

Cours – Analyse fonctionnelle et démarche d'ingénierie système

I. Démarche d'ingénierie système

La **démarche d'ingénierie des systèmes** ou ingénierie système est une **approche scientifique** interdisciplinaire (physique, mécanique, électrique, ...) dont le but est de :

- _____ d'un système dans le cadre d'une démarche de projet ;
- _____ d'un système dans le cas de l'étude d'un système existant.

II. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle associée à une démarche d'ingénierie système permet :

- d'**établir le contexte** du système avec ses frontières ;
- de **décoder l'organisation fonctionnelle** d'un système au travers de la découverte des cas d'utilisation et les relations entre les cas d'utilisation ;
- d'**étudier l'organisation matérielle** du système grâce aux diagrammes de définition de blocs et aux diagrammes de bloc interne ;
- d'**appréhender le comportement** du système à l'aide avec les diagrammes de séquence et les diagrammes d'états.

III. Système concret : le drone terrestre

Afin d'être le plus concret possible, on se propose ici de se placer dans le cas de l'étude d'un système disponible au lycée Fabre, le **drone terrestre**.

Le drone terrestre est **capable de rouler et de sauter**.

Le roulement au sol est assuré par deux roues actionnées indépendamment l'une de l'autre grâce à deux moteurs électriques. Le saut est actionné par un sabot mobile propulsant le drone lors de sa détente. Ce sabot est préchargé à l'aide d'un troisième moteur électrique dédié.

Ces différents constituants sont identifiés sur la figure ci-dessous lorsque le drone est posé au sol. L'utilisateur commande les mouvements à l'aide d'une application exécutée sur smartphone relié au drone par l'intermédiaire d'une liaison Wi-Fi. À l'écran, l'application affiche en temps réel la vidéo issue de la caméra du drone et la charge de la batterie.

