

# COURS DE MODELISATION DE SYSTEMES AVEC LE LANGAGE SYSML

## Fonctionnalité, architecture et structure des systèmes

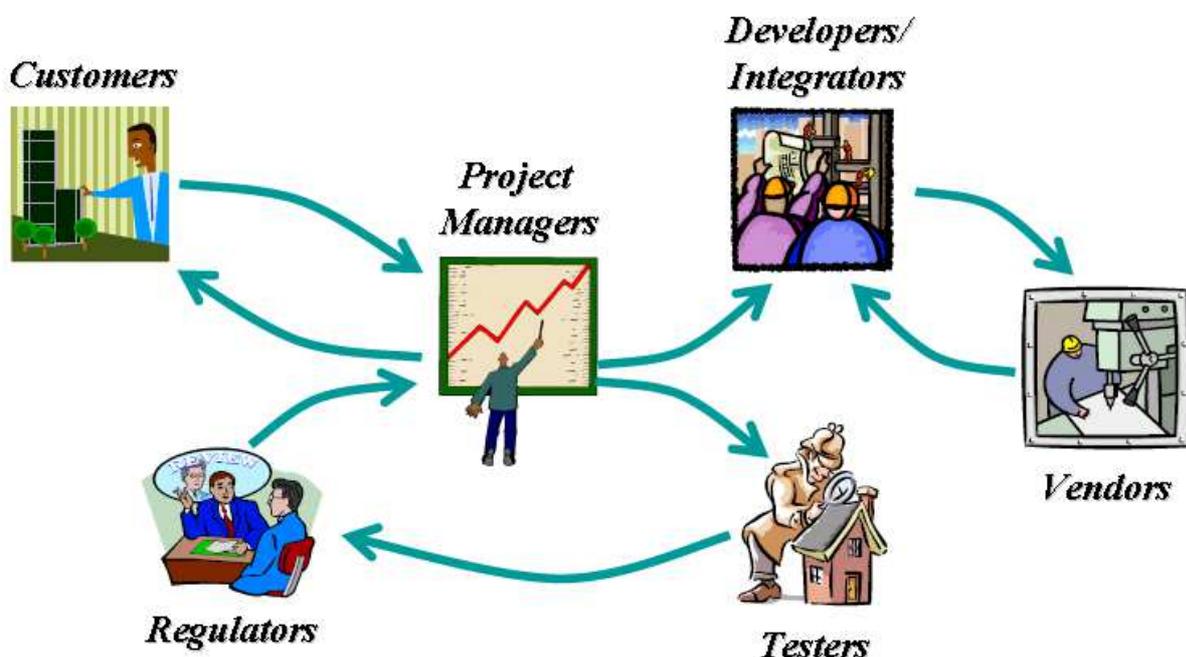
1	INTRODUCTION A L'INGENIERIE SYSTEME.....	2
2	DIFFERENTES ETAPES DU CYCLE DE VIE D'UN SYSTEME. ....	3
2.1	Analyser le besoin.....	3
2.2	Etablir le Cahier des Charges Fonctionnel (C.d.C.F.) :.....	4
3	LE LANGAGE SYSML.....	5
3.1	Présentation générale.....	5
3.2	Modélisation à partir du langage SysMI du système :Balance halo .....	6
3.2.1	Caractéristiques techniques de la Balance Halo : .....	6
3.2.2	Constitution.....	6
3.2.3	Modélisation des exigences : Diagramme des exigences .....	7
3.2.4	Modélisation compotementale.....	7
3.2.5	Modélisation structurelle .....	9

1 INTRODUCTION A L'INGENIERIE SYSTEME.

L'ingénierie des systèmes est une approche scientifique interdisciplinaire de formation récente, dont le but est de formaliser et d'appréhender la conception de systèmes complexes avec succès. L'ingénierie des systèmes se focalise sur la définition des besoins du client et des exigences fonctionnelles, détectés tôt dans le « **cycle de vie du système** », en documentant les exigences, puis en poursuivant avec la synthèse de la conception et la validation du système. La conception de système donne souvent lieu à une accumulation de documentations qui doivent toutes être croisées et mises à jour pour maintenir la cohérence et respecter les spécifications du système.



Le langage SysML est un moyen de regrouper dans un modèle commun à tous les corps de métiers, les spécifications, les contraintes, et les paramètres de l'ensemble du système.



