

INGÉNIERIE DES EXIGENCES

Analyse pilotée par problème :

- **Problèmes atomiques de Pappus**
- **Frames de Jackson**
- **... et autres stéréotypes**

IE033
v220a

2016-03-14

Luc LAVOIE
Département d'informatique
Faculté des sciences



Luc.Lavoie@USherbrooke.ca
<http://info.usherbrooke.ca/lavoie>



**CETTE PRÉSENTATION EST DIFFÉRENTE DE CELLE
DISPONIBLE SUR LE SITE DE COURS**

**NOUS VOUS AVISERONS DÈS QUE LA VERSION COURANTE
SERA DISPONIBLE**

MERCI DE VOTRE COMPRÉHENSION...

TABLE DES MATIÈRES



○ Introduction

- Aperçu
- Étapes et techniques
- Démarche
- Techniques complémentaires
- Concepts essentiels
- Diagramme de contexte

○ Les domaines et les phénomènes

- Types de domaines de Bray
- Type de domaines de Jackson
- Équivalence Bray-Jackson
- Types de phénomènes

○ Problèmes élémentaires

- Atelier
- Conversion
- Commande
- Interconnexion
- Information

○ Synthèse

- La méthode
- Les problèmes élémentaires
- Le choix
- Références



INTRODUCTION

- Aperçu
- Étapes et techniques
- Notation
- Techniques complémentaires
- Diagramme de contexte
- Démarche
- Concepts essentiels

INTRODUCTION

APERÇU

- Mettre l'accent sur la description du problème plus que sur sa modélisation.
- Séparer la description du domaine du problème (analyse) de la description du comportement du système désiré (spécification).
- Définition du problème
 - Définition des domaines du problème
 - Définition des relations entre les domaines
- Définition de la solution
 - Spécification des exigences

INTRODUCTION

ÉTAPES ET TECHNIQUES

Étapes	Techniques
Rédiger le document de vision	Texte
Faire le diagramme de contexte Faire le diagramme de structure	DC DS
Décomposer le problème	Frames de Jackson
Définir les domaines du problème	Texte
Définir les phénomènes	Automate Grammaire
Faire le modèle abstrait de données	MCD