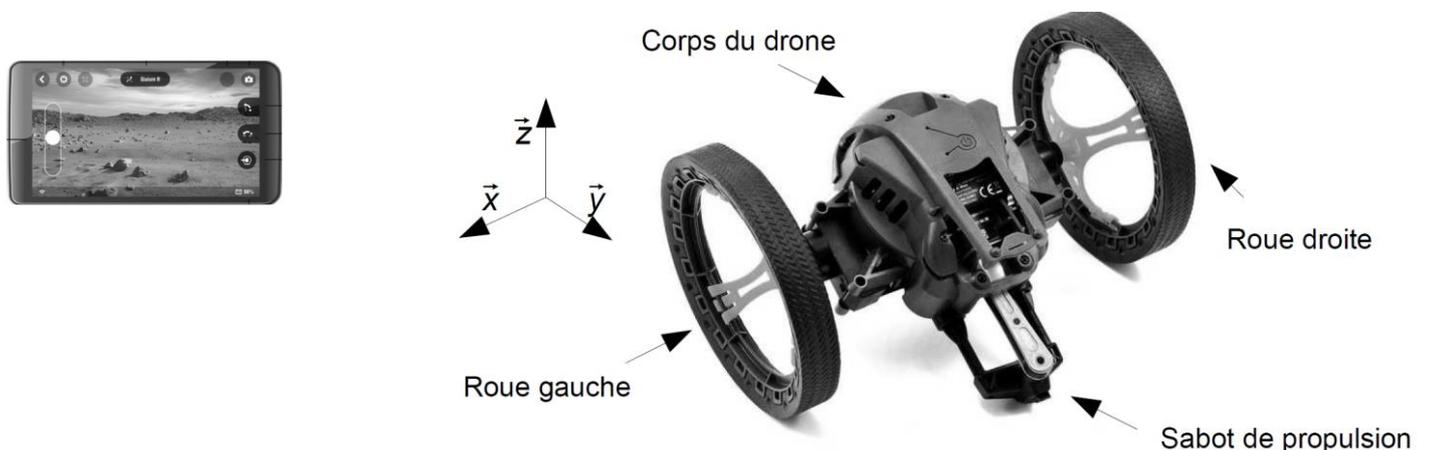


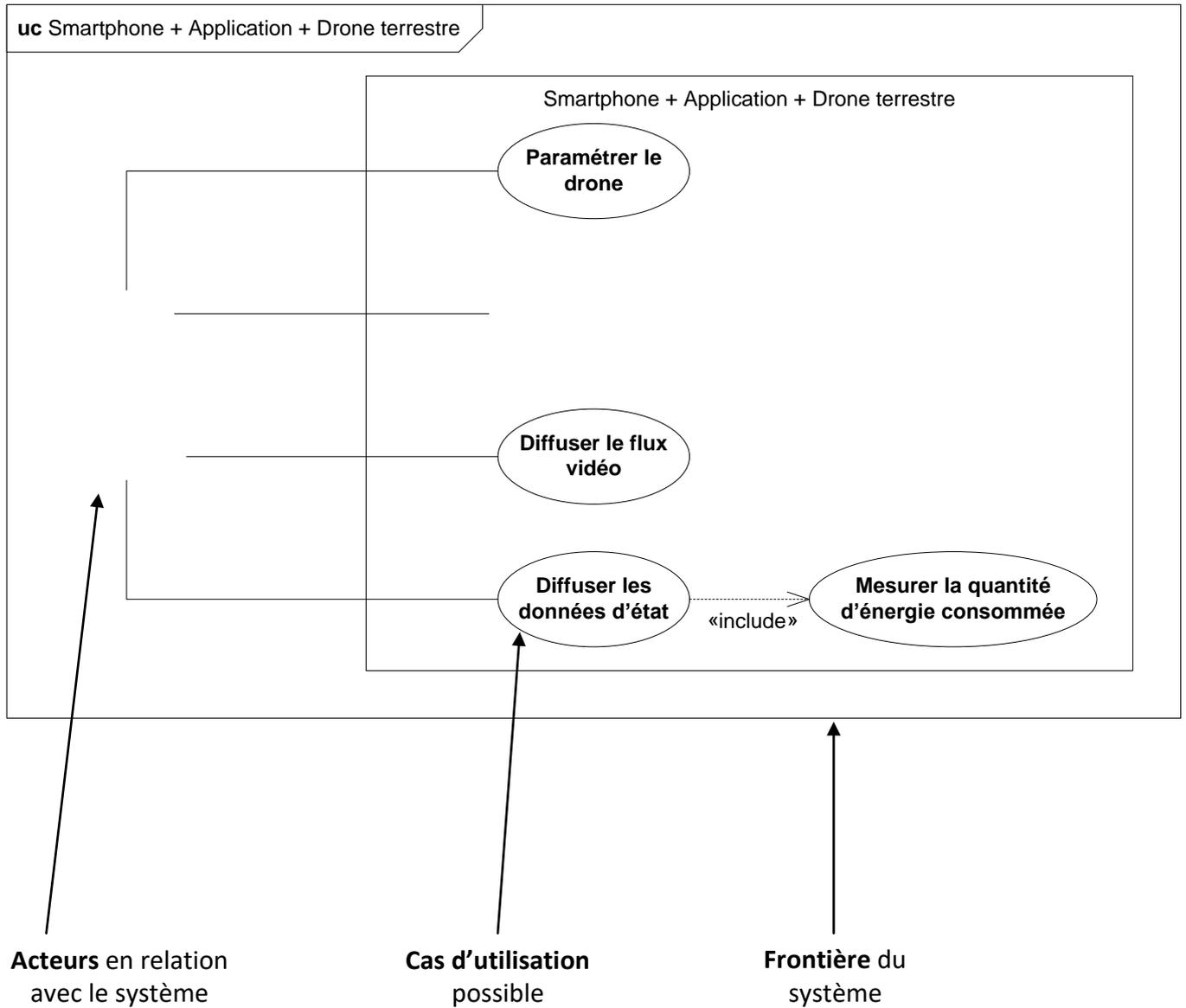
Figure : vue de trois-quart arrière du drone

IV. Diagramme SysML

a. Diagramme des cas d'utilisation

Le **diagramme des cas d'utilisation** est un _____.