## 2 DIFFERENTES ETAPES DU CYCLE DE VIE D'UN SYSTEME.

La notion de « cycle de vie » est indissociable d'un système. Elle exprime les différentes étapes qui vont de l'analyse du besoin jusqu'à l'élimination et/ou le recyclage de ses constituants.



### 2.1 ANALYSER LE BESOIN.

« Un besoin est une nécessité ou un désir éprouvé par un utilisateur » (NF X 50-150).  
 Le client est sensible à l'évolution du contexte économique, social et environnemental ainsi qu'au degré d'innovation, le besoin évolue donc constamment.  
 Exemple : le vélo à assistance électrique.



EMI/Philips de 1935/37  
simplex



ISD City 3 – 2004  
Batterie 36 V



VAE Tidal Force IO-Cruiser – Matra -2010  
Moteur Matra Brushless DC  
dans le moyeu arrière  
Batterie Ni-MH 36 V 9 Ah  
dans moyeu avant



VAE du futur... ???  
– Concept Peugeot –



## 2.2 ETABLIR LE CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (C.D.C.F.) :

Avant d'imposer une solution, il faut se tourner vers le demandeur, pour aboutir de manière structurée à la solution. En effet, le but d'un projet est de satisfaire le besoin. Il faut exprimer clairement les objectifs à atteindre d'un projet, afin d'éviter toute confusion entre vous et le demandeur.

Ce besoin doit être exprimé dès le lancement du projet. Il s'agit d'explicitier quelle est l'exigence fondamentale qui justifie la conception du produit.

Le cahier des charges fonctionnel est un document qui permet de formaliser avec précision le besoin du demandeur. En effet, le C.d.C.F. est un tableau de bord qui définit le projet et détaille les conditions dans lesquelles il doit être réalisé. C'est le lien de compréhension entre l'entreprise et le client.

La partie technique d'un C.d.C.F. doit se limiter à *énumérer les contraintes techniques avérées*.

Les contraintes de base sont économiques (les contraintes monétaires comme le budget de fonctionnement), environnementales (le caractère recyclable du produit, etc.), humaines (par exemple, dans le cas d'un jouet pour enfant, il doit être léger, ne pas contenir de petites pièces, etc.), industrielles (par exemple, il doit être fabriqué au Canada) et matérielles (par exemple, il doit spécifier les morceaux qui peuvent être remplacés, comme des piles, il doit préciser le recours à tel ou tel serveur d'applications).

- Concevoir :

A partir du cahier des charges fonctionnel, le bureau d'études modélise le produit sous forme de maquette numérique.

- Matières premières :

Le choix des matières premières est important dans le cycle de vie puisqu'il conditionne le prix du produit. Il faut également penser au recyclage du produit don aux choix des matériaux.

- Industrialiser :

L'industrialisation est le processus de fabrication de produits avec des techniques permettant une forte productivité du travail.

- Homologuer :

L'homologation est la certification conforme d'un produit à une norme, ou une réglementation. En d'autres termes l'homologation garantit au consommateur que le produit qu'il achète correspond à ce qu'il est en droit d'en attendre.

- Transporter :

Le transport du produit est un point important dans l'analyse du cycle de vie du produit.

- Commercialiser, utiliser le produit :

C'est la que l'on peut constater si le client est satisfait par le produit.

- Eliminer/Recycler :

L'objectif actuel est de recycler un maximum de composants mais beaucoup de matériaux ne peuvent pas être recyclés.

### 3 LE LANGAGE SYSML.

#### 3.1 PRESENTATION GENERALE.

Le langage **SysML** - **S**ystems **M**odeling **L**anguage - est un langage de modélisation permettant de décrire tout ou partie d'un système technique, d'un point de vue transversal, comportemental ou structurel.

Le langage **SysML** s'articule autour de sept types de diagrammes, seuls cinq diagrammes seront étudiés dans ce cours, les diagrammes de séquences et d'état seront étudiés ultérieurement.

