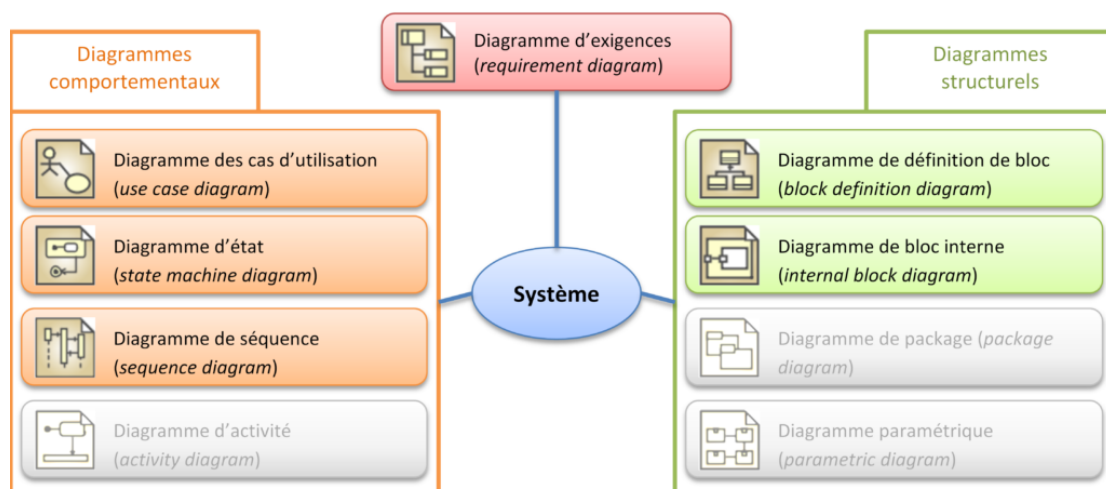




SysML des systèmes

Dans ce cours, nous allons étudier les **diagrammes comportementaux** des cas d'utilisation, d'état et de séquence, puis les **diagrammes structurels** de définition de blocs et de blocs internes. Ce sont des diagrammes du langage de modélisation SysML.



1 | Description du comportement

1.1 Le diagramme des cas d'utilisation

Le diagramme des cas d'utilisation (*Use Case Diagram*, uc) définit :

- les différents types d'utilisateurs, humains ou non, nommés **acteurs** ;
- les **cas d'utilisation**, qui peuvent être vus comme des **fonctionnalités attendues par les acteurs**.

Remarques :

- Comme les autres diagrammes SysML, le cadre comporte un cartouche en haut à gauche.
- Les cas d'utilisation sont représentés par des ovales.
- Les acteurs sont à l'extérieur. Les acteurs principaux sont placés à gauche de la frontière du système et les acteurs secondaires à droite.
- Le nom d'un cas d'utilisation commence par un verbe à l'infinitif.

La Figure 1 montre le diagramme des cas d'utilisation du destructeur d'aiguilles, qui ne comporte ici, qu'un cas d'utilisation. Un exemple plus détaillé est fourni par le diagramme d'utilisation du radio-réveil en Figure 2.

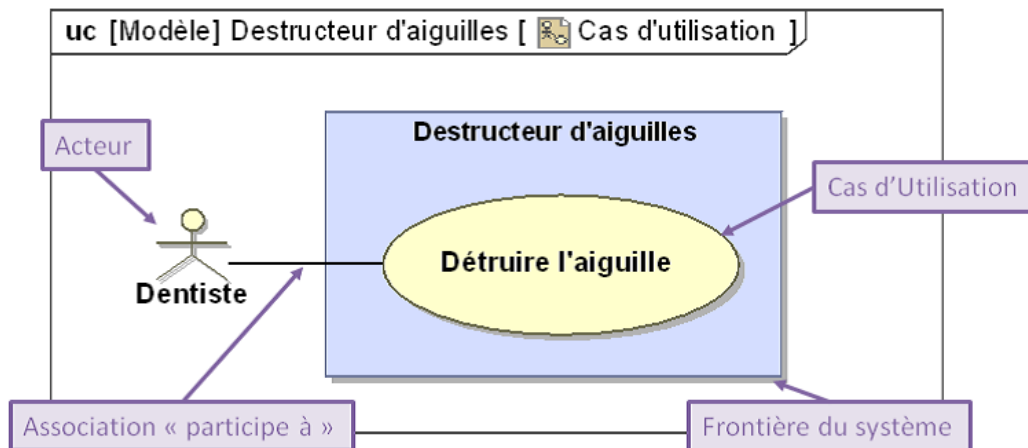


FIGURE 1 – Diagramme des cas d'utilisation du destructeur d'aiguilles.