INTRODUCTION

DÉMARCHE

Rédiger le document de vision



Faire les diagrammes

de contexte

de structure



Décomposer le problème

Domaine élémentaires

Problèmes atomiques



Définir les phénomènes

Grammaires

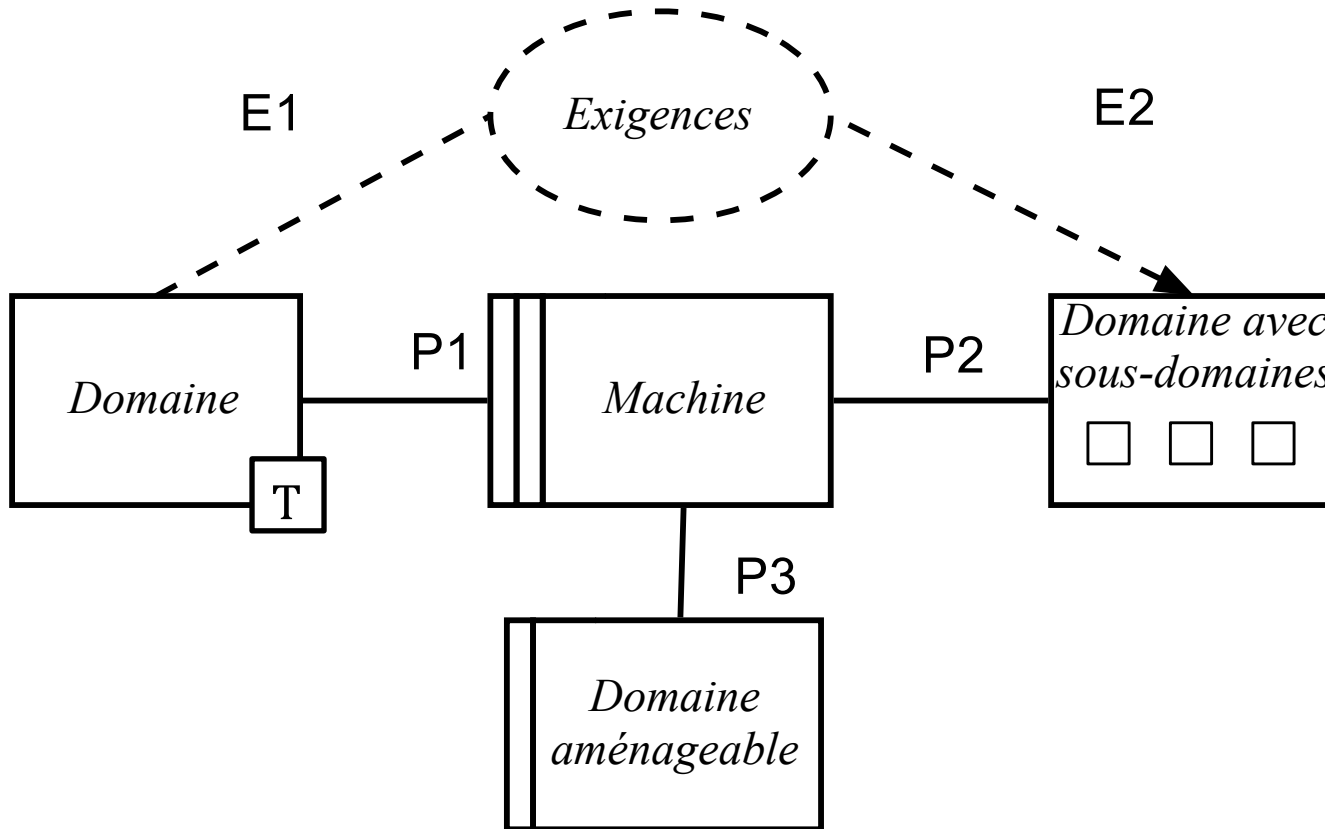
Automates



Faire le modèle abstrait de données



NOTATION DE JACKSON



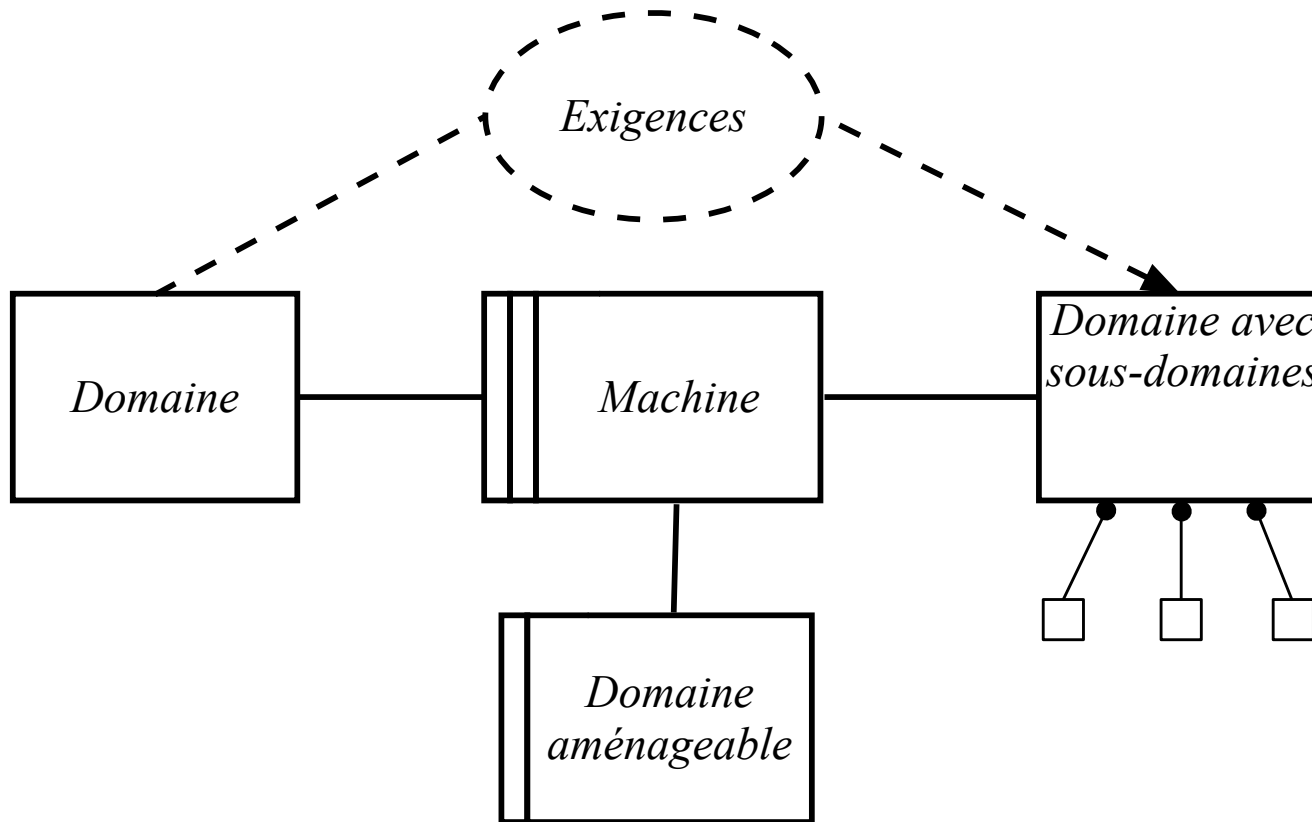
Le diagramme identifie

- les différents domaines du problème et leurs interactions,
- leurs relations avec le domaine de la solution (la « machine »).

La flèche pointillée indique

- l'origine des exigences,
- le domaine contraint par celles-ci.

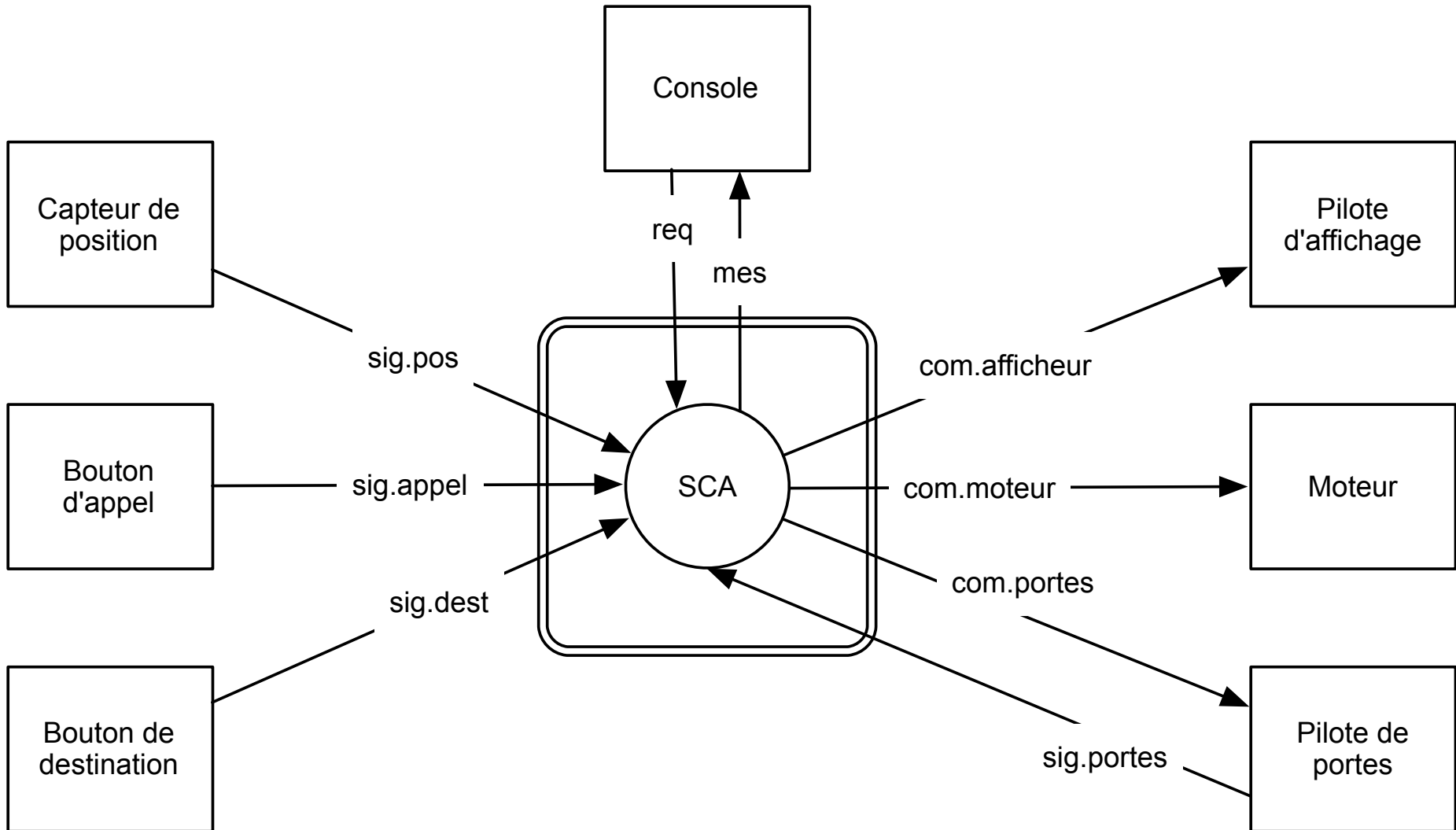
NOTATION DE BRAY



- domaine :
rectangle [type]
- solution :
double rectangle [type]
- exigence :
ovale (pointillé)
- relation (exigence - domaine) :
assertion, condition, contrainte
ligne pointillée
- interaction (entre domaines) :
phénomène
ligne
- interaction (sous-domaine) :
phénomène
ligne ancrée

