

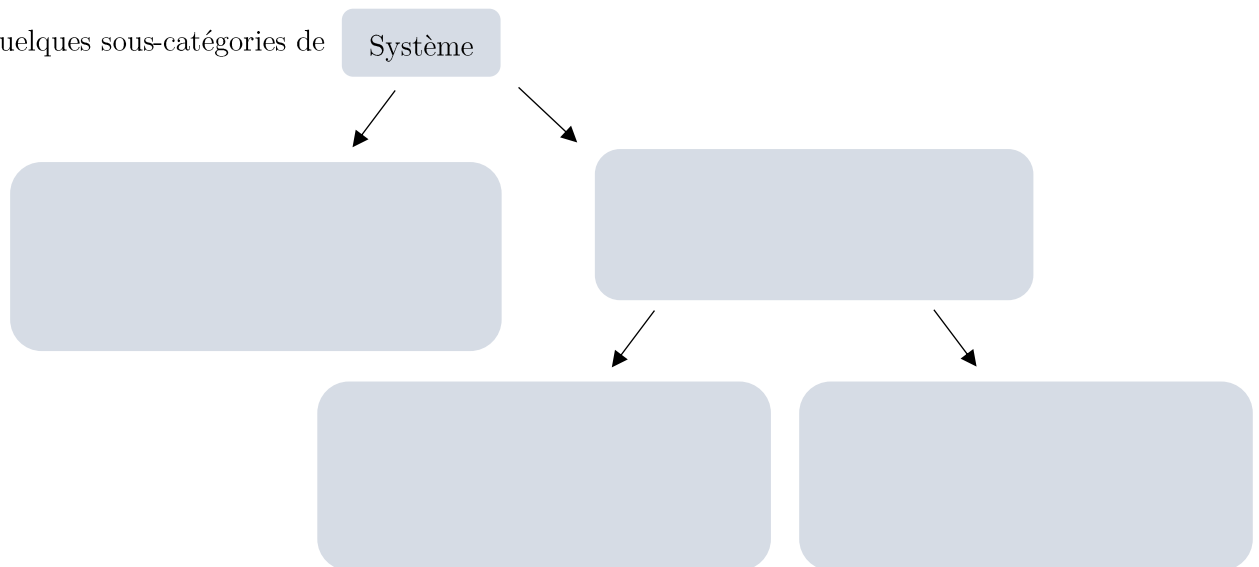
Cours 1.1 – Introduction à l'ingénierie système

Ingénierie système : Approche scientifique interdisciplinaire permettant l'élaboration de systèmes complexes.

I – Notion de système

- **système** = ensemble d'éléments qui interagissent pour accomplir une finalité commune.

Quelques sous-catégories de



- **système complexe** = système constitué d'une multitude d'éléments faisant appel à différents domaines scientifiques.



On parle système complexe *pluritechnologique*

Exemple : véhicule moderne

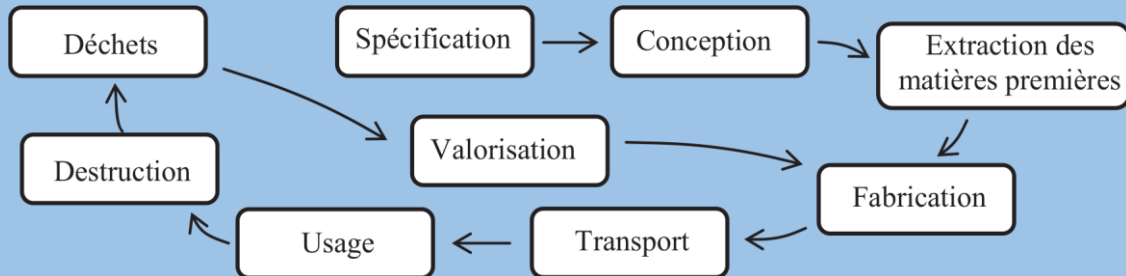
- Motorisation
- Chaîne de transmission de puissance (boîte de vitesse, embrayage, différentiel, ...)
- Circuits électriques et hydrauliques (direction assistée, freinage, anti-patinage, contrôle actif de trajectoire, ...)
- Système d'aération, climatisation
- Système de suspension
- Organes de sécurité (parechocs, airbags, ...)
- etc ...