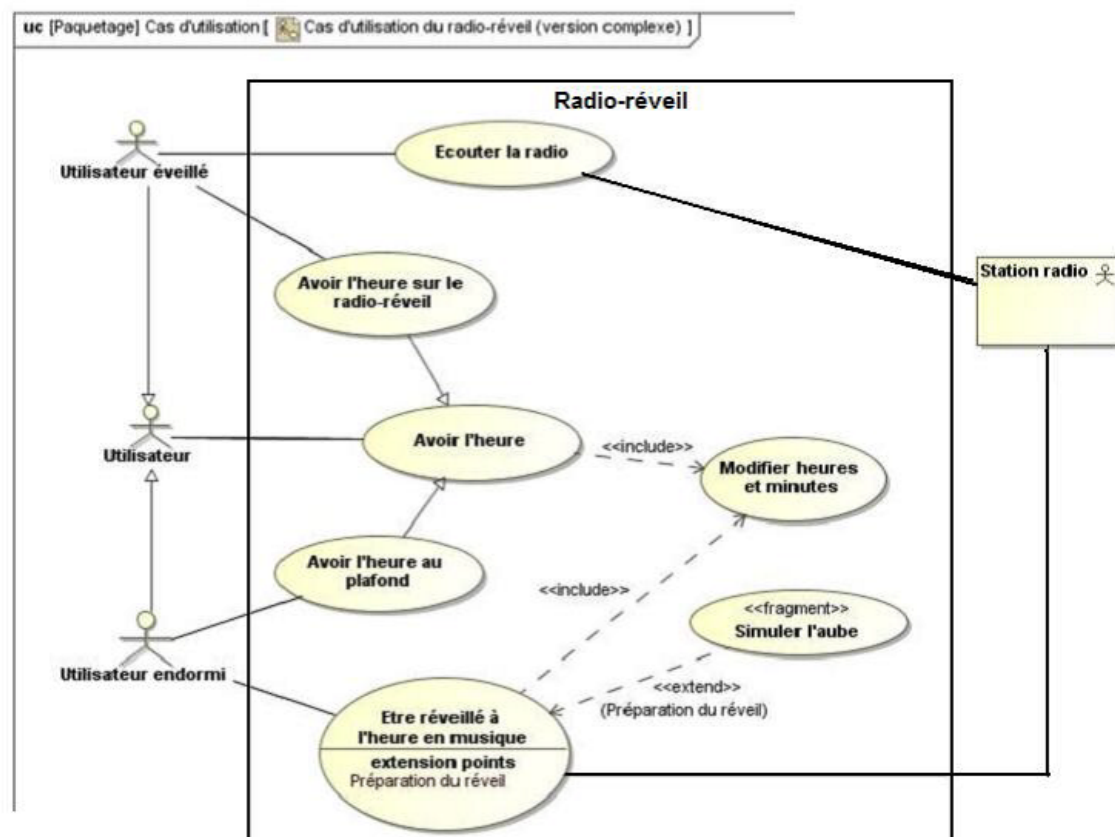
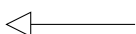


FIGURE 2 – Diagramme des cas d'utilisation du radio-réveil.

Relations dans le diagramme des cas d'utilisation :

- **Inclusion** : le cas d'utilisation de base en incorpore explicitement un autre, de façon **obligatoire**; « include »
←-----
- **Extension** : le cas d'utilisation de base en incorpore implicitement un autre, de façon **optionnelle**; « extend »
←-----
- **Généralisation**/spécialisation : le cas d'utilisation se généralise vers le cas d'utilisation de base.





