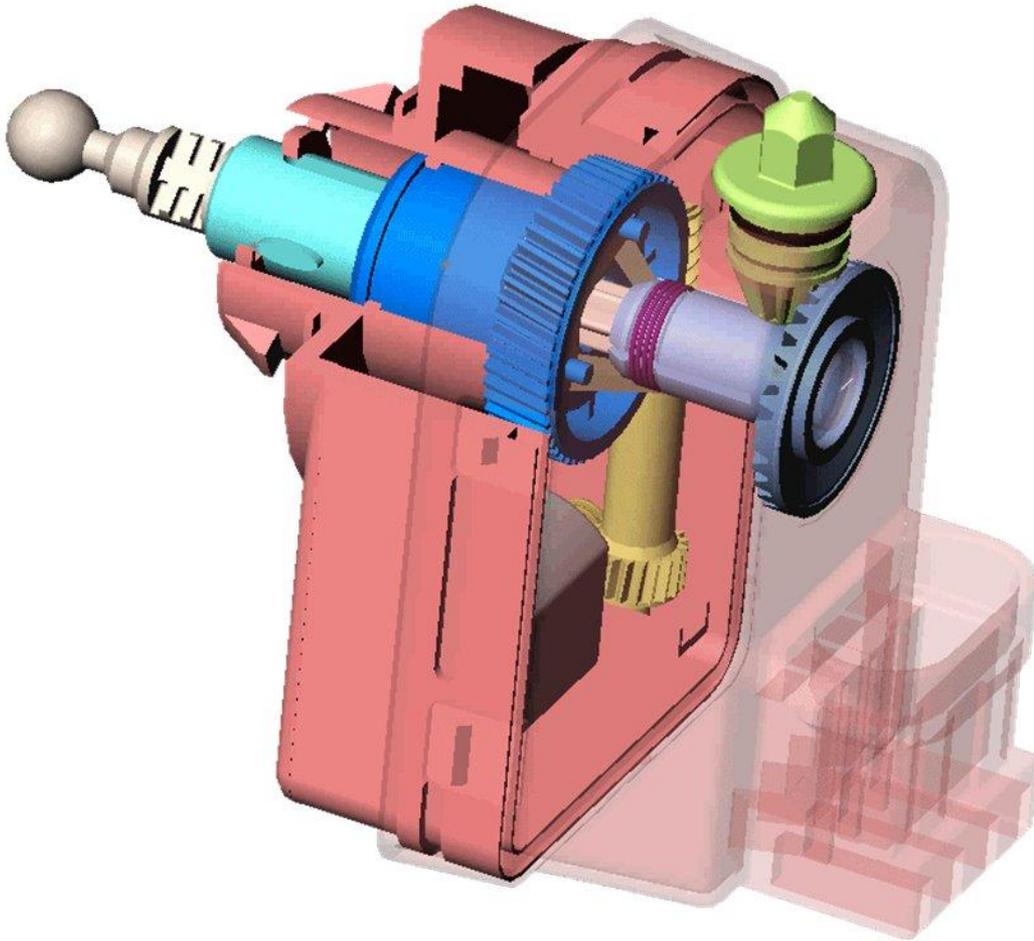


Les diagrammes du SysML



Différentes approches



Où se situe le système?
Il inter-agit avec quoi?

A quoi il sert?
Qu'est-ce qu'on attend de lui?

Comment il marche ?
Comment on s'en sert?
Comment il se comporte?

De quoi est-il constitué?
A quoi servent les différents
composants?
Comment sont-ils agencés ?

Les diagrammes du SysML



Différentes approches

Analyse fonctionnelle

Où se situe le système?
Il inter-agit avec quoi?

A quoi il sert?
Qu'est-ce qu'on attend de lui?

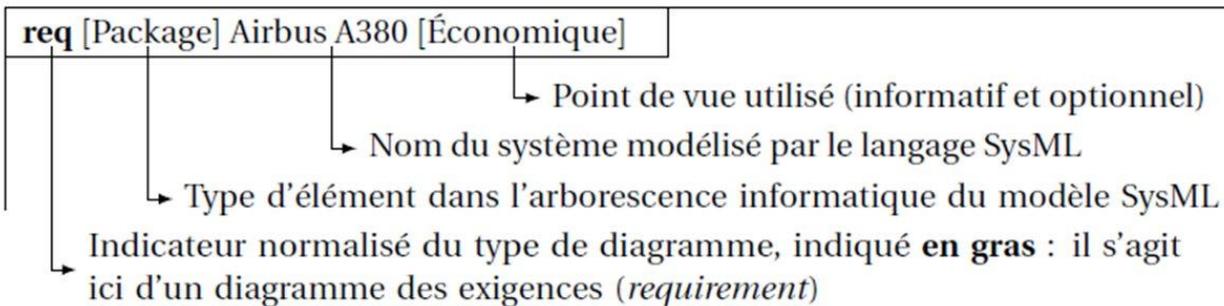
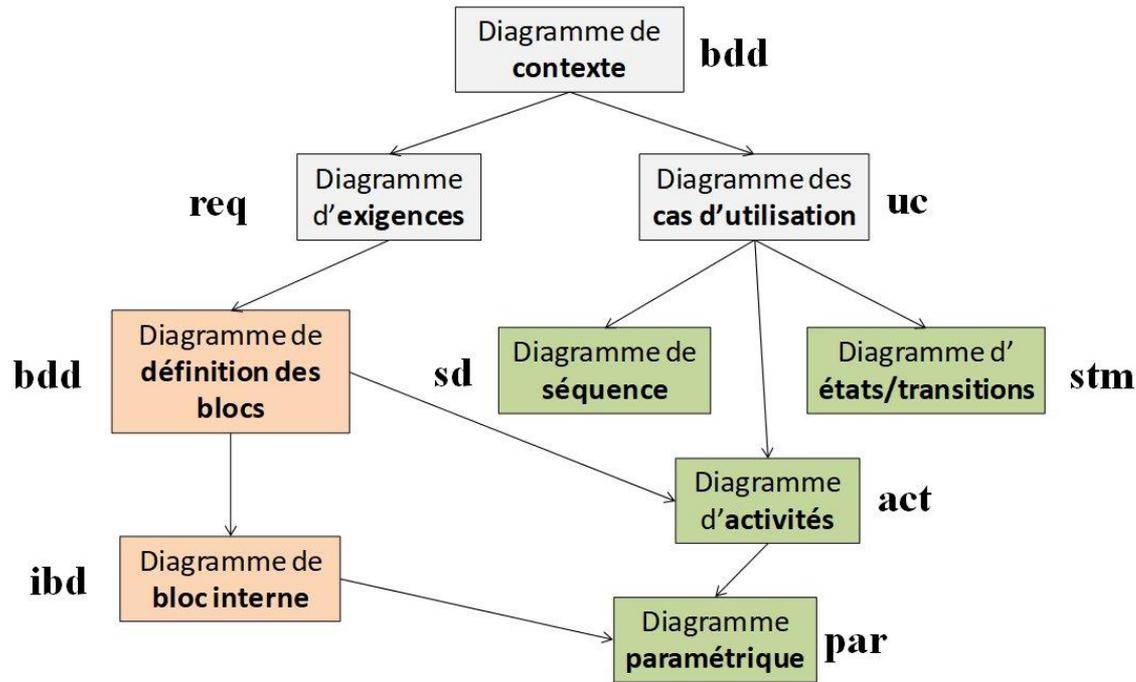
Analyse comportementale

Comment il marche ?
Comment on s'en sert?
Comment il se comporte?

Analyse structurelle

De quoi est-il constitué?
A quoi servent les différents composants?
Comment sont-ils agencés ?

Les diagrammes du SysML



Les diagrammes du SysML



L'outil SysML **SYSTEM MODELING LANGUAGE** est l'un des outils à notre disposition pour représenter les systèmes.

Ce langage est un langage de modélisation permettant de décrire tout ou partie d'un système technique, d'un point de vue transversal, comportemental ou structurel. Il s'articule autour de neuf types de diagrammes.

Les sept les plus importants sont :

Diagramme transversal	Diagramme d'exigences	req
Diagrammes comportementaux	Diagramme de contexte	
	Diagramme des cas d'utilisation	uc
	Diagramme de séquence	sd
	Diagramme d'états	stm
Diagrammes structurels	Diagramme de définition de bloc	bdd
	Diagramme de bloc interne	ibd

Chacun d'eux est dédié à la représentation des concepts particuliers d'un système

Les diagrammes du SysML

Systeme souhaité



Diagramme transversal

Diagramme d'exigences - req

Le diagramme d'exigences noté **req** (SysML Requirements Diagram) permet de représenter toutes les exigences du système (environnementales, économiques, fonctionnelles, techniques...).

Un chiffre ordonne les exigences et permet de juger de leur niveau hiérarchique.

« Quelles sont les exigences auxquelles le système doit répondre ? »

Les diagrammes du SysML

Systeme souhaité



Diagramme transversal

Diagrammes comportementaux

Diagramme de contexte

Il permet de définir les frontières de l'étude et précisant les différents interacteurs du milieu extérieur avec le système. Chaque élément du milieu extérieur (EME) représenté interagit avec le système et cette interaction peut s'exprimer sous la forme : EME 1 – verbe d'action – EME 2. Si on a X fois un même élément extérieur, un nombre X est noté en bout de connecteur de l'EME avec le système.

« Quels sont les acteurs et éléments environnants du système ? »

Diagramme des cas d'utilisation - uc

Le diagramme des cas d'utilisation noté uc (SysML Use Case Diagram) permet de montrer les fonctionnalités du système en précisant dans des bulles les cas d'utilisation.

« Quels services rend le système ? »

Les diagrammes du SysML

Systeme souhaité



Diagramme transversal

Diagrammes comportementaux(suite)

Diagramme de séquence - sd

Le diagramme de séquence noté sd (SysML Sequence Diagram) **permet de décrire les scénarios** correspondant aux **cas d'utilisation**. Il se lit chronologiquement de haut en bas selon des lignes de vie (lignes verticales en pointillés) correspondant à l'existence d'un élément participant et **décrit le fonctionnement du système**. Il montre les interactions entre différents éléments d'un point de vue séquentiel, enchaînement et nature des échanges. Des « messages » (flèches) sont représentés afin d'apporter des éléments de communication entre les lignes de vie. A tout cas d'utilisation correspond au moins un diagramme de séquence.

« Comment est réalisé ce cas d'utilisation ? »

Les diagrammes du SysML

Systeme souhaité



Diagramme transversal

Diagrammes comportementaux(suite)

Diagramme d'états - stm

Le diagramme d'états noté stm (SysML State Machine Diagram) permet de décrire le fonctionnement d'un programme sous forme de machine d'états. Il montre les différents états pris par le système (ou un sous-système) en fonction des interactions.

« Comment représenter les différents états du système ? »

Les diagrammes du SysML

Système réel



Diagrammes structurels

Les diagrammes qui suivent font appel aux solutions techniques du système, c'est-à-dire aux éléments réels le constituant et permettent de décrire les blocs de la solution et leurs interactions.

