



LYCÉE LA MARTINIÈRE MONPLAISIR LYON

SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIER

CLASSE PRÉPARATOIRE M.P.S.I. ET M.P.I.I.



ANNÉE 2024 - 2025

C1 : MODÉLISATION DES SYSTÈMES PLURITECHNIQUES

## TD 2 - Description structurelle et comportementale d'un système (C1-2;1-3)

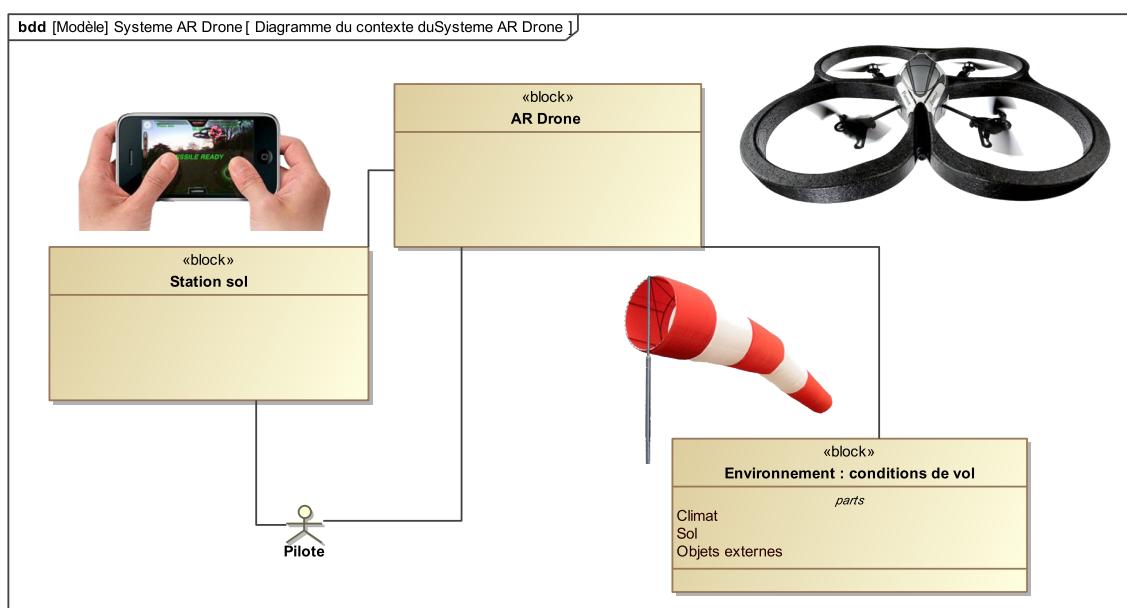
### Compétences

- **Analyser**
  - Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.
  - Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.
  - Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.
- **Communiquer**
  - Lire et décoder un document technique : SysML
  - Lire et décoder un document technique : Schéma Cinématique