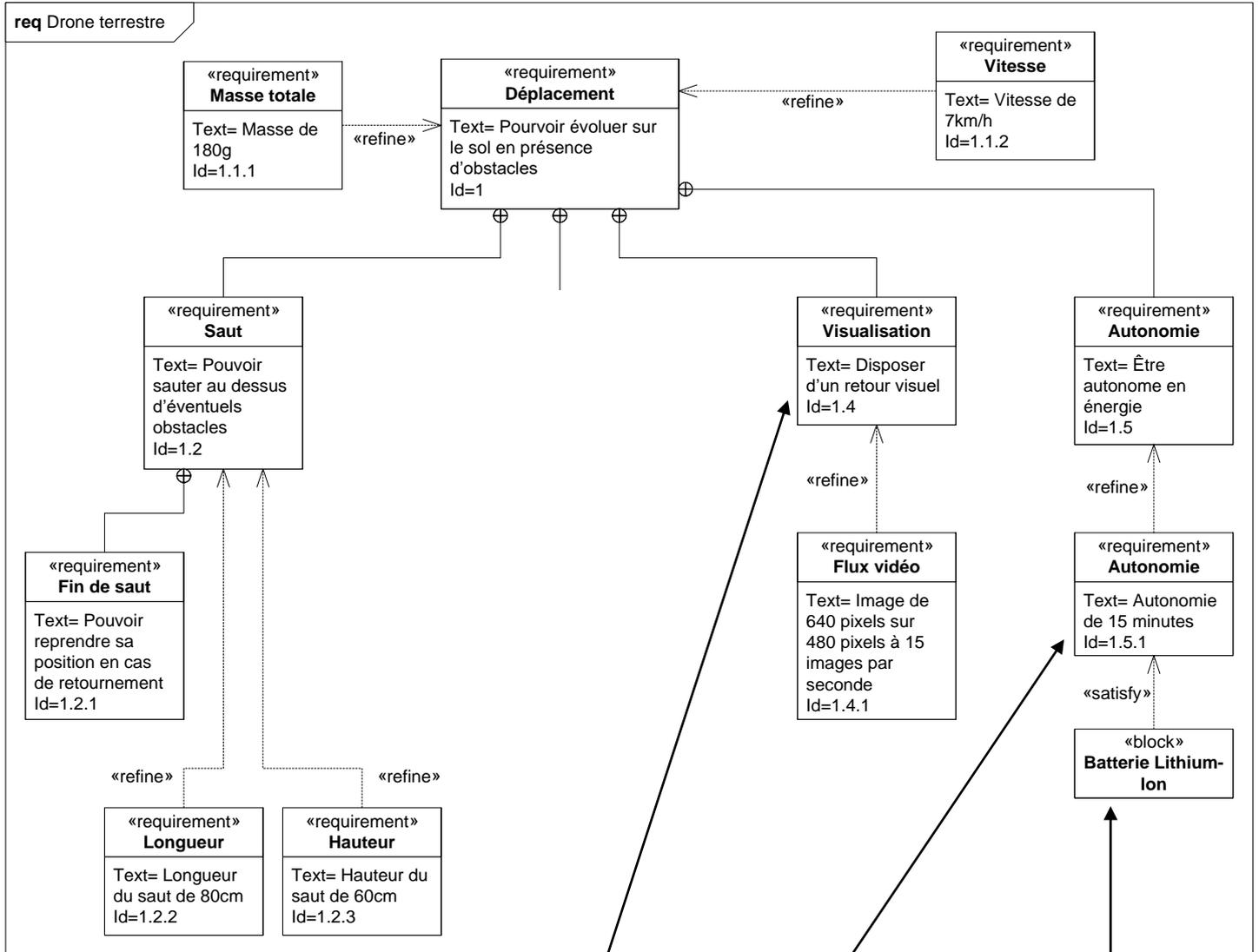
Ce diagramme permet de montrer les fonctionnalités offertes par un système en identifiant les services qu'il rend. L'énoncé d'un cas d'utilisation doit se faire hors technologie, puisque il est défini en termes de résultats attendus.



b. Diagramme des exigences

Le **diagramme des exigences** vise à décrire les exigences devant être vérifiées par le système, il fait donc office de cahier des charges.

Ce diagramme traduit ce qui _____.



Exigence pour le système

Ajout de données quantitatives

Élément qui satisfait l'exigence

Les liens possibles entre les blocs entre les différentes exigences expriment les relations suivantes :

	Contenance : décomposition en plusieurs exigences de niveau hiérarchique inférieur
	Association : relie des éléments de même niveau hiérarchique
	Inclusion si associé au mot clé « <i>include</i> », « <i>refine</i> » pour raffinement, etc...
	Composition : un élément est structurellement indispensable à l'autre.
	Agrégation : indique que l'élément est optionnel