1.2 Le diagramme d'état



Le **diagramme d'état** (*State Machine Diagram, stm*) représente les différents états d'un système au cours de son fonctionnement. Il est notamment employé pour les systèmes qualifiés de *machines à états*.

Il permet de modéliser :

- les **états** dans lesquels se trouve le système, par exemple l'initialisation, le fonctionnement, l'attente ou le défaut ;
- les **événements ou les conditions qui provoquent les transitions** d'un état à un autre : signal, action de l'utilisateur ou condition système.

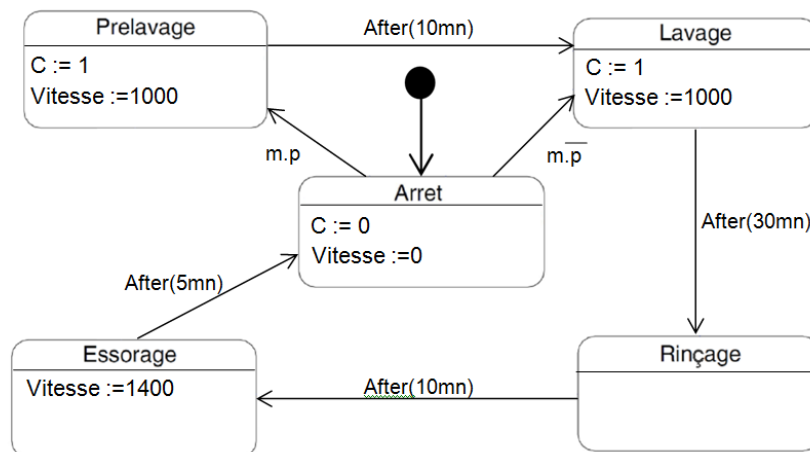


FIGURE 3 – Exemple de diagramme d'état d'une machine à laver.

Nous reviendrons sur ce diagramme en fin d'année, lors de la séquence sur les **systèmes à événements discrets**.

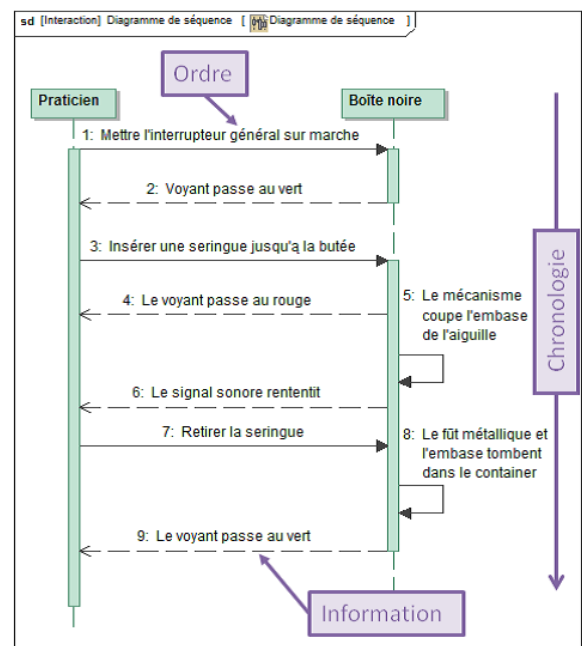
1.3 Le diagramme de séquence



Le **diagramme de séquence** (*Sequence Diagram, sd*) modélise les **interactions au fil du temps** entre le système, les acteurs et les éléments du système. Il illustre l'**ordre chronologique des échanges d'informations** et des événements.

Remarques :

- Il existe au moins un diagramme de séquence pour chaque cas d'utilisation.
- Une information est modélisée par une flèche en pointillés et un ordre par une flèche pleine.
- Le temps s'écoule de haut en bas.



2 | Description structurelle

Un **système** est **constitué** de plusieurs **solutions techniques**. Les **liens** entre ces solutions constituent la **structure du système**. Ces liens peuvent être de plusieurs sortes, par exemple, d'assemblages mécaniques, de transferts d'énergie ou d'échanges d'informations.

