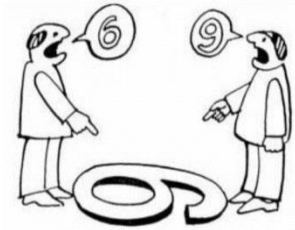


## Outil de communication pour l'analyse fonctionnelle: SysML

L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions d'un produit.

Cette activité, fortement subjective, doit respecter une convention de communication pour permettre à chacun de comprendre efficacement ses développements. Cette convention est appelé SysML (System Modeling Language). Elle inclut des éléments graphiques qui s'organisent dans des diagrammes, pour pouvoir transmettre toutes les informations (fonctionnelle, structurelle, comportementale) sur le système décrit.



Pour illustrer ce cours, on se propose de modéliser le système suivant : la balance Halo, une balance électrique de cuisine.



### 0/ Préliminaire : le langage SysML

Le langage SysML est un langage basé sur des graphes (au sens de la théorie mathématique du même nom). Ce type de graphe représente des éléments (appelé nœuds ou sommet) reliés par des liens (ou arcs).

Il est possible d'interpréter chaque lien par une phrase.

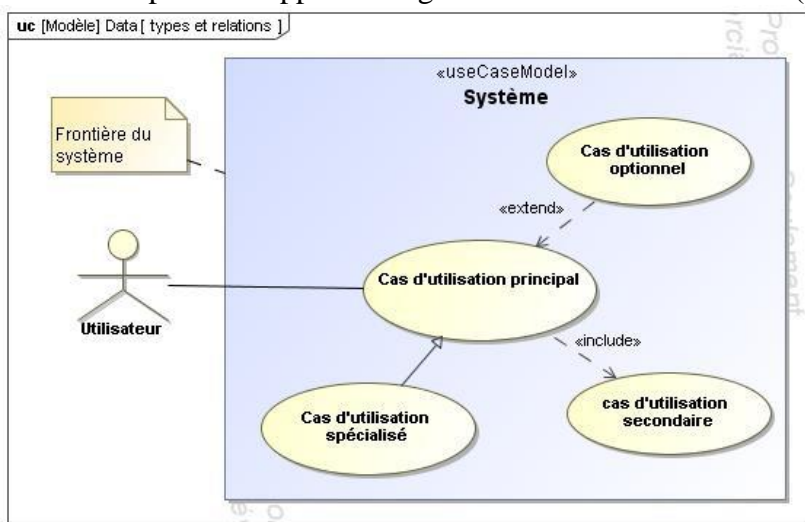
Exemple d'interprétation :

### 1/ Analyse fonctionnelle externe


L'analyse fonctionnelle externe appelée aussi l'analyse fonctionnelle du besoin permet de bien définir les services attendus par l'utilisateur, et d'en dériver les performances nécessaires.

#### 1.1/ Les cas d'utilisation

Une première description est de représenter les **acteurs** (personnes, organisations, ou autres systèmes extérieurs) et les services rendus par le système afin de définir les **fonctions principales** du système. Cette description est appelée Diagramme des cas d'utilisation (*Use Case Diagram* en anglais, noté **uc**).