Diagramme de définition de bloc - bdd

Le diagramme de définition de bloc noté bdd (SysML Block Definition Diagram) permet de :

- décrire la structure du système
- décrire une partie des fonctions du système
- représenter les liens entre les blocs

« ***Qui contient quoi ?*** »

Diagramme de bloc interne - ibd

Le diagramme de bloc interne reprend les caractéristiques du diagramme de bloc, à la différence que dans celui-ci les flux doivent être intégrés. Les flux peuvent être de tout type parmi le tryptique MEI :

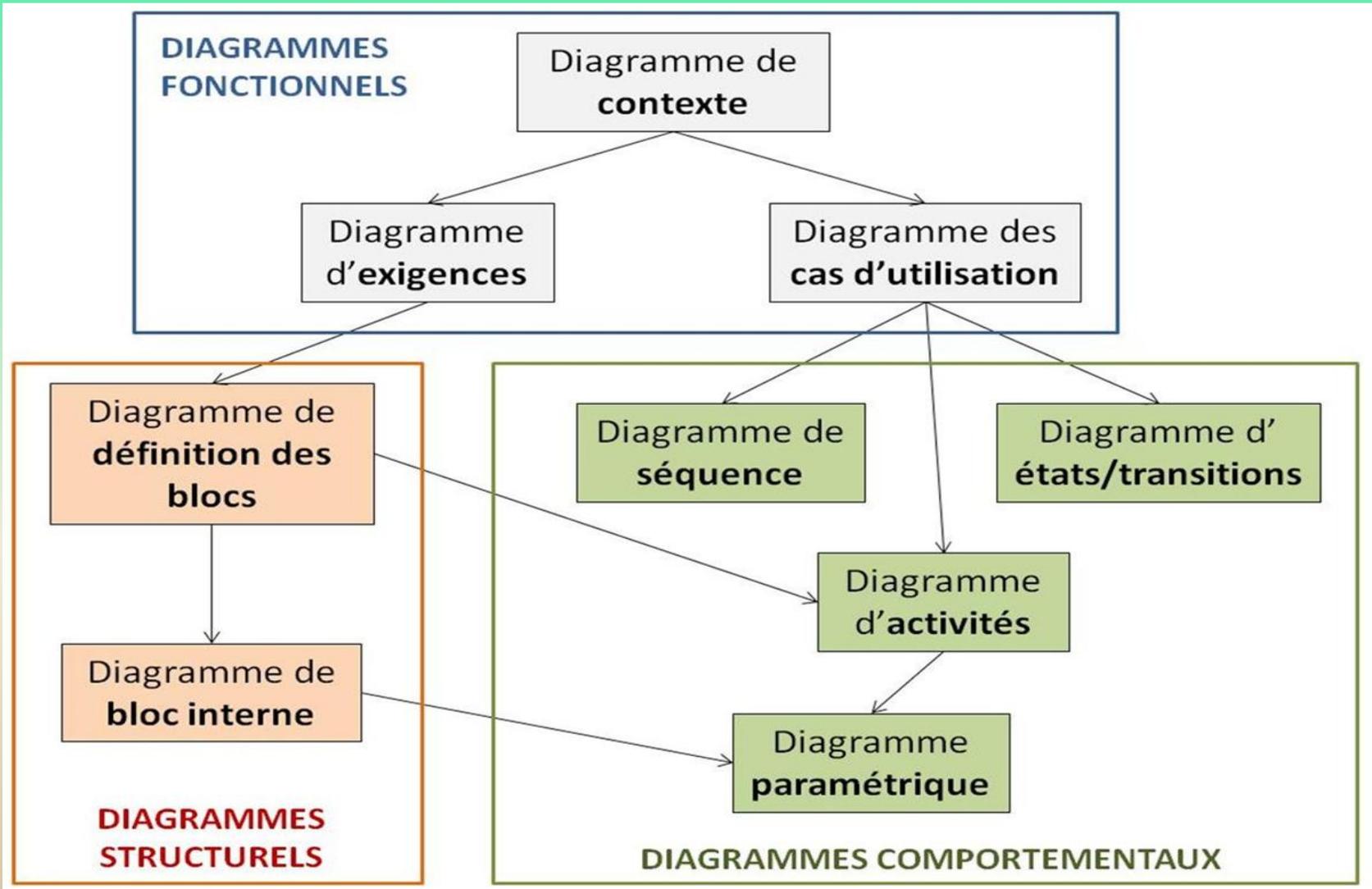
- Matière (métaux rare, matière composite,...)
- Energie (chaleur, électricité, ...)
- Information (signaux analogique ou numérique, binaire,...)

« ***Comment les blocs interagissent-ils ?*** »

Les diagrammes du SysML



Diagrammes fonctionnels, structurels et comportementaux

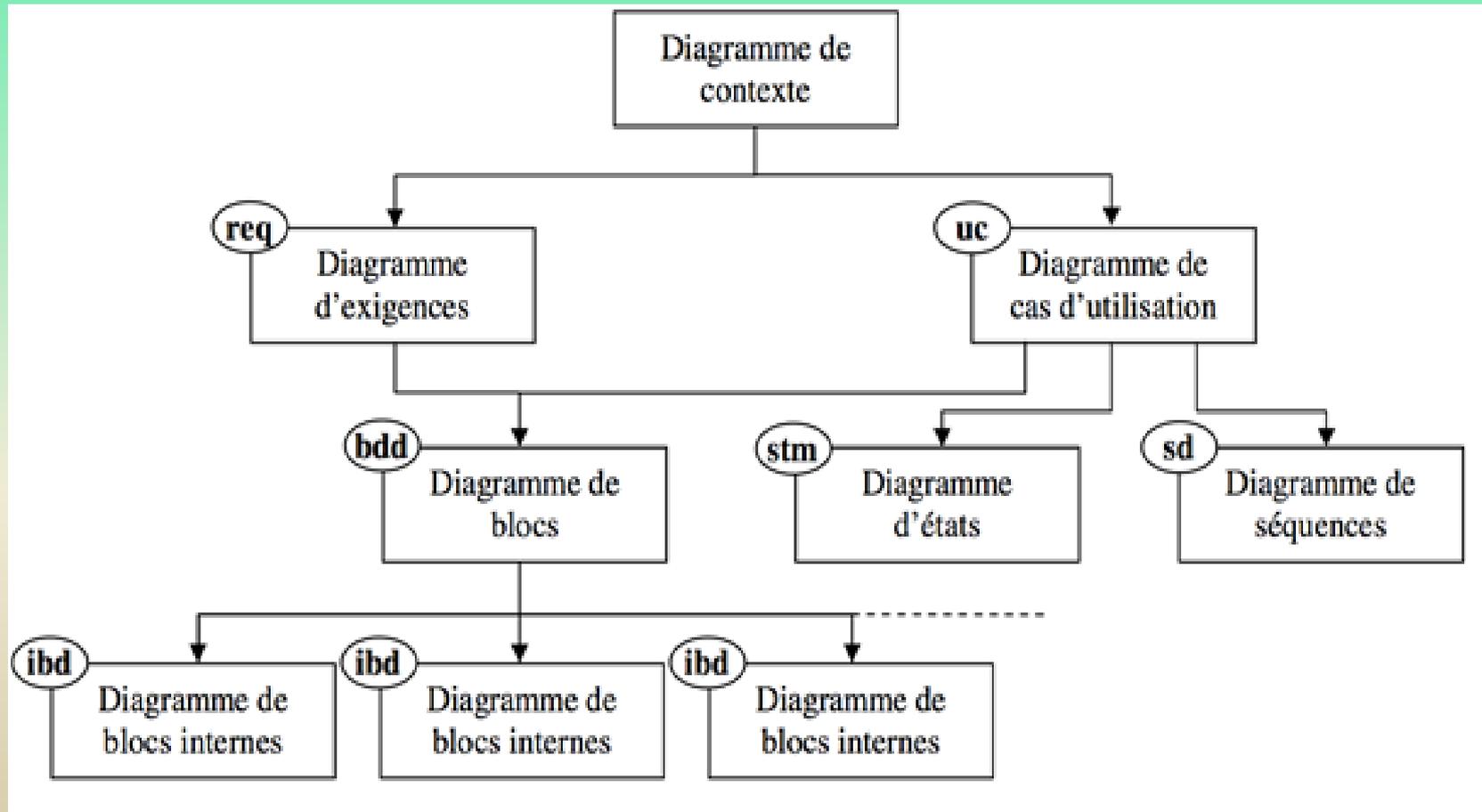


Les diagrammes du SysML



Arborescence des diagrammes

La démarche d'étude d'un système conduit logiquement à un ordonnancement des différents diagrammes.

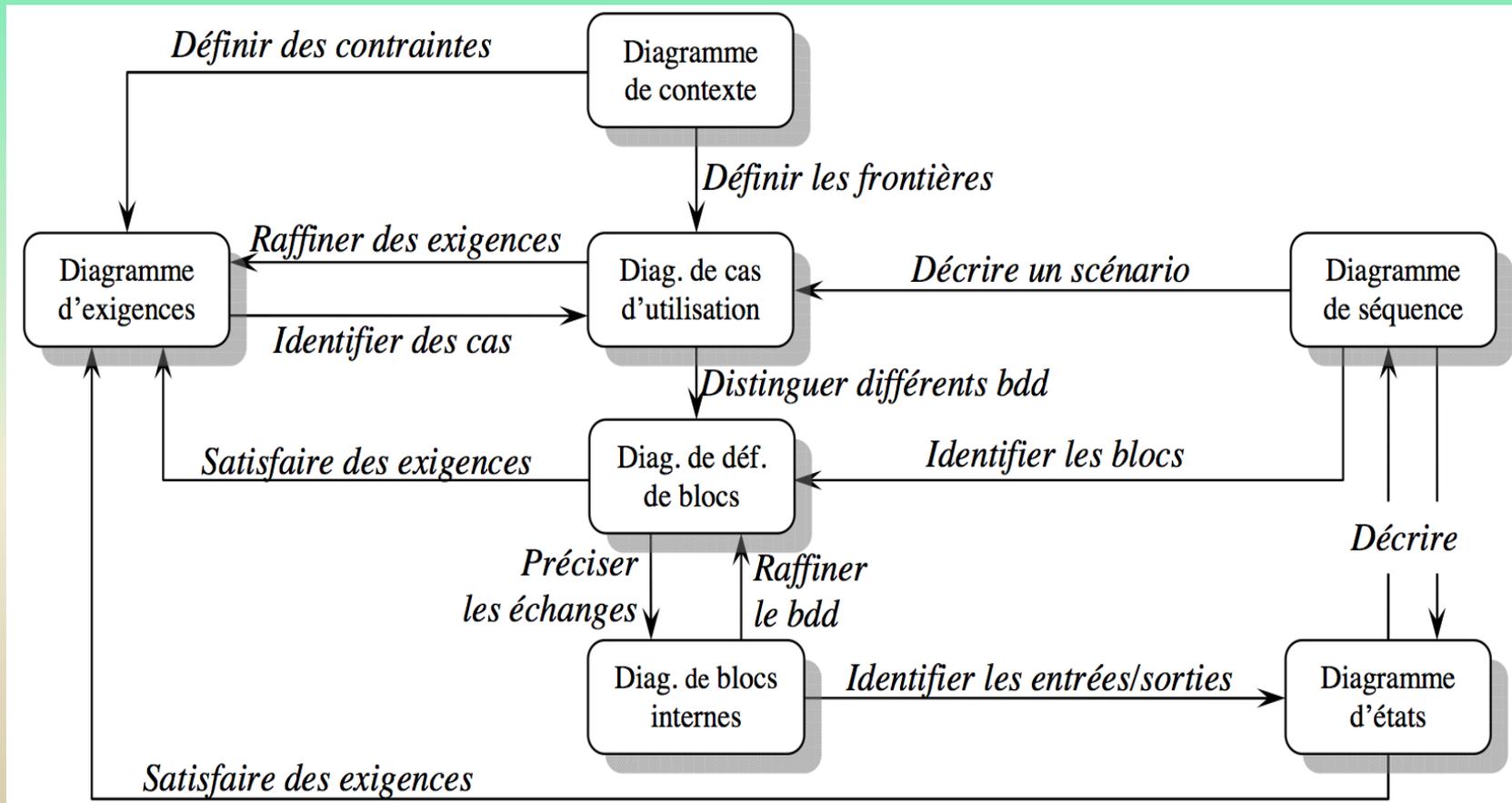


Les diagrammes du SysML



Relations entre diagrammes

Le schéma ci-dessous permet de montrer les liens logiques conduisant à l'établissement des différents diagrammes



Les diagrammes du SysML

Vocabulaire



Les éléments d'association

Extend	Le cas d'utilisation source est une extension possible du cas d'utilisation destination
Include	Le cas d'utilisation source comprend obligatoirement le cas inclus
Derive	Une ou plusieurs exigences sont dérivées d'une exigence
DeriveReq	Permet de relier une exigence d'un niveau général à une exigence d'un niveau plus spécialisée mais exprimant la même contrainte
Satisfy	Un ou plusieurs éléments du modèle permettent de satisfaire une exigence
Verify	Un ou plusieurs éléments du modèle permettent de vérifier et valider une exigence
Refine	Un ou plusieurs éléments du modèle redéfinissent une exigence

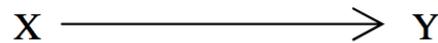
Les diagrammes du SysML

Vocabulaire



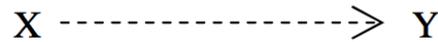
Les relations

Association :
(uc – bdd – ibd)



X utilise Y

Dépendance :
(uc – req – bdd)



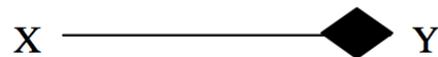
X dépend de Y

Agrégation :
(req – bdd)



X entre dans la composition de Y
sans être indispensable à son fonctionnement

Composition :
(req – bdd)



X entre dans la composition de Y
et est indispensable à son fonctionnement

Généralisation :
(req – bdd – ibd)



X est une sorte de Y

Conteneur :
(req – bdd)



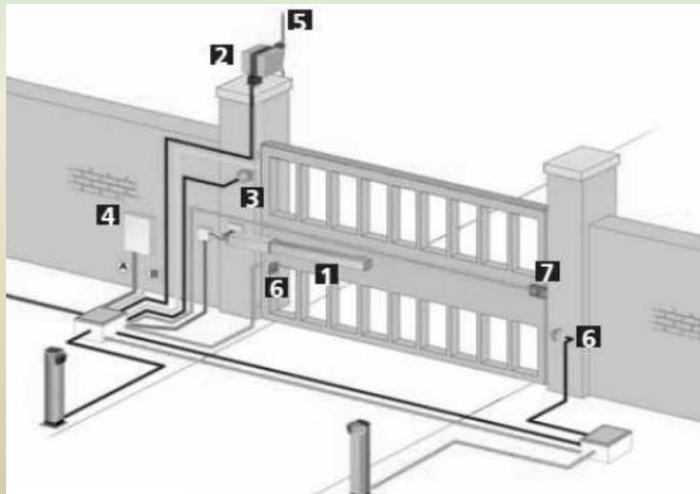
Y contient X

Les diagrammes du SysML

Exemple : Ouvre portail FAAC



Exemple d'un système de portail automatique FAAC



- 1 : Actionneur FAAC 402
- 2 : Lampe clignotante
- 3 : Bouton poussoir à clé
- 4 : Armoire de commande
- 5 : Antenne H.F.
- 6 : Cellules photoélectriques
- 7 : Serrure électrique

Les diagrammes du SysML



Exemple : Ouvre portail FAAC

L'ouvre portail FAAC est un système qui **répond au besoin** :

« **Protéger l'accès à une zone privée** »

Des exigences diverses y sont associées (performances, contraintes...) et différentes phases d'utilisation existent.