EXEMPLE – SCA

DIAGRAMME DE CONTEXTE



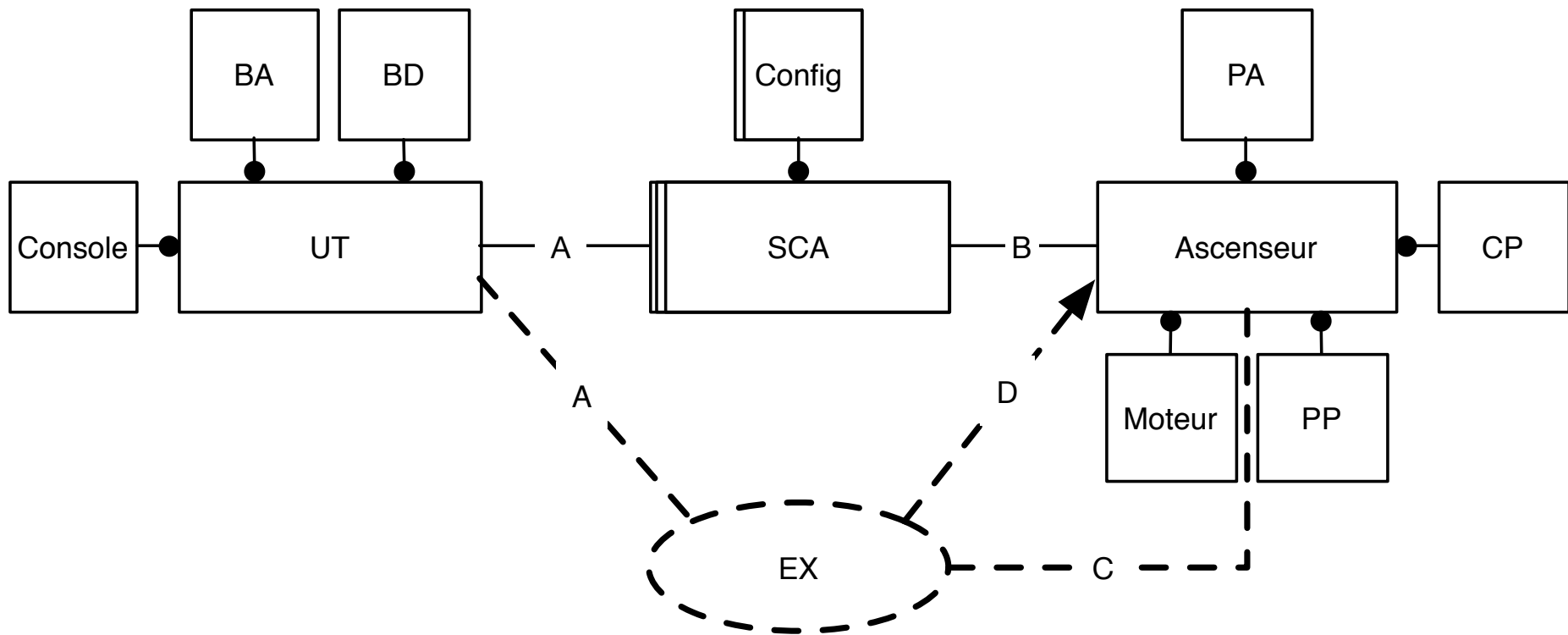
INTRODUCTION

TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES

- **AEF** Automate (dont le nombre d'états est fini)
- **BNF** Grammaire algébrique (hors contexte)
- **CU** Cas d'utilisation
- **DC** Diagramme de contexte
- **DCU** Diagramme de cas d'utilisation
- **DFD** Diagramme de flux de données
- **EA** Diagramme entité-association
- **EAE** Diagramme entité-association étendu
- **ER** Expression régulière
- **GAA** Grammaire algébrique attribuée
- **MA** Machine à états
- **SDL** Machine à états généralisée
- **UML-...** Un ou l'autre des 9 autres diagrammes UML
- **UML-C** Diagramme (statique) de classe
- **UML-I** Diagramme (dynamique) de d'interaction
- **UML-S** Diagramme (dynamique) de séquence

EXEMPLE – SCA

DIAGRAMME DE PROBLÈME



EXEMPLE – SCA

DÉCOMPOSITION DU PROBLÈME

Identifier les principaux sous-problèmes :

- Configurer le système de conduite de l'ascenseur
- Contrôler le mouvement de l'ascenseur
 - Conversion des signaux des capteurs
 - Conversion des signaux boutons
- Contrôler le mouvement des portes
 - Conversion des signaux des portes
- Afficher la position de l'ascenseur

LES DOMAINES ET LES PHÉNOMÈNES

- Types de domaines [Jackson]
- Types de domaines [Bray]
- Équivalence Bray – Jackson
- Types de phénomènes

LES DOMAINES

TYPES DE DOMAINES [JACKSON]

○ **Lexical (X)**

- Domaine statique, peut être source de données, ne produit aucun événement.
- Technique : grammaire, MCD
- Exemple : base de données, fichier, structure de donnée, etc.

○ **Programmé — Causal (C)**

- Domaine qui déclenche des événements et qui change son état et celui des domaines qui lui sont reliés.
- Techniques : automate, table de décision,
- Exemple : moteur d'ascenseur, afficheur, etc.

○ **Prévisible — Biddable (B)**

- Domaine ayant des actions prévisibles et autonomes.
- Techniques : texte
- Exemple : opérateur, utilisateur

○ Il s'agit du système BCX

LES DOMAINES

TYPES DE DOMAINES [BRAY]

- **Statique (S)**
- Dynamique
 - **Inerte (X)**
construit uniquement de l'extérieur
 - Actif
construit partiellement ou totalement de l'intérieur
 - **Réactif (R)**
 - Spontané
 - **Programmé** (déterministe — C)
 - **Prévisible** (partiellement déterministe — B)
 - **Autonome** (non déterministe — A)
- Il s'agit du système ABC-RXS

LES DOMAINES

ÉQUIVALENCE BRAY – JACKSON

Jackson (BCX)	Bray (ABC-RXS)
X – Lexical	S – Statique
	X – Inerte
C – Causal	R – Réactif
	C – Programmé
B – Biddable	B – Prévisible
	A – Autonome

LES CONCEPTS

- Phénomène (évènement)
 - élément partagé par deux domaines et qui permet d'indiquer la situation ou l'évolution d'une partie d'un système.
- Entité
 - représentation abstraite d'objet réel. Possède des propriétés et des états et peut déclencher un phénomène.
- Valeur
 - donnée atomique : chaîne de caractère, nombre, etc.
- État
 - représente une relation entre une valeur et une entité à un moment donné.
- Fait
 - représente une relation entre les valeurs qui ne change pas dans le temps.
- Rôle
 - représente la relation entre un phénomène et l'entité ou la valeur qui y participe.

