

Le langage SysML

Compétences attendues :

- ✓ Décrire le besoin et les exigences.
- ✓ Traduire un besoin fonctionnel en exigences.
- ✓ Définir les domaines d'application et les critères technico-économiques et environnementaux.
- ✓ Qualifier et quantifier les exigences.
- ✓ Évaluer l'impact environnemental et sociétal.
- ✓ Isoler un système et justifier l'isolement.
- ✓ Définir les éléments influents du milieu extérieur.
- ✓ Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.
- ✓ Associer les fonctions aux constituants.
- ✓ Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.
- ✓ Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.
- ✓ Caractériser un constituant de la chaîne d'information.

- ✓ **Savoir lire un diagramme SysML**

Le rôle du langage SysML

SysML → langage de modélisation (System Modeling Language) spécifique au domaine de l'Ingénierie Système.

→ spécification, analyse, conception, vérification et validation des systèmes et sous-systèmes.

→ tous les acteurs → parlent → même langage

→ documenter les projets faisant intervenir de nombreux acteurs de différents génies.

Adapté aux grands projets (transport, infrastructure) et utilisé par des groupes comme Airbus, Alstom, Peugeot, EADS ...

SysML dérive d'UML (Unified Modeling Language) centré sur l'ingénierie logicielle.

Le rôle du langage SysML

Il ne faut pas confondre :

- **Méthode Ingénierie Système** avec les **outils** comme **SysML** favorisant la mise en place du processus IS,
- **SysML n'est pas une méthode.**
- Un **système** (modèle réalisé) avec son **instance** (un système particulier réel correspondant au modèle).

Par exemple : système = Motocyclette ← Instance = Honda Gold Wing 1832 cc.

Structure

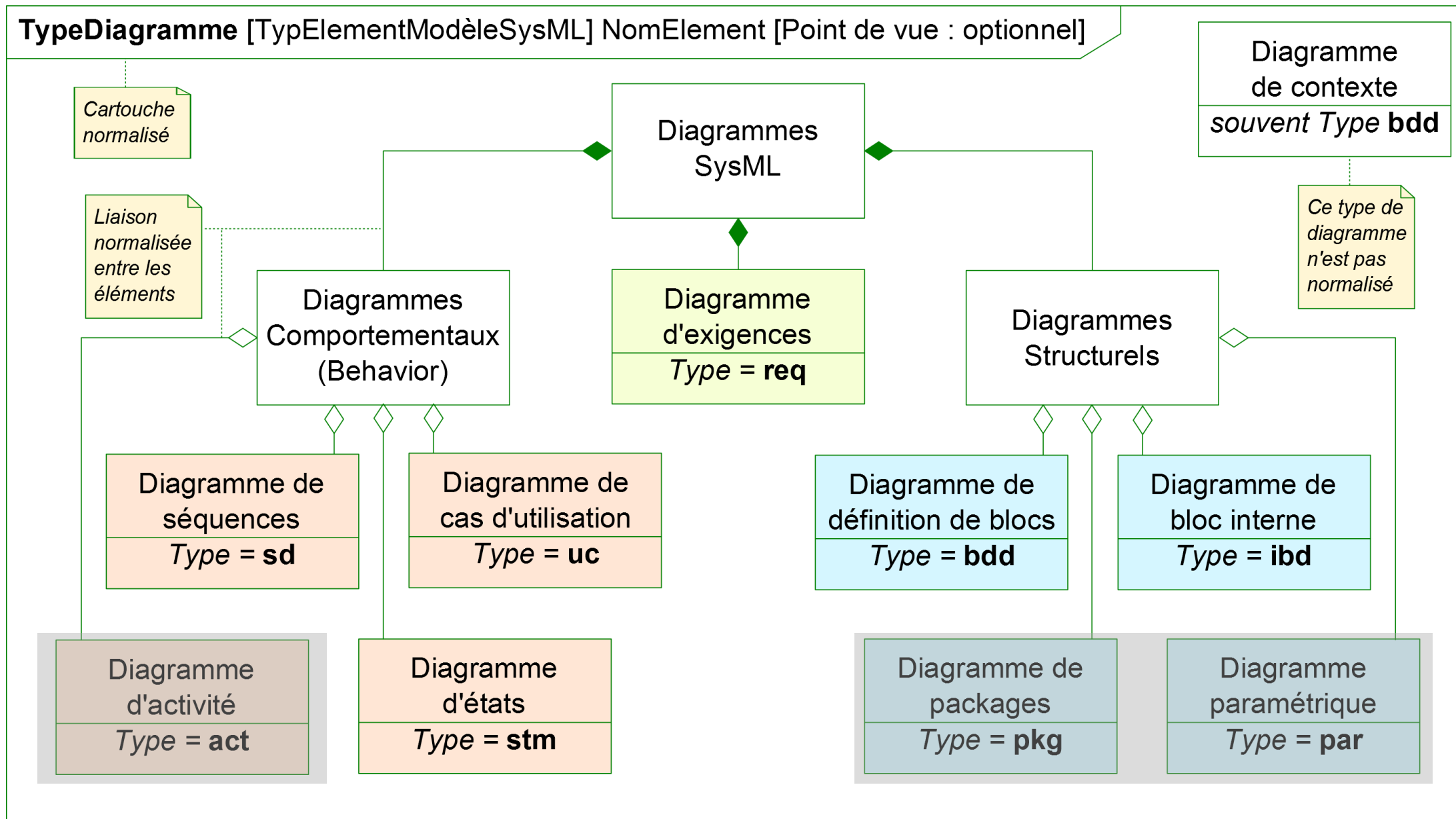
SysML → **graphique**.