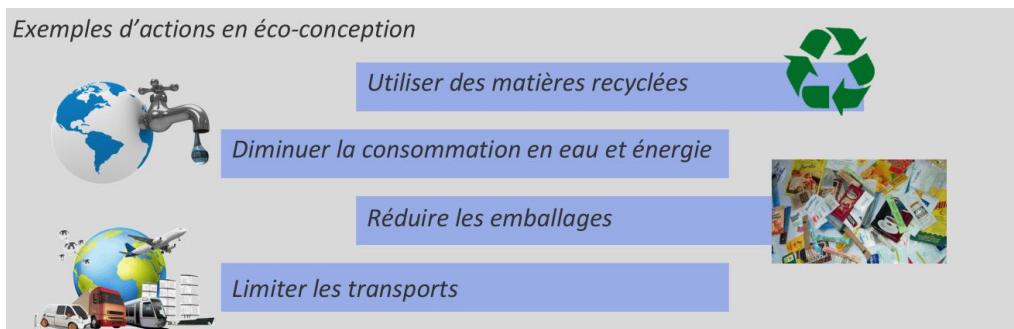
II – Cycle de vie d'un produit

L'ingénierie système prend en compte la globalité du cycle de vie du système étudié, en incluant désormais une démarche d'écoconception.

Cycle de vie : Toutes les étapes de la vie d'un système, parmi lesquelles :



L'analyse du cycle de vie (norme ISO 14040), a pour objectif de réduire l'impact environnemental lors de toutes les étapes du cycle de vie d'un système. Cette approche désormais indispensable en ingénierie offre la possibilité d'agir à différents niveaux :



Avec l'accroissement de la complexité des systèmes, il est désormais nécessaire de *modéliser tout ce qui se rapporte au produit* : structure, comportement, attentes des clients, etc. Le **langage SysML**, abordé dans la suite, est l'outil privilégié dans cette optique.

III – Le langage SysML



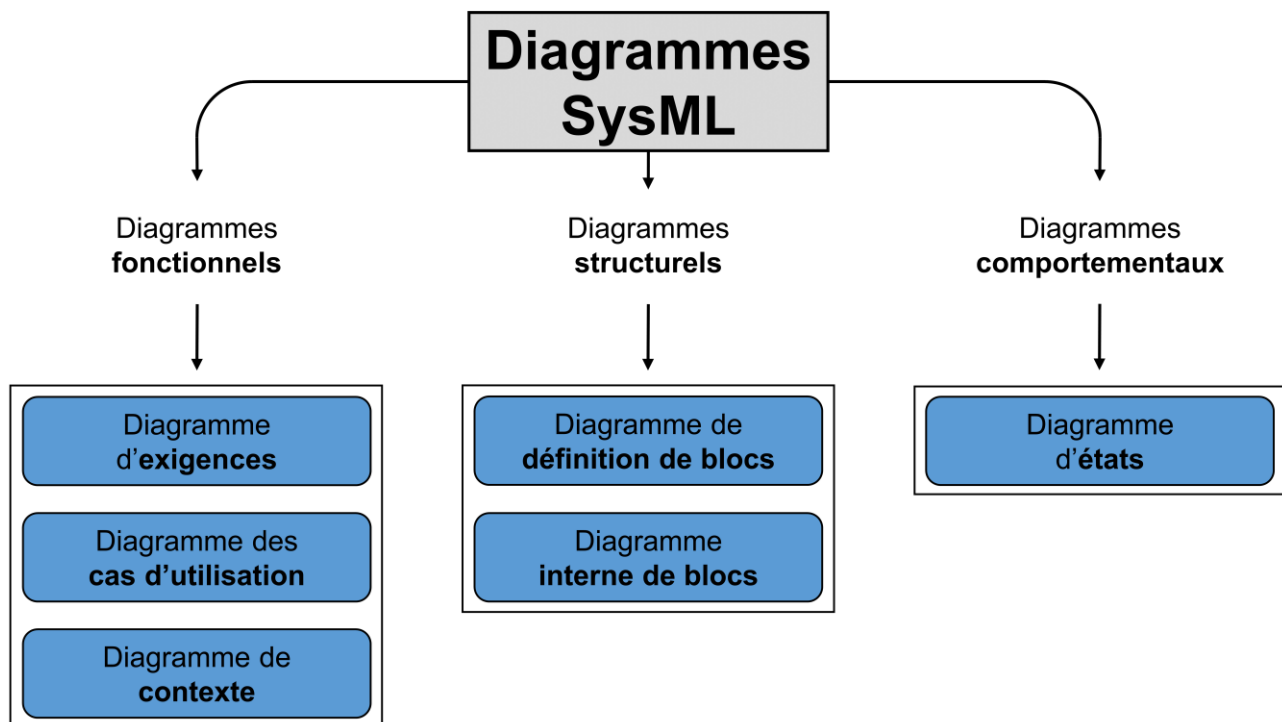
Pourquoi SysML ?