PROBLÈMES ÉLÉMENTAIRES

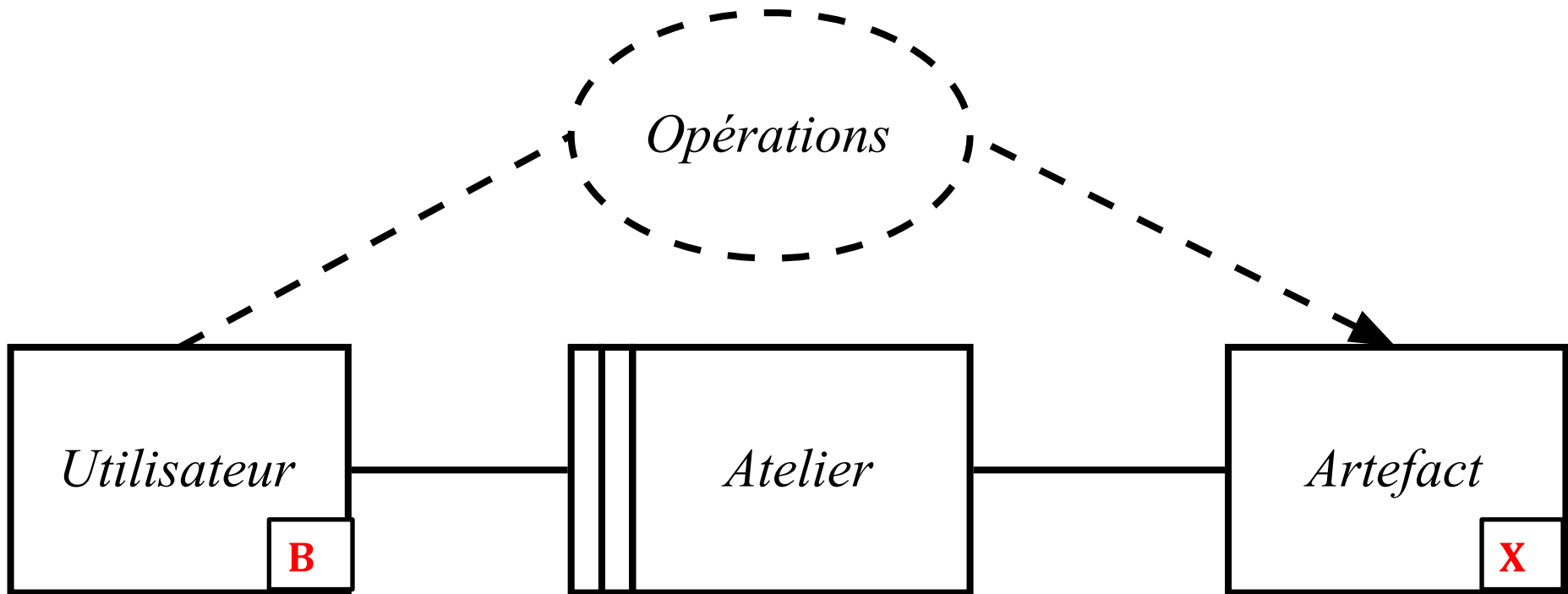
- Fabrication (*atelier, work piece*)
- Commande (*control*)
- Conversion (*transformation*)
- Mesurage (*connexion, connection*)
- Information (*information*)

FABRICATION

(Atelier)
(*Workpiece*)

- Illustration
- Description
- Caractéristiques communes
- Caractéristiques de la variante pilotée
- Caractéristiques de la variante autonome
- Exemple

FABRICATION ILLUSTRATION



FABRICATION

DESCRIPTION

Contenu	Techniques
Artefact	<ol style="list-style-type: none">1. MCD2. BNF3. GAA
Opérations de la machine sur l'artefact	<ol style="list-style-type: none">1. Automates2. Tables de décision3. Texte
Interaction entre l'utilisateur et la machine	<ol style="list-style-type: none">1. Cas d'utilisation2. BNF3. Texte
Utilisateurs	<ol style="list-style-type: none">1. Texte

FABRICATION

CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

- L'artéfact est inerte et intangible.
- Le plus souvent, l'artéfact est *réalisé* dans la machine :
 - il n'est créé et n'existe que dans la machine;
 - c'est un sous-domaine de la machine.
- La machine est programmable.
- Les exigences prennent la forme des propriétés que doit posséder un artéfact suite à une opération.

FABRICATION

CARACTÉRISTIQUES DE LA VARIANTE PILOTÉE

- L'utilisateur est un domaine autonome ou prévisible.
- Les requêtes (opérations) sont émises par un utilisateur.

FABRICATION

CARACTÉRISTIQUES DE LA VARIANTE AUTONOME

- Il n'y a pas d'utilisateur.
- Les règles sont internes au programme.
- La machine est non réactive.

FABRICATION

EXEMPLES

- Outils bureautiques :
 - traitement de textes, chiffrier, etc.
- Outils d'édition et de développement de sites web.
- Outils d'aide au développement de logiciels :
 - IDE, CASE, etc.
- Contrôleur de machine-outil :
 - asservi, autonome, etc.

FABRICATION

SCA – CONFIGURATION DU SYSTÈME DE CONDUITE D'ASCENSEUR

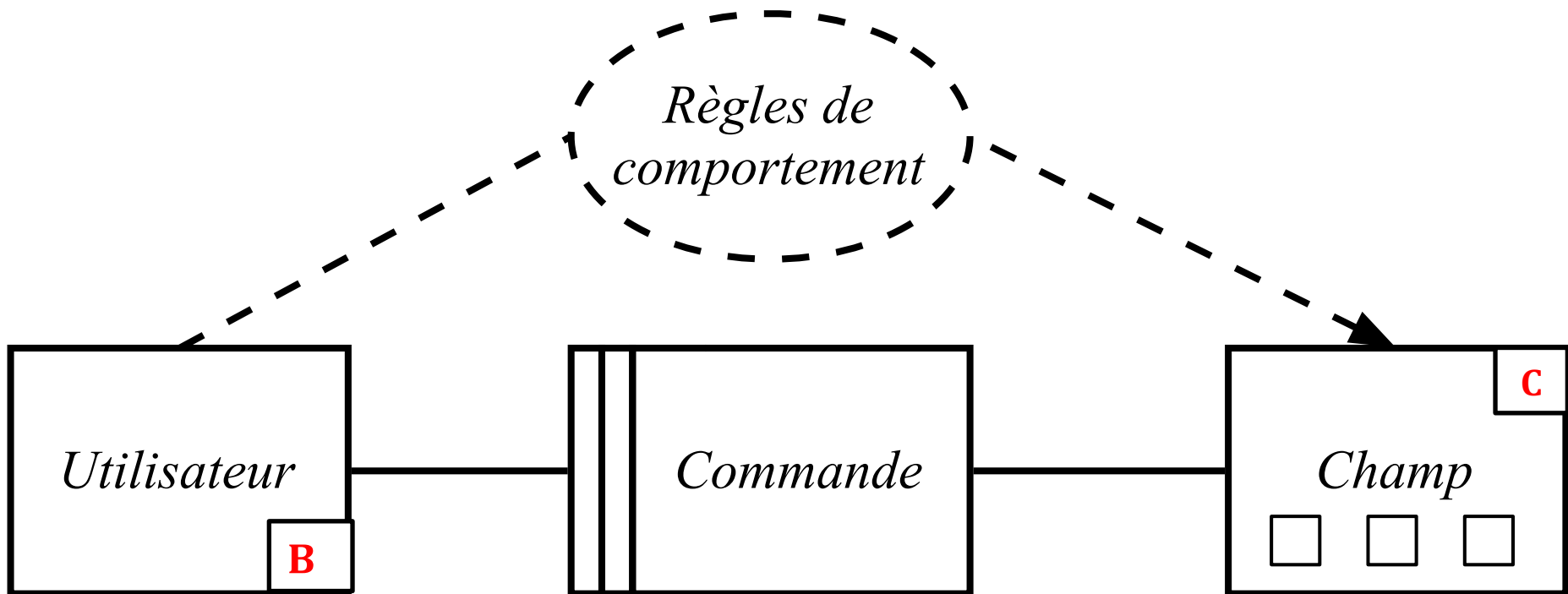
- Un technicien de HLC veut configurer la conduite de l'ascenseur en spécifiant les variables permettant l'optimisation de l'utilisation des ascenseurs.
- Il peut modifier et vérifier le statut de la configuration.
- ... (voir exemple)