9 Diagrammes → Décrire les **exigences** attendues ou imposées
→ Décrire la **structure** du système
→ Décrire le **comportement** souhaité selon **différents points de vue**

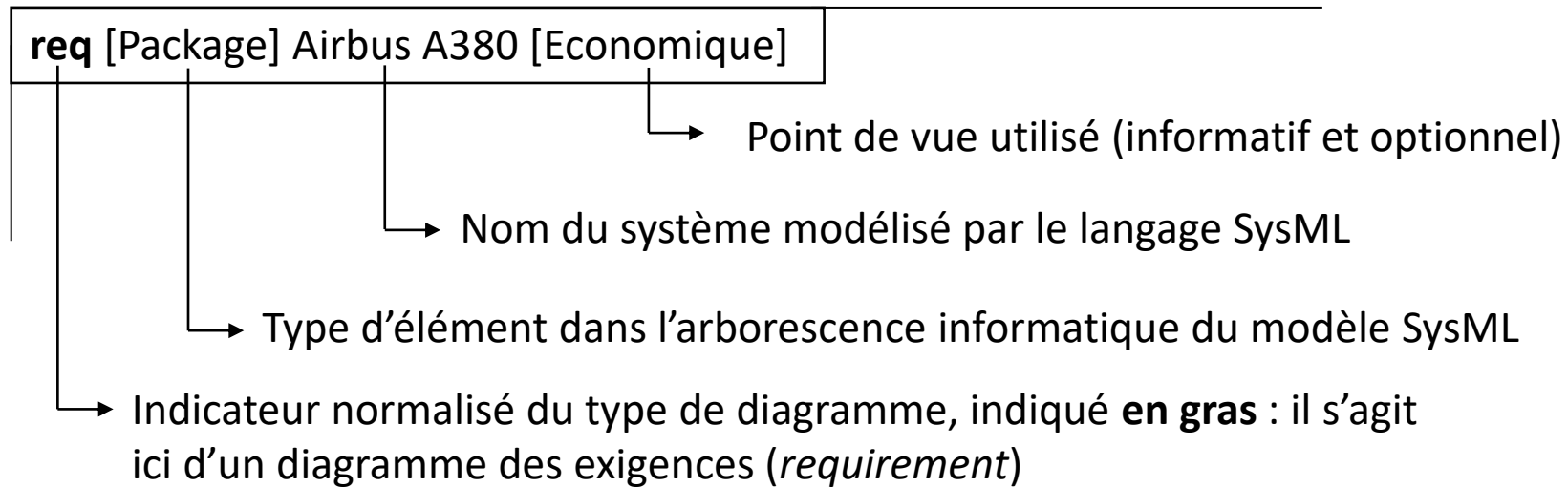
Diagrammes & éléments → interconnectés par des liens.