- Le travail des ingénieurs est collaboratif → besoin d'un langage commun
- Tout le monde doit être au courant des évolutions en temps réel → langage informatisé

Le langage SysML abordé en CPGE n'est en fait qu'une série de diagrammes adaptés aux différentes étapes du cycle de vie du système. Ces diagrammes peuvent être classés en trois familles :

- **Les diagrammes fonctionnels**
description de la finalité du système (à quoi ça sert ?)
- **Les diagrammes structurels**
description de la structure du système (comment c'est fait ?)
- **Les diagrammes comportementaux**
description du fonctionnement du système (comment ça marche ?)

En CPGE, six diagrammes sont proposés à la lecture (il faut savoir les lire, les compléter) :



Ces diagrammes sont utilisés dans les sujets de concours
devront être utilisés en présentation de TP / TIPE

1) Approche fonctionnelle

a) définition de la frontière de l'étude

Diagramme de contexte

Il définit les frontières de l'étude en énonçant les **éléments du milieu environnant** en relation avec le système placé au centre.

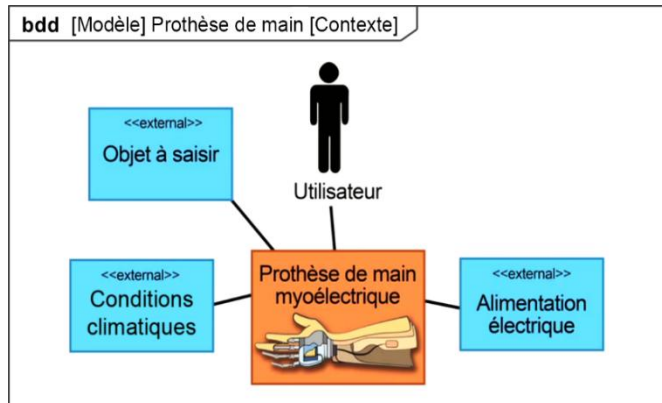


Diagramme de contexte d'une prothèse de main myoélectrique

- **milieu environnant** = tous les éléments extérieurs, en relation avec le système
 - les acteurs humains qui peuvent être confrontés au système
 - la/les sources d'énergie extérieures
 - les éléments matériels susceptibles d'être en relation avec le système.



- On appelle **matière d'œuvre**
- On appelle **valeur ajoutée**

Exemple : Robot aspirateur



Diagramme des cas d'utilisation (uc : use case diagram)

Il précise la ou les **fonctions** réalisées par le système en lien avec ces acteurs.

On peut choisir de faire apparaître uniquement la fonction principale ou de lister plusieurs fonctions correspondant à différents cas d'utilisation.

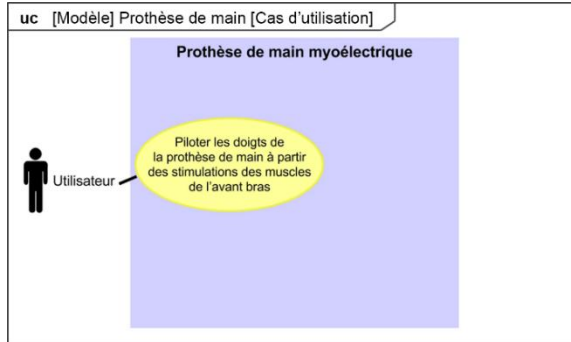


Diagramme de cas d'utilisation simple

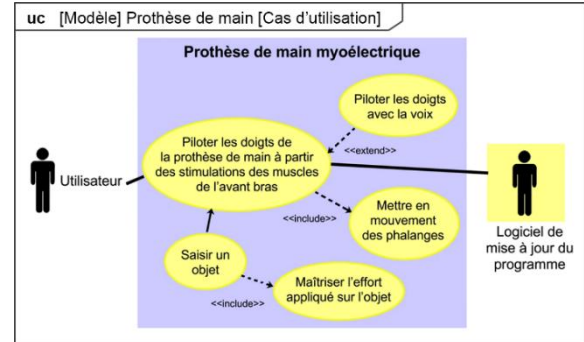


Diagramme de cas d'utilisation détaillé

b) définition des exigences

Diagramme des exigences (req : requirement diagram)

Il décrit les **exigences**, c'est-à-dire ce qui est attendu du système. Une exigence est une fonction que devra réaliser le système ou une condition de performance technique, physique, de sécurité, de fiabilité, d'ergonomie, d'esthétisme...