COMMANDE

Control

- Illustration
- Description
- Caractéristiques communes
- Caractéristiques de la variante pilotée
- Caractéristiques de la variante autonome
- Exemple

COMMANDE ILLUSTRATION



COMMANDE

DESCRIPTION

Contenu	Techniques
Champ (système asservi et ses sous-domaines)	1. MCD
Interaction des sous-domaines entre eux	1. Automates 2. Tables de décision 3. Texte
Liste de phénomènes du système asservi observable par la commande	1. Texte
Liste d'actions du système asservi appellable par la commande	1. Texte
Distorsions et délais introduits	1. Texte
Comportement	1. Automates 2. Tables de décision
Utilisateur	1. Texte
Interaction entre l'utilisateur et la commande	1. Cas d'utilisation 2. Texte

COMMANDE

CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

- Le domaine « asservi » est souvent composite.
- Le domaine « asservi » est programmable ou prévisible, mais pas autonome.
- La machine est programmable.

COMMANDE

CARACTÉRISTIQUES DE LA VARIANTE PILOTÉE

- L'utilisateur est un domaine autonome ou prévisible.
- Les requêtes sont émises par un utilisateur.

COMMANDE

CARACTÉRISTIQUES DE LA VARIANTE AUTONOME

- Il n'y a pas d'utilisateur.
- Les règles sont internes au programme.
- La machine est non réactive.

COMMANDE

EXEMPLES

- Système de sécurité, d'alarme ou d'ascenseur.
- Système de gestion du moteur des automobiles modernes.
- Système domotique.

COMMANDE

SCA – CONTRÔLER LE MOUVEMENT DE L'ASCENSEUR

- Lors d'une demande de service l'ascenseur se déplace dans le bon sens à l'étage correspond à la demande de l'utilisateur.
- Le contrôleur d'ascenseur a pour rôle d'envoyer des commandes au moteur pour répondre à la demande de service.
- La commande envoyée dépend de la position de l'ascenseur, l'état courant du moteur.

COMMANDE

SCA – CONTRÔLER LE MOUVEMENT DES PORTES

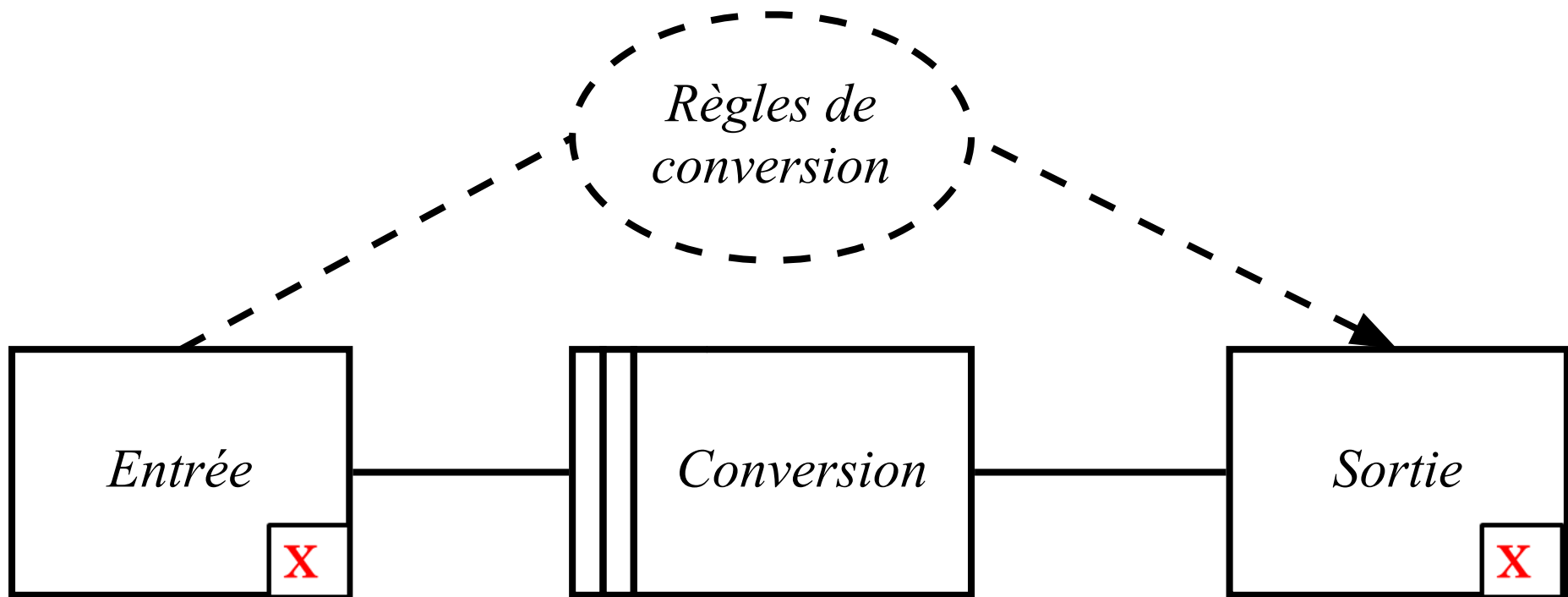
- Le contrôleur d'ascenseur est relié à un contrôleur de portes pour contrôler le mouvement des portes. Le contrôleur de portes a pour rôle d'ouvrir et de fermer sécuritairement les portes associées à l'ascenseur.
- Pour ouvrir le passage vers l'ascenseur, deux portes doivent être ouvertes : celle de l'ascenseur lui-même et celle du palier au palier duquel il se trouve.
- Une porte de palier ne doit s'ouvrir que si un ascenseur est immobilisé au niveau du palier.
- Cette coordination est assurée par le contrôleur de portes associé à l'ascenseur.