Pas d'ordre dans les diagrammes (enrichis par chaque acteur, au fur et à mesure de l'avancement de l'étude)

Structure



Structure Cartouches



DRONE DE CINEMA



DRONE DE CINEMA



THE FIRST ALL DJI 2.4G FULL HD DIGITAL VIDEO DOWNLINK



DRONE DE CINEMA

CINE-DRONE

























contact@cine-drone.fr

www.cine-drone.fr

DRONE DE CINEMA



DRONE DE CINEMA

	La station spécialisée de système Multirotor de pilotage automatique		La station spécialisée de système Multirotor de pilotage automatique		un algorithme industriel de contrôle de vol
	Rapide GPS Acquisition / étalonnage de la boussole Simple		Google map 3D		donne de vol en temps réel
	Failsafe Automatique / déclenchement Go Home		Mode clavier et joystick		interface personnaliser
	Appuyer & il y va		Vol automatique B.V.R.		retour zone de decollage automatique
	50 point d'intérêts		temps de passage sur les points d'intérêts		2 points d'intérêts du mode d'affichage de l'altitude
	reglage personnaliser des contrôle de voies		Réglage de la définition de l'itinéraire		Modification itinéraire de vol en temps réel
	contrôleur de channel F		édition relative des coordonnées		simulation de la mission de vol
	transférer & téléchargement des mission de vol				

DRONE DE CINEMA

Caractéristiques	Modèle S	Modèle L	Modèle XL
Moteurs	6 rotors 15 A - 12 V	8 rotors 30 A - 12 V	8 rotors 60 A - 12 V
Charge embarquée	Jusqu'à 1,5 kg	Jusqu'à 2,3 kg	Jusqu'à 5 kg
Charge maximale	3 kg	5 kg	14 kg
Exemple de caméra	Go-Pro 2	Black Magic	Red Epic
Vent maximal	25 km/h	35 km/h	65 km/h
Durée de vol maximale	12 min	8 min	5 min