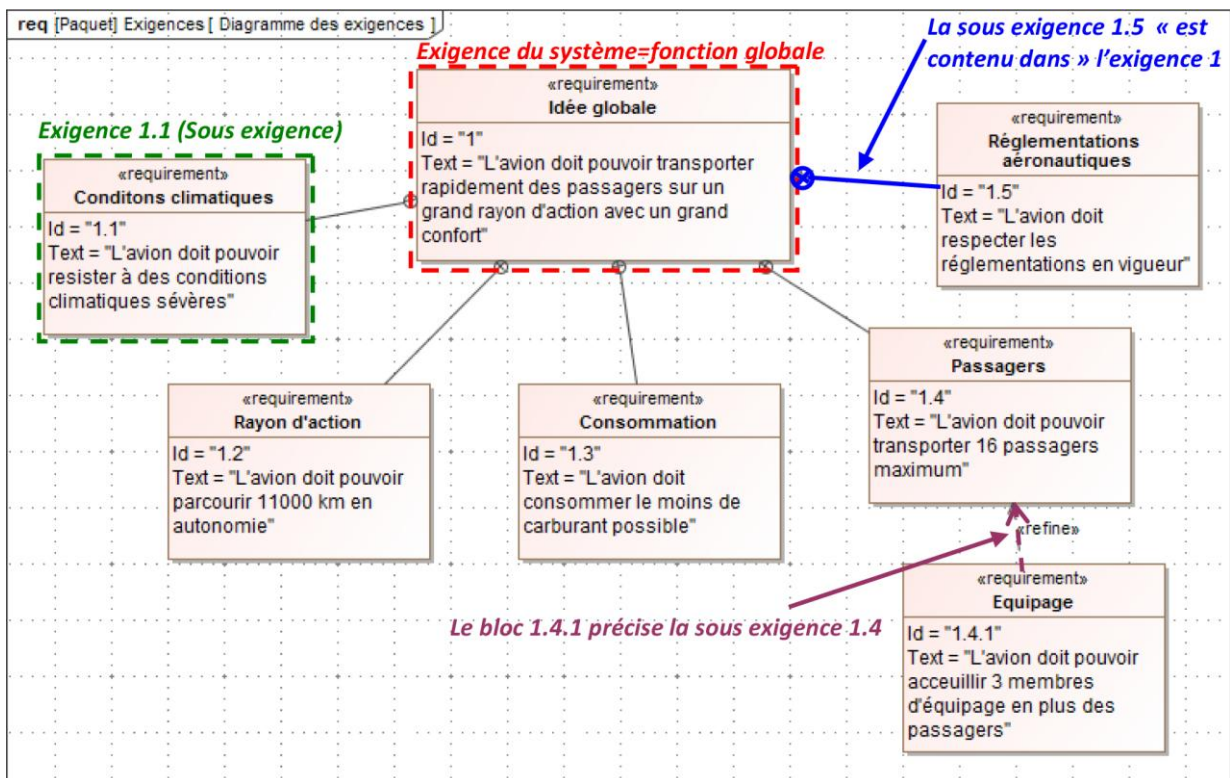
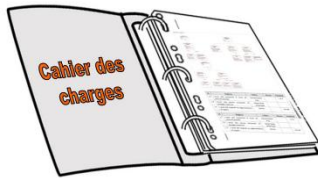


Diagramme des exigences (partiel) de l'avion Falcon 7X



Ce diagramme est construit à partir des exigences répertoriées dans le **Cahier des Charges Fonctionnel**, le document contractuel rédigé par les différents acteurs du projet ainsi que le client.

Cahier des charges fonctionnel (CdCf) :

- Document répertoriant les exigences sous forme de tableau
- C'est un document contractuel

Exigences	Critères	Niveaux
Transporter des passagers	Rayon d'action	11000 km
	Nombre de passagers	16 passagers
...	...	...



