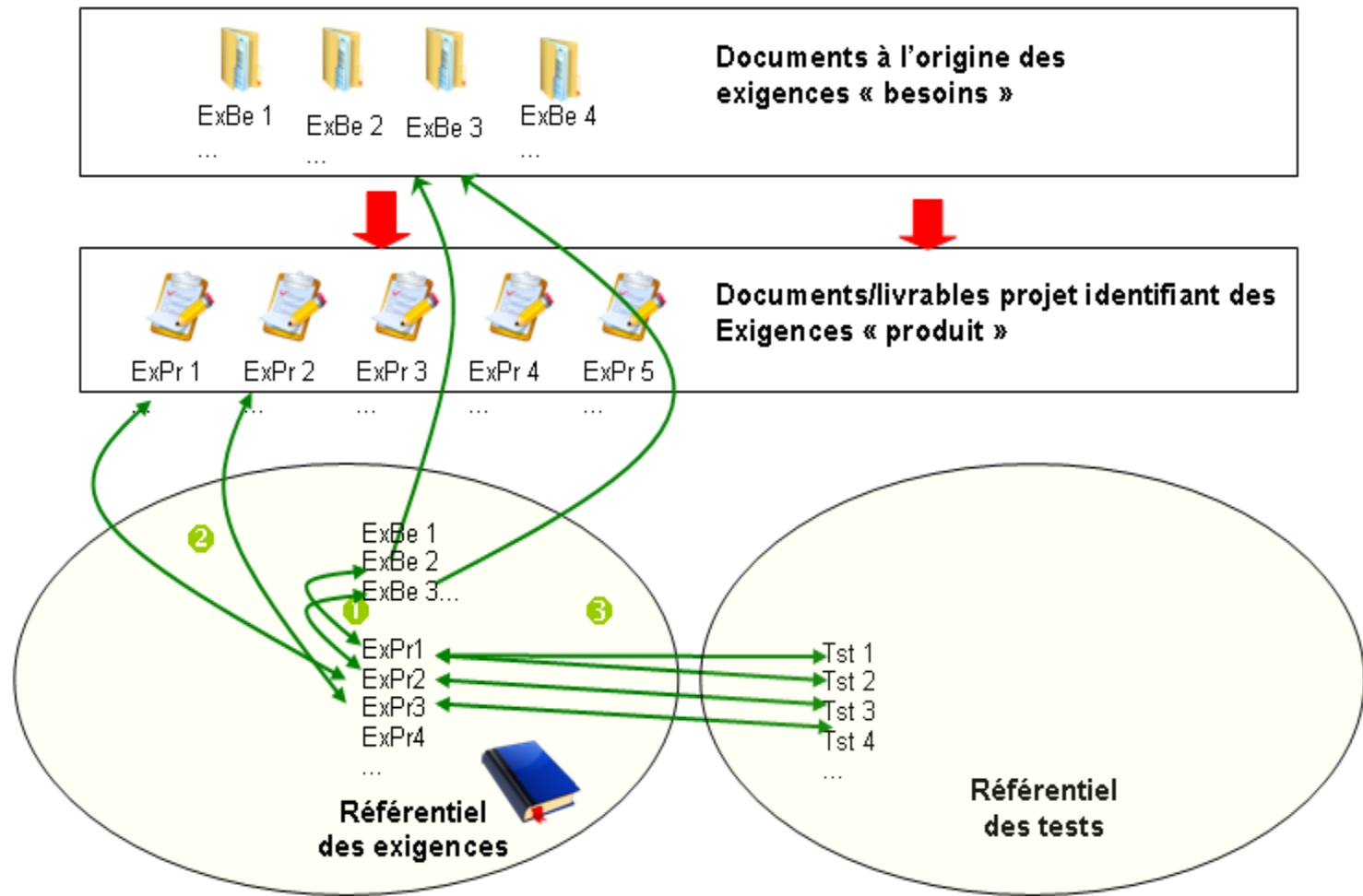
La traçabilité verticale permet, de plus, de suivre ces exigences au travers des éléments du modèle d'analyse, de conception et de construction.

On appelle **traçabilité horizontale**, les liens entre les exigences d'un certain niveau et les éléments de tests de ce niveau.

L'objectif est de maintenir une **traçabilité bidirectionnelle** entre les exigences produit et les différents éléments du produit. Cette traçabilité permet de s'assurer que toutes les exigences sont traitées.

# Traçabilité bidirectionnelle entre les exigences et les tests

## → Traçabilité



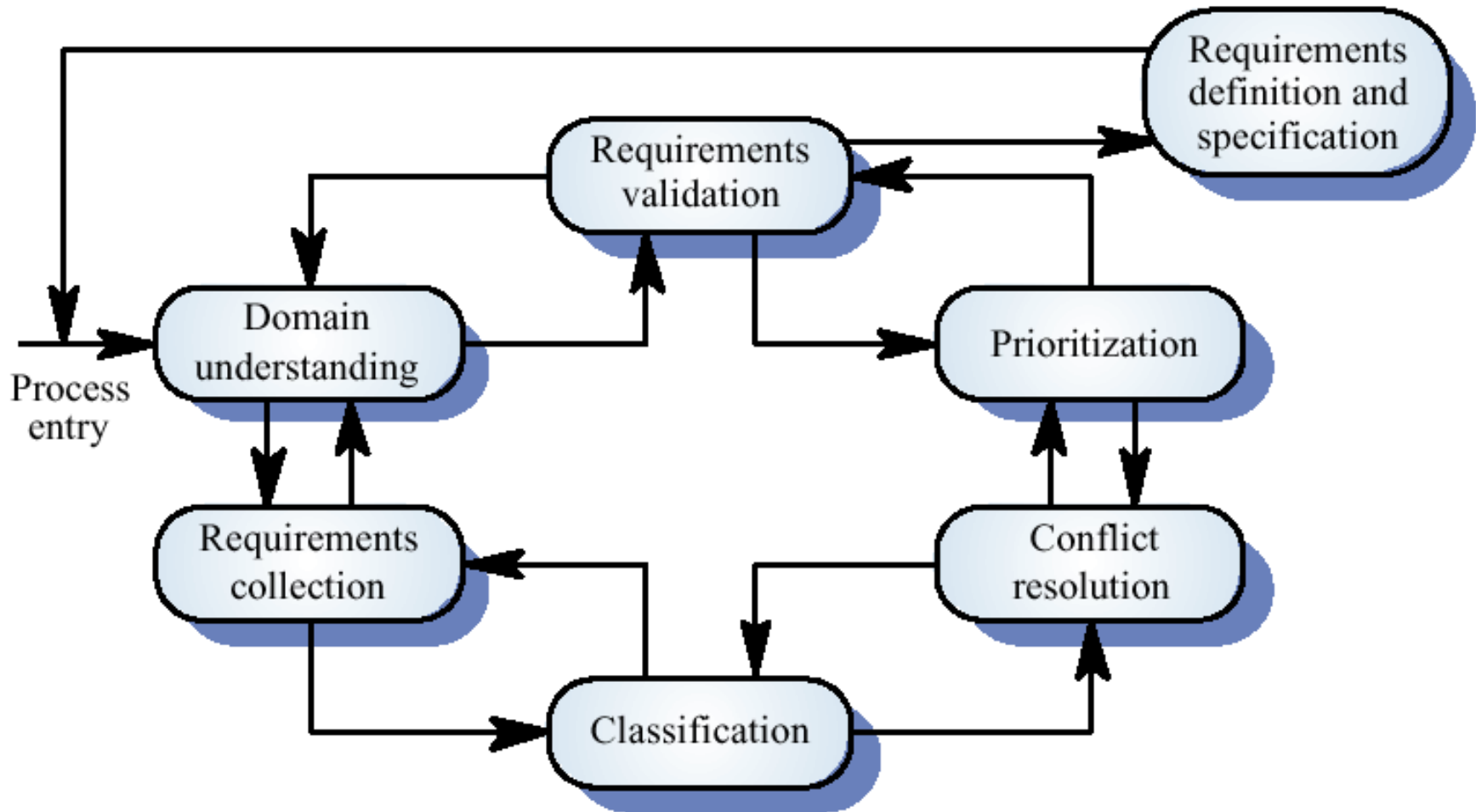
# Chapitre 2 – La démarche d'analyse de besoins

---

- ◆ L'analyse de besoins est une tâche complexe mettant en oeuvre plusieurs activités :
  - Compréhension du domaine
  - Collecte des fonctionnalités attendues et des contraintes,
  - Classification des besoins exprimés,
  - Résolution des contradictions,
  - Choix et hiérarchisation,
  - Validation de la conformité du document de spécifications techniques de besoins par rapport à l'expression de besoins.



# Les phases de l'analyse de besoins



# Les difficultés de l'analyse de besoins

---

- ◆ Le client ne sait pas vraiment ce qu'il veut,
- ◆ Les demandes changent fréquemment,
- ◆ Les intervenants sont indisponibles,
- ◆ Différents intervenants dans l'expression de besoins ont des demandes contradictoires,
- ◆ Le contexte évolue (fusion dans l'entreprise, changement réglementaire) remettant en cause des décisions prises.

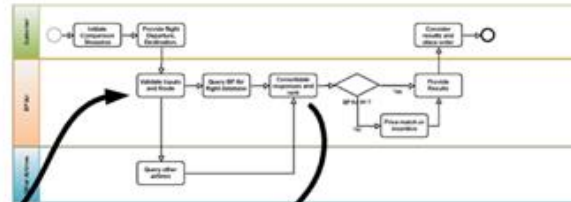
# Les problèmes induits par le langage naturel

---

- ◆ Manque de clarté
- ◆ Tendance au bruits (éléments ne donnant pas d'informations supplémentaires ou concernant des détails de conception)
- ◆ Tendance au mélange de plusieurs niveaux d'abstraction
- ◆ Trop grande flexibilité : la même spécification peut être exprimée de nombreuses façon différentes.
- ◆ Manque de modularité

# Analyse de besoin – Approche composite

Business Process



Business Needs (textual)

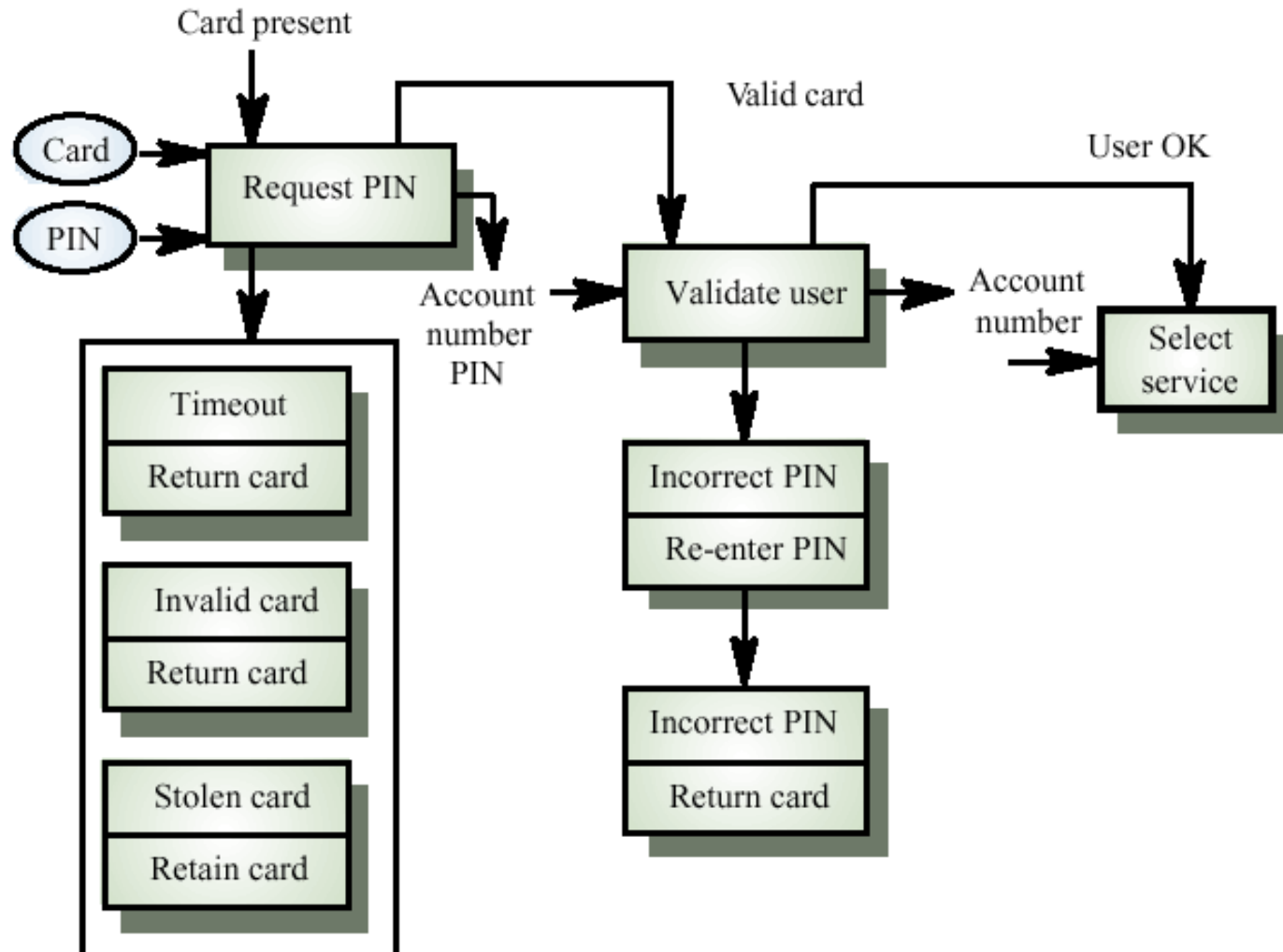
Business Requirements									
Name	ID	Description	Artifact Type	Est.	Status	Task	Business Needs	Est.	Medium
Business Requirements	BR0001	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0002	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0003	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0004	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0005	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0006	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0007	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0008	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0009	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0010	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0011	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0012	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0013	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0014	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0015	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0016	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0017	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0018	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0019	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0020	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0021	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0022	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0023	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0024	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0025	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0026	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0027	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0028	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0029	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0030	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0031	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0032	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0033	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0034	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0035	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0036	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0037	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0038	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0039	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0040	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0041	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0042	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0043	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0044	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0045	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0046	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0047	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0048	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0049	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0050	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0051	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0052	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0053	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0054	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0055	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0056	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0057	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0058	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0059	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0060	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0061	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0062	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0063	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0064	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0065	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0066	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0067	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0068	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0069	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0070	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0071	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0072	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0073	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0074	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0075	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0076	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0077	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0078	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0079	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0080	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0081	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0082	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0083	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0084	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0085	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0086	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0087	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0088	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0089	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0090	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0091	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0092	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0093	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0094	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0095	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0096	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0097	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0098	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0099	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium
Business Requirements	BR0100	BR needs to capture customer requirements in order to provide a high quality solution.	Requirement				Business Requirements	Est.	Medium