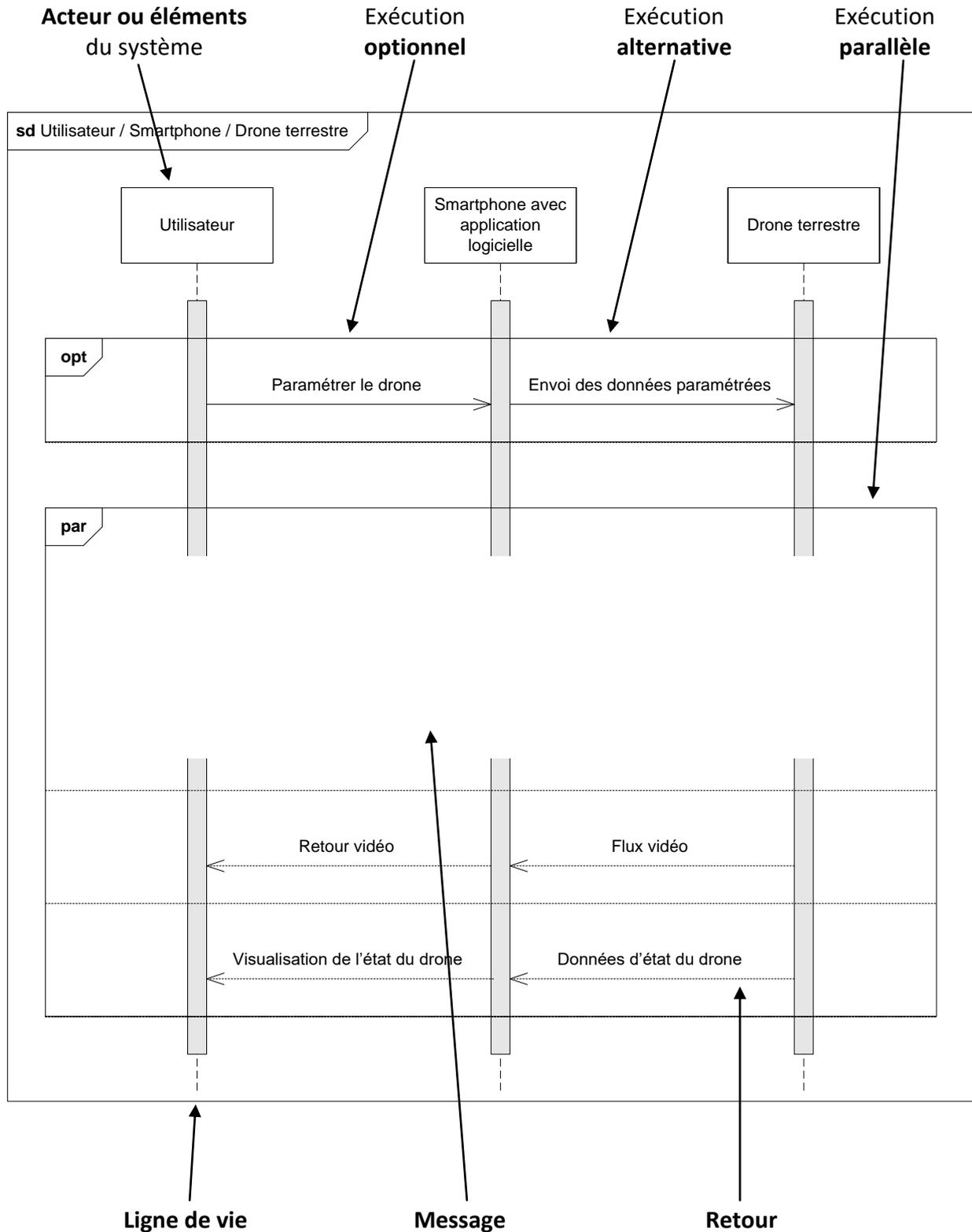
On retrouvera ces différents symboles dans les autres diagrammes pour exprimer les liens entre blocs.

c. Diagramme de séquence

Le **diagramme de séquence** est un _____.

Ce diagramme décrit les interactions existant entre plusieurs entités, celles-ci pouvant être des acteurs extérieurs, le système ou ses sous-systèmes.

Ce diagramme ne montre donc que _____ (lecture du haut vers le bas).