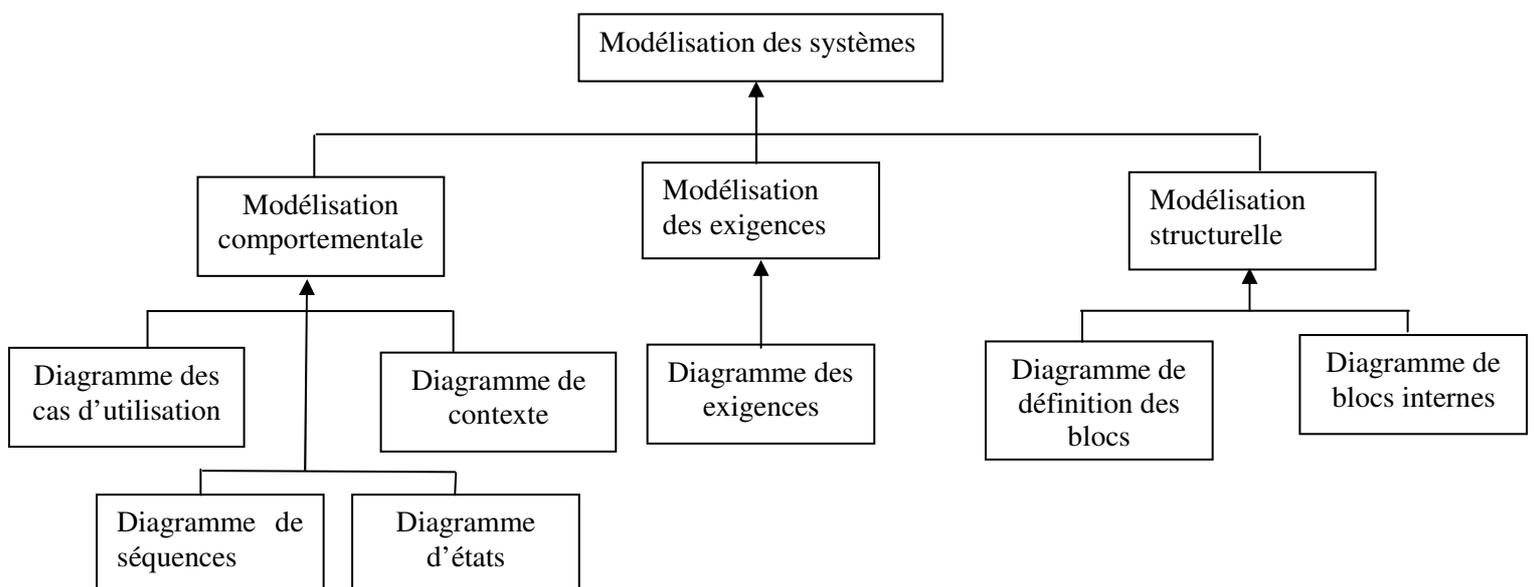
Les diagrammes étudiés dans ce cours permettent d'approcher la description d'un système selon trois points de vue :

La modélisation des exigences des systèmes pour définir les contraintes,

la modélisation comportementale des systèmes,

la modélisation structurelle des systèmes.

Pour donner du réel au langage **SysML**, les différents diagrammes seront abordés à partir d'une étude de cas . Le système retenu est un système pluri-technique grand public : La balance Halo fabriquée et distribuée par la société TERAILLON



#### 3.2 DEFINITIONS DES DIFFERENTS TYPES D'ASSOCIATIONS.

**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.

## 3.3 DEFINITIONS DES RELATIONS DANS LES DIAGRAMMES.

<p><b>A</b></p> <p>_____ <b>B</b></p> <p>-----&gt;</p> <p>←-----◇</p> <p>←-----◆</p> <p>_____⊕</p> <p>_____▷</p>	<p><b>Association</b> : relation d'égal à égal entre 2 éléments. <b>A utilise B</b></p> <p>- 3 diagrammes : cas d'utilisation, définition des blocs, blocs internes.</p> <p><b>Dépendance</b> : l'un des deux éléments dépend de l'autre. <b>A dépend de B</b></p> <p>- 3 diagrammes : cas d'utilisation, exigences, définition des blocs.</p> <p><b>Agrégation</b> : Un élément est une composante facultative d'un autre. <b>A entre dans la composition de B sans être indispensable à son fonctionnement.</b></p> <p>- 2 diagrammes : exigences, définition des blocs.</p> <p><b>Composition</b> : Un élément est une composante obligatoire de l'autre. <b>A entre dans la composition de B et lui est indispensable à son fonctionnement.</b></p> <p>- 2 diagrammes : exigences, définition des blocs.</p> <p><b>Conteneur</b> : relation d'inclusion entre 2 éléments. <b>B contient A</b></p> <p>- 2 diagrammes : exigences, définition des blocs.</p> <p><b>Généralisation</b> : Dépendance de type 'filiation' entre 2 éléments. <b>A est une sorte de B.</b></p> <p>- 3 diagrammes : exigences, définition des blocs, blocs internes</p>
--	---