# Scénarios (ou cas utilisateurs)

---

- ◆ Les scénarios sont des description de la façon dont le système sera utilisé en pratique
- ◆ L'intérêt en analyse de besoins est que les utilisateurs se situent dans un cadre plus concret permettent une expression plus détaillées des fonctionnalité attendues.
- ◆ Description de scénarios :
  - Etat du système en début de scénarios,
  - Suite d'événements dans le scénario, réponse et états du système,
  - Dysfonctionnement possibles,
  - Interactions avec d'autres systèmes.

## Exemple de scénario – transaction carte



# Gestion des exigences

---

- ◆ La gestion des exigences vise à gérer l'évolution de l'expression de besoins, à assurer la traçabilité des choix et à maintenir la cohérence des spécifications tout au long de la vie du logiciel.
- ◆ La traçabilité est assurée par :
  - L'identification des alternatives étudiées, du motif du choix, de sa date et du sous-groupe concerné,
  - La gestion du lien entre spécifications et implantation
- ◆ Classification des éléments de spécification
- ◆ Utilisation d'outils logiciel pour la gestion des exigences (ex. IBM Rational Requirements Composer)

# Type de spécifications / évolution

---

## ◆ Spécification durable.

- Élément de spécifications stable, lié directement au coeur du domaine d'activités e.g. en milieu hospitalier, il y aura toujours des docteurs, infirmières, ...

## ◆ Spécification volatile.

- Élément de spécifications susceptible de changer lorsque le système logiciel sera en cours d'utilisation e.g. en milieu hospitalier, la politique de remboursement

## ◆ Spécification mutable

- Élément qui change lorsque l'environnement change

## ◆ Spécification compatible

- Élément qui dépend d'autres systèmes logiciels



# Chapitre 3 - Rédaction des spécifications d'exigences

---

- ◆ Le document de spécification d'exigences traduit les exigences du client, tant en terme fonctionnel que non-fonctionnel.
- ◆ C'est document qui doit être compréhensible par l'ensemble des partenaires du projet
- ◆ Les spécifications d'exigences sont rédigées en langage naturel avec des diagrammes, des schémas et éventuellement des formules

# Ce que doivent recouvrir les spécifications d'exigences d'un logiciel

---

- ◆ Exprime le Quoi et non le Comment ?
- ◆ Exprime à la fois le niveau de définition d'exigences et des spécifications plus détaillées
- ◆ Spécification du comportement externe du système
- ◆ Spécification des contraintes d'implémentation
- ◆ Définition des contextes d'utilisation

# Plan type du document de spécifications d'exigences d'un logiciel – Standard IEEE 830

---

- ◆ Introduction
- ◆ Glossaire
- ◆ Présentation générale du système attendu
- ◆ Rôles et cas d'utilisation
- ◆ Exigences fonctionnelles
- ◆ Exigences non fonctionnelles
- ◆ Modèles du système
- ◆ Evolution du système
- ◆ Index

# Chapitre 4 - Validation de l'expression de besoins

---

- ◆ La validation de l'expression de besoins est un enjeu stratégique de tout projet informatique : si les spécifications sont erronées, le logiciel produit ne correspondra pas à celui attendu,
- ◆ La correction d'une erreur de spécification après la livraison peut induire des coûts très importants (en général très supérieur à la correction d'un bug de programmation),
- ◆ La validation de l'expression de besoin est un problème difficile du fait de la nature informelle des spécifications techniques de besoins.

# Validation de l'expression de besoins

---

- ◆ Validité. Est-ce que le logiciel apporte les fonctions qui résolvent effectivement le problème posé ?
- ◆ Consistance. Y a t'il des contradictions au sein des spécifications?
- ◆ Complétude. Est-ce que toutes les fonctions ont été prises en compte ?
- ◆ Réalisme. Est-ce que ces spécifications peuvent être implémentées dans le cadre du budget et avec la technologie disponible ?
- ◆ Traçabilité. Sait-on pourquoi telle caractéristique plutôt que telle autre (origine et motivation des choix) ?

# Techniques de validation des exigences

---

- ◆ Revue de spécifications

- Revue systématique du document de spécifications techniques de besoins (voir démarche qualité)

- ◆ Maquettage / Prototypage

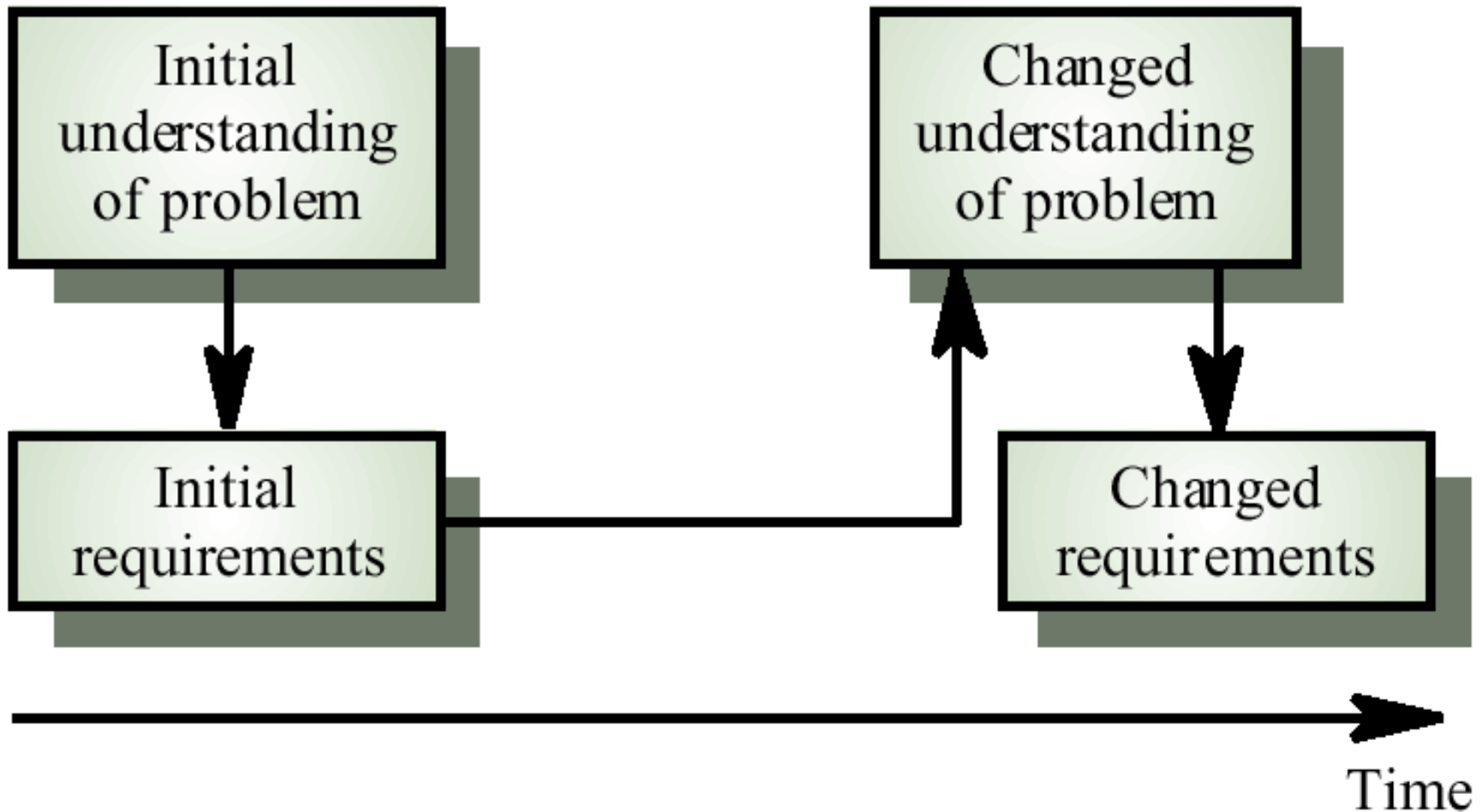
- Développement d'un prototype exploratoire pour les parties des spécifications les plus floues

- ◆ Génération de cas de test

- Développement de cas de test pour confronter les spécifications à des cas d'utilisation

# Evolution des besoins

---



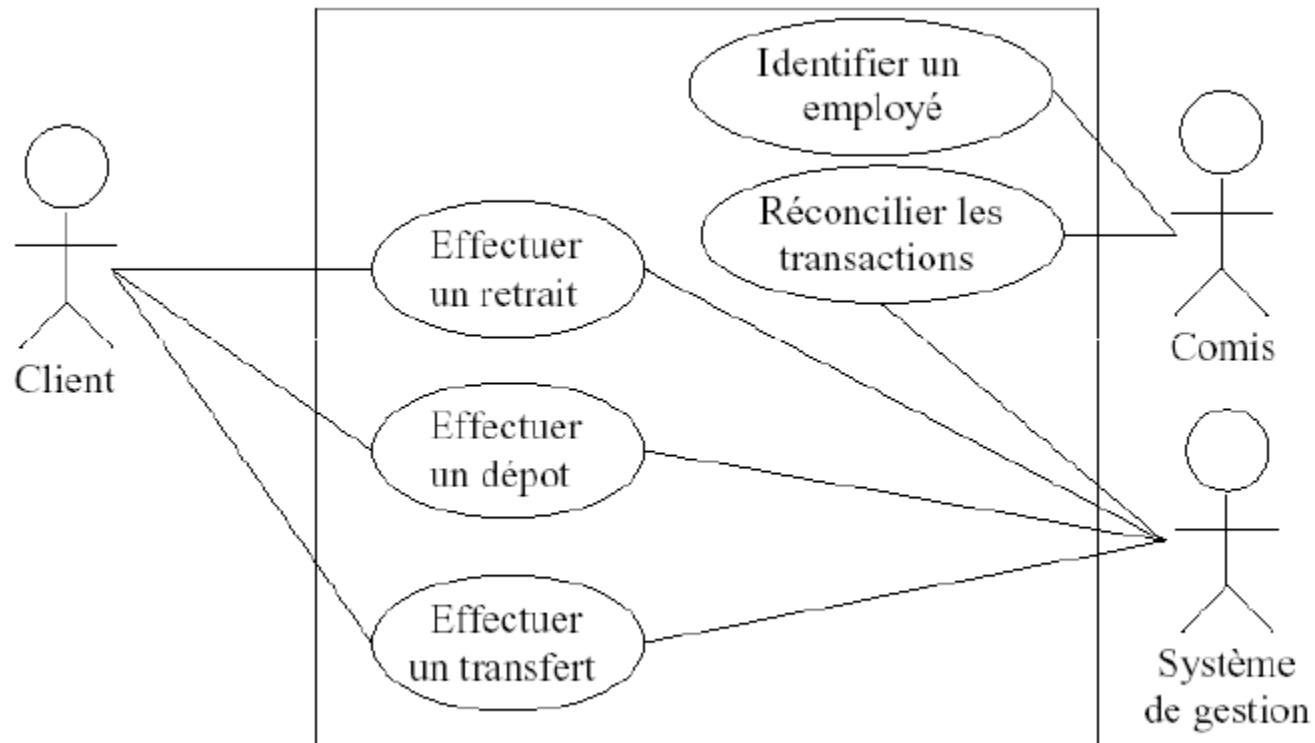
# Chapitre 5 – Méthodes et outils pour l'expression de besoins

---

- ◆ Rédaction d'exigences textuelles – Fonctionnelles et non-fonctionnelles
- ◆ Cas d'utilisation (UML)
- ◆ Processus métier (BPMN)
- ◆ Analyse du domaine métier (Diagramme conceptuel de données)
- ◆ Maquette et Mock-up



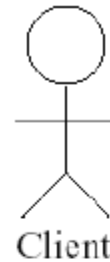
# Cas d'utilisation – UML – Vue utilisateur



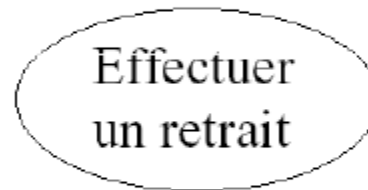
# Cas d'utilisation – UML – Vue utilisateur