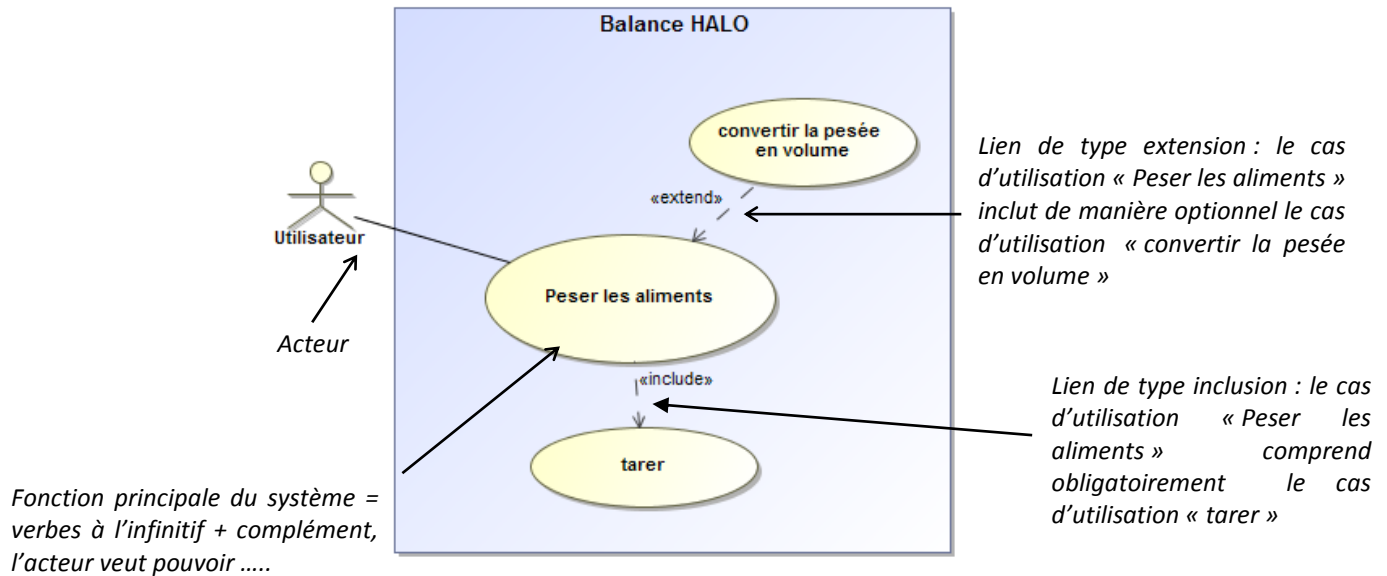
Un cadre autour des fonctions précise bien la limite du système.

Les acteurs sont représentés par des « hommes-batons » pour les personnes, ou des boîtes (  ) contenant un icône représentatif.

Les fonctions sont représentées par des ellipses, reliées entre elles ou avec les acteurs par des liens d'associations, et entre elles par des liens de généralisation, d'inclusion ou d'extension.

Liens possibles	Appellation	Interprétation
—	Association	Relation d'égal à égal <i>L'élément A est lié à l'élément B</i>
—>	Héritage	cas particulier —> cas général <i>Le cas particulier hérite du cas général</i>
Mot-clé <i>extend = étend</i>		<i>Le cas d'usage B étend le cas d'usage A</i>
Mot-clé <i>include = inclut</i>		<i>Le cas d'usage B inclut le cas d'usage A</i>

Exemple : Diagramme de cas d'utilisation pour la balance Halo



## 1.2/ La description du contexte

Il s'agit de placer le produit dans son environnement et de recenser tous les éléments extérieurs influençant (ou étant influencés par) le produit durant son utilisation.

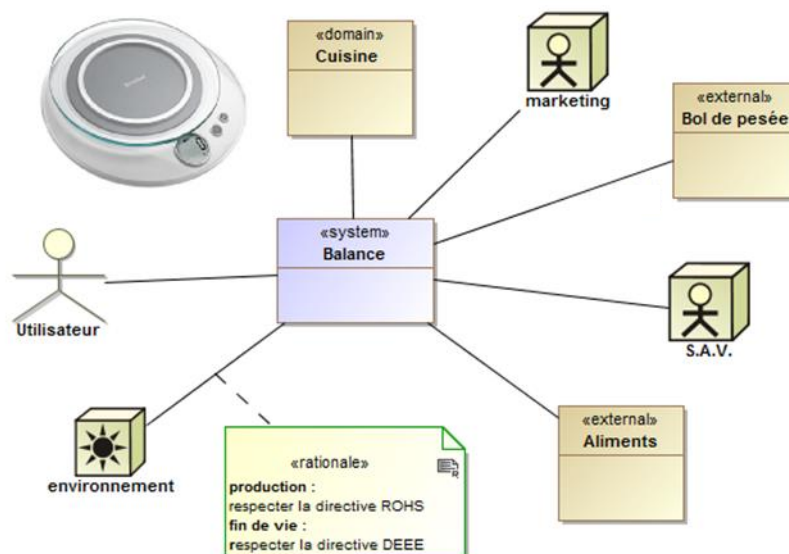
Le système (représenté par un rectangle) est placé au centre du diagramme, les autres acteurs autour. Des liens d'associations sont alors tracés.