## Exercice 1 : Modélisation multiphysique d'un drone quadricoptère

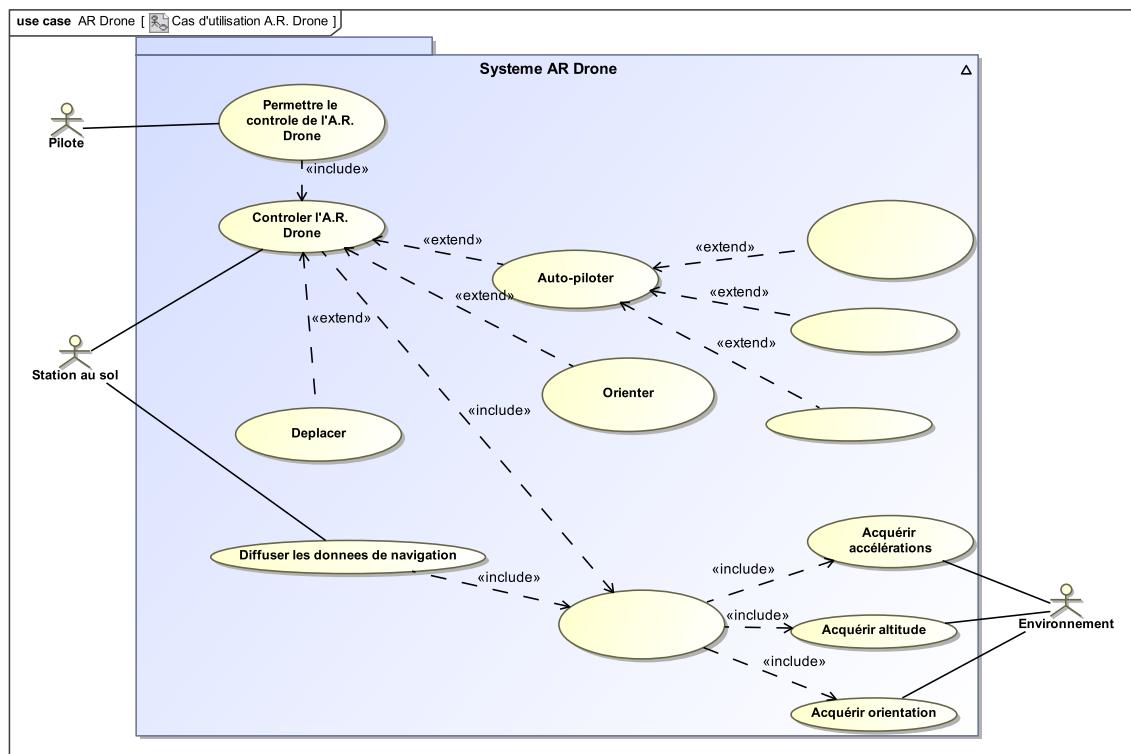
**Source :** Emilien DURIF

On s'intéresse ici à l'étude fonctionnelle d'un drone quadruoptère. Le diagramme ci-dessous permet de donner son contexte d'utilisation.

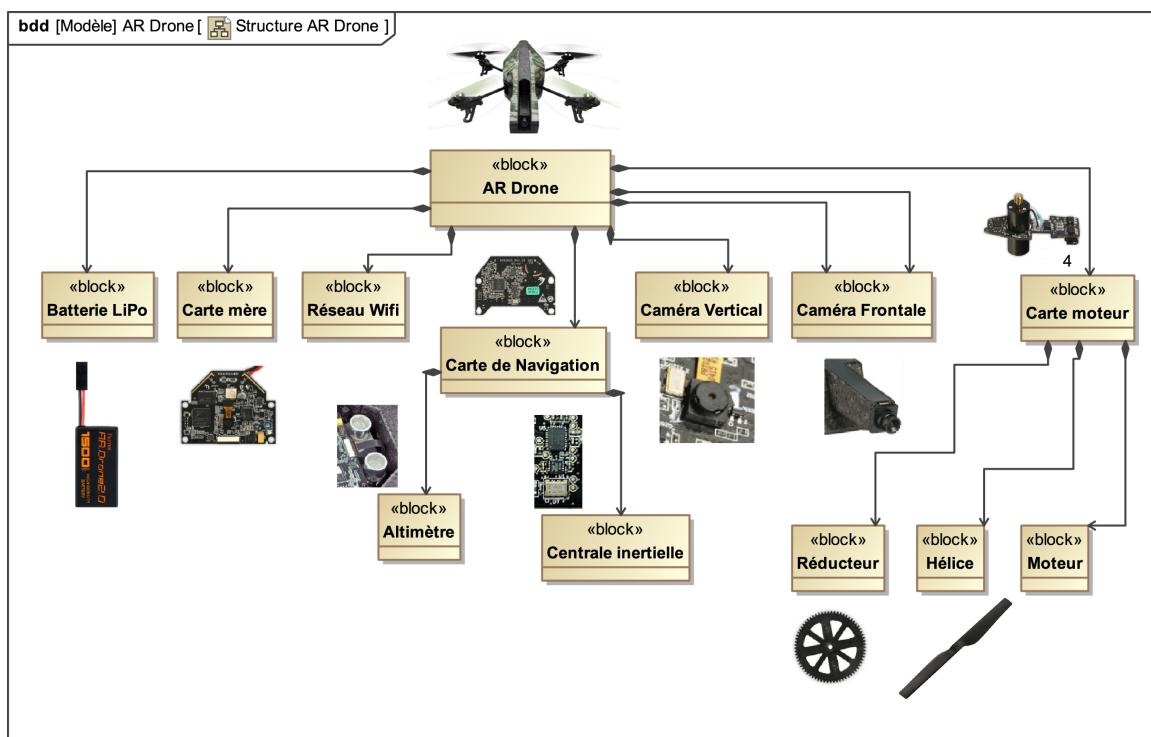


On souhaite mettre en évidence les différentes fonctionnalité du drone à l'aide d'un diagramme de cas d'utilisation.