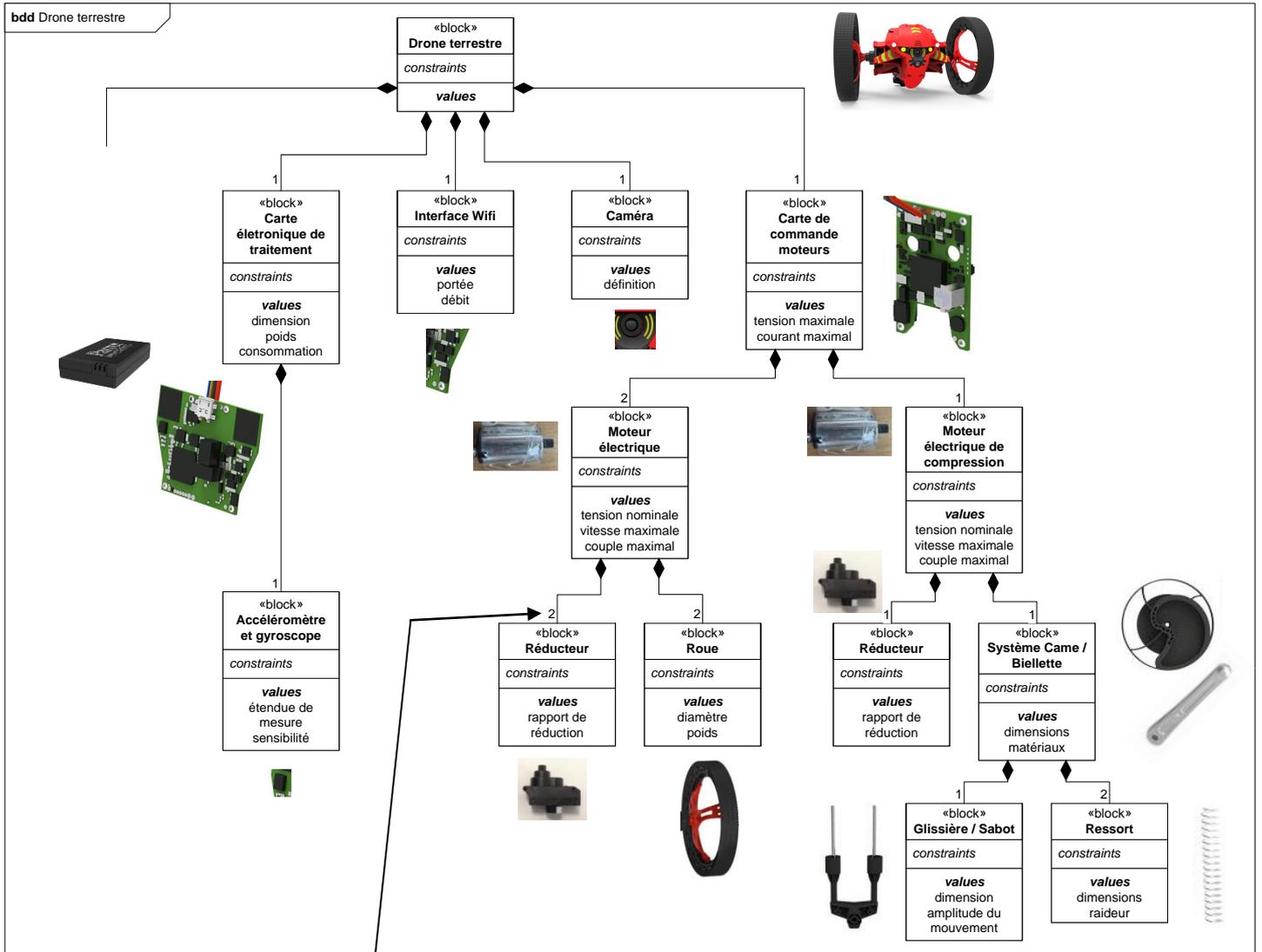


d. Diagramme de définition de blocs

Le **diagramme de définition de blocs** est un _____.

Ce diagramme décrit le système via des blocs représentant _____ le constituant.

Ce diagramme présente les caractéristiques principales de chaque bloc.