CONVERSION

(Transformation)

- Illustration
- Description
- Caractéristiques
- Exemple

CONVERSION ILLUSTRATION



CONVERSION

DESCRIPTION

Contenu	Techniques
Entrée, Sortie	<ol style="list-style-type: none">1. MCD2. BNF
Source de l'entrée et destination de la sortie	<ol style="list-style-type: none">1. Texte
Règles de conversion	<ol style="list-style-type: none">1. Table de correspondance2. GAA

CONVERSION

CARACTÉRISTIQUES

- Entrée : statique
- Sortie : inerte
- Domaines intangibles sauf si un domaine de connexion approprié relie l'entrée à une machine de conversion

CONVERSION

EXEMPLES

- Programme de conversion de fichiers
- Programme de calcul du salaire à partir des feuilles de temps et de l'échelle salariale
- Programme de production de relevés bancaires à partir de la liste des transactions.
- Numérisation de documents et conversion en fichier texte

CONVERSION

SCA – AFFICHER LA POSITION DE L'ASCENSEUR

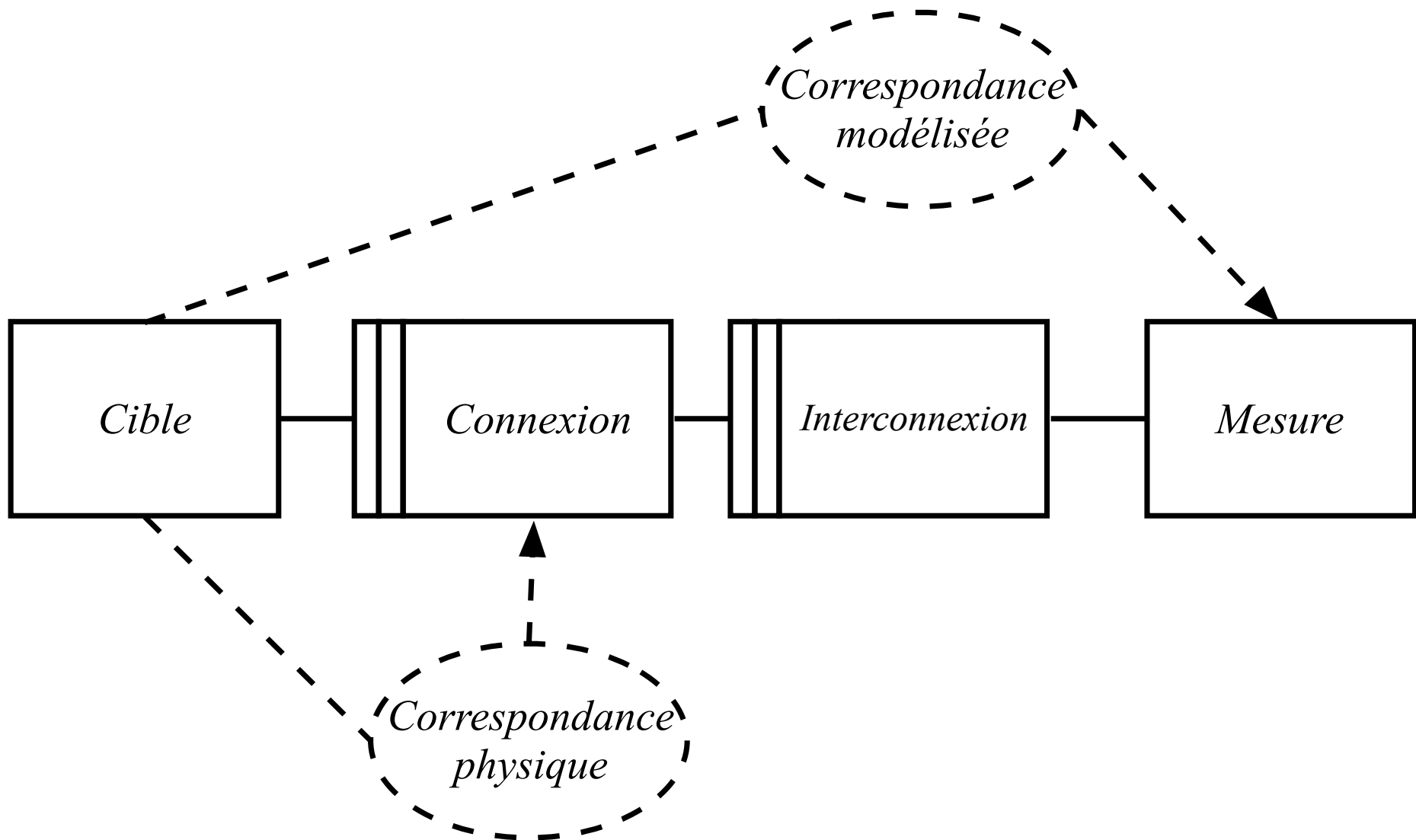
- À chaque palier et dans chaque ascenseur, un afficheur indique la position de l'ascenseur. Le contrôleur d'ascenseur communique avec un contrôleur d'affichage pour informer les utilisateurs du sens de l'ascenseur et sur quel palier il se positionne.

Interconnexion *Connection*

- Illustration
- Description
- Caractéristiques communes
- Caractéristiques IX-F
- Caractéristiques IX-O
- Caractéristiques IX-FR
- Caractéristiques IX-OR

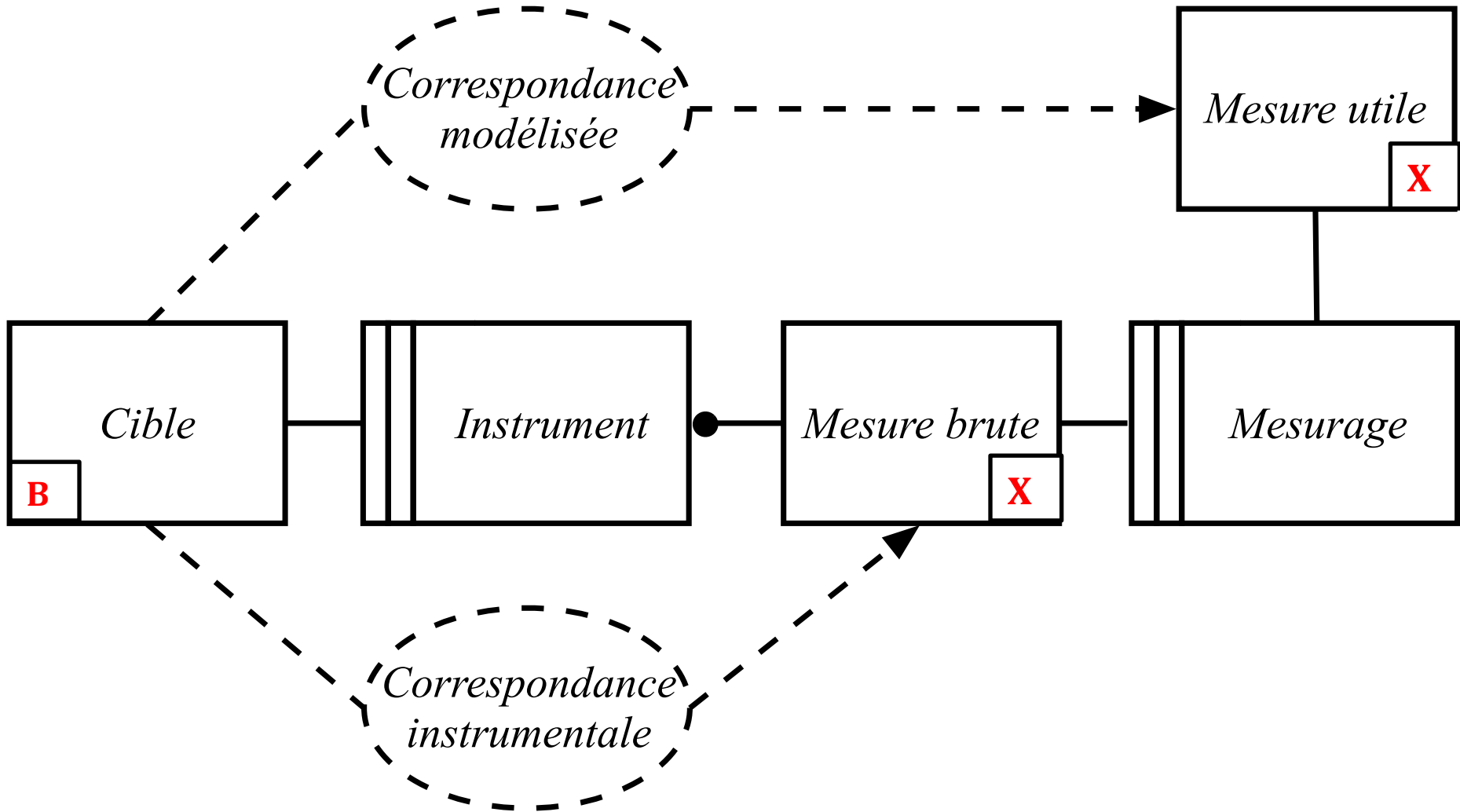
INTERCONNEXION (*CONNECTION*)