La structure d'un système peut notamment être représentée avec :

- le **diagramme de définition de blocs** (bdd), dans lequel chaque composant (sous-système, élément externe, ...) est représenté par un **bloc** et caractérisé ;
- le **diagramme de blocs internes** (ibd) décrit les flux circulant entre les blocs ;
- les **chaînes fonctionnelles** - **chaîne d'information** et **chaîne d'énergie** généralisent les fonctions réalisées par les composants d'un système et font apparaître les solutions techniques et les flux. Elles ne constituent **pas un diagramme SysML** et seront étudiées dans le cours suivant.

2.1 Diagramme de définition de blocs



Le **diagramme de définition de blocs** (*Block Definition Diagram*, bdd) présente les **composants**, les **sous-systèmes** ou les **éléments extérieurs** sous forme de blocs, ainsi que leurs relations.

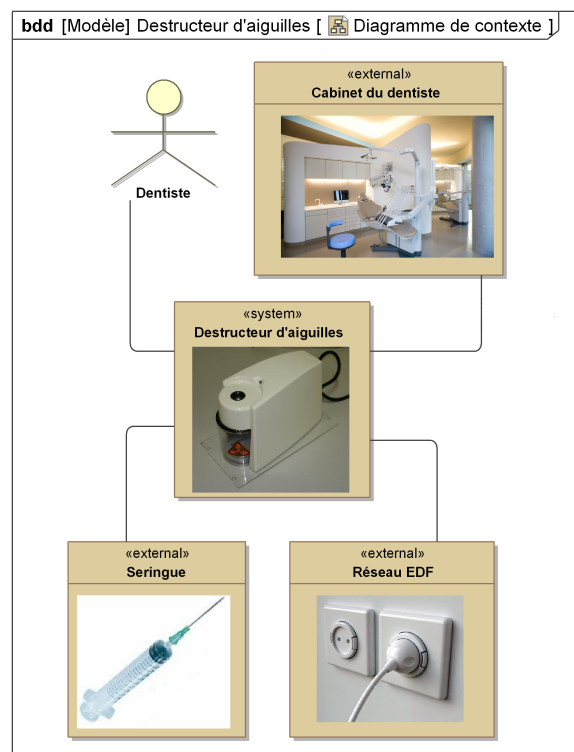
Il permet de :

- décomposer le système en blocs hiérarchisés ;
- montrer les liens entre ces blocs et avec les acteurs extérieurs.

Remarques :

- Le niveau de détail du bdd dépend de l'information que l'on veut mettre en avant. On retrouve souvent le diagramme de contexte, qui ne montre que le système entier et ses acteurs extérieurs, qui est pourtant un bdd.
- Les liens peuvent être des agrégations ou des compositions.

La Figure ci contre présente le diagramme de contexte du destructeur d'aiguilles (attention, c'est un bdd...).



Une autre modélisation du destructeur d'aiguilles via un diagramme de définition de bloc Figure 4 est plus détaillée, on ne s'intéresse plus au contexte mais à la structure interne.

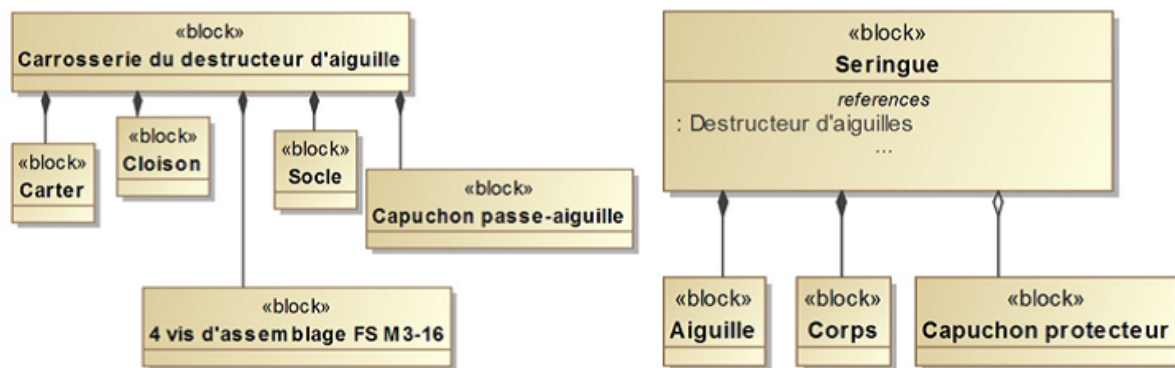


FIGURE 4 – Diagramme de définition des blocs (sans cartouche...)