---

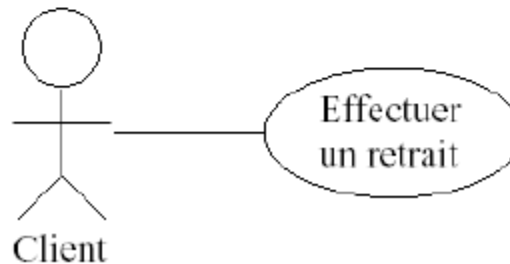
Acteur :



Cas d'utilisation :



Association :



# Cas d'utilisation

---

Les cas d'utilisation peuvent être spécifiés avec différents **niveaux de détail**:

- Format de **haut niveau**:
  - Abrégé, peu détaillé
  - Décrit le scénario principal seulement
- Format **étendu**:
  - Détaillé
  - Description des scénarios alternatifs

# Acteurs et cas

---

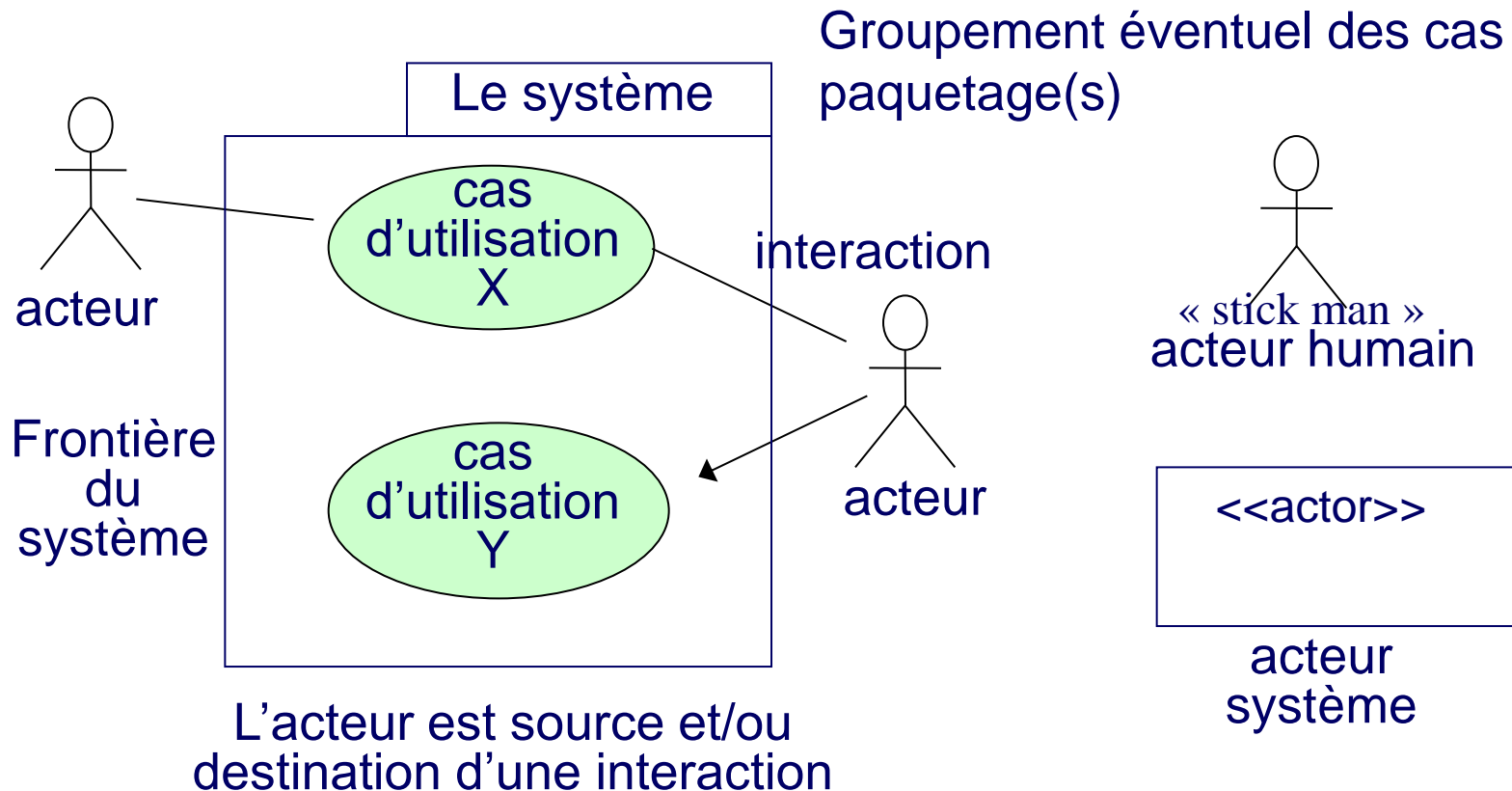
- ◆ **Acteur** : personne ou système qui interagit avec le système étudié en échangeant de l'information.

Ex: utilisateurs directs du système (bénéficiaires des services), responsables de son fonctionnement (ex: administrateur), autres systèmes qui interagissent avec lui...

- ◆ Un acteur représente un **rôle**. La même personne physique peut jouer le rôle de plusieurs acteurs et plusieurs personnes physiques peuvent jouer le même rôle et donc agir comme un même acteur.
- ◆ **Cas** : interaction avec le système par un acteur dans une certaine intention; un service rendu par le système; une fonctionnalité.

# Diagrammes de cas d'utilisation

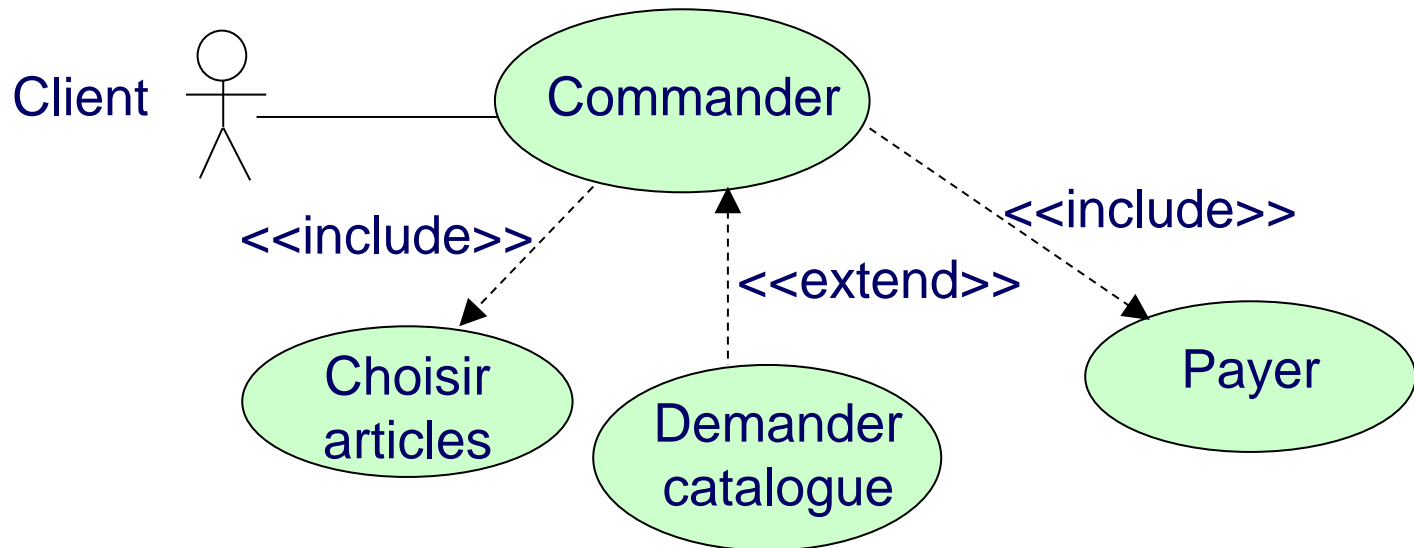
Décrivent les interactions entre les acteurs et le système représenté comme un ensemble de cas.



# Relations entre cas

A **<<include>>** B : le cas A inclut **obligatoirement** le cas B (permet de décomposer et de factoriser).

A **<<extend>>** B : le cas A est une extension **optionnelle** du cas B à un certain point de son exécution.



<<xxx>> est un **stéréotype** UML c'est à dire un moyen de caractériser et classer des éléments des modèles UML; certains sont prédéfinis, mais les utilisateurs peuvent en définir d'autres.