Hormis pour l'élaboration du diagramme d'exigence qui est indépendant de la phase d'utilisation choisie, plaçons-nous dans la « phase d'utilisation normale », lorsque le système est relié aux vantaux du portail, alimenté et en présence d'une voiture et de son conducteur voulant provoquer l'ouverture/fermeture.

Systeme souhaité

Diagramme de contexte

Les principaux acteurs dans cette phase sont :

- *Le conducteur de la voiture*
- *La voiture*
- *Le propriétaire de la maison*
- *Le réseau EDF*

Selon le niveau de détail souhaité, d'autres interacteurs peuvent être ajoutés, le mur, le milieu ambiant etc.

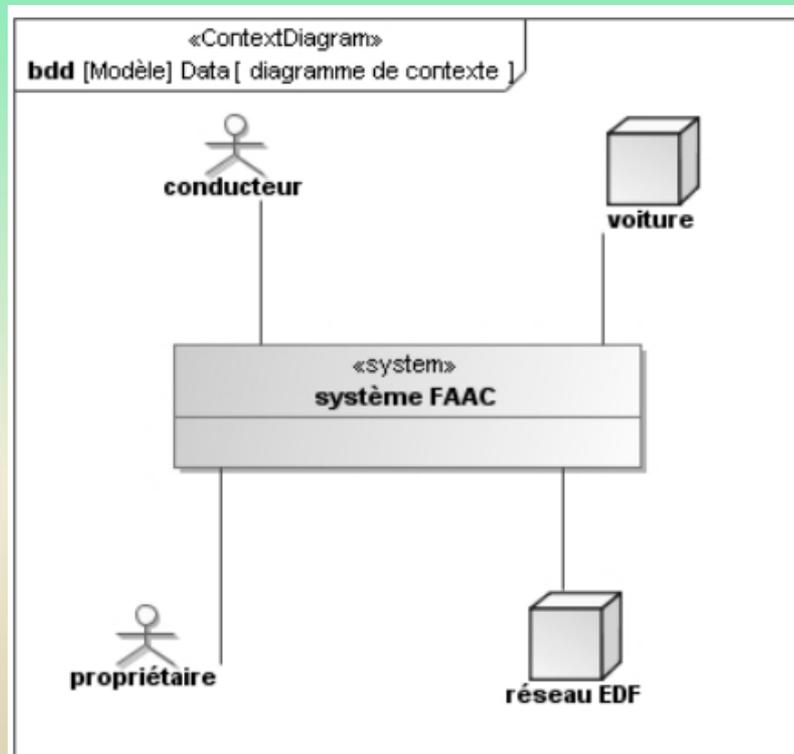
Les diagrammes du SysML

Exemple : Ouvre portail FAAC

Système souhaité



On met alors en place le diagramme de contexte suivant :



Les liens montrent des échanges qui à ce stade, ne sont pas encore définis.

Les diagrammes du SysML



Exemple : Ouvre portail FAAC

Systeme souhaité

Diagramme des exigences req

On retrouve comme exigence principale 1 le besoin auquel répond l'ouvre portail : « protéger une zone privée ».

Cette exigence se décompose en **3 exigences** :

- 1.1 « contrôler l'accès » afin que seuls les utilisateurs puissent ouvrir le portail
- 1.2 « protéger l'accès » afin que le système résiste en cas d'effraction
- 1.3 « manœuvrer le portail » afin de permettre à l'ouvre portail de manœuvrer les vantaux selon les contraintes du lieu où il sera disposé.

Exigences	Critères	Niveaux
Exigence "1.3.1 "	Masse	200 kg
Exigence "1.3.2"	Temps d'ouverture Temps de fermeture	40 s 40 s
Exigence "1.3.3.1"	Energie électrique	220 V – 50 Hz

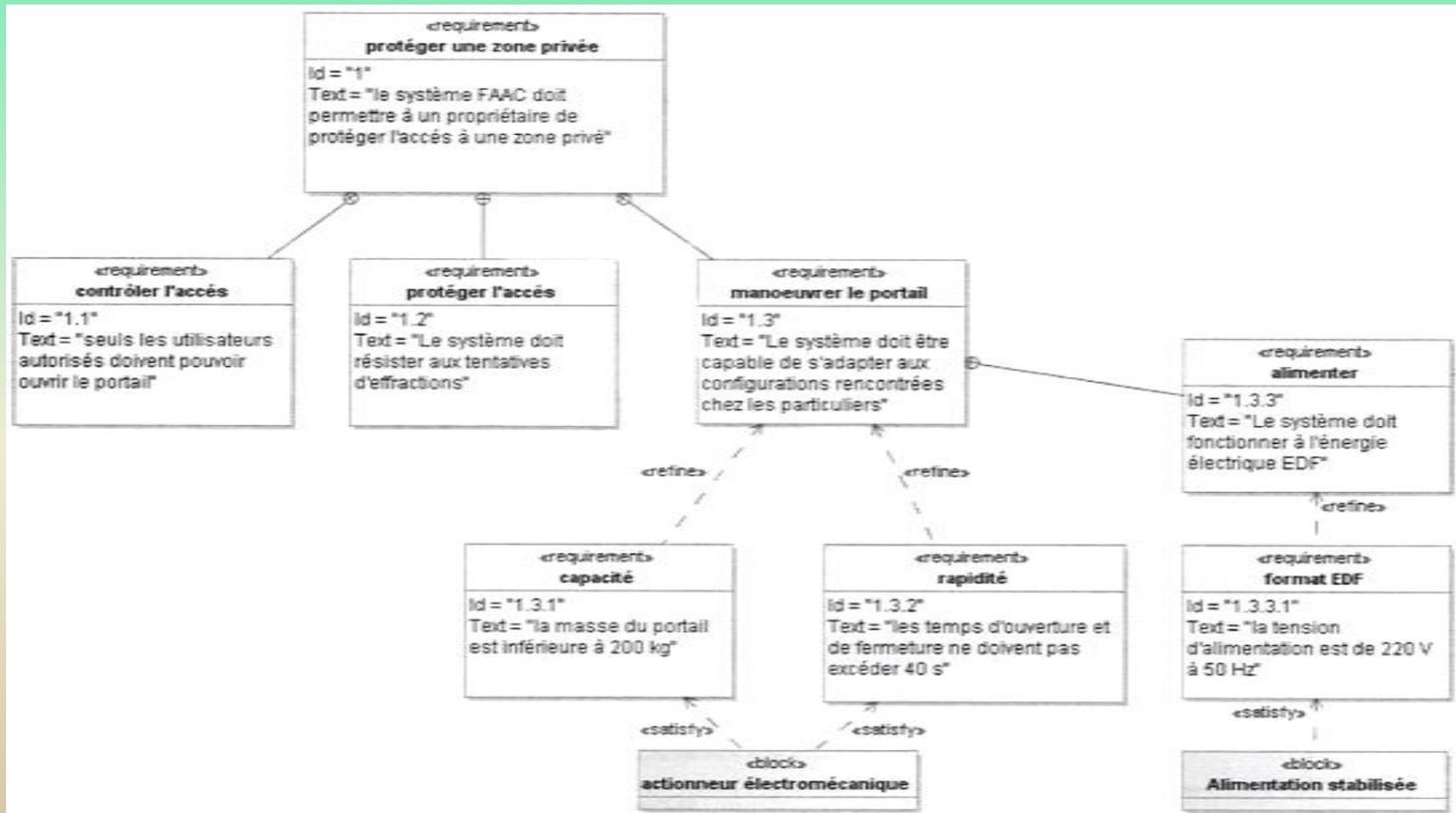
Les diagrammes du SysML



Exemple : Ouvre portail FAAC

Systeme souhaité

Le diagramme des exigences de l'ouvre portail FAAC est proposé ci-dessous :



Les diagrammes du SysML

Exemple : Ouvre portail FAAC

Systeme souhaité



Deux conditions « refine » permettent de redéfinir plus précisément l'**exigence 1.3** en deux exigences :

- 1.3.1 « capacité » afin de préciser la masse du portail à mouvoir
- 1.3.2 « rapidité » afin de définir le temps d'ouverture

L'exigence 1.3 présente une exigence supplémentaire 1.3.3 « alimenter » précisant que l'ouvre portail doit fonctionner à l'énergie électrique, exigence précisée par l'exigence 1.3.3.1 à l'aide d'un « refine » précisant le type de courant.

Les blocs « block » précisent par des conditions « satisfy » les éléments qui permettent de satisfaire les exigences ciblées.

Les diagrammes du SysML

Exemple : Ouvre portail FAAC

Systeme souhaité



Diagramme des cas d'utilisation uc

Les fonctionnalités attendues de l'ouvre portail FAAC sont les suivantes :

- Ouvrir
- Fermer
- Détecter les obstacles
- Signaler la mise en mouvement

Elles sont représentées dans le diagramme des cas d'utilisation.

Les cas d'utilisation « Ouvrir » et « fermer » sont des cas d'utilisation obligatoirement inclus (include) du cas d'utilisation « Manœuvrer le portail ».
Les cas d'utilisation « Signaler la mise en mouvement » et « Détecter les obstacles » sont des extensions possibles (extend) du cas d'utilisation « Manœuvrer le portail ».

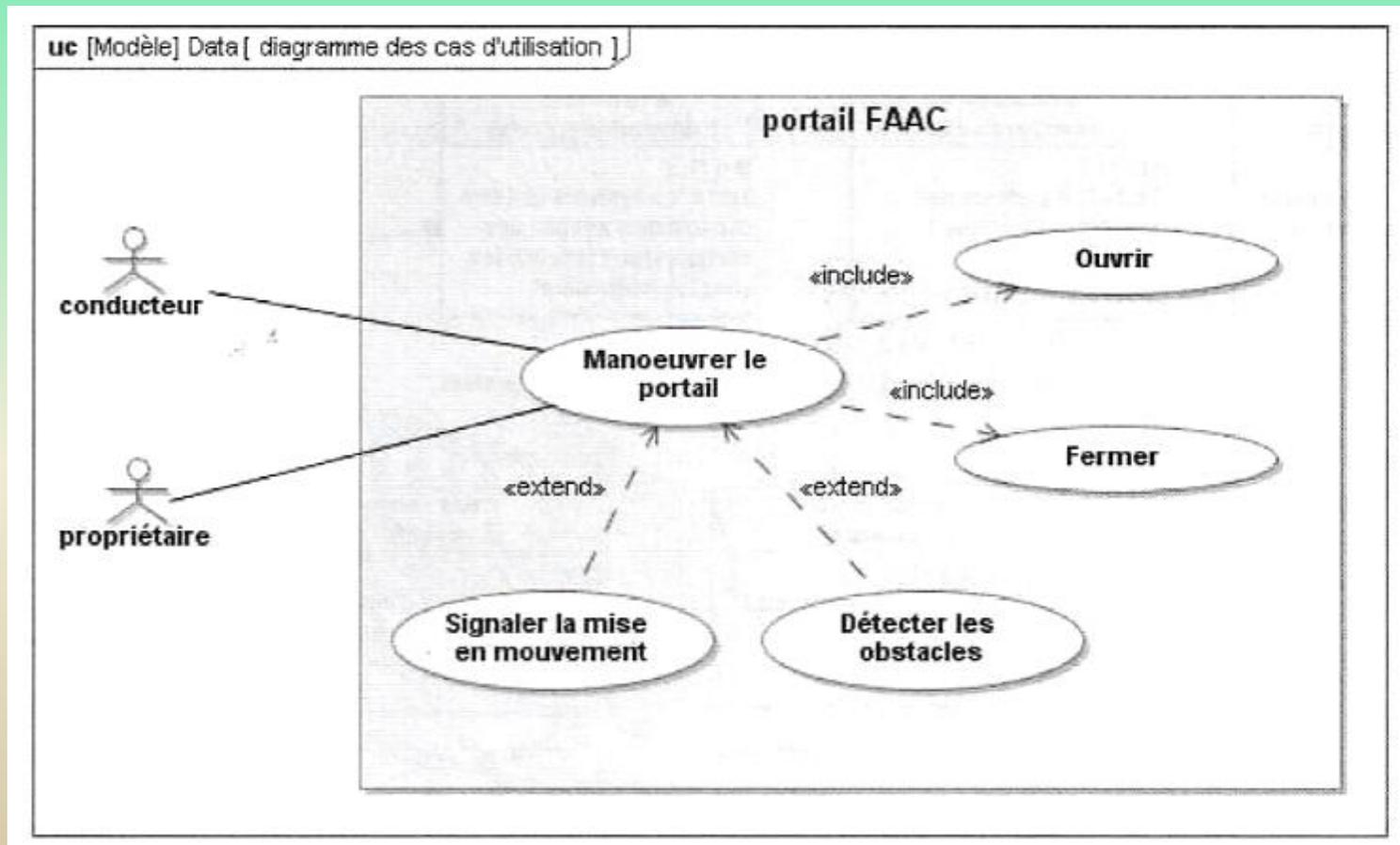
Les diagrammes du SysML

Exemple : Ouvre portail FAAC

Système souhaité



Diagramme des cas d'utilisation du portail.