Remarques :

- Le lien terminé par un losange blanc est un lien d'agrégation : les parties ne sont pas indispensables au bloc pointé par le losange blanc.
- Les autres liens sont ici des liens de composition.

La Figure 5 présente le diagramme de définition de blocs pour le robot aspirateur autonome avec l'intention de présenter le contexte. Ensuite, la Figure 6 montre sa structure interne. On peut notamment y lire que le sous-système de déplacement comporte une roue folle et deux roues motrices. Une roue motrice est constituée d'une roue, d'un hacheur, d'un moteur à courant continu et d'un réducteur de vitesse.

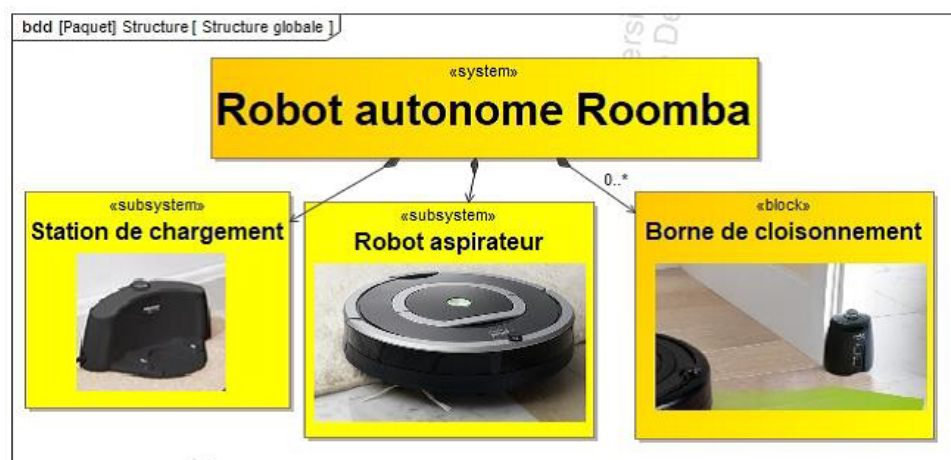


FIGURE 5 – Diagramme de contexte du robot aspirateur autonome.