CdCf (partiel) de l'avion Falcon 7X

2) Approche structurelle

Diagramme de définition de blocs (bdd : block definition diagram)

Il décrit l'architecture matérielle du système en faisant **l'inventaire de ses composants**. Les blocs peuvent parfois également donner le détail de certaines caractéristiques du composant cité.

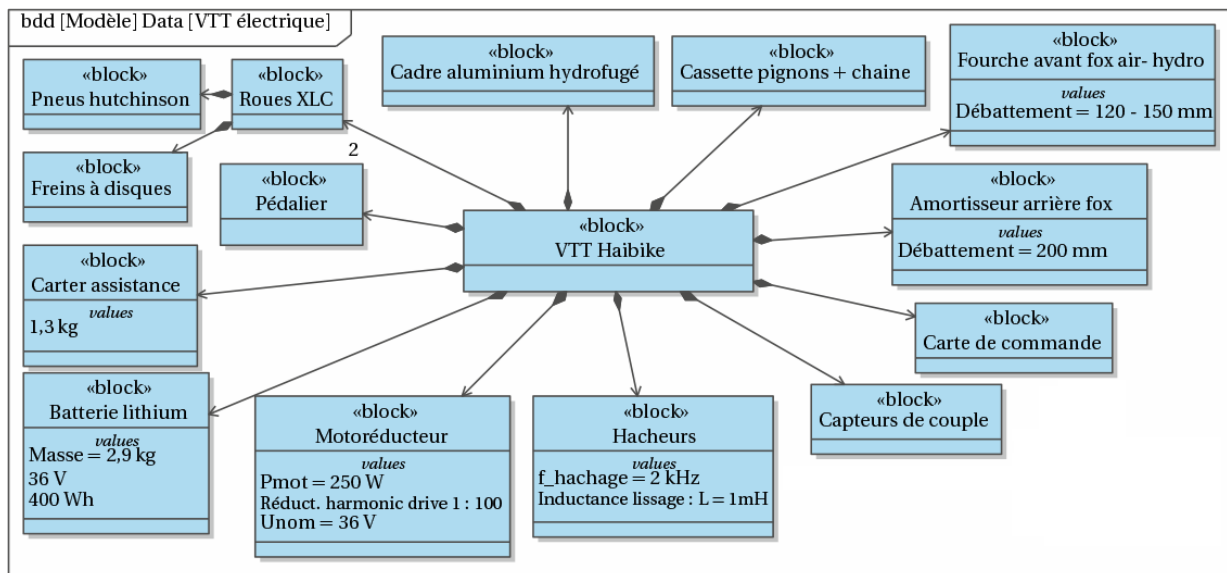


Diagramme de définition de blocs du VTT électrique SDuro Haibike

Diagramme interne de blocs (ibd : internal block diagram)

Il décrit l'architecture matérielle du système en mettant l'accent sur les interactions entre les blocs et sur **les échanges de flux d'information, de matière et d'énergie**.