Les diagrammes du SysML

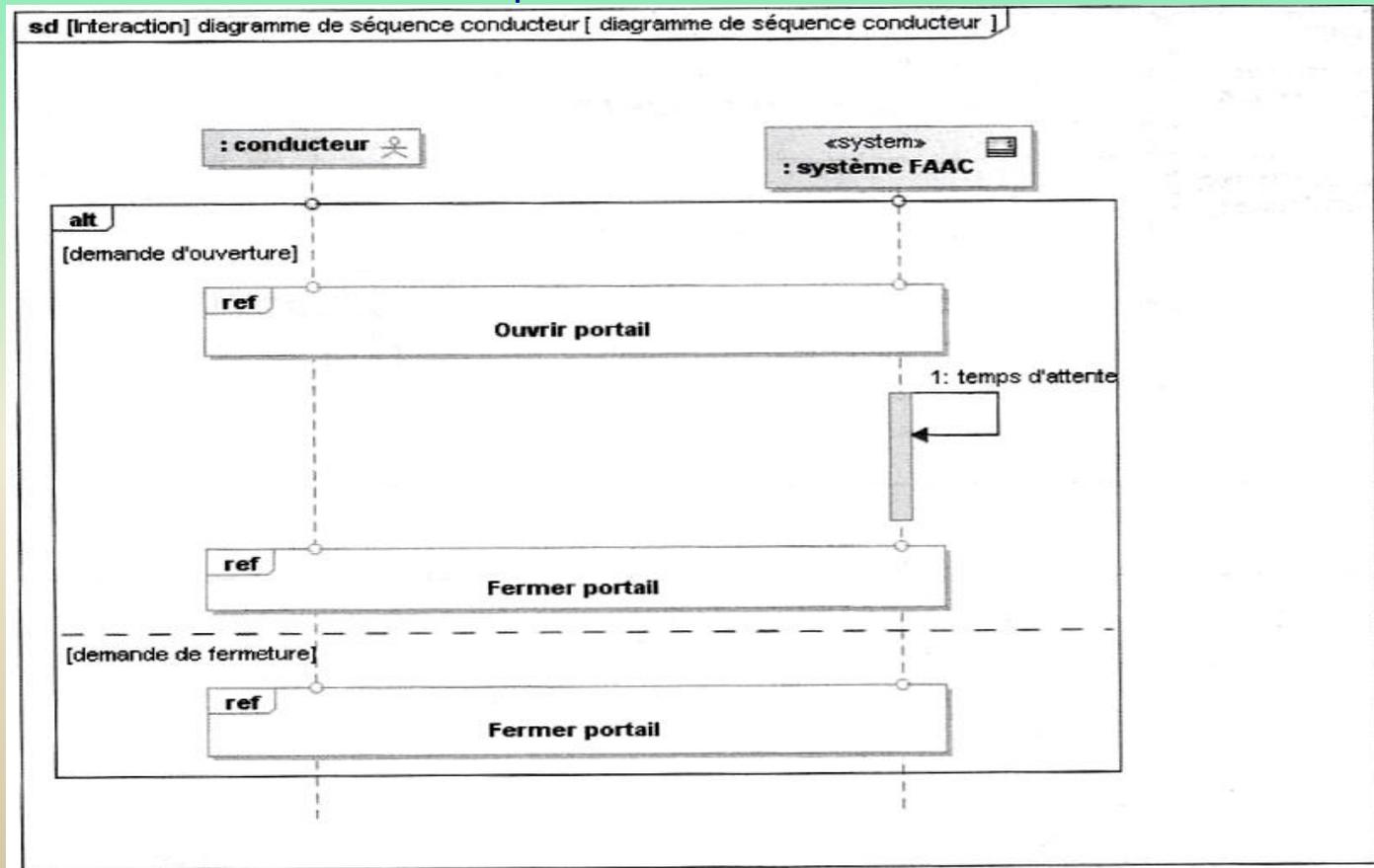
Exemple : Ouvre portail FAAC

Système souhaité



Diagramme de séquence sd

Le cas d'utilisation « Manœuvrer le portail » s'accompagne d'un diagramme de séquence précisant l'enchaînement des actions permettant de réaliser le cas d'utilisation concerné.



Les diagrammes du SysML

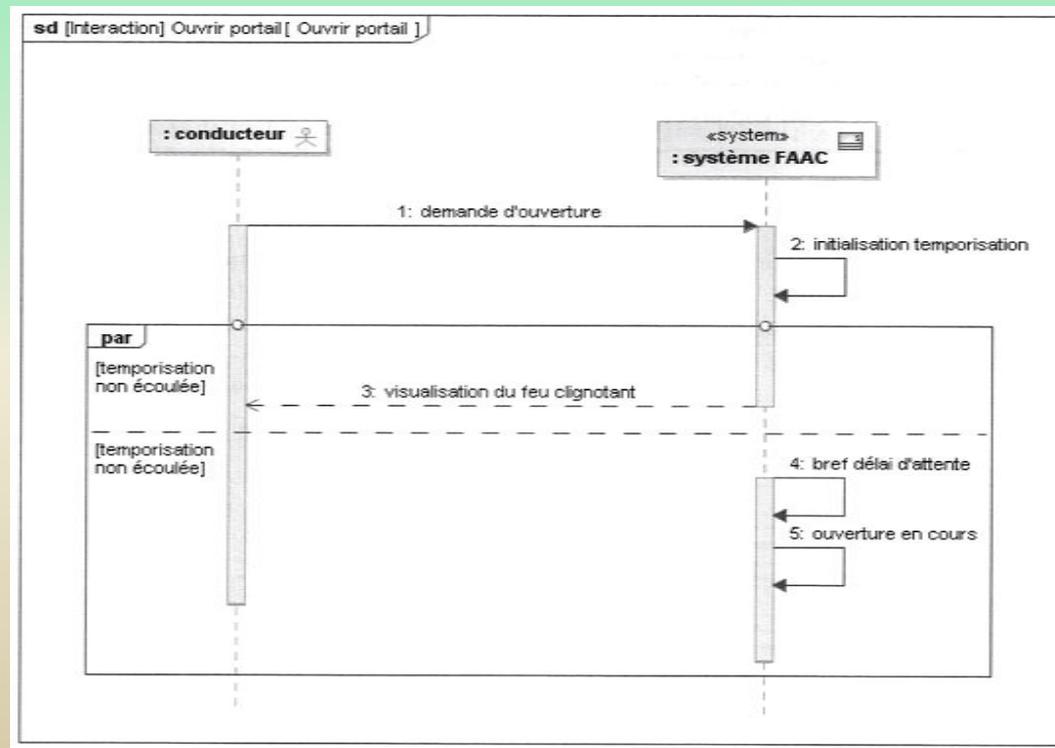
Exemple : Ouvre portail FAAC

Système souhaité



Le choix a été fait de provoquer une fermeture automatique du portail lorsque l'ouverture a été demandée et suite à un délai après la fin de l'ouverture.

Ce diagramme est composé de trois fragments combinés avec la notation « ref » faisant appel à des sous graphiques.



Les diagrammes du SysML

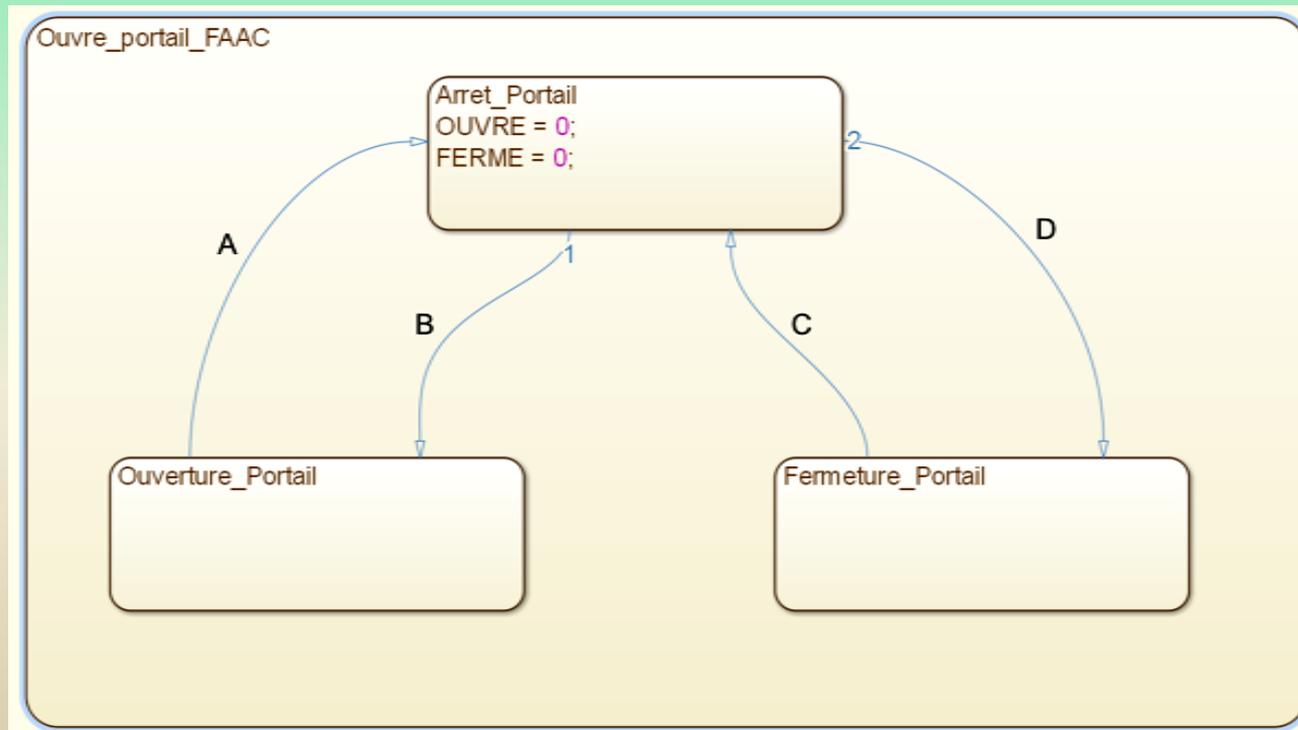
Exemple : Ouvre portail FAAC

Systeme souhaité



Diagramme d'états

Le diagramme comporte trois états (*State*) définis par un label (le nom de l'état sans espace). Les actions associées à chaque état fixent le niveau logique des sorties du microcontrôleur. Elles sont séparées par un point-virgule