DRONE DE CINEMA

Drone

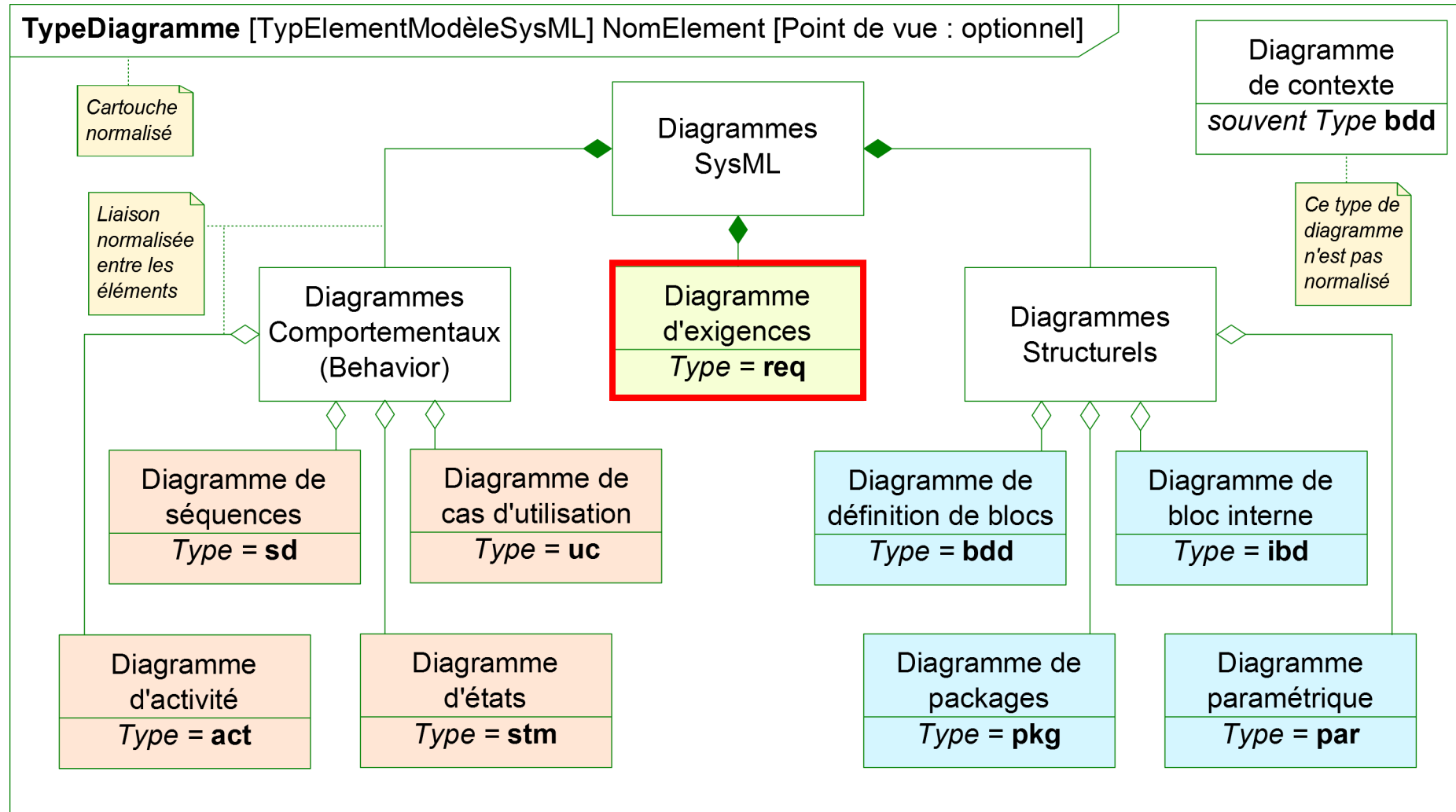
Drone 8 moteurs 60A équilibrés dynamiquement
Chassis carbone tube diamètre 15mm incassable
Hélices de précision 13" équilibrées
Contrôleur de vol, GPS et
Télémétrie LCD (info batterie, position, altitude, ...)
Radio-commande pilote MX 20
Transmetteur vidéo 5,8GHz 10mW
Station de monitoring 9P
12 batterie 6S 5000mAh
Chargeur de batterie 4x6S
Testeur de batterie
Kit d'entretien
Hélices de rechange
Certificat de conformité au type

Nacelle

Nacelle 3 axes (pan, tilt, roll) gyeostabiliser
Radio-commande cadreur MX16
Transmetteur vidéo 5,8GHz 10mW
Station de monitoring 9P
4 batterie 2S 2100mAh
Chargeur de batterie 4x6S
Testeur de batterie
Kit d'entretien
Certificat de conformité au type

Systeme souhaité

Diagramme des exigences (req)



Systeme souhaité

Diagramme des exigences (req)

Exigence → spécifier → **fonction que doit assurer le système.**

Les exigences établissent le contrat entre client et réalisateur du futur système (CdCF).

→ Organisées de haut en bas (général au particulier) + un chiffre ordonne les exigences (niveau hiérarchique)

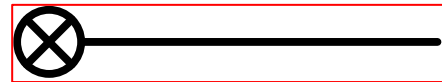
« Quelles sont les exigences auxquelles le système doit répondre ? »

Systeme souhaité

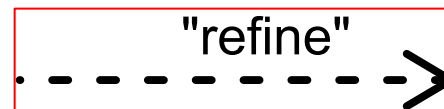
Diagramme des exigences (req)

Liens entre les exigences :

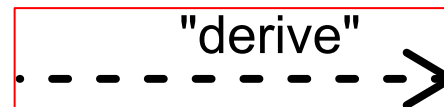
- Contenance → décomposer une exigence composite en plusieurs exigences unitaires