ILLUSTRATION TRADITIONNELLE



MESURAGE

ILLUSTRATION PLUS EXPLICITE ?



MESURAGE

DESCRIPTION

Contenu	Techniques
États et événements de la cible	<ol style="list-style-type: none"> Liste des événements Automates
Redondance (si existante) entre données de la solution et données du problème et, s'il y a redondance, règles de détermination des données les plus fiables	<ol style="list-style-type: none"> Texte Tables de décision
Correspondance physique, y compris toute distorsion et délai	<ol style="list-style-type: none"> Automate concurrent Table de décision Table de correspondance Texte
Correspondance modélisée (souhaitée)	<ol style="list-style-type: none"> Automate concurrent Table de décision Table de correspondance Texte

MESURAGE

CARACTÉRISTIQUES COMMUNES (IX)

- En général, le frame d'interconnexion fait partie d'un problème plus large, par exemple,
 - lorsqu'un système d'information doit obtenir de l'information sur le domaine du problème ou
 - lorsqu'un système de commande doit être connecté aux objets asservis.
- Souvent, la machine d'interconnexion doit être reliée à une machine qui doit être construite (le connecteur : le capteur, l'actionneur, etc.).

MESURAGE

EXEMPLES

- Un système de surveillance d'un patient (suivi de température, etc.).
- Un logiciel de reconnaissance de caractères pour lequel on peut modifier le pilote du scanneur.

MESURAGE

CARACTÉRISTIQUES IX — F

- La spécification du connecteur est fermée, ne peut être changée.
- Exemple : un système de surveillance d'un patient (suivi de température, etc.).

MESURAGE

CARACTÉRISTIQUES IX - 0

- La spécification du connecteur est ouverte, donc modifiable.
- Exemple : un logiciel de reconnaissance de caractères pour lequel on peut modifier le pilote du scanneur.

MESURAGE

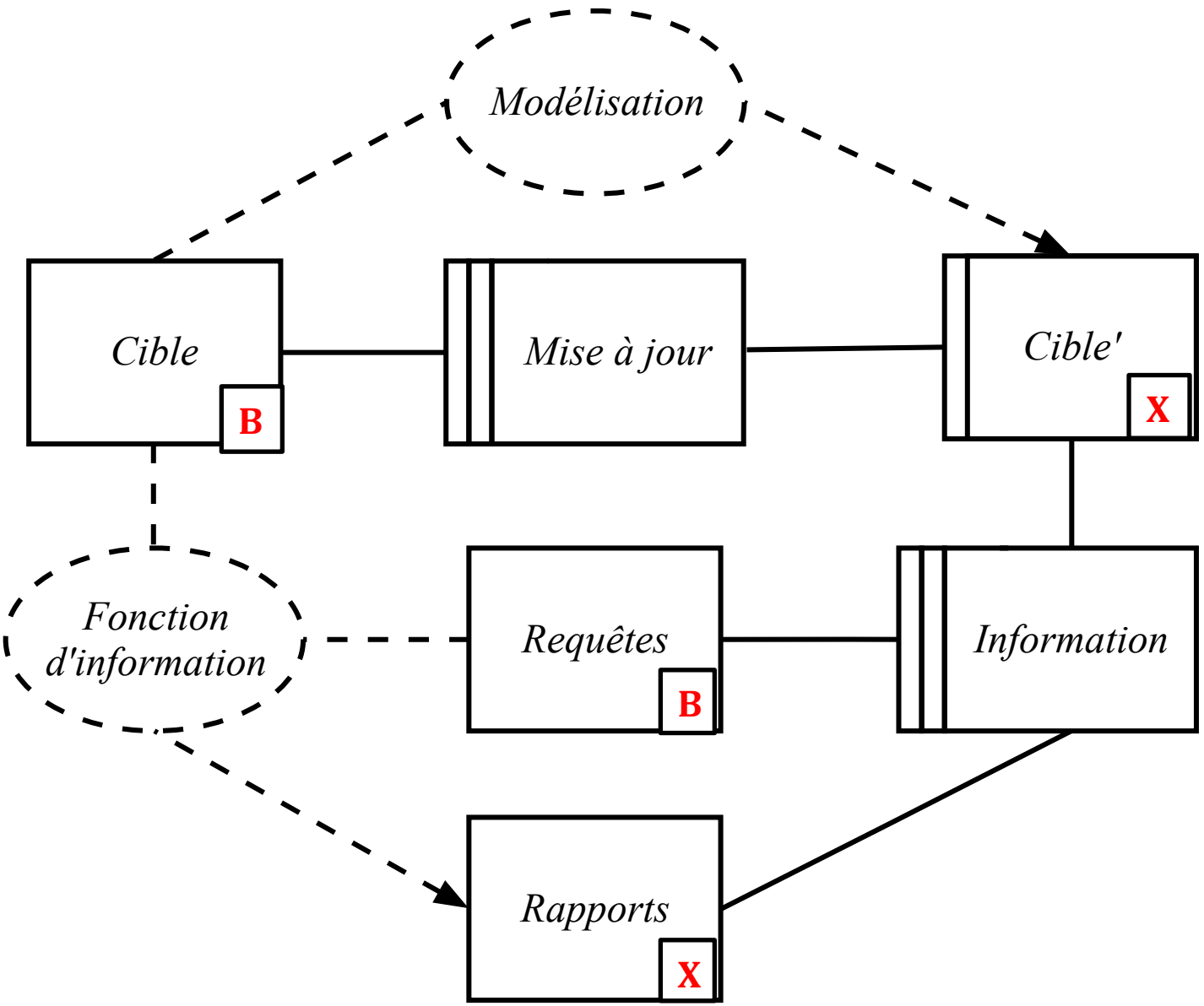
CARACTÉRISTIQUES IX-FR OU IX-OR

- La machine comprend une représentation interne de la cible.
- La machine doit modifier cette représentation interne suite au changement d'état de la cible.
- Exemple, une IPM.