# Exemple

GAB

Porteur  
carte VISA

retirer argent avec carte VISA

<<Actor>>  
Système  
Autorisation  
VISA

Porteur  
carte  
banque

retirer argent avec carte banque

<<extend>>

<<include>>

consulter solde

<<Actor>>  
SI banque

déposer argent

donner code

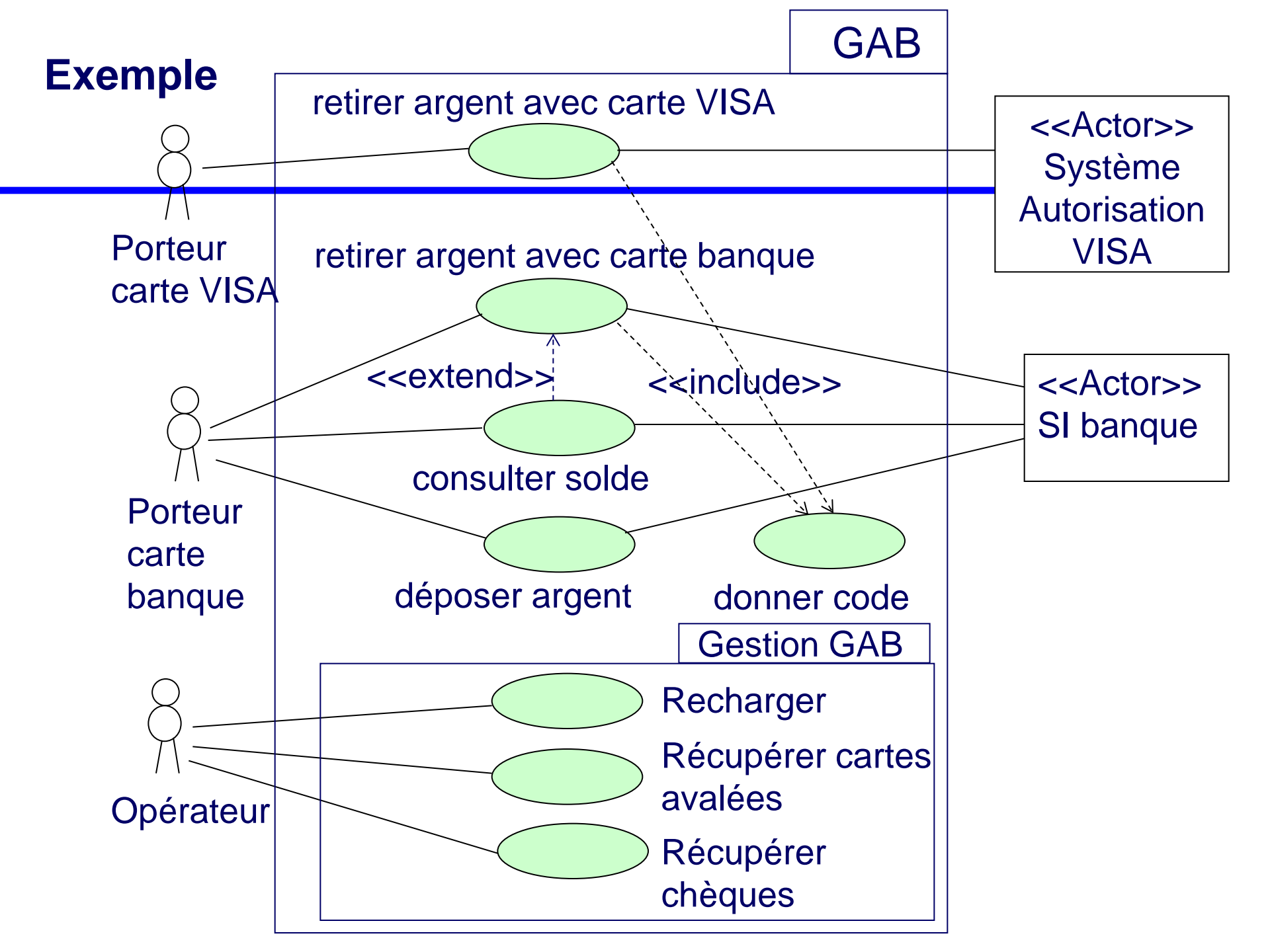
Gestion GAB

Opérateur

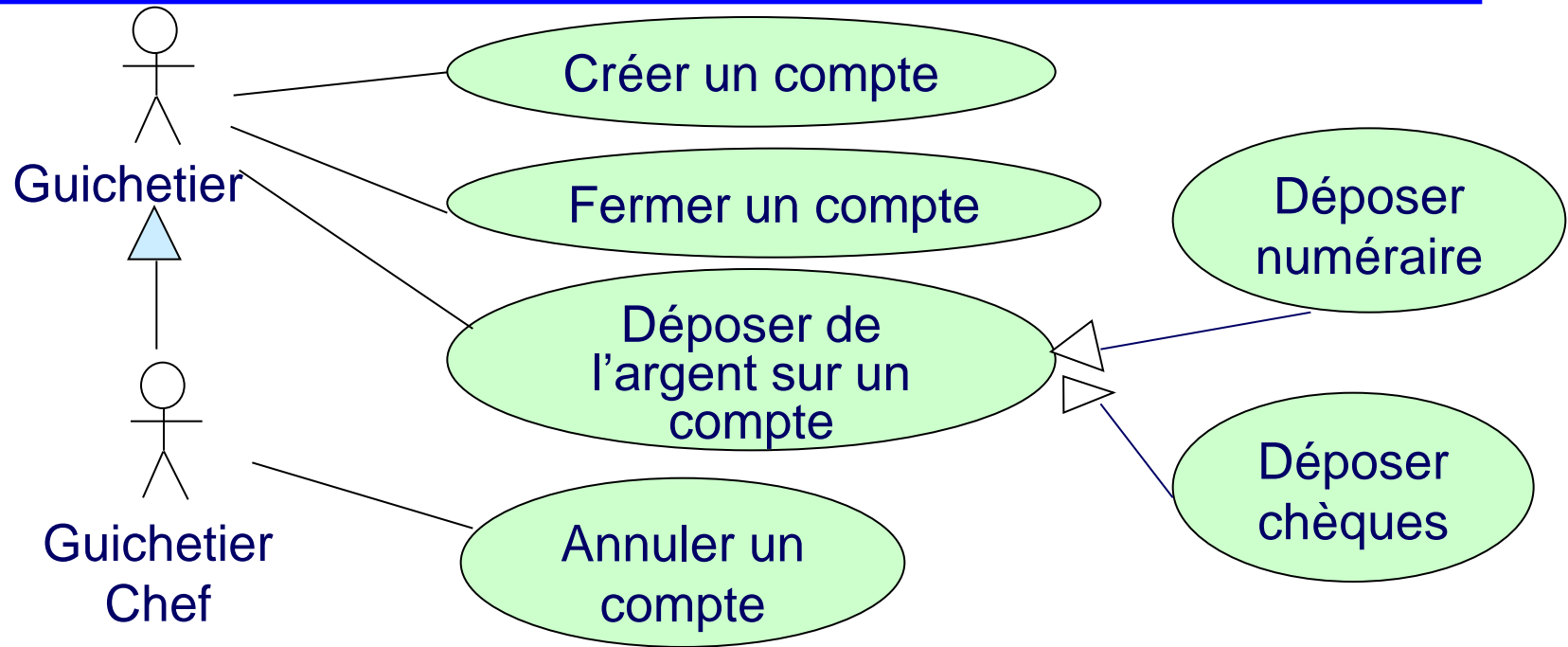
Recharger

Récupérer cartes  
avalées

Récupérer  
chèques



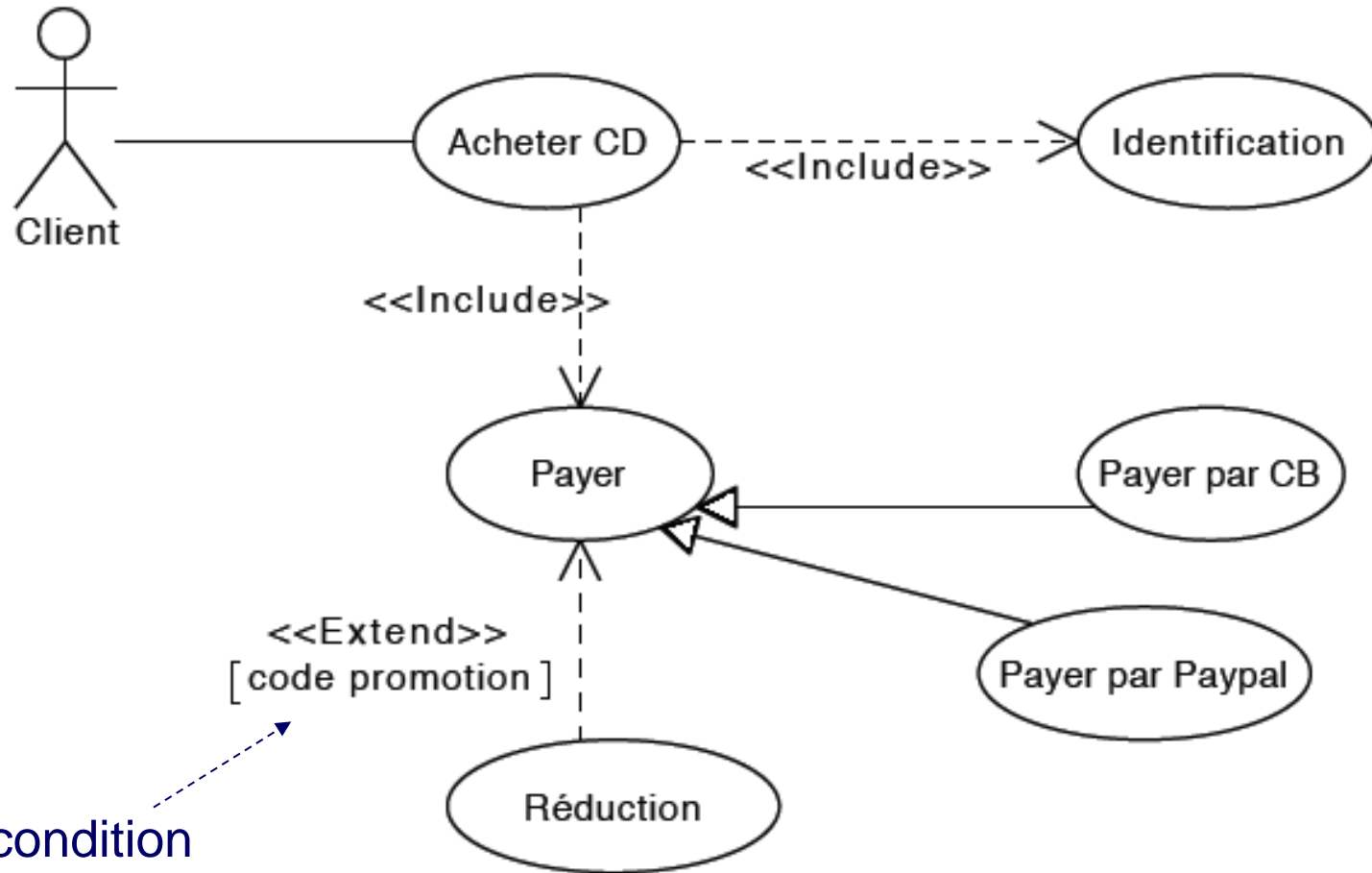
On peut également avoir de l'**héritage** entre acteurs et entre cas (généralisation/spécialisation).



Un 'Guichetier Chef' est un 'Guichetier' spécialisé qui peut faire tout ce que peut faire un Guichetier et, en plus, il peut annuler un compte. L'héritage simplifie le dessin (moins d'interactions à dessiner). 'Déposer chèques' et 'Déposer numéraire' sont 2 spécialisations de 'Déposer de l'argent sur un compte' (2 manières de faire).



## Exemple



condition  
« garde »

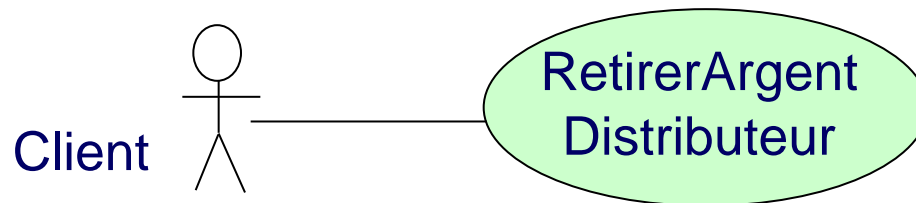
# Spécification des cas

---

Chaque cas d'utilisation **doit être précisé** par une description **textuelle** qui peut être structurée en plusieurs sections :

- ◆ conditions au démarrage (pré-conditions),
- ◆ conditions à la terminaison (post-conditions),
- ◆ étapes du déroulement normal (« nominal »),
- ◆ variantes possibles et les cas d'erreurs,
- ◆ informations échangées entre acteur et système,
- ◆ contraintes non fonctionnelles (performance, sécurité, disponibilité, confidentialité...).

Exemple : cas RetirerArgentDistributeur



**Précondition** contient des billets ; en attente d'une opération : ni en panne, ni en maintenance.

**Postcondition** si de l'argent a pu être retiré, la somme sur le compte est égale à la somme qu'il y avait avant moins le retrait. Sinon, la somme sur le compte est inchangée.

### **Déroulement normal**

(1) le client introduit sa carte bancaire, (2) le système lit la carte et vérifie si la carte est valide, (3) le système demande au client de taper son code, (4) le client tape son code confidentiel, (5) le système vérifie que le code correspond à la carte, (6) le client choisit une opération de retrait, (7) le système demande le montant à retirer, etc.

### **Variantes**

(A) Carte invalide : au cours de l'étape (2), si la carte est jugée invalide, le système affiche un message d'erreur, rejette la carte et le cas d'utilisation se termine.

(B) ...

### **Contraintes non fonctionnelles**

(A) Performance : le système doit réagir dans un délai inférieur à 4 secondes, quelque soit l'action de l'utilisateur.

(B) Sécurité ...

Les cas d'utilisations peuvent être vus comme des **classes de scénarios**. Chaque scénario correspond à une utilisation particulière, par un acteur donné, dans des circonstances données. On peut décrire les principaux (préparation des tests finaux de l'application).

### SCENARIO 1

Pierre insère sa carte dans le distributeur x233.

Le système accepte la carte et lit le numéro de compte.

Le système demande le code confidentiel.

Pierre tape 'xwrzhj'.

Le système détermine que ce n'est pas le bon code.

Le système affiche un message et propose à l'utilisateur de recommencer.

Pierre tape 'xwrzhi'.

Le système affiche que le code est correct.

Le système demande le montant du retrait.

Pierre tape 300 €.

Le système vérifie s'il y a assez d'argent sur le compte.

...

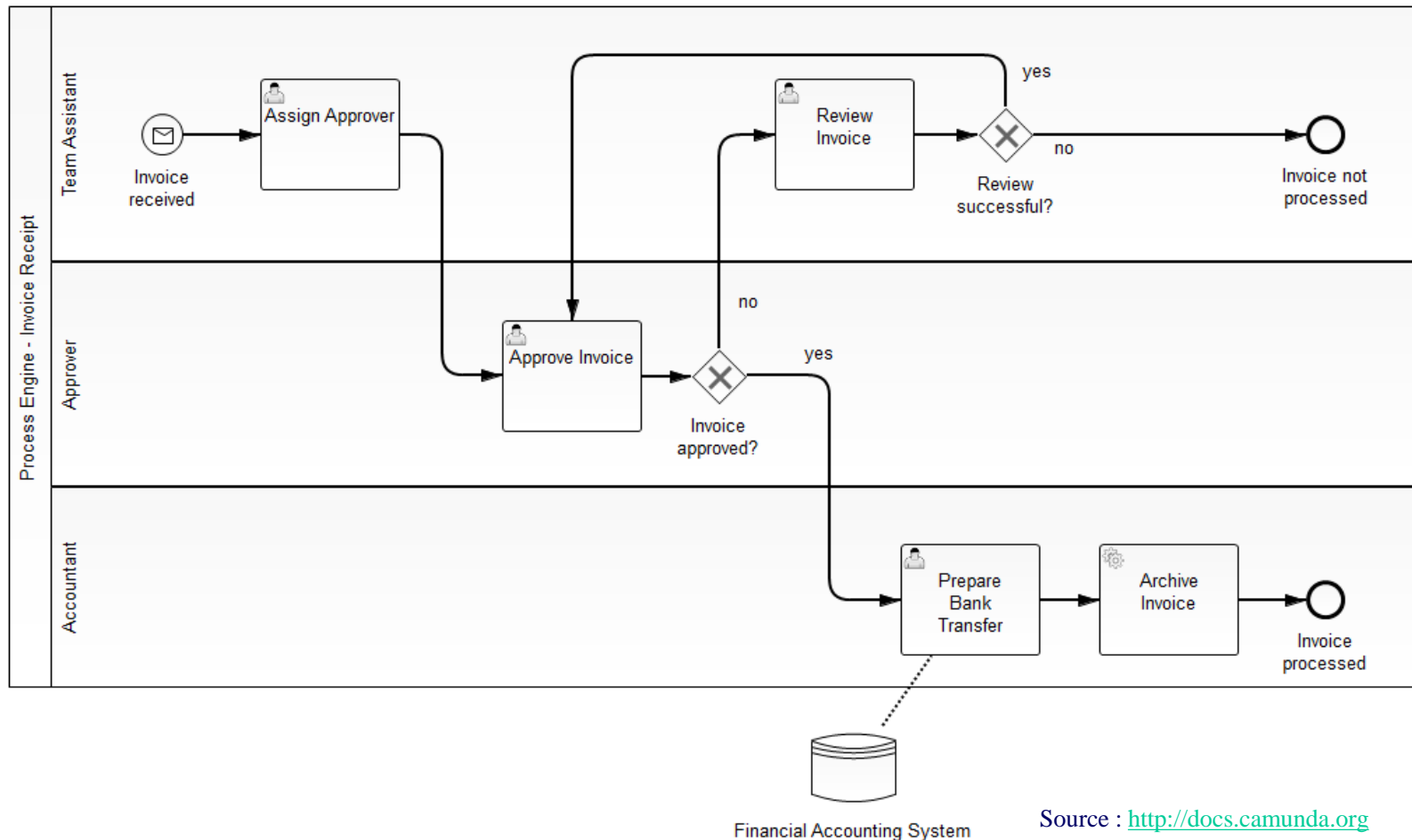
# Approche pour l'expression des cas d'utilisation