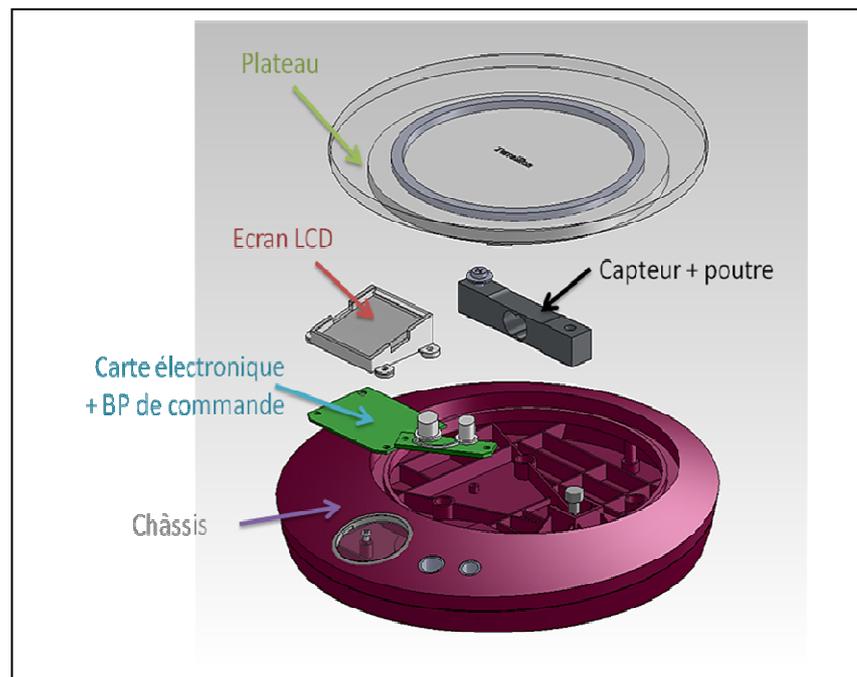
## 3.4 MODELISATION A PARTIR DU LANGAGE SysML DU SYSTEME : BALANCE HALO

## 3.4.1 Caractéristiques techniques de la Balance Halo :

- Précision de 1 g ;
- Charge maximale = 3 kg ;
- Dimensions : 24 x 19,5 x 3,5 cm
- Interface Homme/Machine :
  - Bouton Marche/Arrêt/Tare
  - Bouton Conversion g/ml
  - Afficheur LCD 4 digits
- Design épuré aux formes circulaires ;
- Gamme de 5 coloris tendances ;
- Conforme aux directives DEEE et RoHS.