Multiplicité

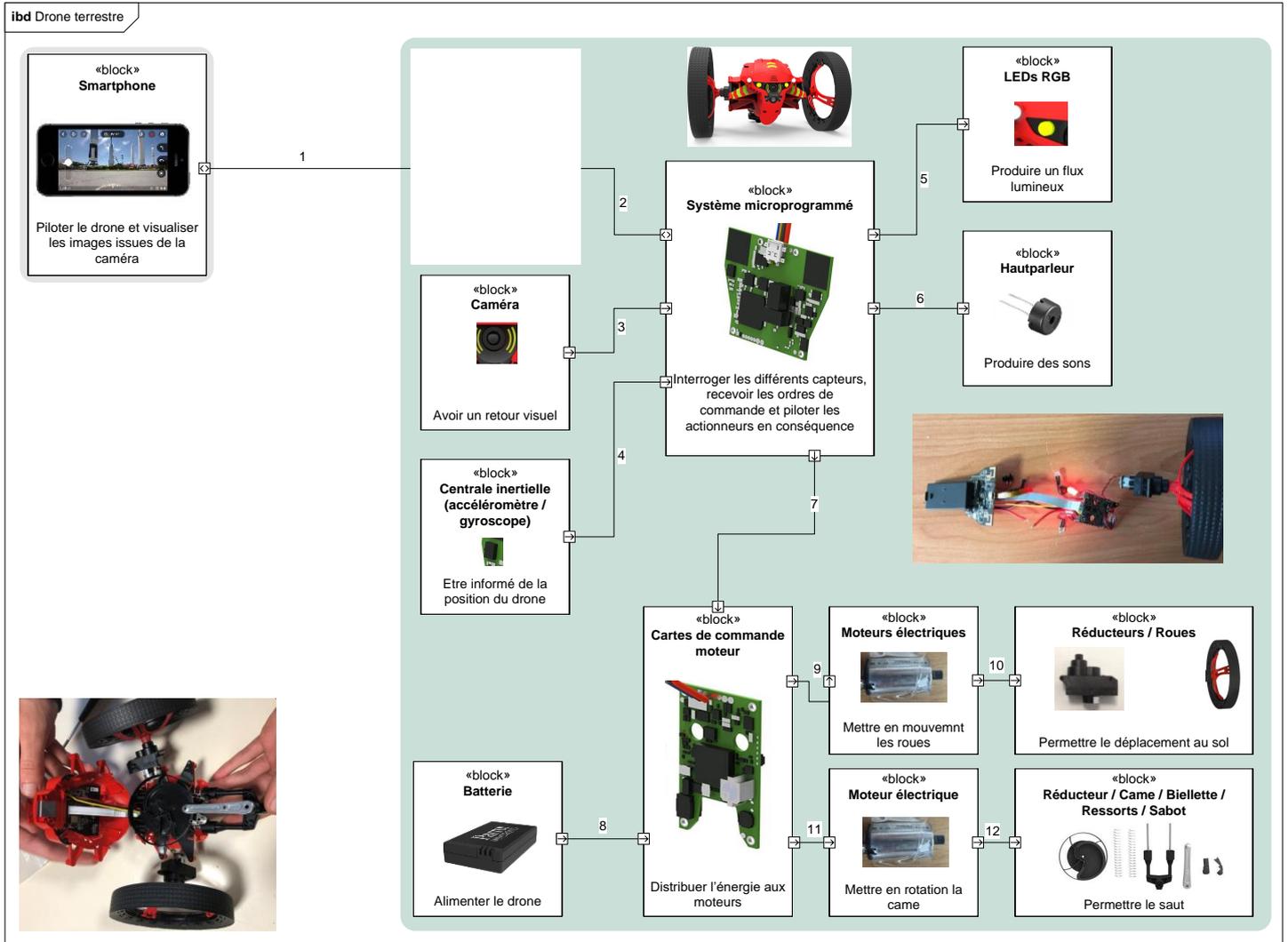
Lorsque cela est pertinent, il est possible de détailler beaucoup plus chaque bloc. On peut faire apparaître les éléments constitutants (*parts*), des caractéristiques physiques (*values*) et éventuellement des équations comportementales (*constraints*).

e. Diagramme de blocs internes

Le **diagramme de blocs internes** est un _____ qui décrit l'organisation interne d'un système.

Le diagramme de blocs internes est rattaché à un bloc issu du diagramme de définition de blocs, le cadre du diagramme représentant la frontière d'un bloc.

Le diagramme de définition de blocs introduit la notion de « port » qui correspond à un point d'interaction avec l'extérieur du bloc. Les connecteurs (traits) entre les ports les flux de _____, d'_____ et d'_____ entre les différents blocs.