---

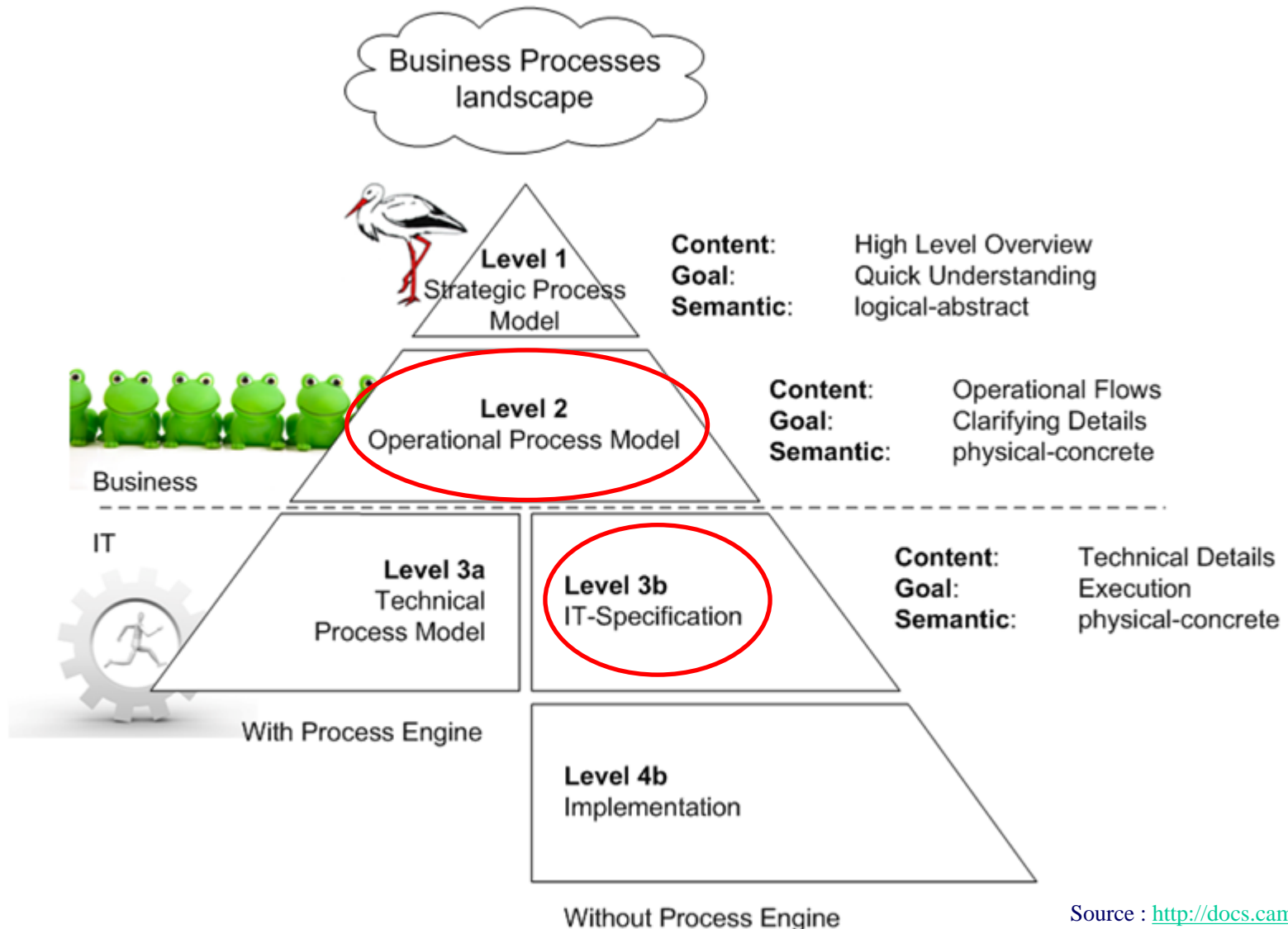
- Méthode basée sur les **acteurs**:
  1. Identifier les acteurs liés au système
  2. Identifier, les processus initiés par chacun des acteurs.
- Méthode basée sur les **événements**
  1. Identifier les événements externes auxquels un système doit répondre.
  2. Relier ces événements aux acteurs et aux cas d'utilisation.

# Processus métier : modélisation de flots métier pour l'analyse de besoins

## ◆ *Exemple*: processus métier de facturation



# Niveaux de modélisation des processus métier



# Processus métier - Niveaux

---

Un processus métier est modélisé en plusieurs niveaux, et plus généralement en trois niveaux :

- ◆ **métier**: vue métier haut niveau du processus, définissant ses principales étapes et l'impact sur l'organisation de l'entreprise. Ce niveau est défini par les décideurs, et les équipes méthodes de l'entreprise.
- ◆ **fonctionnel**: formalisation des interactions entre les participants fonctionnels du processus, où sont formalisées les règles métiers conditionnant son déroulement. Ce niveau est modélisé par les équipes fonctionnelles.
- ◆ **technique**: lien entre les activités / participants modélisés dans le niveau fonctionnels, et les applications / services du SI, ainsi que les tâches utilisateurs (Workflow). Ce niveau est réalisé par les architectes et les équipes techniques de l'entreprise.



# Business Process Modeling Notation (BPMN)

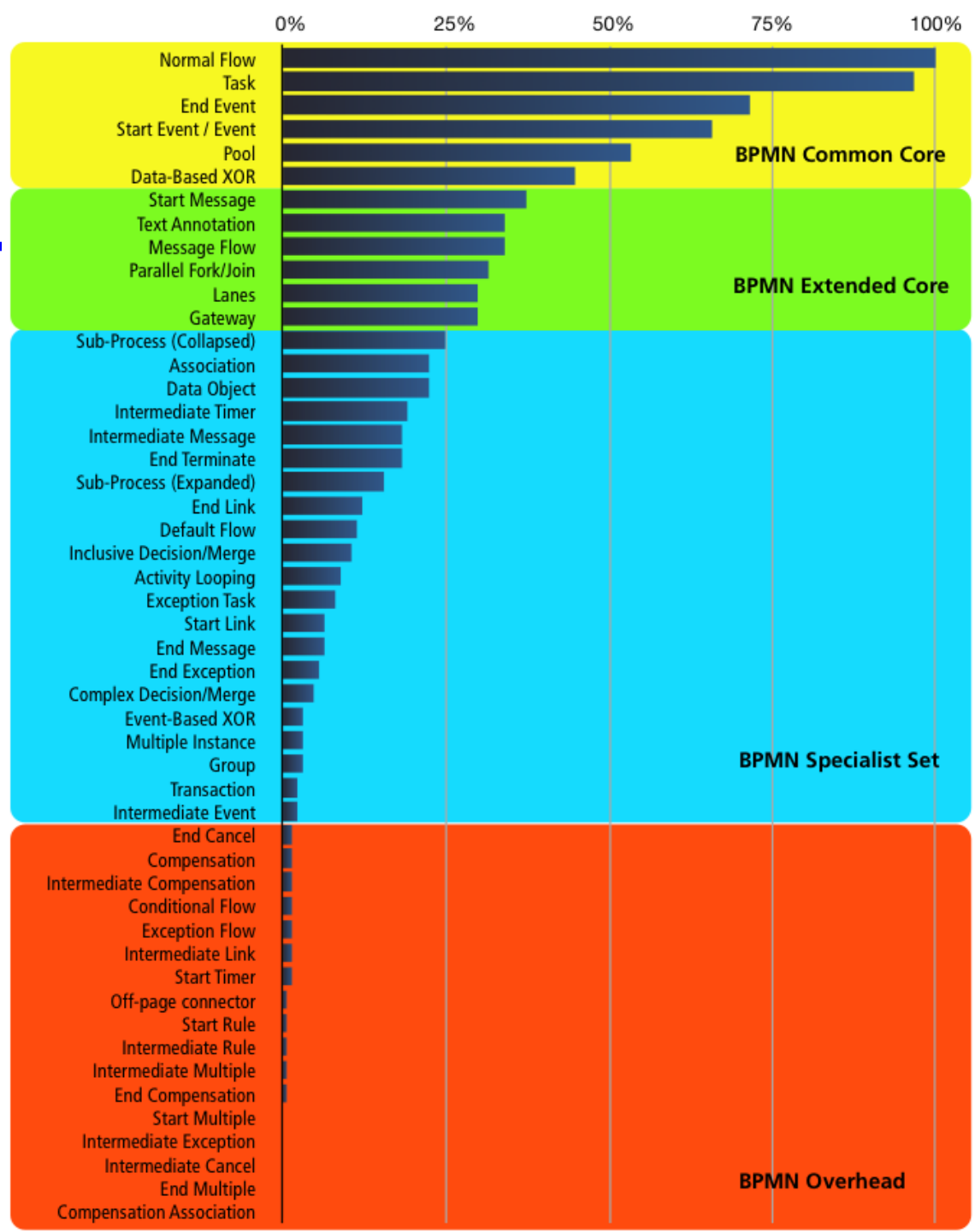
---

- ◆ OMG Standard, supportée par de nombreux outils, par exemple:
  - Bizagi Process Modeller
  - TIBCO Business Studio (free download, quite large)
  - IBM Websphere Business Modeler
  - ARIS
  - Oracle BPA
  - Business Process Visual Architect (Visual Paradigm)
  - Progress Savvion Business Modeller
  - .....
- ◆ Actuellement, BPMN 2.x

# BPMN 2.0

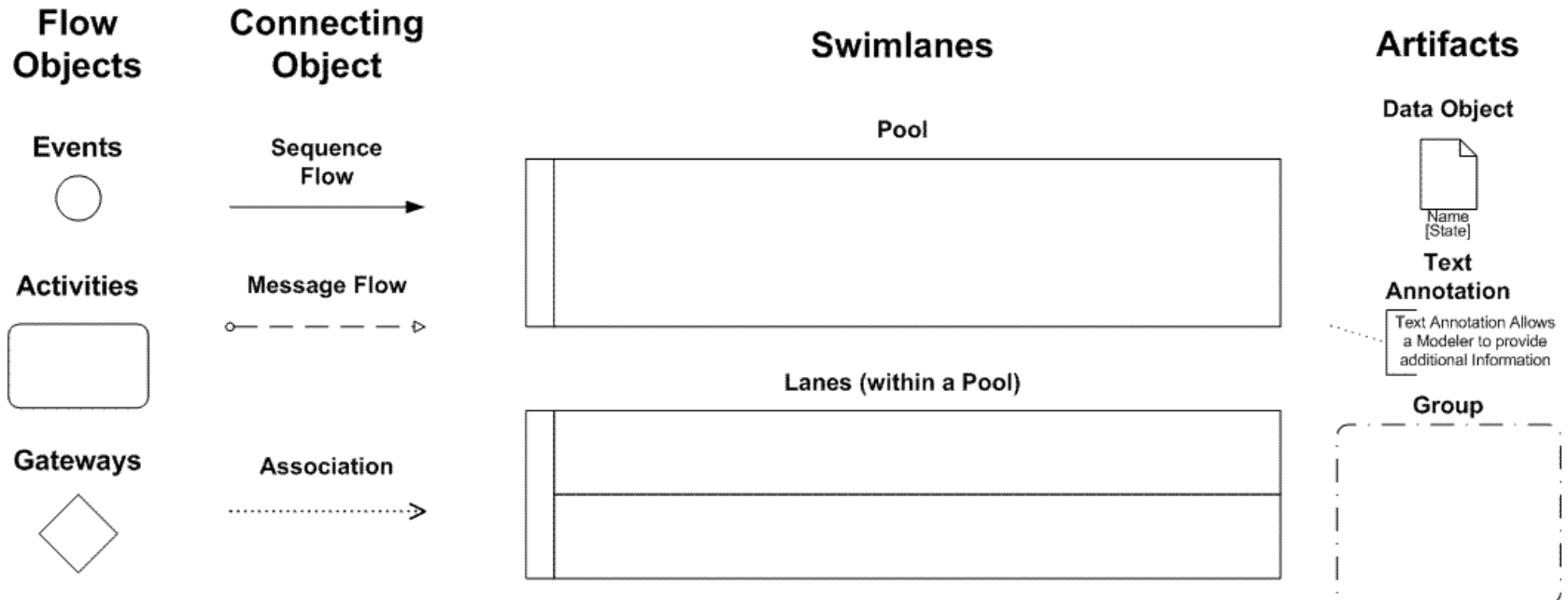
## ◆ Différents niveaux d'usage de la notation

- Common Core
- Extended Core
- Specialist Core
- Overhead



# Éléments de base

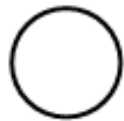
## Core Set of BPMN Elements



# BPMN vu de loin .....

---

- ◆ Un modèle de processus BPMN est un graphe constitué au moins des quatres types d'éléments suivants :