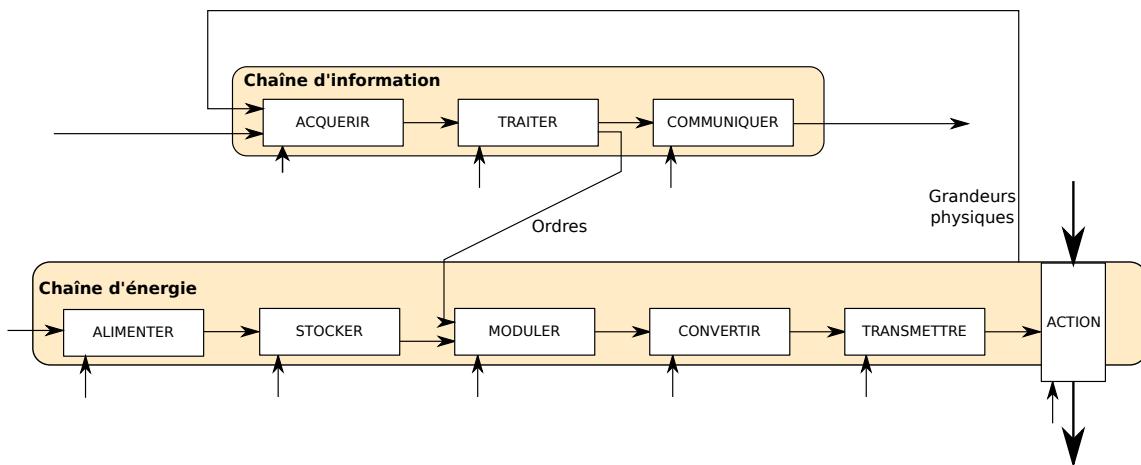
**Q 1 : On donne ci-dessous un diagramme de cas d'utilisation partiel. Proposer des suggestions pour les cas d'utilisation manquants.**



L'ensemble des composants du drone sont listés dans le diagramme de définition de blocs suivante.