1 : Données numériques échangées via la connexion WiFi (INFORMATION)

2 : _____

3 : Données vidéo numériques (INFORMATION)

4 : Signaux numériques représentatifs de la position du drone (INFORMATION)

5 : Signal électrique (INFORMATION)

6 : Signal électrique (INFORMATION)

7 : Signal électrique de commande (INFORMATION)

8 : _____

9 / 11 : Energie électrique modulée (ENERGIE)

10 / 12 : Energie mécanique de rotation (ENERGIE)

La représentation graphique des ports est un carré placé sur le contour du bloc. Les ports de flux indiquent les échanges de matière, d'énergie et d'information entre blocs : ce type de port contient une flèche dont le sens (entrante, sortante ou bidirectionnelle) indique celui du flux.

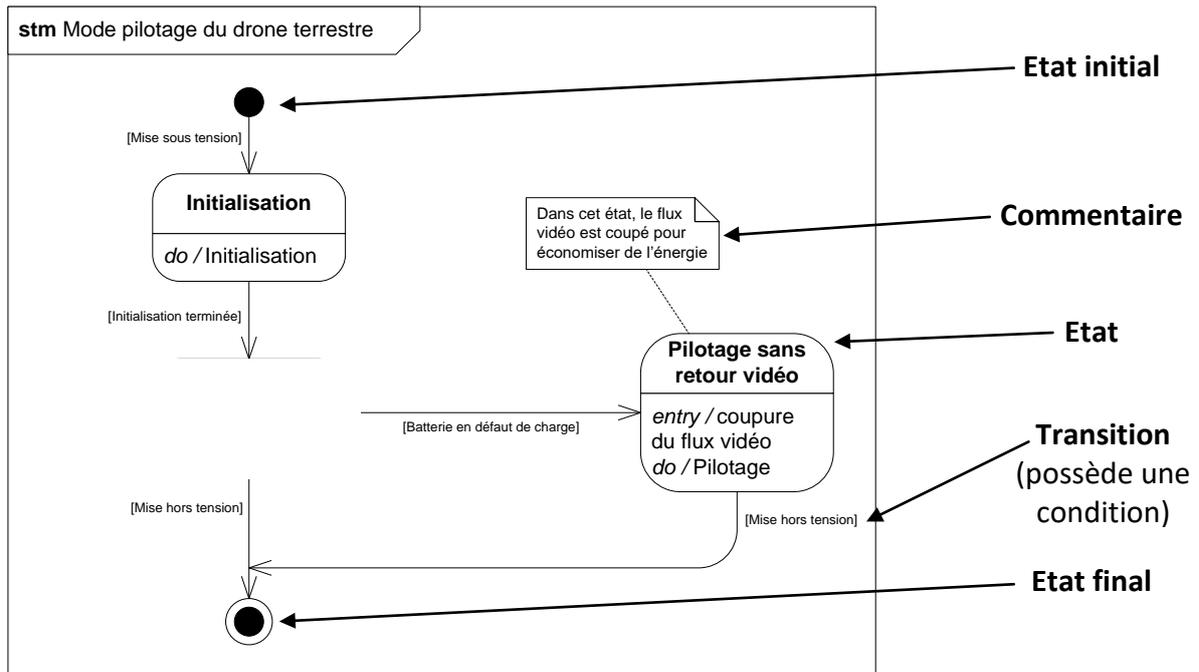
f. Diagramme d'états

Le **diagramme d'états** est un _____ (il décrit tout ou une partie du comportement d'un système).

Le comportement décrit par ce type de diagramme sert à montrer les différents états pris par un système en fonction des évènements qui lui arrivent.

Un **état** représente une situation d'une durée finie durant laquelle un système exécute une activité, satisfait à une certaine condition ou bien est en attente d'un évènement.

Le passage d'un état à un autre se fait en franchissant une **transition**.



Dans ce diagramme, il est possible de rajouter des évènements internes qui permettent de montrer la réponse à un évènement mais sans changer d'état. Les évènements *entry*, *do* et *exit* indiquent ce qu'il se passe à l'entrée dans l'état (mot clé *entry*), pendant l'état (mot clé *do*) et à la sortie de l'état (mot clé *exit*).

V. Notion de chaîne d'énergie et de chaîne d'information

L'organisation des éléments du diagramme de bloc interne d'un système peut systématiquement respecter la disposition suivante faisant apparaître la **chaîne d'information** et la **chaîne d'énergie** du système :