INFORMATION

- Illustration
- Description
- Caractéristiques de la variante pilotée
- Caractéristiques de la variante autonome
- Caractéristiques de la variante médiatisée
- Exemple

INFORMATION ILLUSTRATION



INFORMATION DESCRIPTION

Contenu	Techniques
Cible, sous-domaines, Cible'	1. MCD
Interaction des sous-domaines entre eux	1. Automates 2. Tables de décision 3. Texte
Modélisation <requête,rapport,données>	1. Liste
Accès (interaction Cible-MAJ ou Cible-INFO)	1. Texte
Distorsions et délais introduits	1. Texte
Fonction d'information	1. BNF, GAA 2. Automates 3. Texte
Rapports	1. Diagrammes 2. Tableaux 3. Texte
Utilisateurs / Requêtes	1. Texte
Interactions entre (Utilisateur / Requêtes) et INFO	1. Cas d'utilisation 2. Texte

INFORMATION

CARACTÉRISTIQUES DE LA VARIANTE PILOTÉE

- Le comportement requis est régi par un utilisateur.
- L'utilisateur est un domaine autonome ou prévisible.

INFORMATION

CARACTÉRISTIQUES DE LA VARIANTE AUTONOME

- Le système fournit automatiquement l'information.
- La cible peut parfois être statique, mais elle est le plus souvent dynamique ou autonome.

INFORMATION

CARACTÉRISTIQUES DE LA VARIANTE MÉDIATISÉE

- Représentation interne (inerte et intangible) de la cible.
- Système de mise à jour de l'état de la représentation de la cible.

SYNTHÈSE

- La méthode
- Les problèmes élémentaires
- Le choix
- Références

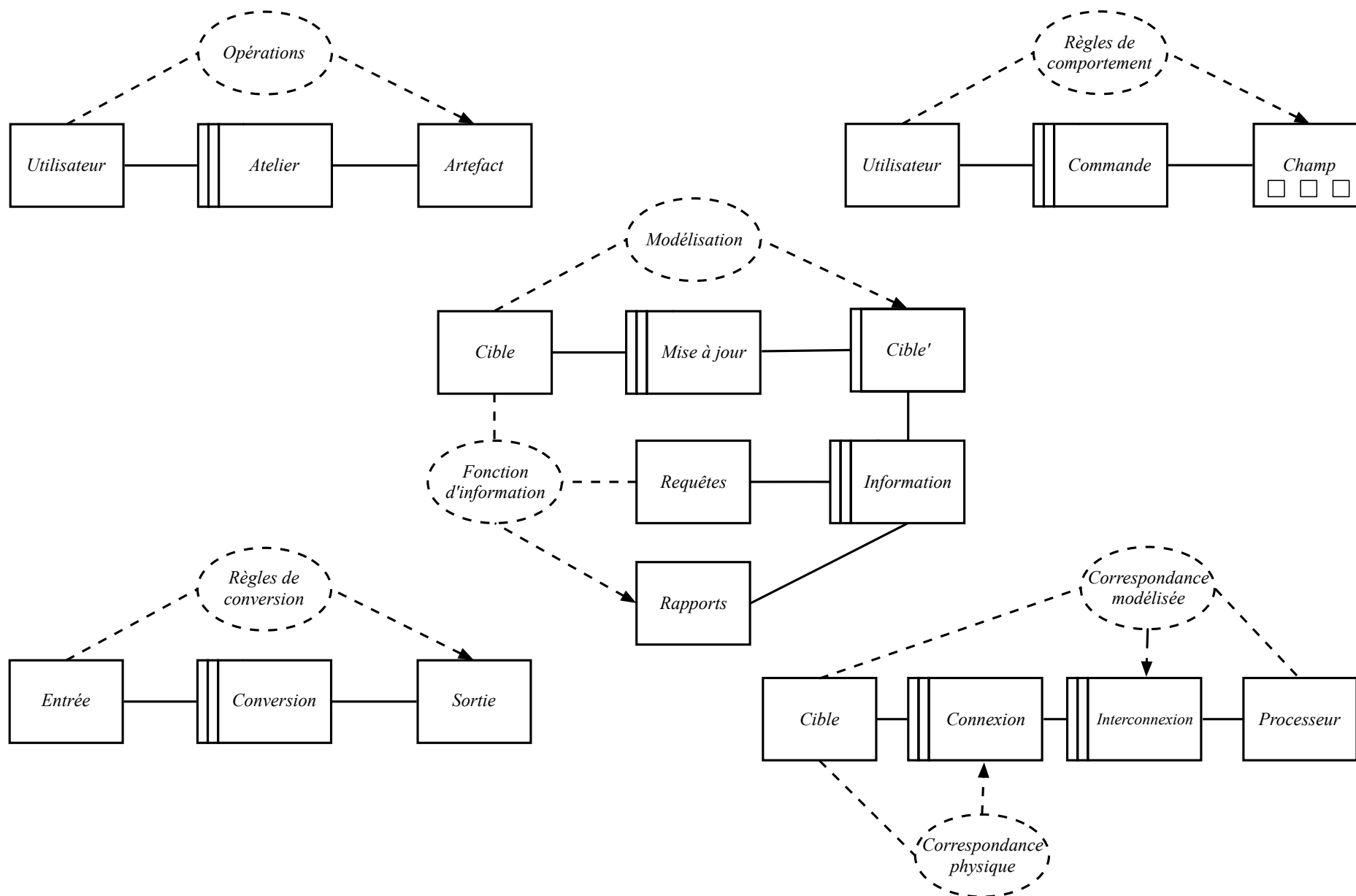
SYNTHÈSE

LA MÉTHODE

- Document de vision
- Diagramme de contexte
- Diagramme de structure
- Identification des problèmes élémentaires
- Assemblage du problème
- Modèle conceptuel de données
- Modèle conceptuel de traitement

SYNTHÈSE

LES PROBLÈMES ÉLÉMENTAIRES



SYNTHÈSE

LE CHOIX

Système	Sous-domaine	Statique	Inerte	Réactif	Prog.	Prévisible	Autonome
		<i>Lexical</i>		<i>Causal</i>		<i>Biddable</i>	
Fabrication	<i>Requêtes (fac.)</i>					⊗	?
	<i>Artéfact</i>		⊗				
Commande	<i>Requêtes (fac.)</i>					⊗	?
	<i>Champ</i>			⊗	⊗	?	
Information	<i>Cible</i>			?	?	⊗	⊗
	<i>Requêtes</i>					⊗	⊗
	<i>Rapports</i>		⊗				
Conversion	<i>Entrée</i>	⊗					
	<i>Sortie</i>		⊗				
Mesurage	<i>Cible</i>			?	⊗	⊗	⊗
	<i>Mesure brute</i>		⊗				
	<i>Mesure utile</i>		⊗				

RÉFÉRENCES



- [Jackson2001]
Michael JACKSON;
Problem frames;
ACM Press Book, Addison Wesley, 2001; ISBN 0-20159 627-X.
- [Jackson2008]
Problem Oriented Software Engineering - Solving
the Package Router Control Problem;
IEEE TSE, vol. 34, no. 2, March/April 2008.
DOI : 10.1109/TSE.2007.70769.