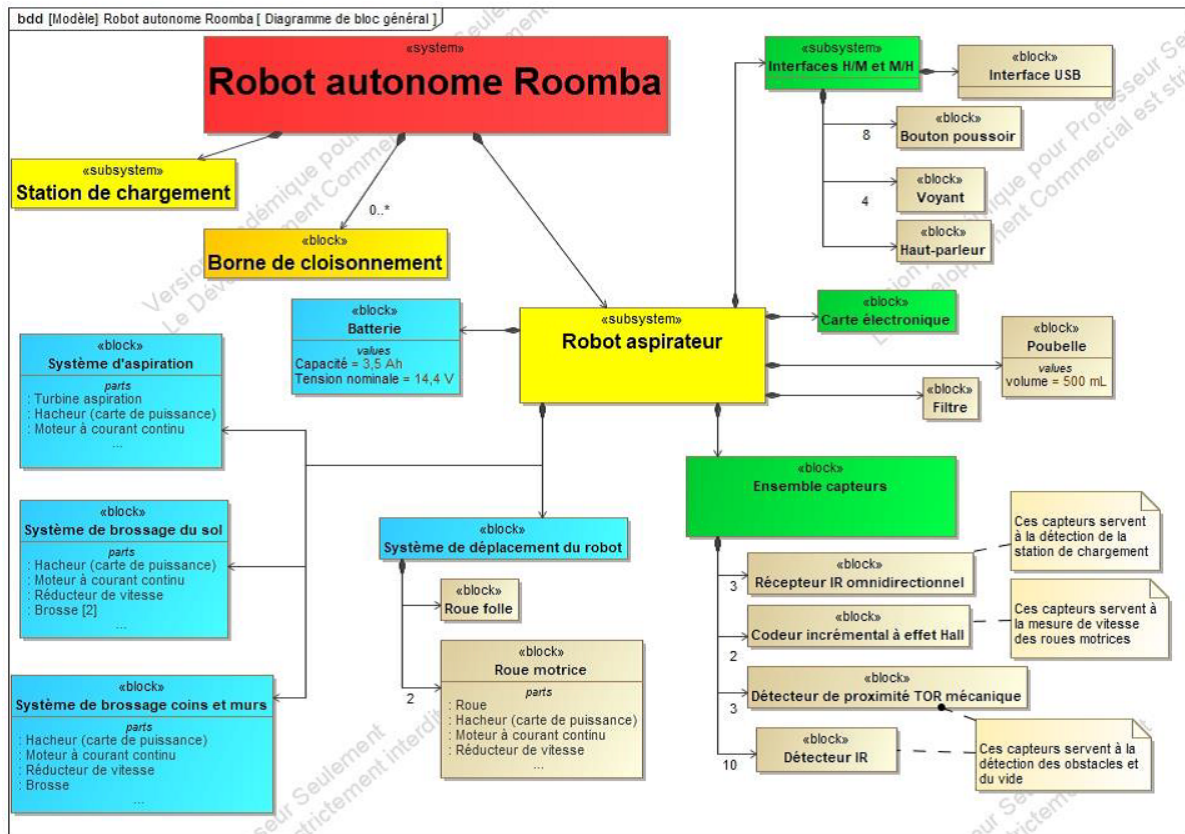


FIGURE 6 – Diagramme de définition de blocs du robot aspirateur autonome.

2.2 Diagramme de blocs internes



Comme pour le diagramme de définition de blocs, le niveau de raffinement est choisi selon l'objectif de communication. Là où le bdd présente les composants du système, le **diagramme de blocs internes** montre les **flux** qui **circulent entre** ces **composants** ainsi qu'avec le **milieu extérieur**.

Le **diagramme de blocs internes** (*Internal Block Diagram, ibd*) se focalise sur la **structure interne** d'un **bloc**, qui peut être le système complet. Il montre comment ses composants internes et le milieu extérieur sont connectés et échangent des **flux d'information, d'énergie ou de matière**.

Il permet de :

- **décrire la structure interne** d'un bloc défini dans un bdd, en montrant ses **sous-blocs** et leurs interactions;
- **visualiser les connexions** entre les sous-parties via des ports;
- montrer les **flux** qui circulent dans ces connexions.

Remarques :

- Les flux peuvent être de matière, d'énergie ou d'information.
- Les petits carrés placés sur les blocs sont des ports. Les ports comportant une flèche désignent le sens de circulation du flux. L'absence de flèche ne donne pas d'information, on ne connaît pas le sens de circulation sur cet ibd.
- Ces ports peuvent aussi apparaître sur les blocs d'un bdd.

Le diagramme de la Figure 7 présente l'ibd du bloc « *mécanisme de mise en mouvement* », présent sur le diagramme de la Figure 7. Les ports du bloc précédent correspondent à ceux de la nouvelle frontière d'étude.

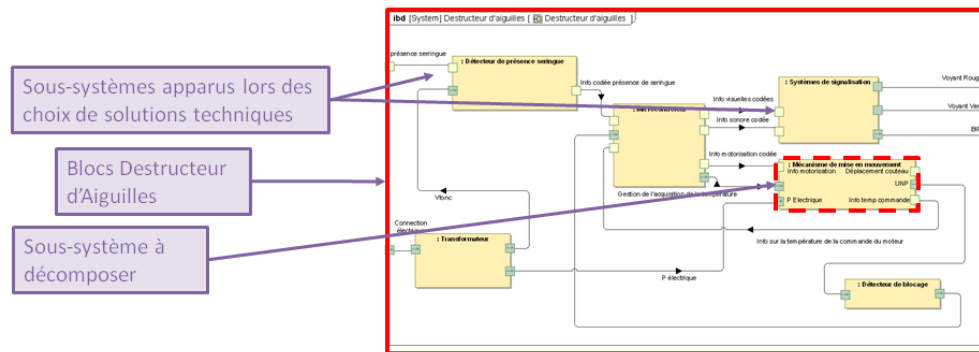


FIGURE 7 – Structure et exemple d'un diagramme de blocs internes.