**Event**



**Task**



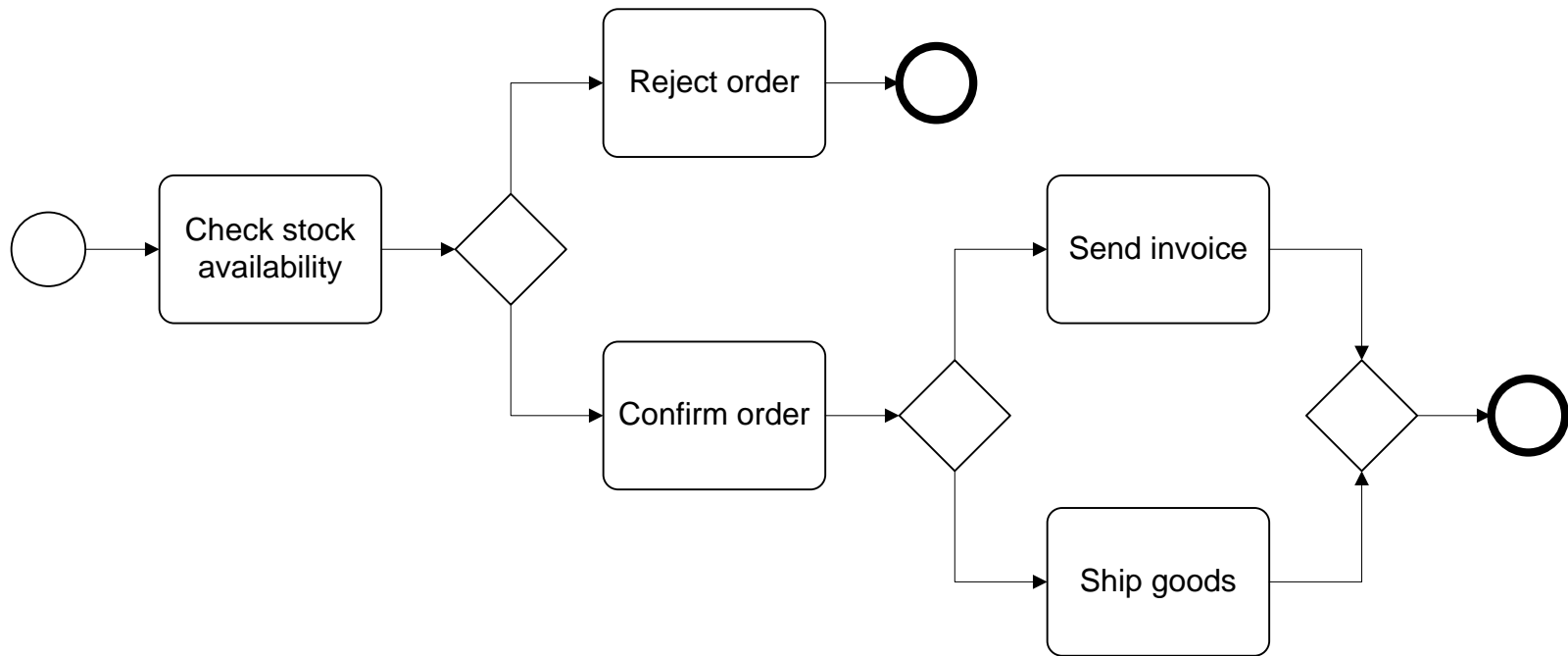
**Flow**



**Gateway**

# Gestion de commandes en BPMN

---

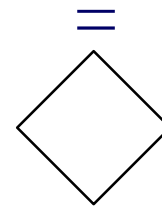
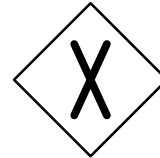


# Branchements en BPMN

---

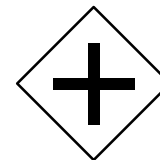
## ◆ Chemin exclusif - XOR

- Chemin alternatifs dans le flot d'activité
- **Seulement un chemin peut être pris**
- Peut être symbolisé avec “X” ou non.



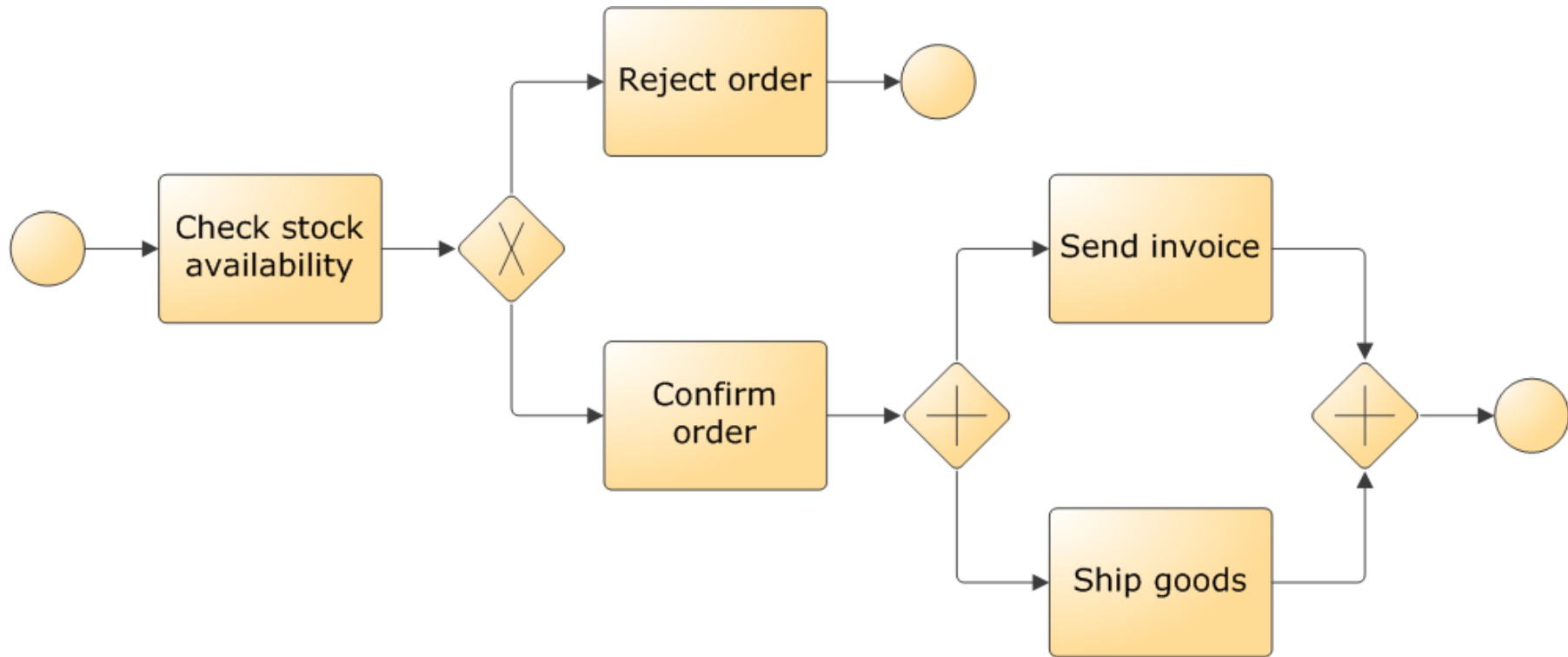
## ◆ Branchement parallèle - AND

- Mécanisme de synchronisation du flot parallèle



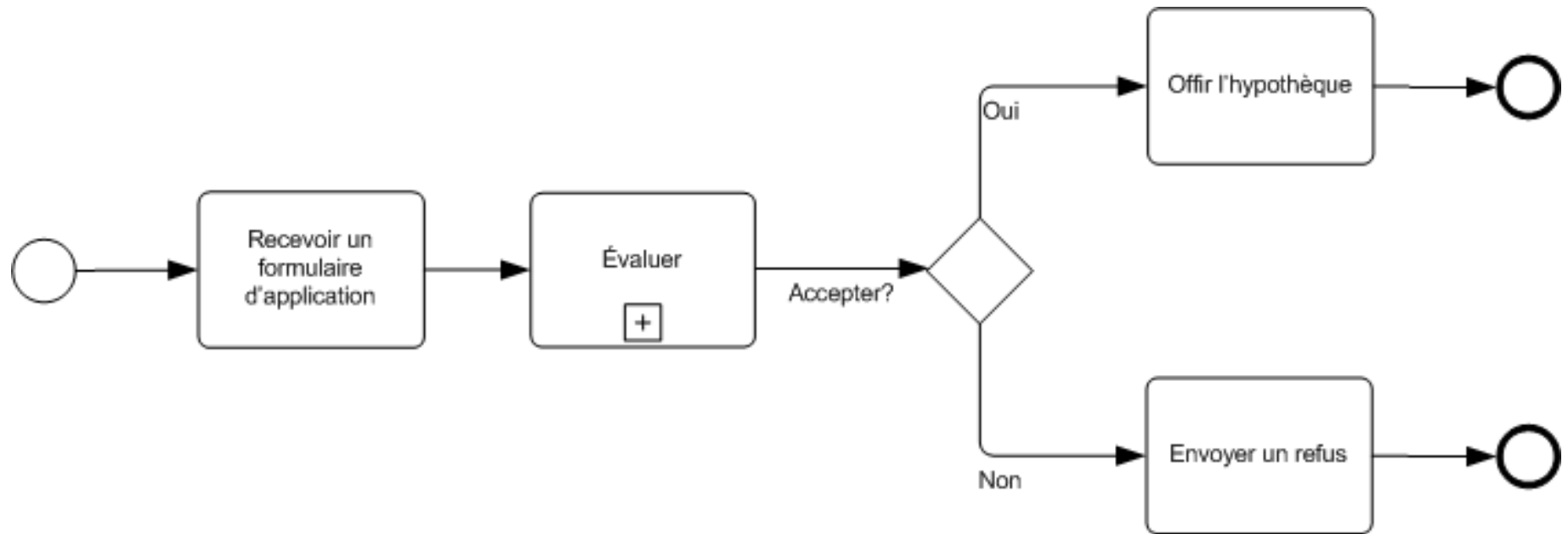
# Gestion de commandes avec branchements XOR et AND

---



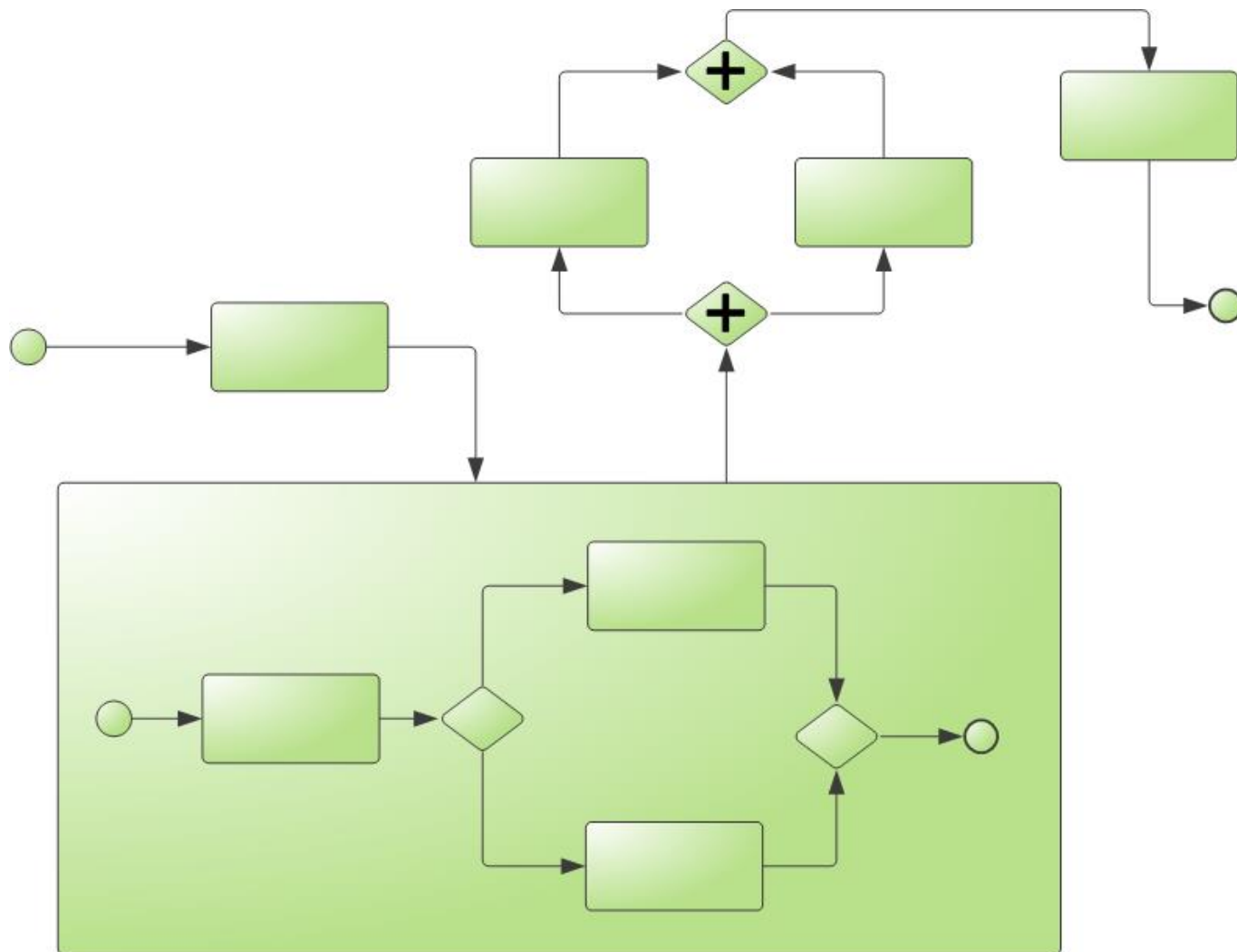
# Sous processus

---





# Sous processus



# Catégorie de processus

---

- ◆ Dans BPMN, il y a 3 types de processus
  1. Orchestration
  2. Chorégraphie
  3. Collaboration