Ce diagramme est noté le diagramme de **définition des blocs du contexte**.

Chacun des acteurs sera décrit avec la plus grande précision.

Les liens représentent les **fonctions principales** à assurer (FP) et les **contraintes** à respecter (FC)

Exemple :



### 1.3/ Caractérisation des fonctions

Il s'agit de préciser pour chaque fonction : les critères d'appréciation (ensembles de grandeurs physiques décrivant la fonction), les niveaux de ces critères (valeur requise, ou nominale) et les flexibilités de ces niveaux (variation tolérée autour de la valeur nominale). Ces informations sont alors classées dans un tableau :

FONCTION	CRITERES D'APPRECIATION	NIVEAUX	FLEXIBILITE
----------	-------------------------	---------	-------------

Ce tableau constitue l'élément fondamental du **Cahier des Charges Fonctionnel**, noté **CdCF**.

Exemple :

Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP1 : Indiquer la masse du bol à l'utilisateur	Intervalle de mesure	De 5g à 1500g	±1g
	Précision de la mesure	<1g	0
FC1 : Supporter le récipient	Diamètre du plateau	150 mm	±5mm
FC2 : Assurer une maintenance préventive ou curative	Maintenance préventive	Aucune	-
	Maintenance curative	Changement des éléments standard	-
FC3 : Résister aux projections d'aliments	Etre étanche aux poussières et liquides	IP 67	Selon la norme
FC4 : Etre recyclable	Respecter les normes	ISO 14001	
FC4 : Être adapté à l'énergie disponible dans une cuisine	Tension d'alimentation de référence	220 v 50hz	Selon la norme
	Consommation	50 W max	
	Bruit électronique	0.5 w au repos	
	Isolation et connective électrique	NF EN55011	
FC5 : Faciliter le transport et le rangement	Dimensions maximum du produit	250 mm x 200 mm x 40 mm	0