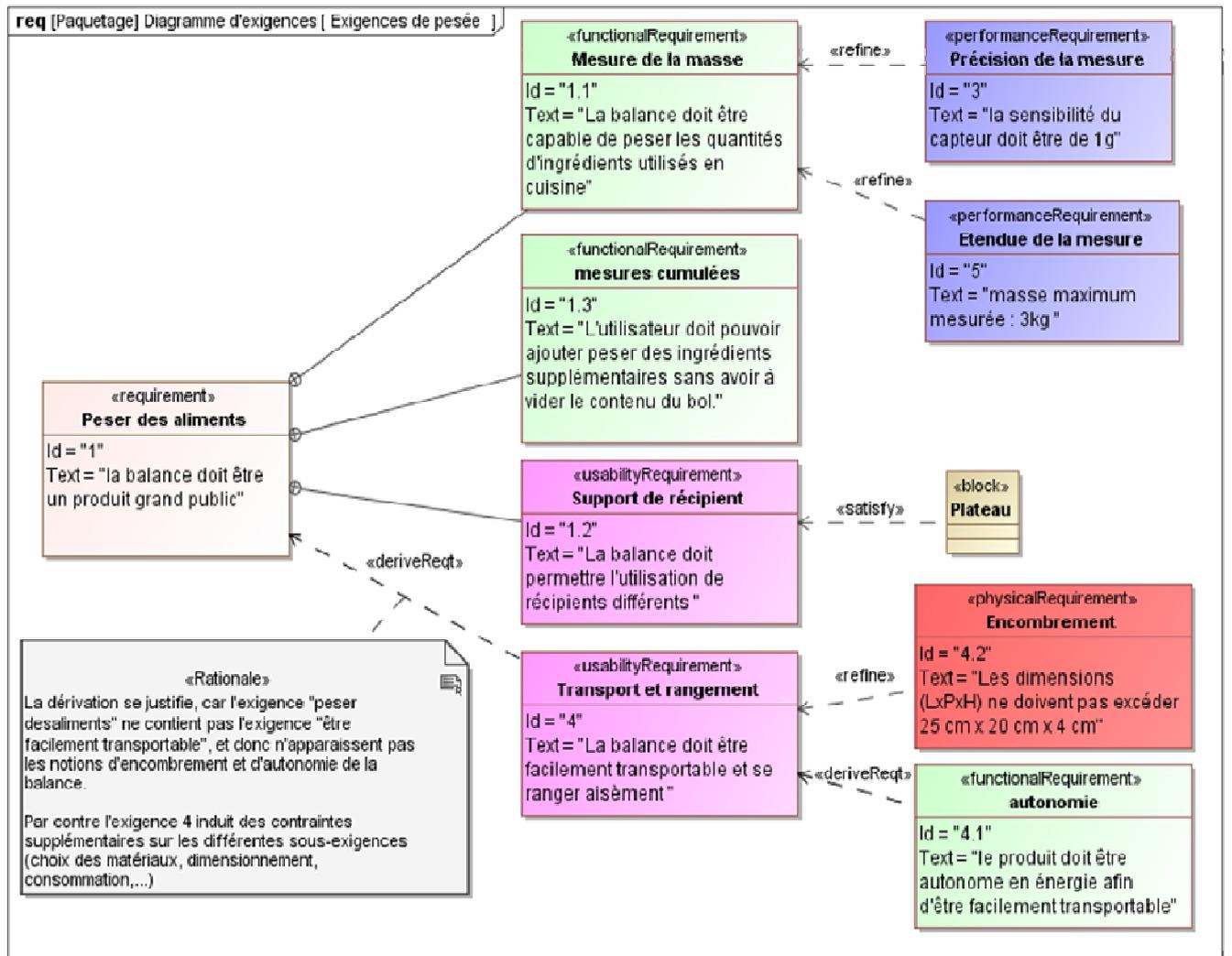


## 3.4.2 Constitution



### 3.4.3 Modélisation des exigences : Diagramme des exigences

Le diagramme des exigences (« Requirement », Req sur les diagrammes ) permet de répertorier et d'analyser les contraintes et les performances du système. Ce diagramme est un outil de représentation des fonctionnalités du système. C'est un moyen de communication entre le concepteur et les clients du système.