# Orchestration

---

- ◆ Dans BPMN, l'orchestration correspond à l'enchaînement, la coordination des activités à l'intérieur d'une organisation
  - L'orchestration nécessaire à l'ouverture d'un projet dans une entreprise
    - » Contrat / Projet / Comptabilité / Finance

# Chorégraphie

---

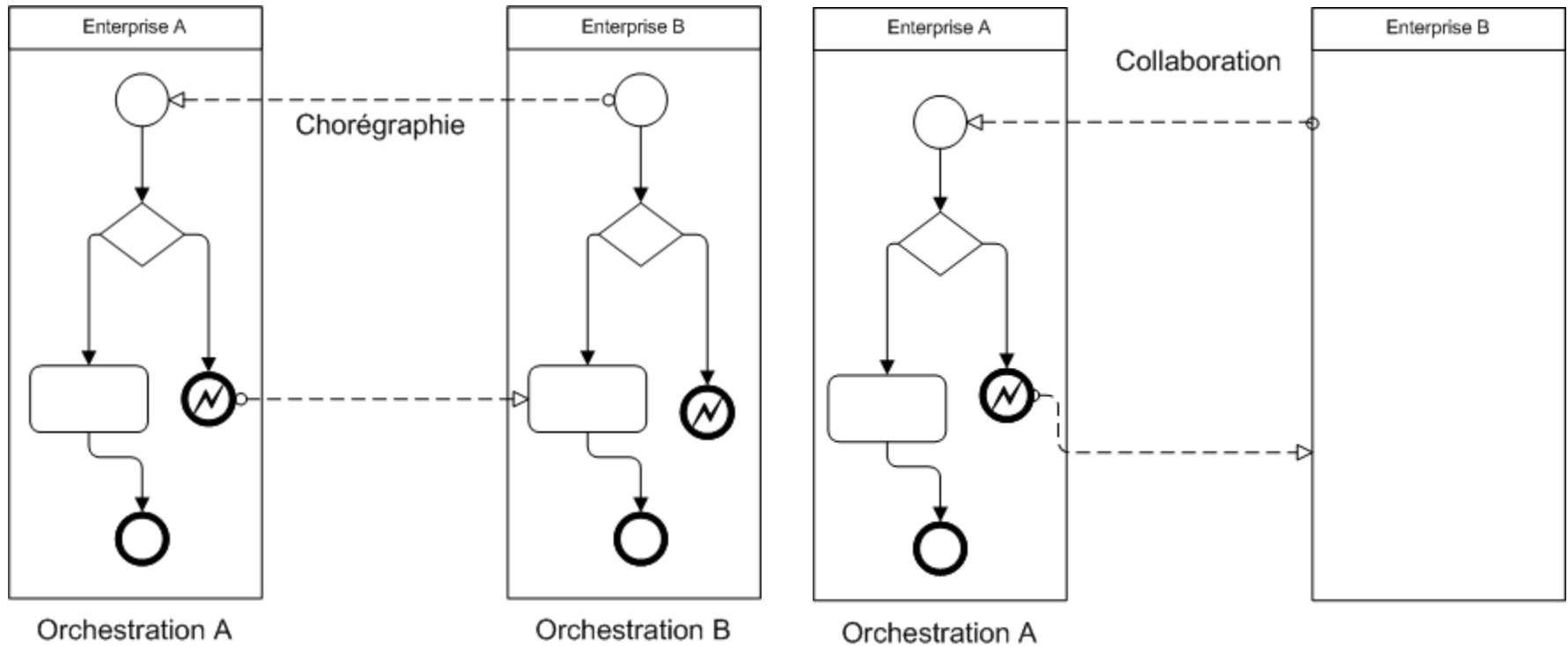
- ◆ La chorégraphie correspond à l'enchaînement, la coordination des activités entre 2 ou plusieurs organisations et/ou processus
  - B2B

# Collaboration

---

- ◆ La collaboration permet d'illustrer dans BPMN les interactions existantes entre deux organisations et/ou processus.
- ◆ Dans ce cas-ci, les processus entre les organisations ne sont pas directement liés.

# Catégorie de processus



# Exemple

---

- ◆ Le processus de commande d'une organisation (Orch. 1)
- ◆ Le processus de livraison d'une organisation (Orch. 2)
- ◆ Un processus intégré de commande et de livraison (Chor.)
- ◆ Les interactions entre une organisation et une autre (Collaboration)

# Passerelles plus complexes

---

- ◆ Exclusive : un seul chemin
- ◆ Parallèle : Tous les chemins
  - Parallélisme et synchronisation
- ◆ Inclusive : Un ou plusieurs chemins
  - Multi-choix et Multi-fusion
  - Selon la condition des séquences
- ◆ Évènement : un seul chemin
- ◆ Complexe : Un à plusieurs chemins
  - selon la condition de la passerelle





# Activités plus complexes

---

- ⊙ Boucle (loop)
  - ⊙ While - Avant
  - ⊙ Until – Après
- ⊙ Multi-instance
  - ⊙ For each



## Sous-activité plus complexes







---

- ◆ Sous-processus de base
- ◆ Sous processus compensation
- ◆ Sous processus ad hoc
- ◆ Sous processus MI
- ◆ Sous processus itératif



# Évènement de départ

---

- ◆ None (aucun) 
- ◆ Message 
- ◆ Temporel (timer) 
- ◆ Multiple 
- ◆ Conditionnel 
- ◆ Signal 

# Évènements intermédiaires














---

- ◆ Particularité de BPMN
- ◆ Permet d'identifier des évènements qui peuvent se produire pendant le processus
- ◆ On peut avoir 2 types d'évènements intermédiaires
  - Catching (Receveur)
  - Throwing (Lanceur)

# Évènements intermédiaires

---

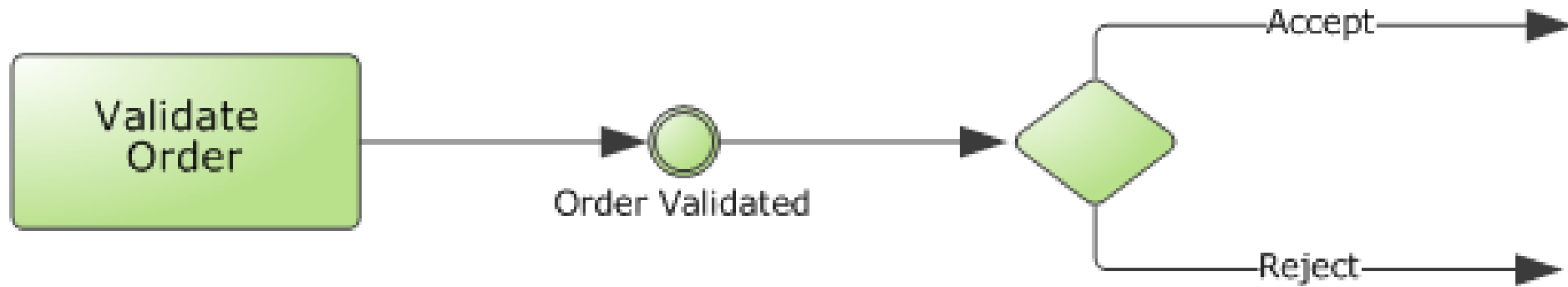
Catch Throw

◆ Aucun		
◆ Timer		
◆ Message		
◆ Error		
◆ Cancel		
◆ Conditional		
◆ Lien		
◆ Signal		
◆ Multiple		
◆ Compensation		

# Évènements intermédiaires

---

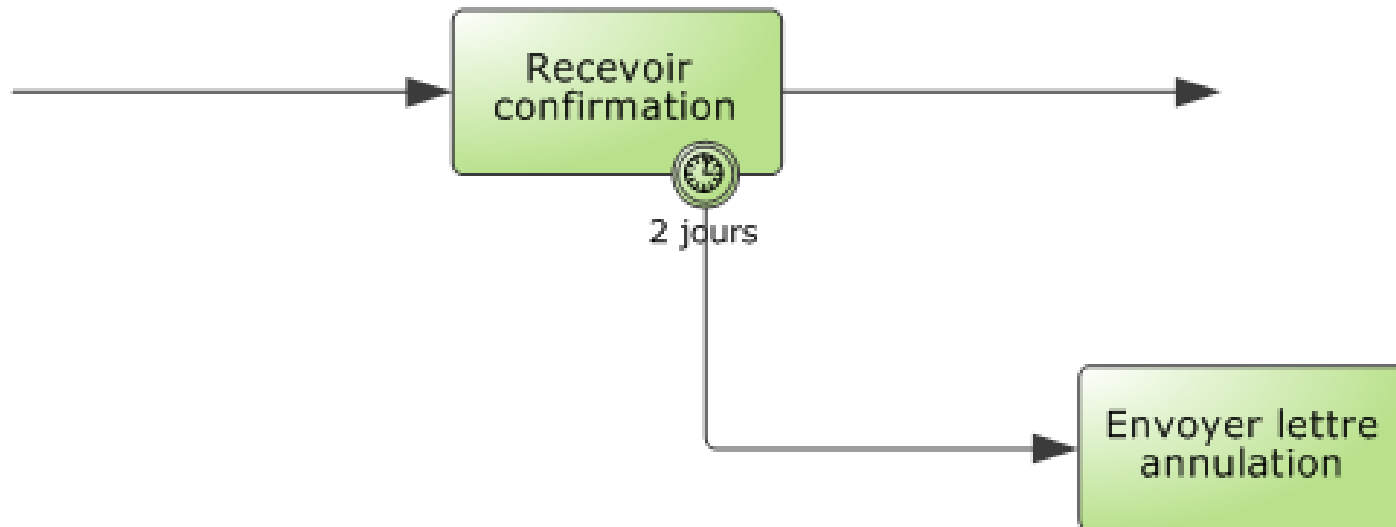
- ◆ Dans le flux normal



# Évènements intermédiaires

---

- ◆ Attaché à une frontière, permet **d'interrompre** une activité.



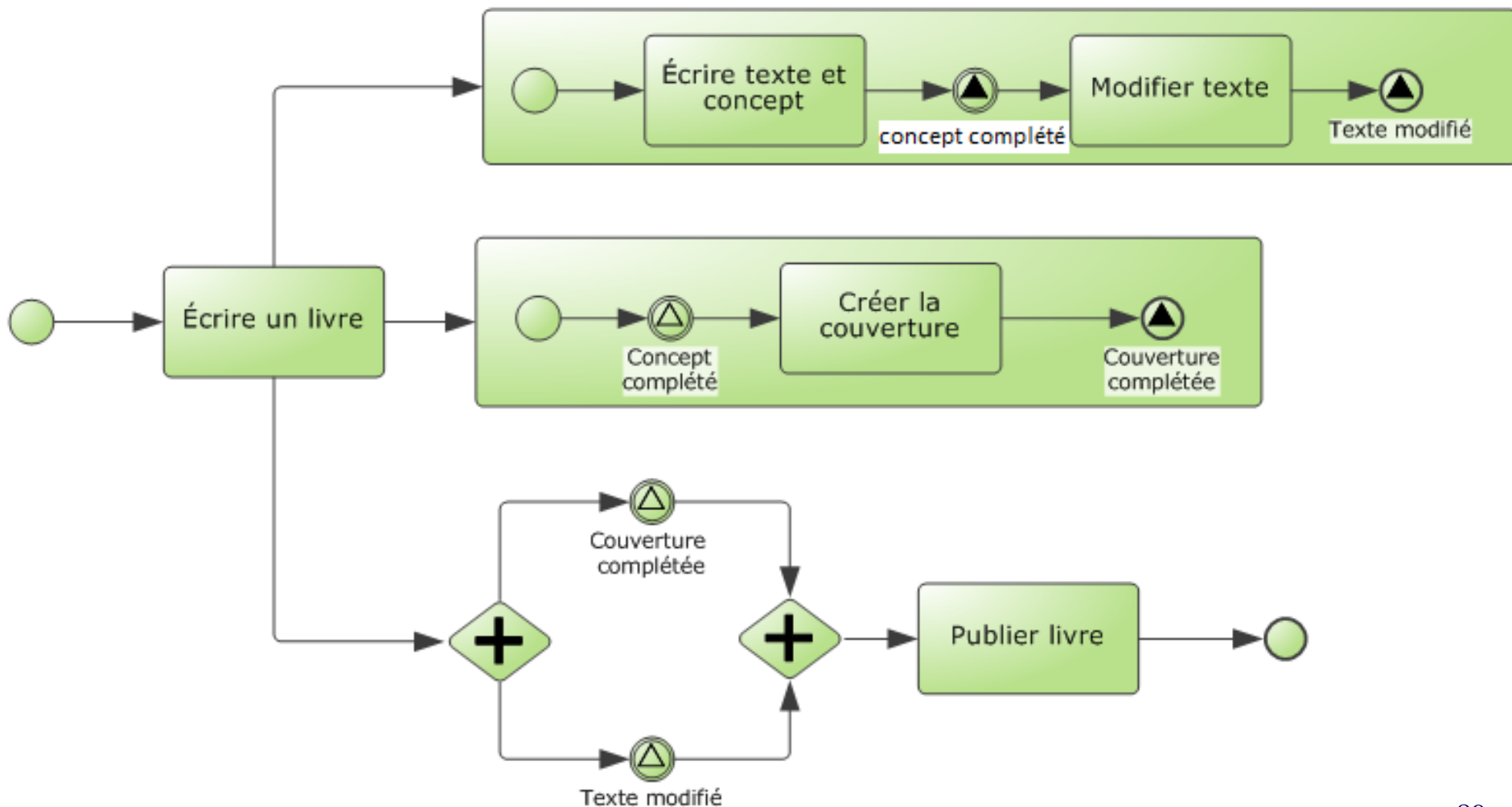
# Catch ou Throw

---

- ◆ Catch (fond transparent ou vide)
  - Lorsque le jeton arrive, il attend selon les critères du déclencheur
- ◆ Throw (fond noir)
  - Lorsque le jeton arrive, il lance le déclencheur.