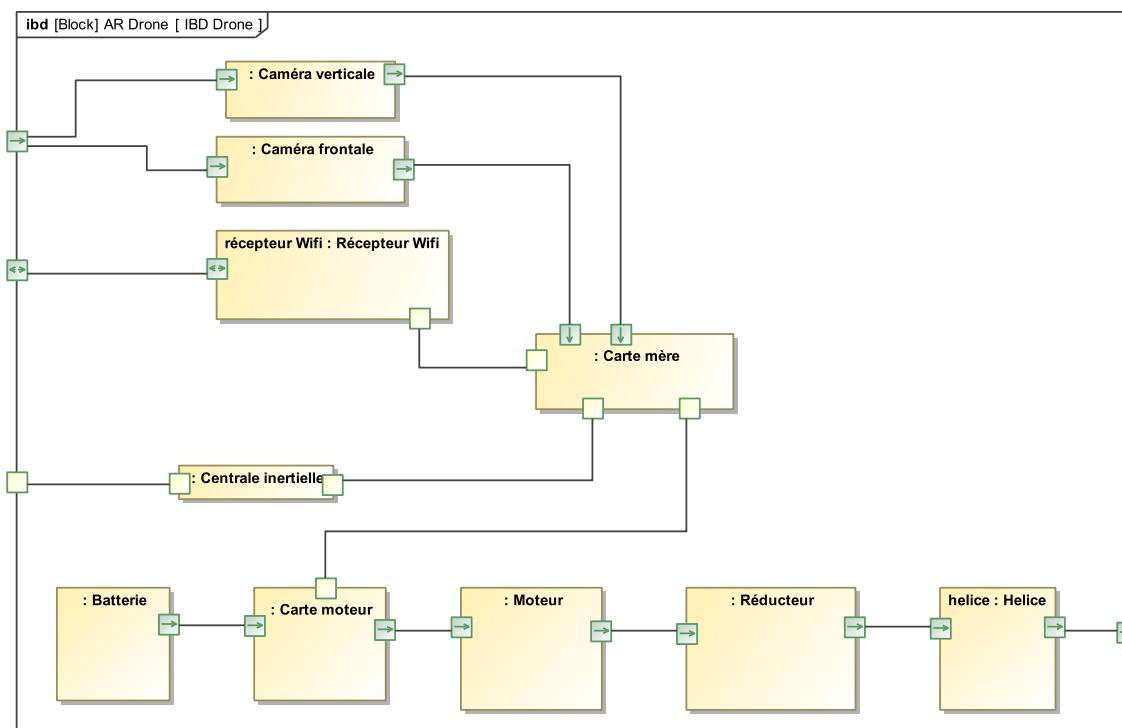


**Q 2 : En se basant sur ce dernier proposer une architecture fonctionnelle sous la forme d'une chaîne fonctionnelle.**



On se place maintenant dans le cas d'utilisation d'auto-pilotage. On donne le diagramme de blocs internes partiel ci-dessous.

### Q 3 : Préciser la nature des flux.



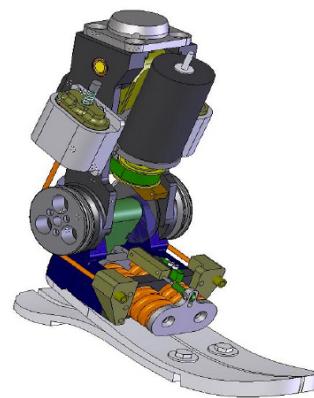
## Exercice 2 : Analyse fonctionnelle d'une prothèse transtibiale

Source : Florestan Mathurin

### a) Introduction

La majorité des prothèses transtibiales (pour une amputation en dessous du genou) utilisées aujourd'hui sont purement passives, c'est-à-dire que leurs propriétés mécaniques restent fixes pendant la marche. Ces prothèses sont constituées en général de semelles ressorts en carbone profilées qui emmagasinent et restituent l'énergie mécanique pendant la marche par déformation.

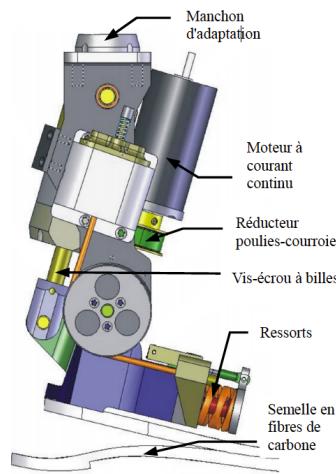
Des ingénieurs du M.I.T. ont mis au point une **prothèse active transtibiale** capable de proposer un comportement similaire à celui des membres non amputés;



### b) Modélisation structurelle

L'actionneur de la prothèse est un moteur à courant continu alimenté par une batterie rechargeable de 16Volts. L'énergie mécanique est transmise par un réducteur de type poulies-courroie suivi d'un système vis-écrou qui adapte cette énergie mécanique pour la prothèse (ensemble de liaisons entre le pied artificiel constitué d'une semelle en fibres de carbone et le manchon ou tibia artificiel).

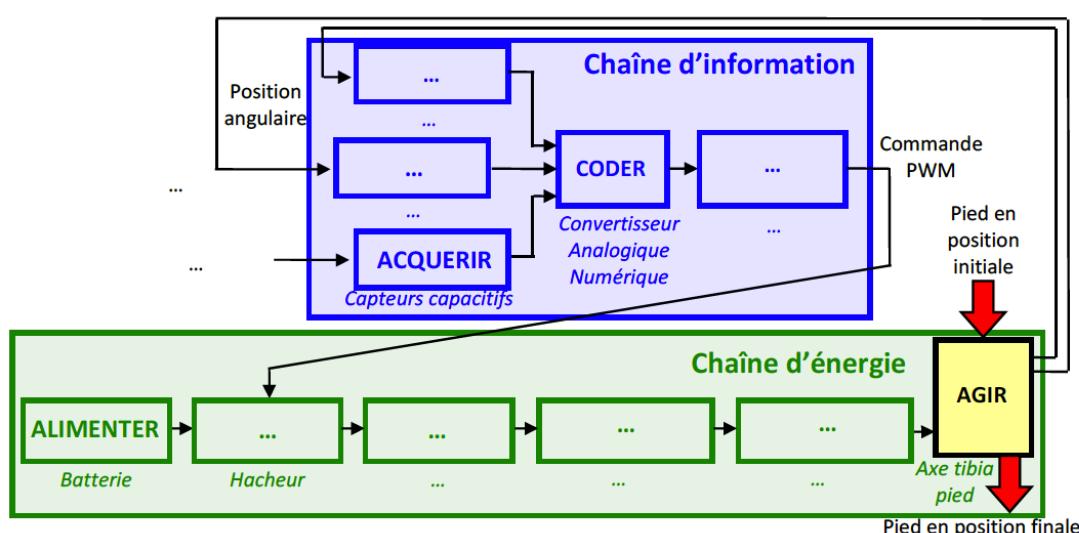
Des ressorts permettent d'ajuster également l'énergie mécanique fournie au pied artificiel. L'effort exercé par les ressorts est directement relié au couple exercé par l'actionneur.