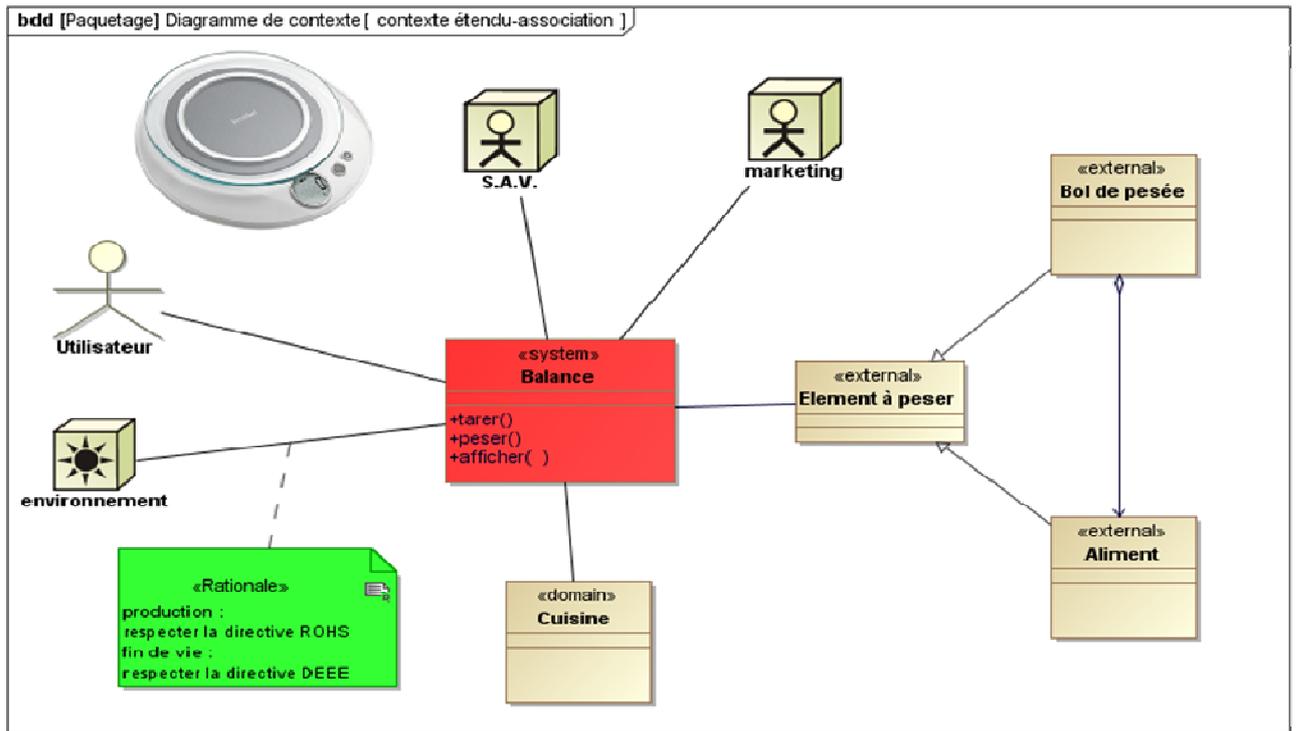
### 3.4.4 Modélisation comportementale

#### 3.4.4.1 Diagramme de contexte

Il permet de définir les frontières de l'étude, et en particulier de préciser la phase du cycle de vie dans laquelle on situe l'étude (généralement la phase d'utilisation).

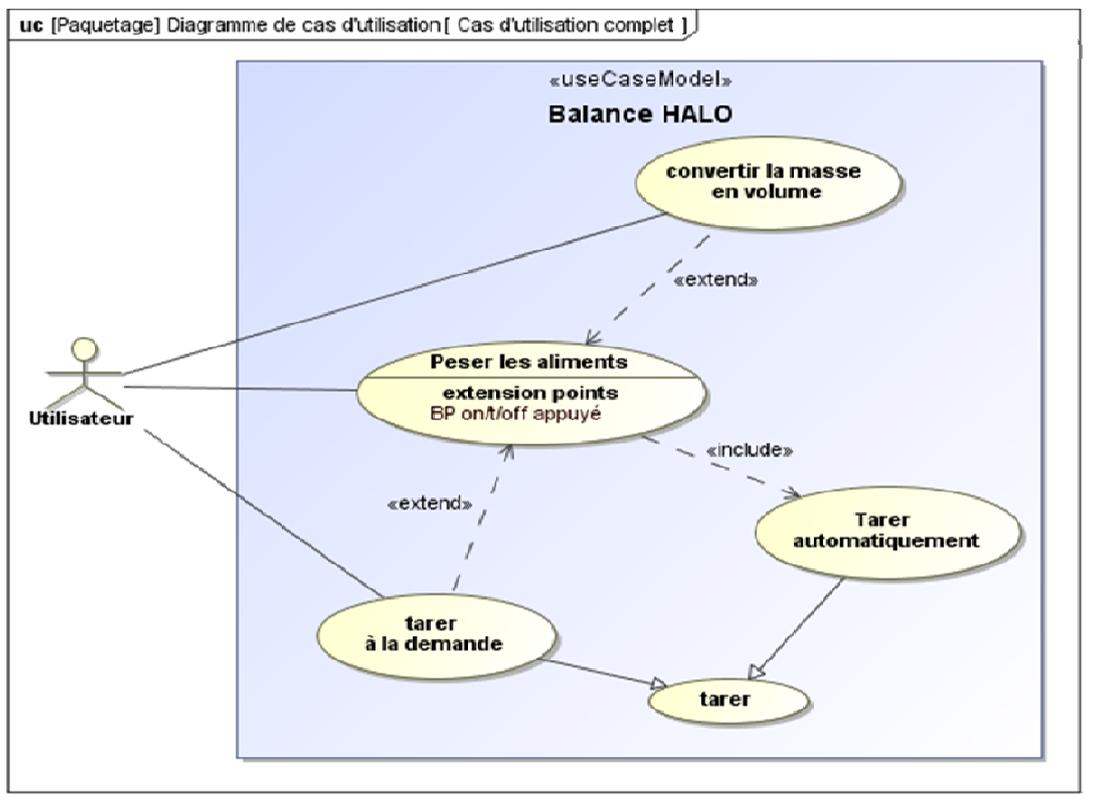
Il répond à la question : "Quels sont les acteurs et éléments environnants du système ?".