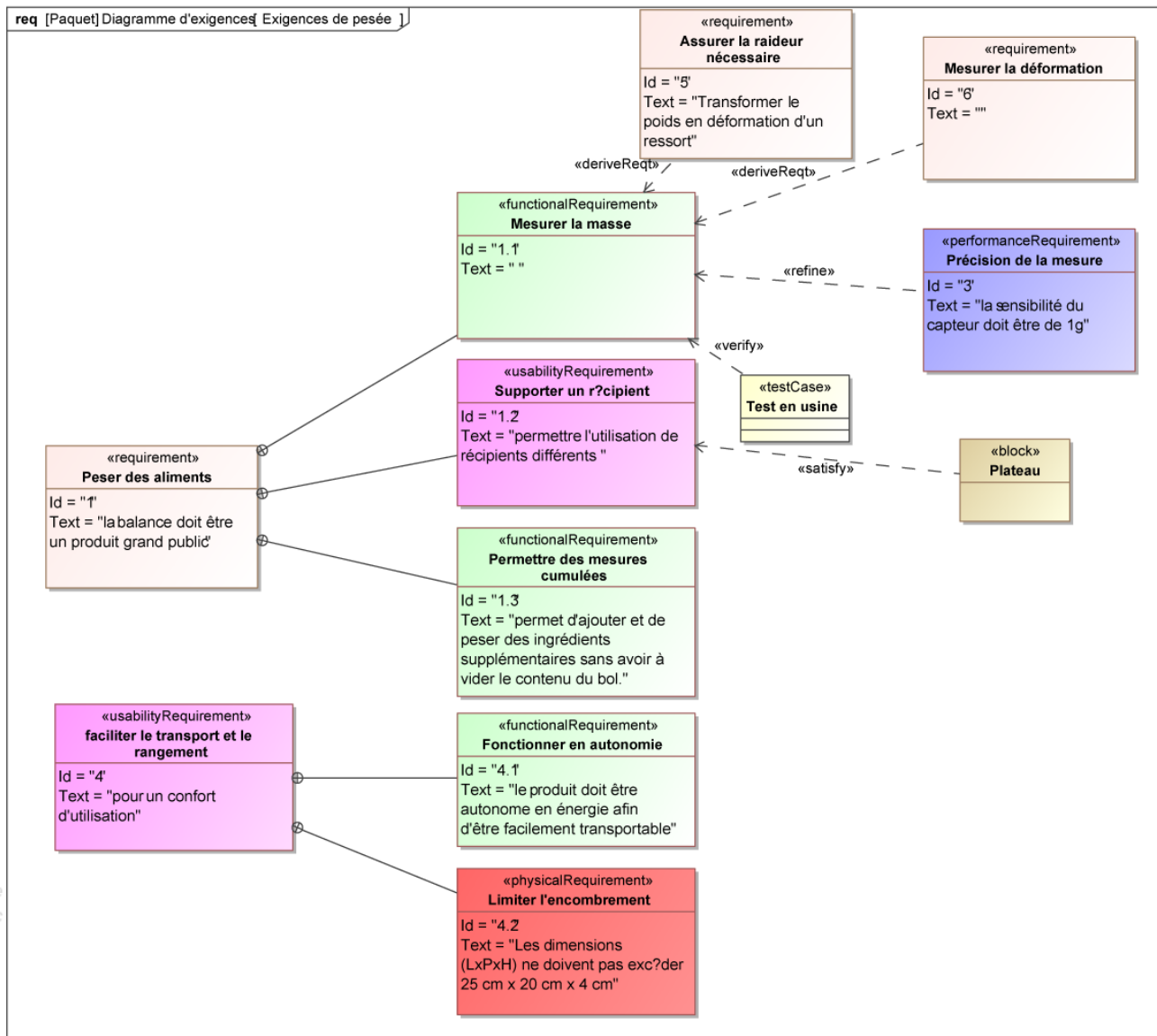
## 2/ Analyse fonctionnelle et structurelle interne

### 2.1/ Décomposition fonctionnelle

Les fonctions principales étant définies, il est souvent nécessaire de les reformuler pour les rendre plus explicites. Ceci est possible dans le diagramme des exigences (*Requirement diagram*, noté **Req**) :

Liens possibles	Appellation	Interprétation
—⊕—	Contenance	exigence A —⊕— exigence B <i>l'exigence A compose l'exigence B</i>
Mot-clé <i>refine</i> = détaille		<i>l'exigence A détaille l'exigence B</i>
Mot-clé <i>deriveReq</i> = dérive de		<i>l'exigence A dérive de l'exigence B</i>

Exemple :