# Exemples évènements intermédiaires



# Évènements de fin

---

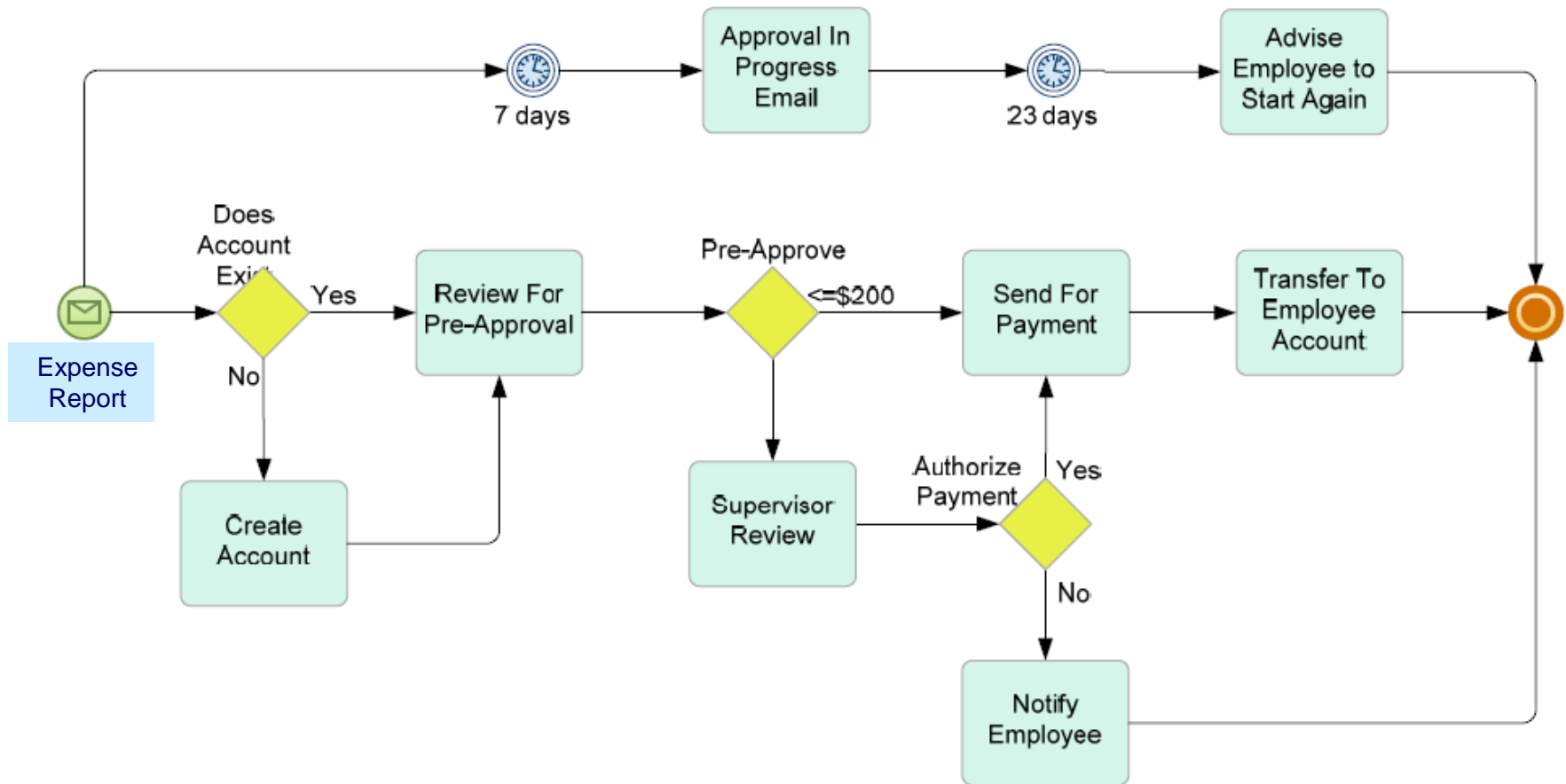
- ◆ Fin de flot 
- ◆ Message 
- ◆ Error 
- ◆ Cancel 
- ◆ Compensation 
- ◆ Signal 
- ◆ Terminate 
- ◆ Multiple 

## Ex. 1 – Remboursement

---

- ◆ Après réception du rapport de dépenses, un nouveau compte doit être créé si l'employé n'en a pas déjà un.
- ◆ Le rapport est ensuite examiné pour approbation.
- ◆ Les montants de égaux ou de moins de 200 \$ sont automatiquement approuvés, tandis que les montants supérieurs à 200 \$ doivent être approuvés par le superviseur.
- ◆ En cas de refus, le salarié reçoit un avis de refus par courriel.
- ◆ Le remboursement de l'employé se fait par dépôt direct.
- ◆ Si la demande n'est pas traitée en 7 jours, le salarié doit recevoir un courriel « en cours »
- ◆ Si la demande n'est pas terminée dans les 30 jours, alors le processus est arrêté et le salarié reçoit un courriel d'annulation lui demandant de reconfirmer la demande de remboursement

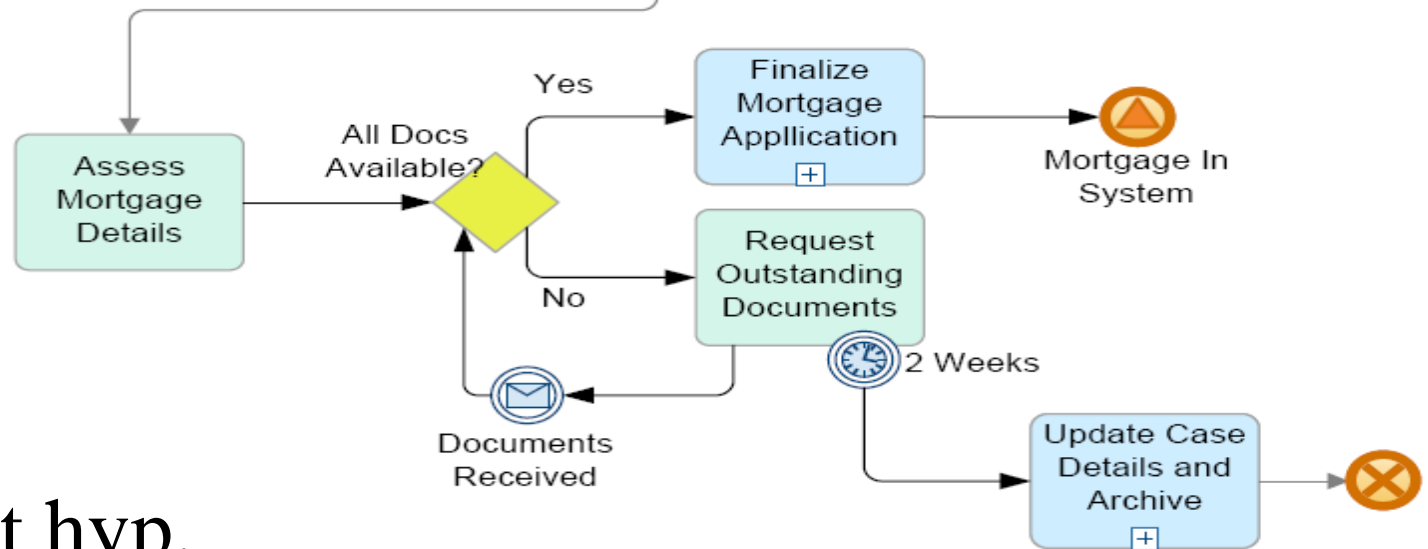
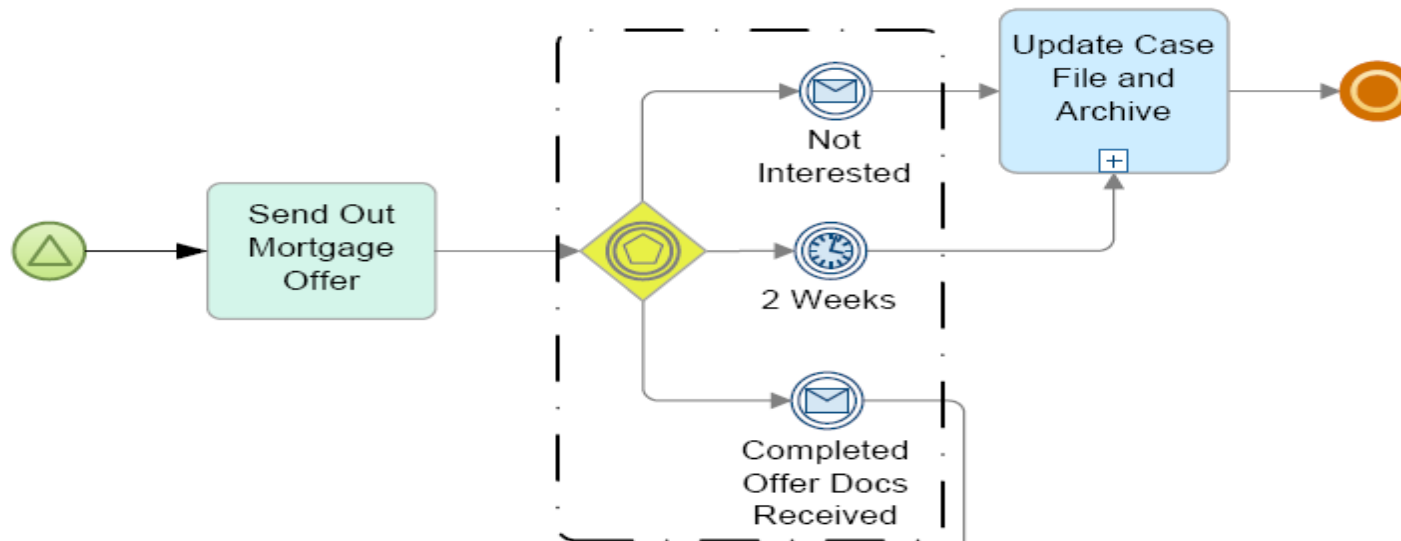
# Ex. 1 - Remboursement



## Ex. 2 – Prêt hyp.

---

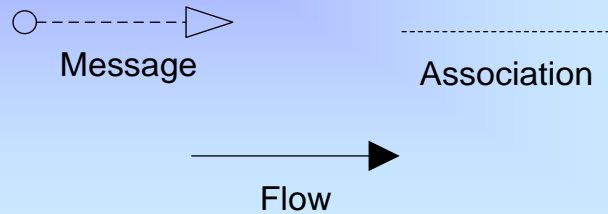
- ◆ Le service à la clientèle envoie une offre d'hypothèque au client et attend une réponse.
- ◆ Si le client répond et décline l'offre, le cas est mise à jour et le dossier est archivé avant l'annulation.
- ◆ Si le client répond, accepte l'offre et que toute la documentation accompagne la réponse, l'affaire est transférée à l'administration pour conclure la transaction.
- ◆ Si tous les documents préalables ne sont pas fournis, un message est envoyé au client lui demandant les documents nécessaires.
- ◆ Si aucune réponse n'est reçue après 2 semaines, le cas est mise à jour et le dossier est archivé avant l'annulation.



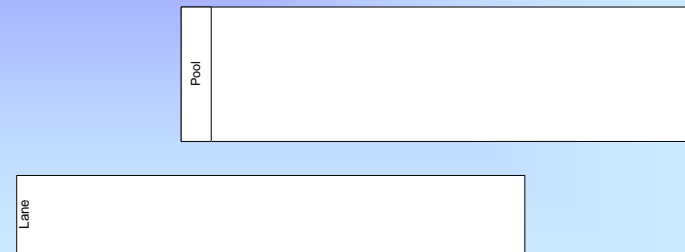
Ex. 2 – prêt hyp.

# BPMN - Recap

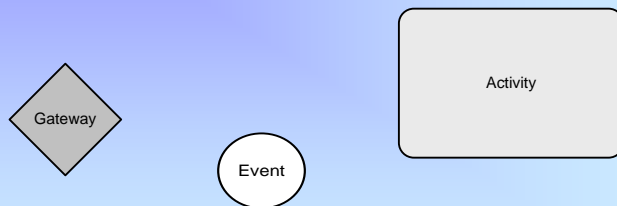
## Connections



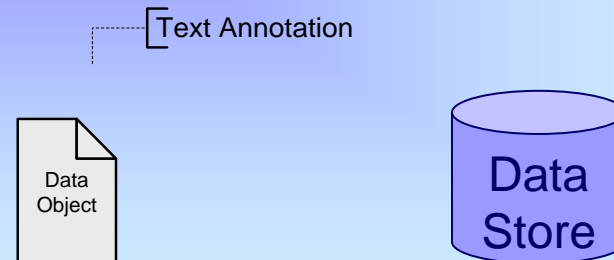
## Swimlanes



## Flow Objects



## Artifacts



# BPMN – Recap