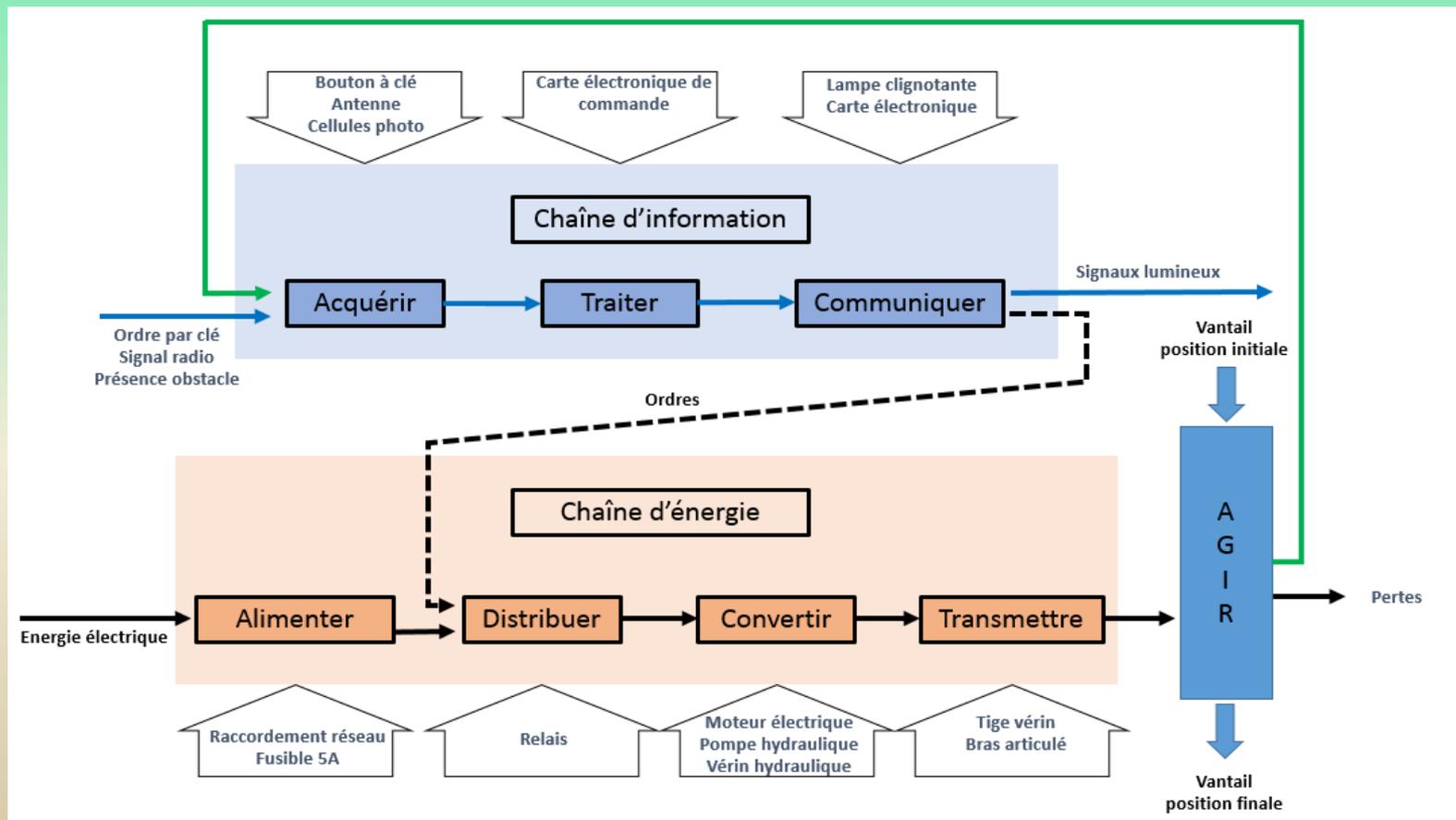
Les diagrammes du SysML

Exemple : Ouvre portail FAAC

Système réel



Les diagrammes de blocs sont en rapport avec la solution existante. Il faut donc mettre en place les chaînes d'information et d'énergie du système afin d'en définir les constituants.



Les diagrammes du SysML

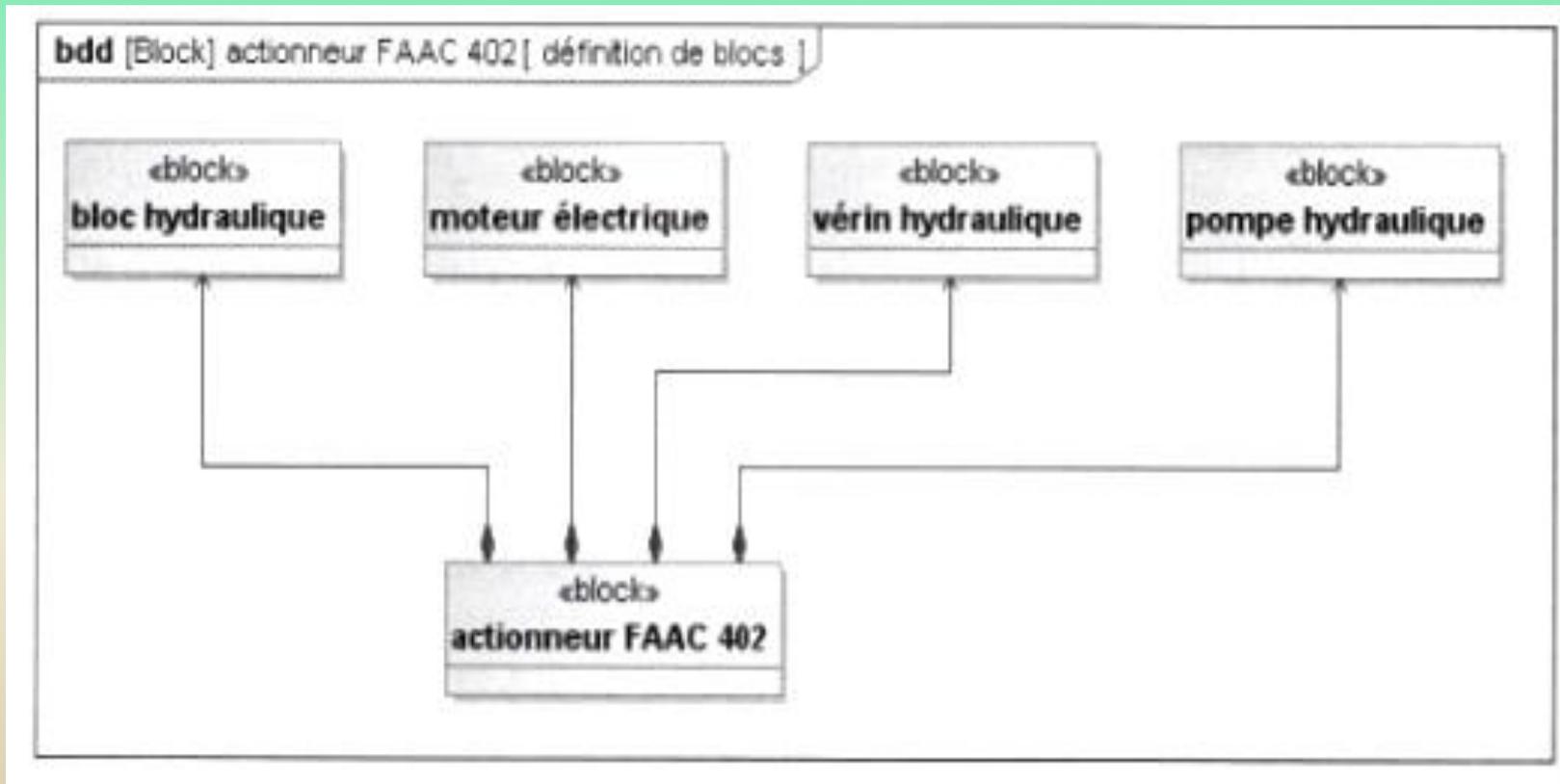


Exemple : Ouvre portail FAAC

Systeme réel

Diagramme de définition de blocs

Ce diagramme décrit les différents blocs constitutifs de l'actionneur.



Les diagrammes du SysML

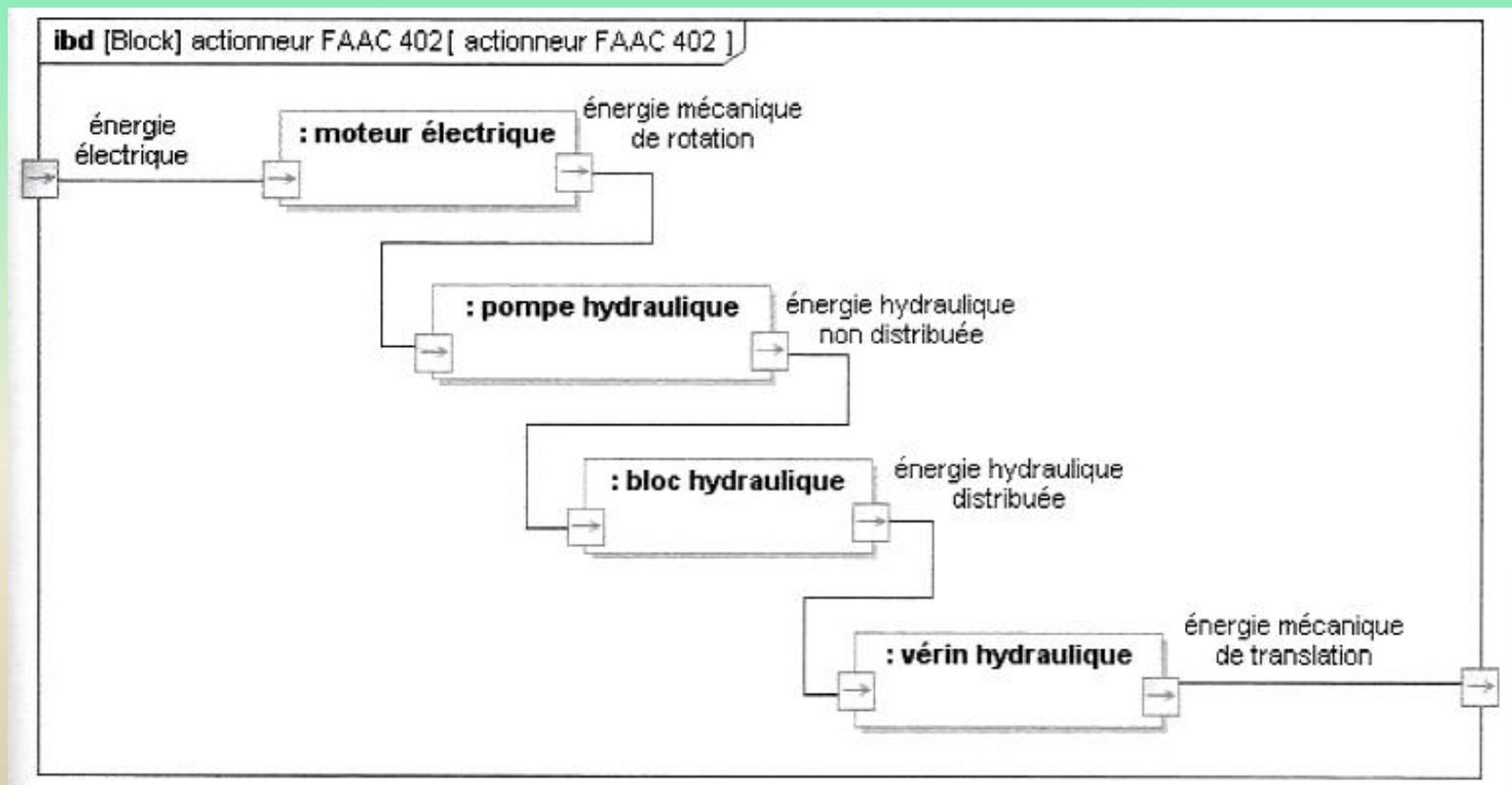


Exemple : Ouvre portail FAAC

Systeme réel

Diagramme de bloc interne

Ce diagramme décrit clairement les échanges d'énergie entre les différents constituants de l'actionneur FAAC.



Les diagrammes du SysML

Exemple : Balance HALO



Les diagrammes du SysML

Exemple : Balance HALO



Le diagramme de contenu (ou diagramme de paquetages)

En anglais : « Package Diagram »

Notation SysML : Diagram « pkg »

Objectif : regrouper et structurer l'ensemble des éléments des diagrammes SysML du système.