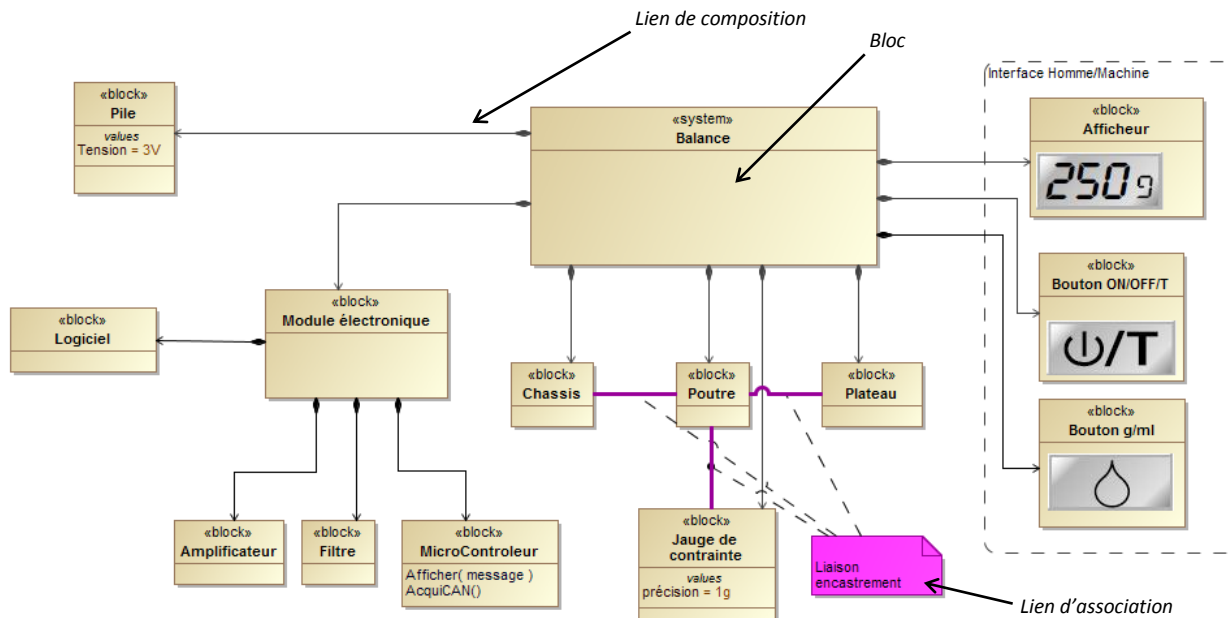
Deux autres relations liant exigence et un autre élément apparaissent dans ce diagramme :

- mot-clé « satisfy » : permet de préciser l'organe qui réalise la fonction concernée ;
- mot-clé « verify » : permet de préciser le test expérimental qui vérifiera la performance.

Liens possibles	Appellation	Interprétation
Mot-clé <i>satisfy</i> = satisfait		<i>le constituant satisfait l'exigence</i>
Mot-clé <i>verify</i> = vérifie		<i>le test vérifie l'exigence</i>

## 2.2/ Décomposition structurelle

Cette description interne du système permet de définir les sous-systèmes et organes qui le composent. Ce diagramme est appelé Diagramme de définition de blocs (**bdd**), décrivant des blocs (familles d'organes dont on pourra préciser les propriétés), et les sous-blocs qui les composent.



Il existe 3 types de lien entre les blocs :




Liens possibles	Appellation	Interprétation
—	Association	Relation d'égal à égal <i>L'élément A est lié à l'élément B</i>
—◆	Composition	partie obligatoire —◆ tout <i>la partie appartient au tout</i>
—◇	Agrégation	partie non obligatoire —◇ tout <i>la partie appartient au tout</i>