Le système est constitué d'un ensemble de capteurs permettant d'acquérir différentes informations :

- un potentiomètre linéaire qui mesure l'allongement/écrasement du ressort,
- un codeur incrémental placé au niveau de l'articulation pied/tibia,
- plusieurs capteurs capacitifs disposés sous la semelle du pied au niveau du talon  $T_a$  et à l'avant du pied  $P$ .

**Q 4 : Compléter la chaîne structurelle d'information/énergie ci-dessous.**



## Exercice 3 : Analyse fonctionnelle d'un véhicule hybride

**Source :** Florestan Mathurin

### c) Introduction

Dans le contexte actuel d'économie des énergies fossiles et de réduction des émissions de gaz nocifs, le système de propulsion hybride constitue une alternative intéressante à la propulsion classique par moteur thermique seul car il permet de réduire la consommation.

La spécificité de la solution retenue sur la Prius consiste à :

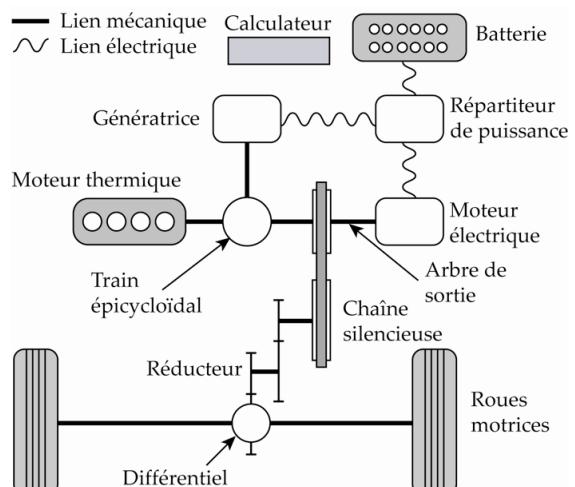
- Récupérer l'énergie du véhicule lors du freinage,
- Exploiter le moteur thermique à son rendement optimal.



### d) Modélisation structurelle

La technologie hybride de TOYOTA, nommée HSD (Hybrid Synergy Drive) associe un moteur thermique à essence et sa transmission, à deux machines électriques et une batterie de puissance.

Le schéma de principe ci-contre met en évidence les deux machines électriques (le moteur électrique et la génératrice) reliées au moteur thermique par un train épicycloïdal.



A partir de la position de la **pédale d'accélérateur** et de la vitesse du véhicule, le **calculateur** détermine la **vitesse de rotation optimale du moteur thermique** et la consigne d'ouverture du papillon des gaz. La puissance en sortie du moteur thermique est transmise, grâce à un **train épicycloïdal**, à la **chaîne silencieuse** et à la **génératrice**.

**Un asservissement en vitesse** de la génératrice permet de contrôler la vitesse de rotation du moteur thermique.

**Le répartiteur de puissance** gère les échanges de puissance électrique entre la **génératrice**, le moteur électrique et la batterie.

Le **moteur électrique** entraîne la chaîne silencieuse, seul ou en complément du moteur thermique. Il récupère également l'énergie cinétique ou potentielle du véhicule lors des phases de ralentissement.

**Q 5 : Compléter le diagramme chaîne d'information/chaîne d'énergie.**