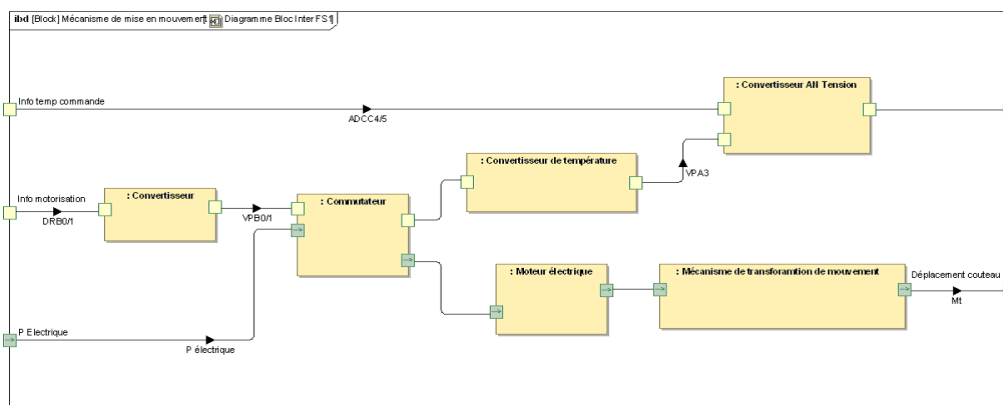


FIGURE 8 – Diagramme de blocs internes du mécanisme de mise en mouvement.

Dans l'exemple Figure 9, les flux rouges représentent de l'énergie et les flux verts de l'information.

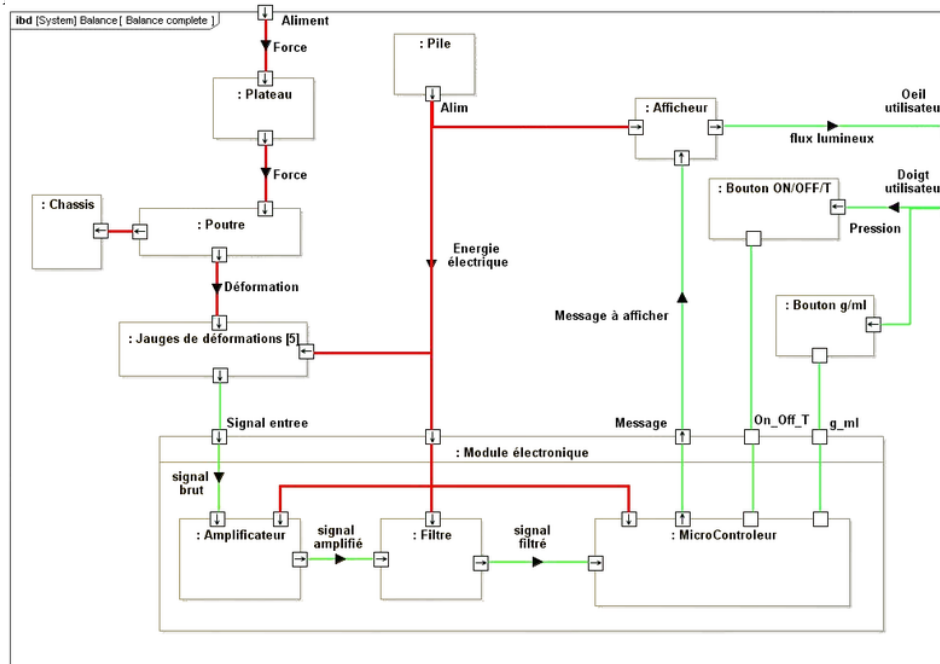


FIGURE 9 – Diagramme de blocs internes de la balance.