Balance HALO (Terailon)

Diagramme de contexte



Diagramme d'exigences



Description structurelle

Diagramme de définition de blocs



Diagramme de blocs internes



Description comportementale

Diagramme de cas d'utilisation



Diagramme de séquence



Diagramme d'états/transitions



Les diagrammes du SysML

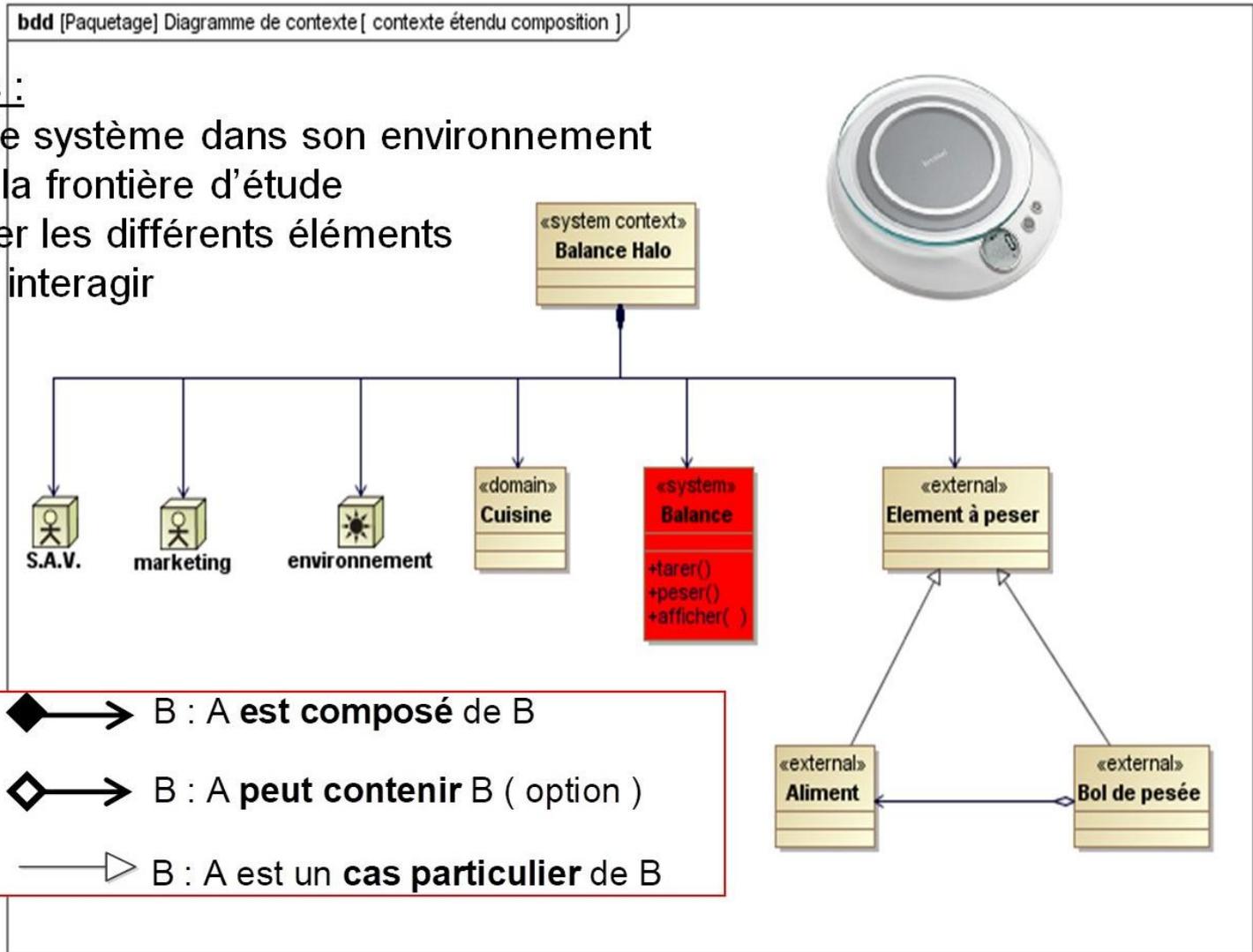


Exemple : Balance HALO

Diagramme de contexte

Objectifs :

- situer le système dans son environnement
- définir la frontière d'étude
- nommer les différents éléments qui vont interagir

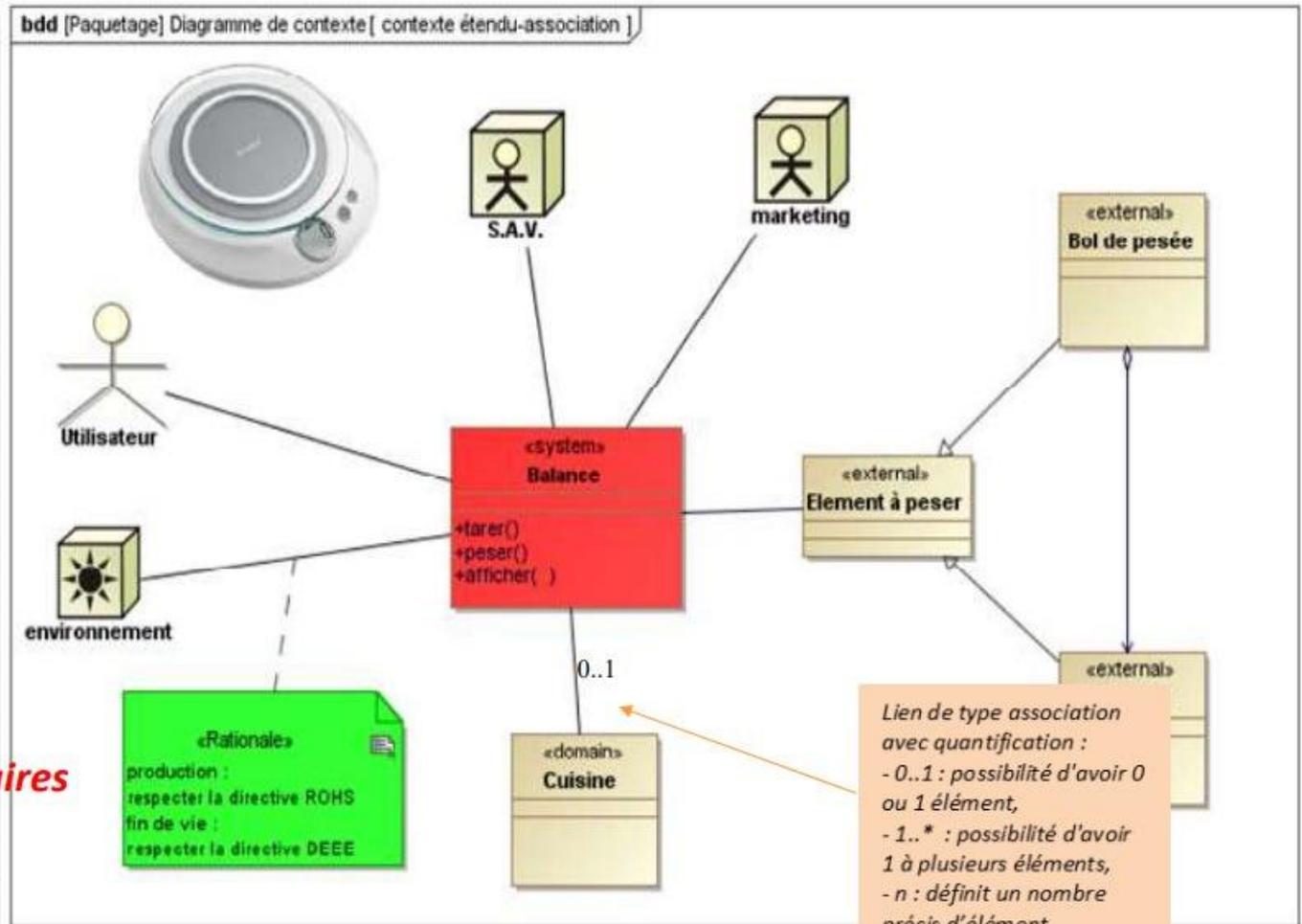


Les diagrammes du SysML

Exemple : Balance HALO



Diagramme de contexte (auto présentation)



Les diagrammes du SysML



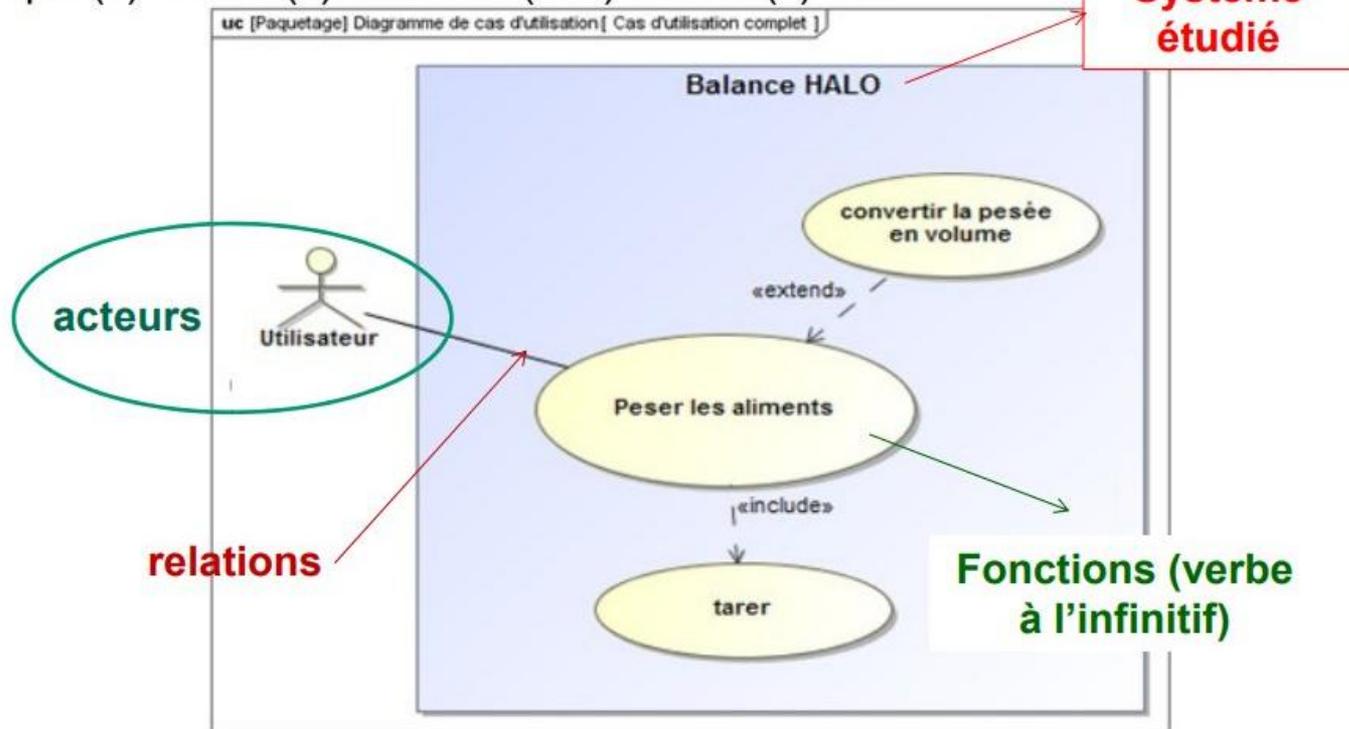
Exemple : Balance HALO

Diagramme des cas d'utilisation

Objectif :

- montrer la(les) fonction(s) réalisées par le système du point de vue utilisateur ou milieu extérieur.