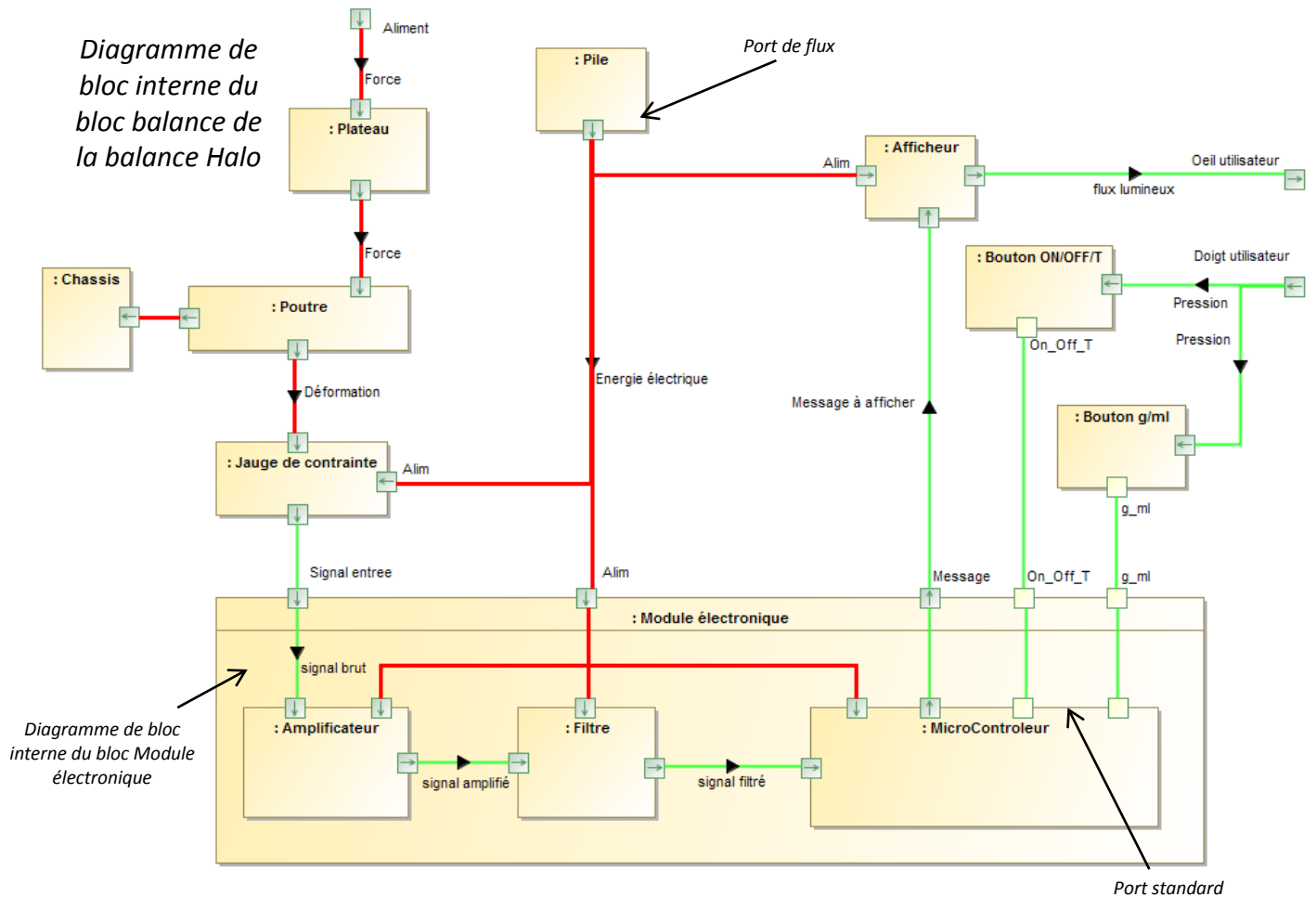
## 2.3/ Organisation structurelle interne

Pour avoir une description complète de la structure, il est nécessaire d'indiquer les flux fonctionnels internes. Il faut utiliser le Diagramme de blocs internes (**ibd**).

Dans ce diagramme, les flux en entrée et sorties des sous-systèmes sont décrits par des « ports ».

Il existe deux types de port entre les blocs :

- les ports pour flux de type MEI (matière, énergie ou information) représentés par des ports de flux : unidirectionnels  bidirectionnels 
- les ports de type commande ou contrôle représentés par des ports standards .



Remarques :

1. cette représentation permet, au même titre que la chaîne fonctionnelle, de représenter les flux interne entre les organes. Elle permet plus de souplesse, mais ne permet pas d'indiquer les sous-fonctions.
2. Une subtilité : dans ce diagramme, on retrouve les éléments définis dans le **bdd**. Ici, sont représentées les pièces elles-mêmes (parts) et non leur famille.

### 3/ Synthèse des diagrammes SysML utilisés