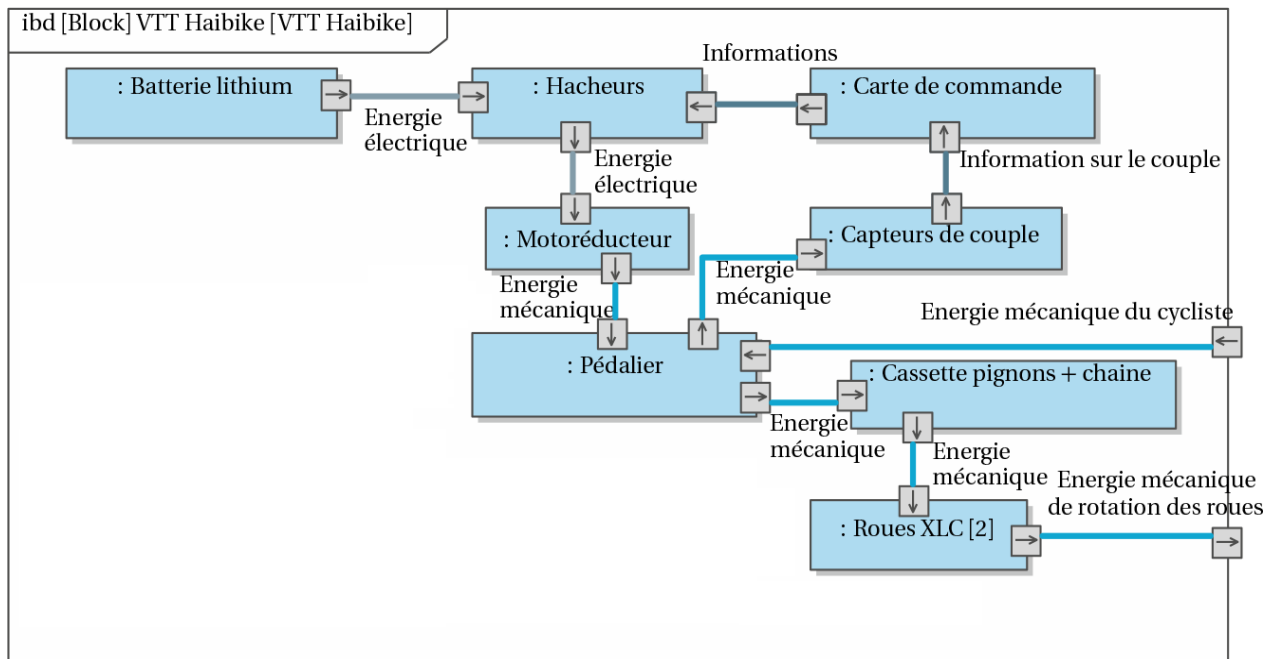


Diagramme interne de blocs du VTT électrique SDuro Haibike

3) Approche comportementale

Diagramme d'états (stm : state machine diagram)

Il décrit la succession des **états** possibles du système ainsi que les **événements déclencheurs** pour passer d'un état à un autre. Ce diagramme est directement transposable en algorithmes.

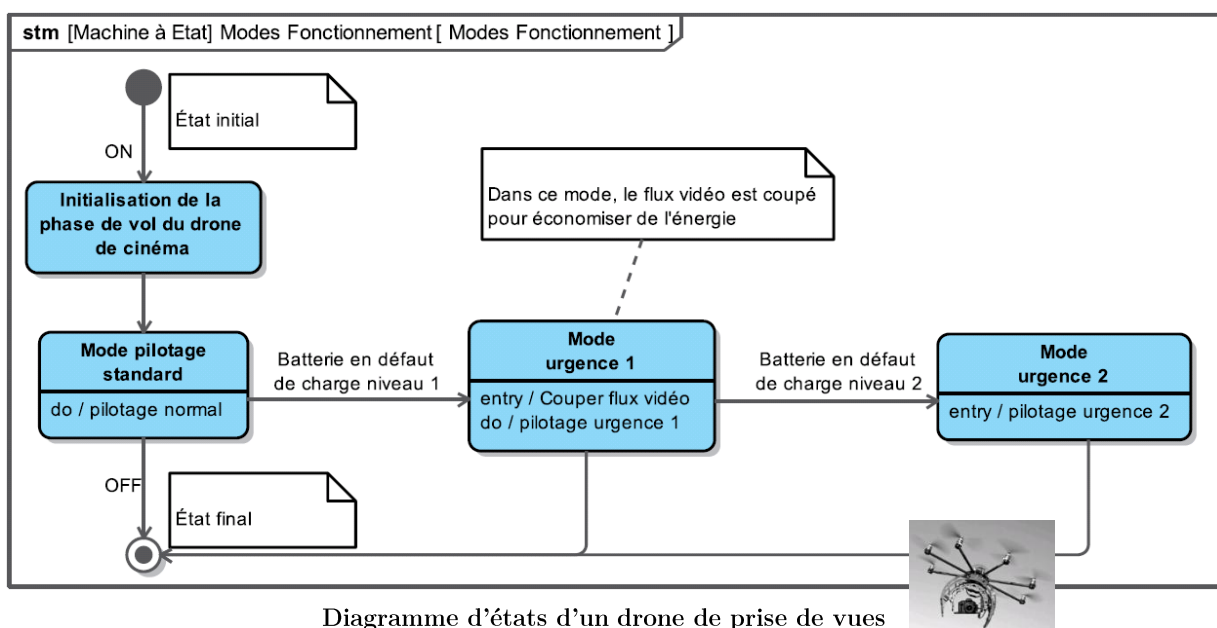


Diagramme d'états d'un drone de prise de vues

Ce diagramme sera étudié en détail au cycle 9