Ce diagramme répond à la question : « à quoi sert le système ? quel(s) service(s) rend-t-il à(aux) l'acteur(s) ? »

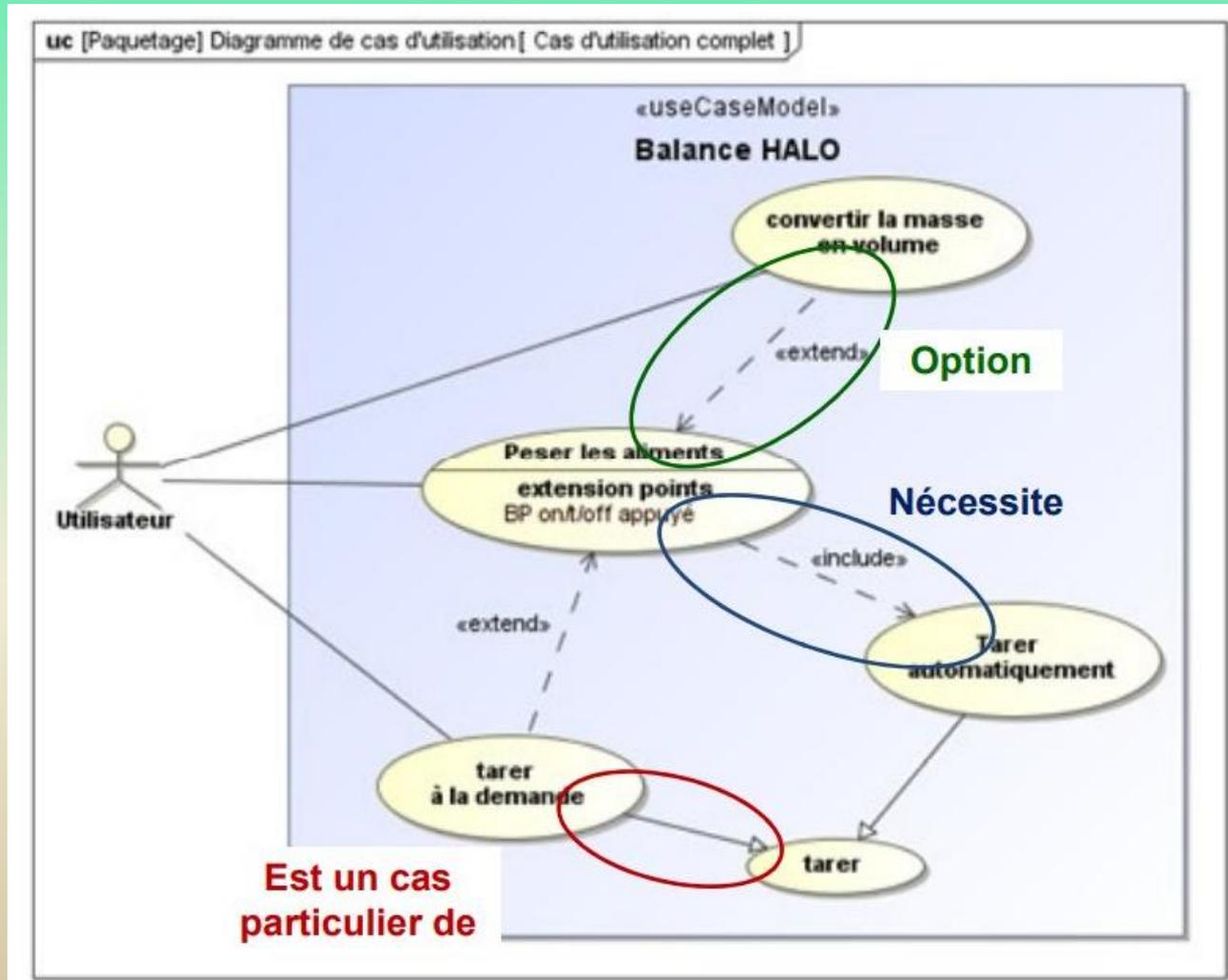


Les diagrammes du SysML

Exemple : Balance HALO



Diagramme des cas d'utilisation (suite)



Les diagrammes du SysML



Exemple : Balance HALO

Diagramme des exigences

Objectif :

- Préciser pour chaque fonction ou lien mis en évidence précédemment les exigences .

Ce diagramme répond à la question : « qu'est-ce qu'on attend du système ou de tel cas d'utilisation ? »

exigence = capacité ou contrainte

Différents domaines :

technique
Physique
sécurité
Fiabilité
Ergonomie
économique



Différents diagrammes

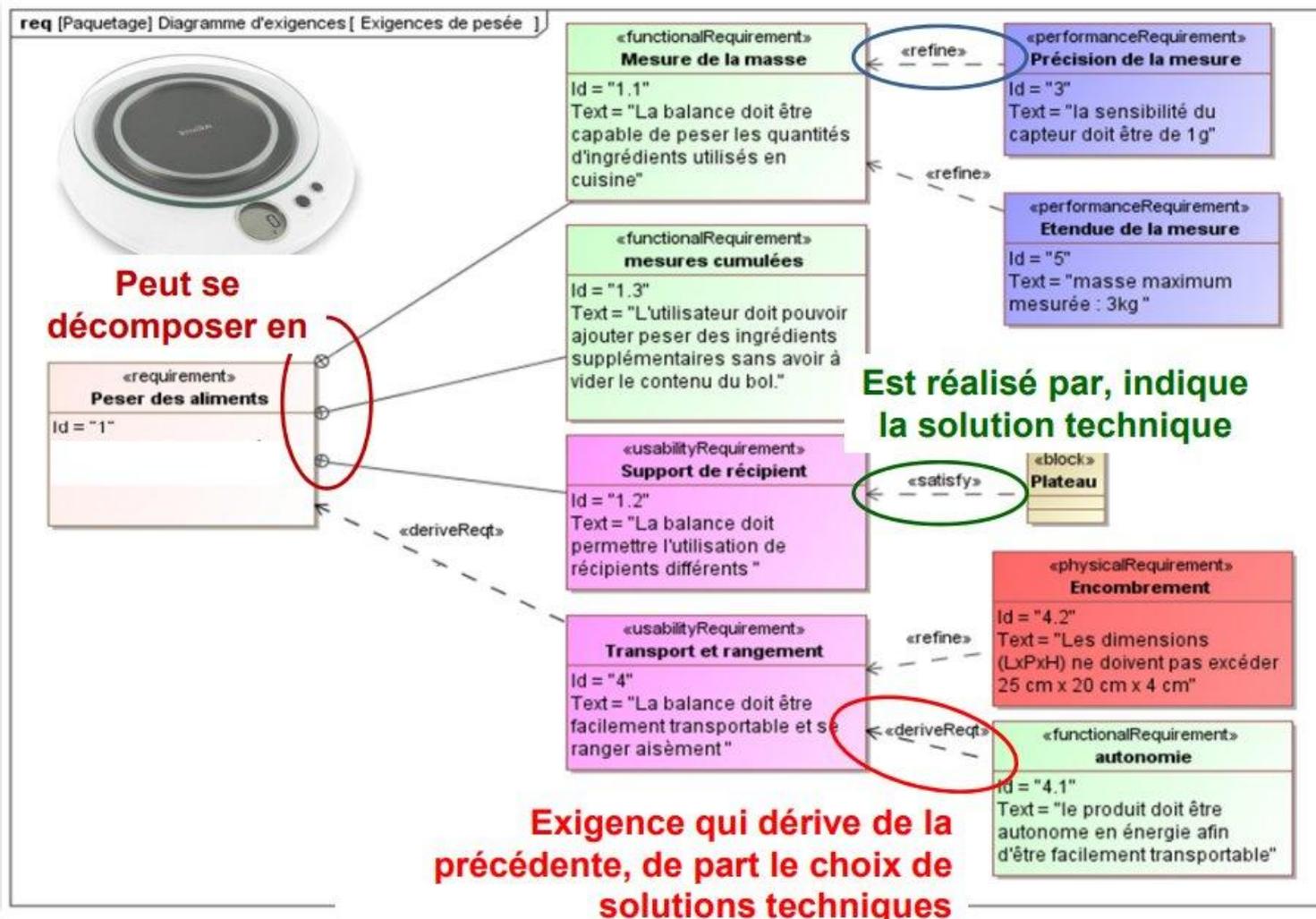
Les diagrammes du SysML



Exemple : Balance HALO

Diagramme des exigences (suite)

Préciser



Les diagrammes du SysML

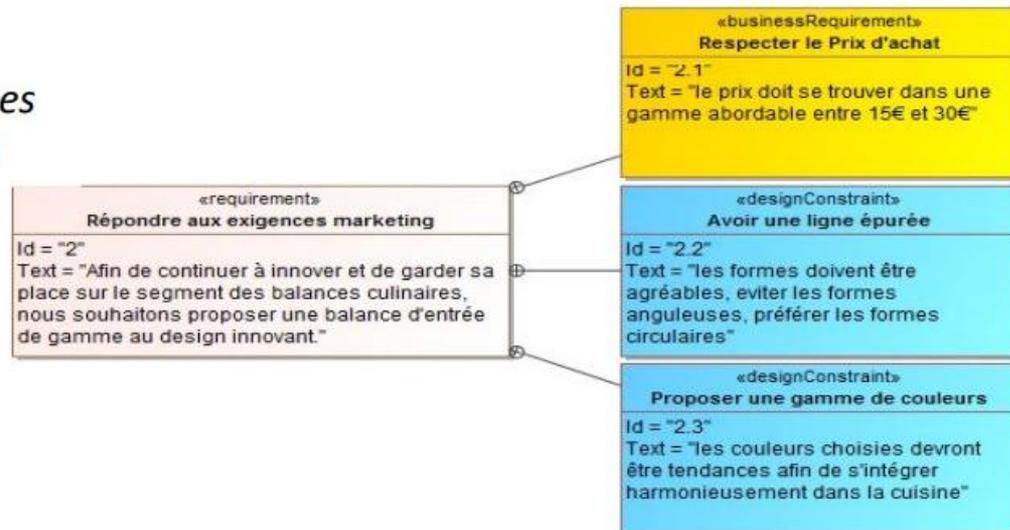
Exemple : Balance HALO



Cahier des charges

#	ID	Name	Text
1	2.1	prix d'achat	le prix doit se trouver dans une gamme abordable entre 15€ et 30€
2	3	Précision de la mesure	la sensibilité du capteur doit être de 1g
3	4.1	Fonctionner en autonomie	le produit doit être autonome en énergie afin d'être facilement transportable
4	4.2	Limitier l'encombrement	Les dimensions (LxPxH) ne doivent pas excéder 25 cm x 20 cm x 4 cm

Diagramme des exigences lié au marketing pour la balance Halo



Les diagrammes du SysML

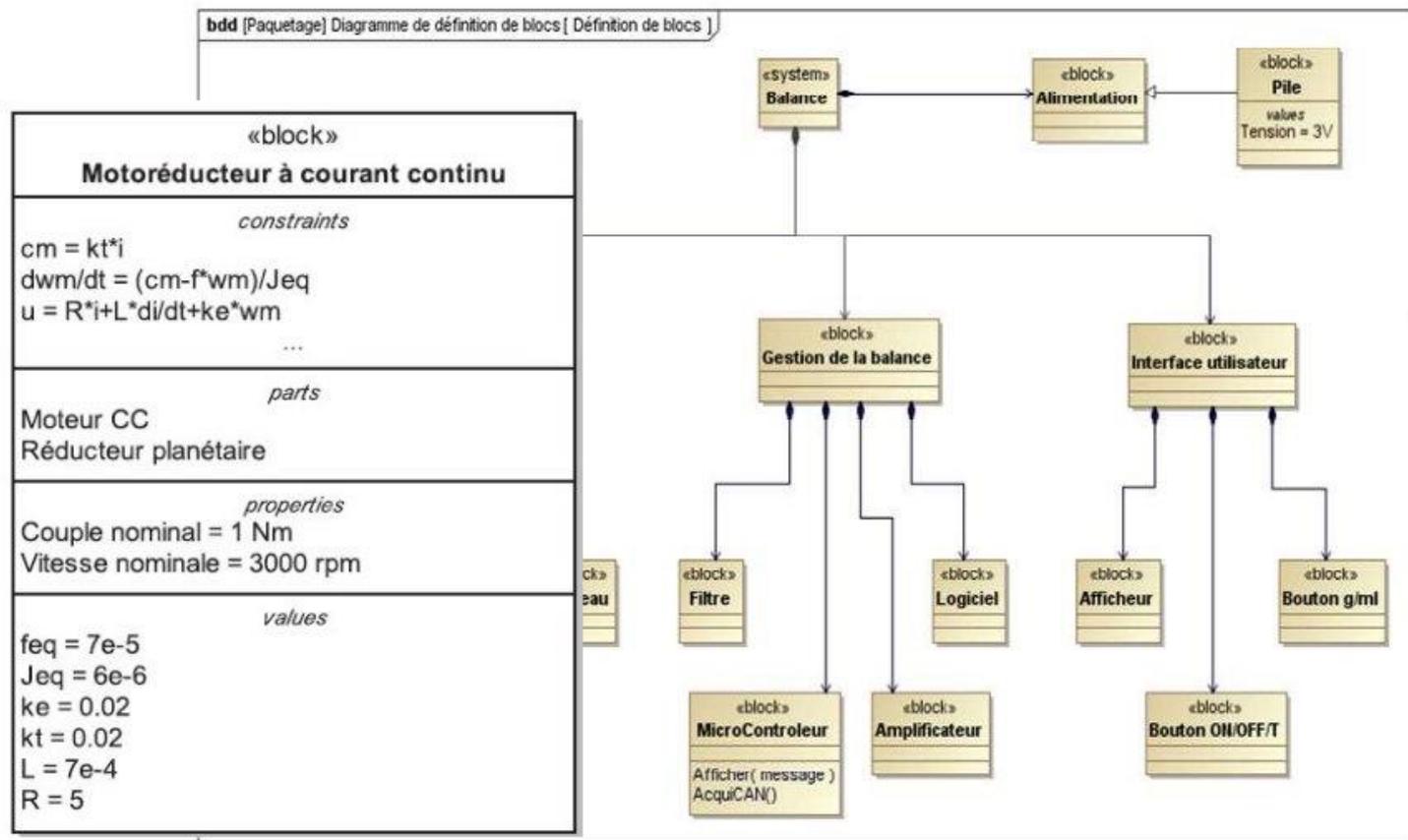


Exemple : Balance HALO

Diagramme de définition des blocs

Objectif :