Ce diagramme devra bien sûr faire apparaître tous les acteurs intervenants dans le diagramme de cas d'utilisation, mais il fera aussi apparaître les différents acteurs ou éléments intervenant dans une exigence.



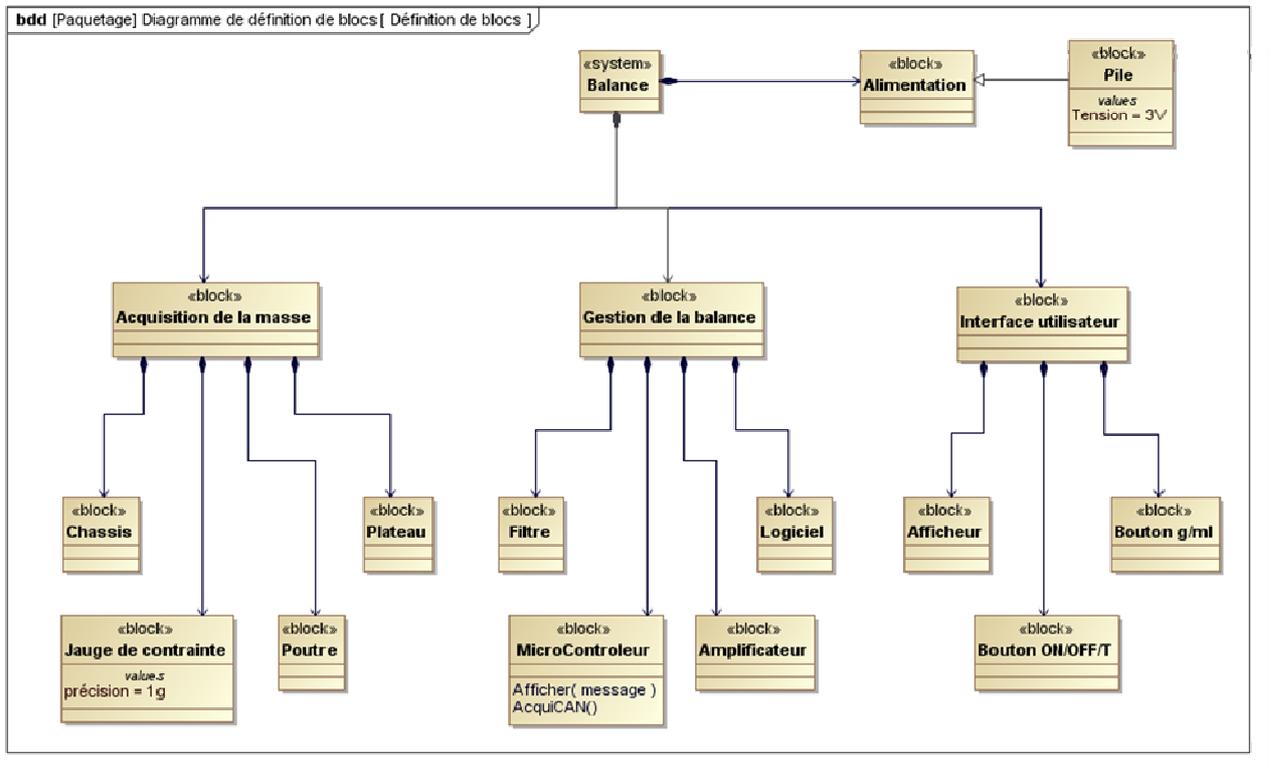
### 3.4.4.2 Diagramme des cas d'utilisation

Ce diagramme est une représentation des fonctionnalités du système. Il indique dans quel cas ce système est utilisé et par qui. Un tel diagramme dépend à la fois du point de vue de son rédacteur et de l'objectif de la modélisation.



3.4.5 Modélisation structurelle

3.4.5.1 Diagramme de définition des blocs



3.4.5.2 Diagramme de définition des blocs internes