- définir la constitution matérielle du système



Les diagrammes du SysML

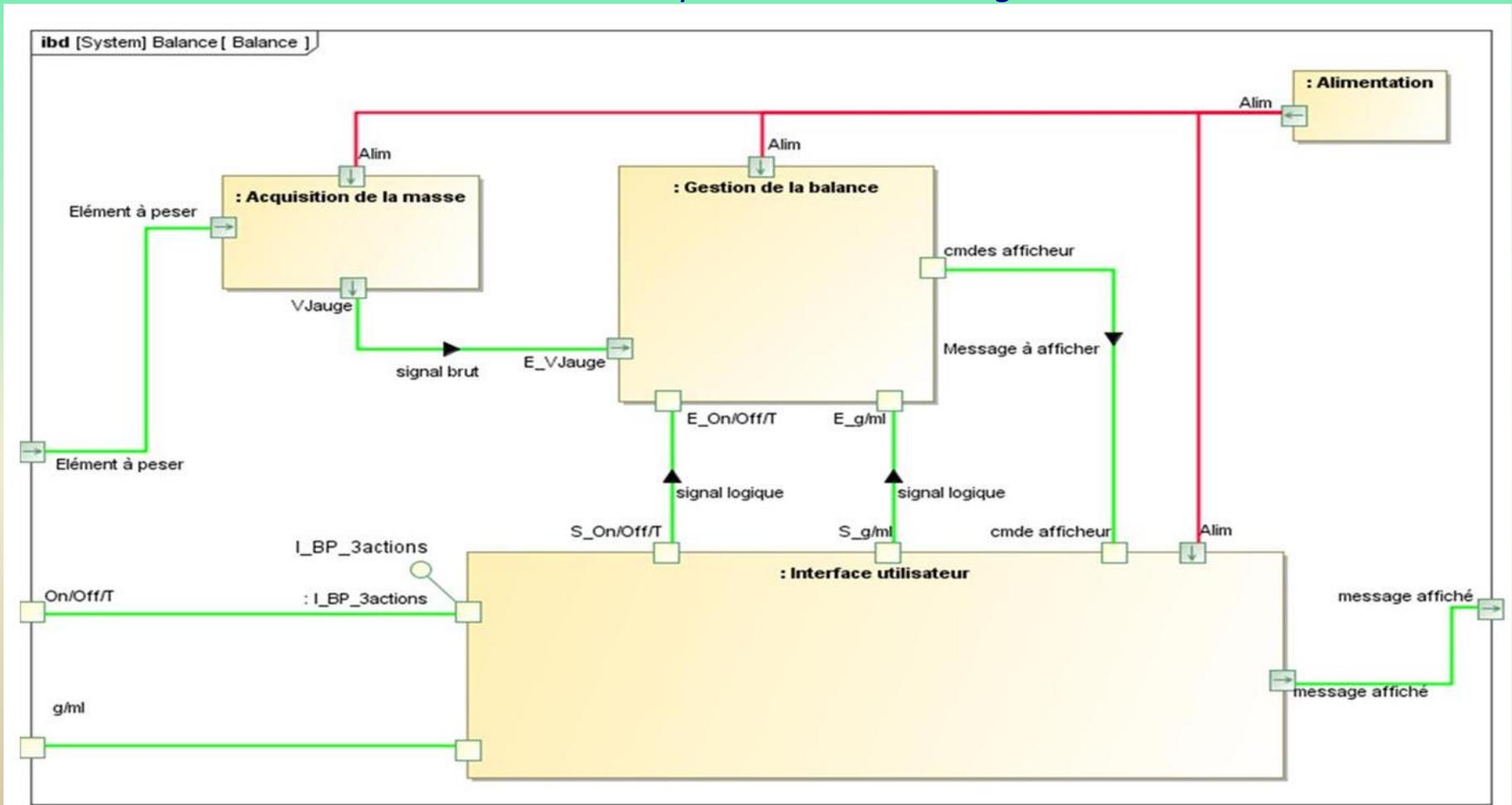


Exemple : Balance HALO

Diagramme de blocs internes

Objectifs :

- Définir la structure interne de chaque bloc.
- Représenter les échanges entre blocs



Les diagrammes du SysML



Exemple : Balance HALO

Diagramme de séquences

Objectif : *montrer le scénario correspondant au cas d'utilisation considéré en montrant les échanges au cours du temps entre les acteurs et le système*

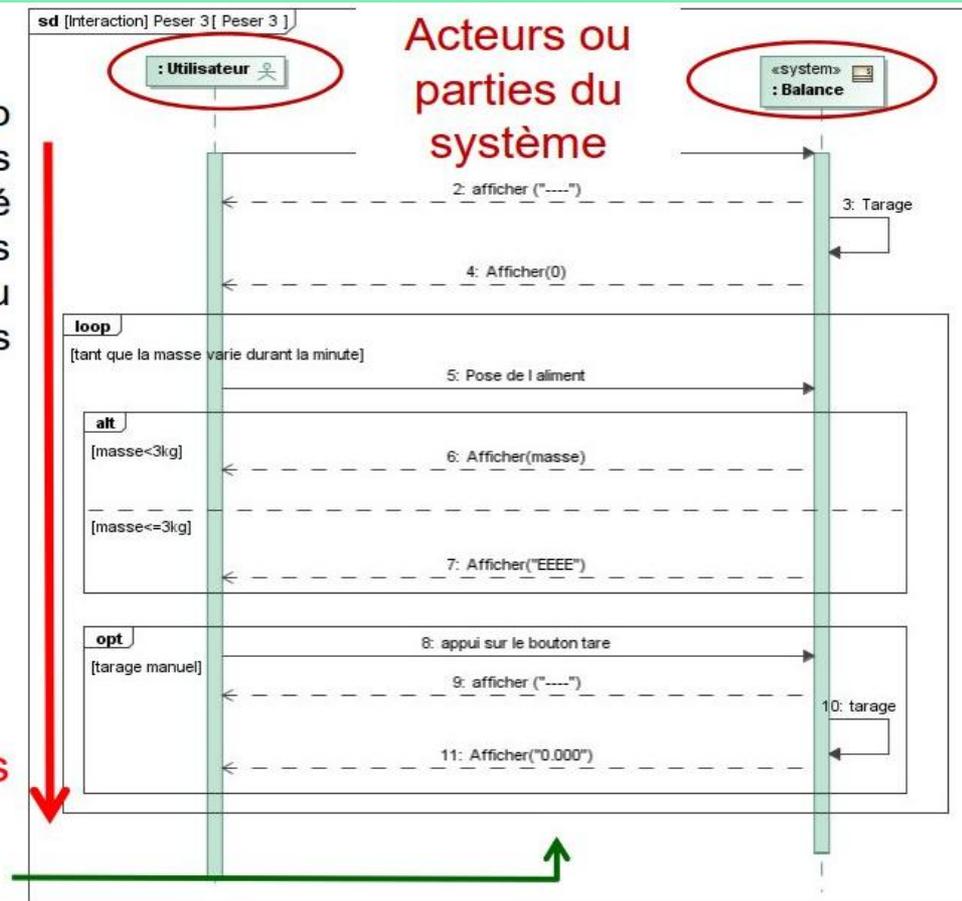
Objectif :

- décrire le scénario correspondant au cas d'utilisation considéré en montrant les échanges au cours du temps entre les acteurs et le système.



Échanges
d'informations

temps

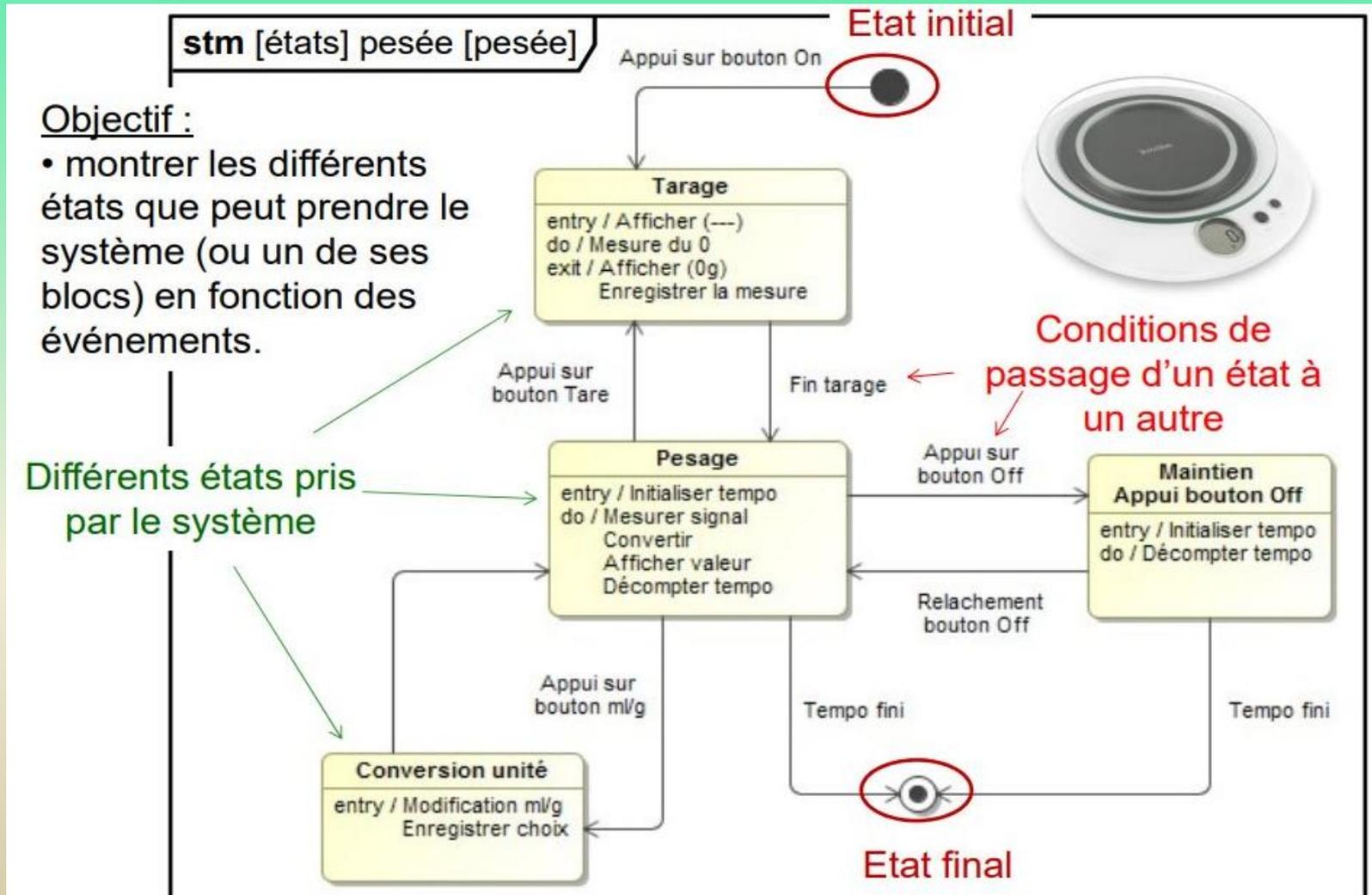


Les diagrammes du SysML



Exemple : Balance HALO

Diagramme des états/transition



Les diagrammes du SysML

Synthèse diagrammes Sysml



	<p>ASSOCIATION : relation d'égal à égal entre deux éléments A utilise B Est utilisé dans 2 diagrammes : cas d'utilisation, définition de blocs</p>
	<p>DEPENDANCE : 2 items distincts mais dont l'un dépend de l'autre A dépend de B Est utilisé dans 3 diagrammes : exigences, cas d'utilisation, définition de blocs</p>
	<p>AGREGATION : un élément est une composante facultative de l'autre A entre dans la composition de B sans être indispensable à son fonctionnement Est utilisé dans 2 diagrammes : exigences, définition de blocs</p>
	<p>COMPOSITION : un élément est une composante obligatoire de l'autre A entre dans la composition de B et lui est indispensable Est utilisé dans 2 diagrammes : exigences, définition de blocs</p>
	<p>GENERALISATION : dépendance de type « filiation » entre 2 items A est une sorte de B Est utilisé dans 2 diagrammes : cas d'utilisation, définition de blocs</p>
	<p>CONTENEUR : relation d'inclusion entre 2 items B contient A Est utilisé dans 3 diagrammes : exigences, cas d'utilisation, définition de blocs</p>

Les diagrammes du SysML

Références

- Cours CPGE SysML : Mr Bauerheim
- Cahier des charges des systèmes : Denis DEFAUCHY
- Cours CPGE ATS Lycée Eiffel Dijon