- Raffinement ("**refine**") → ajout de précisions (ex, données quantitatives)

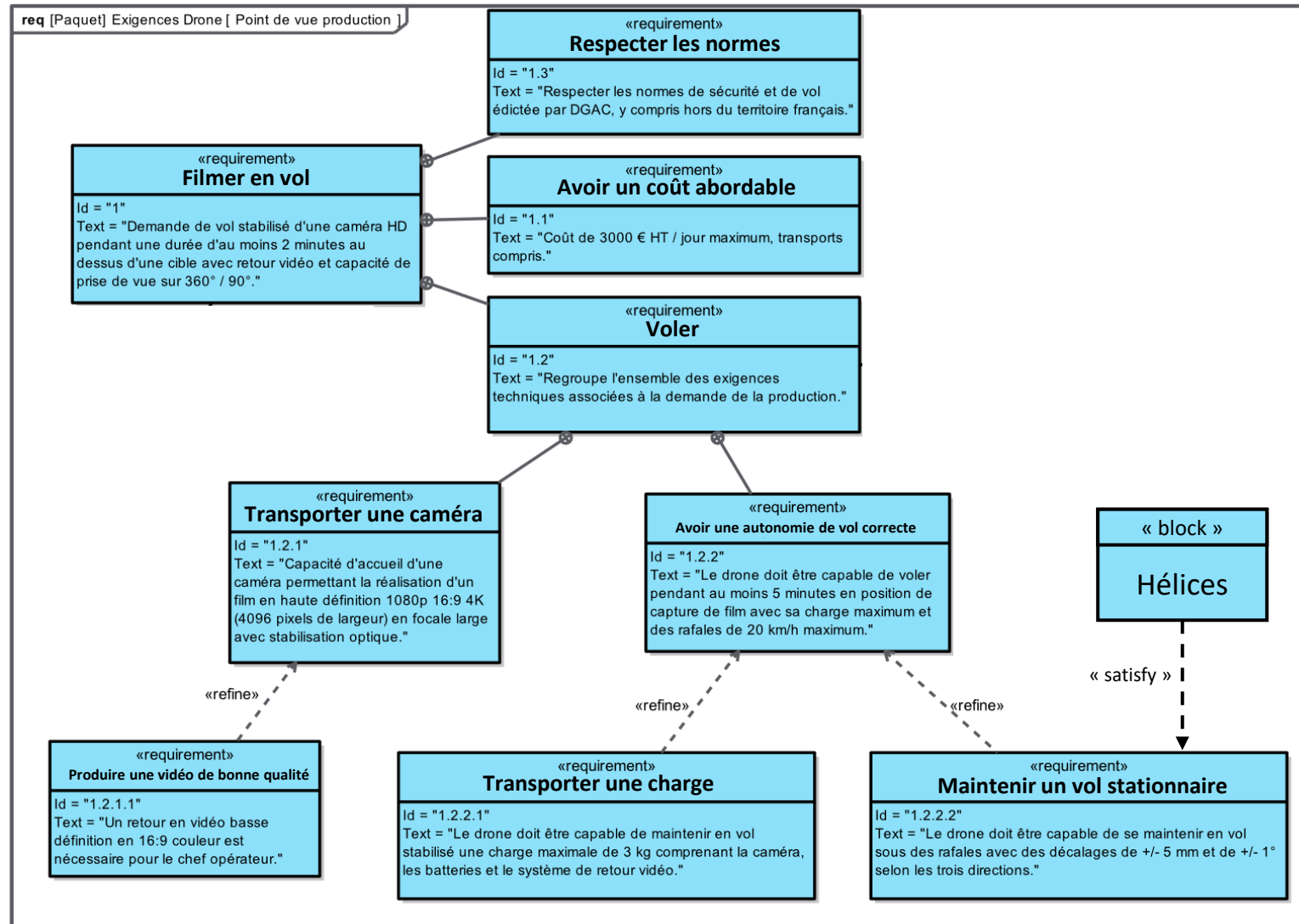


- La dérivation ("**deriveReq**") → relier des exigences de niveaux différents



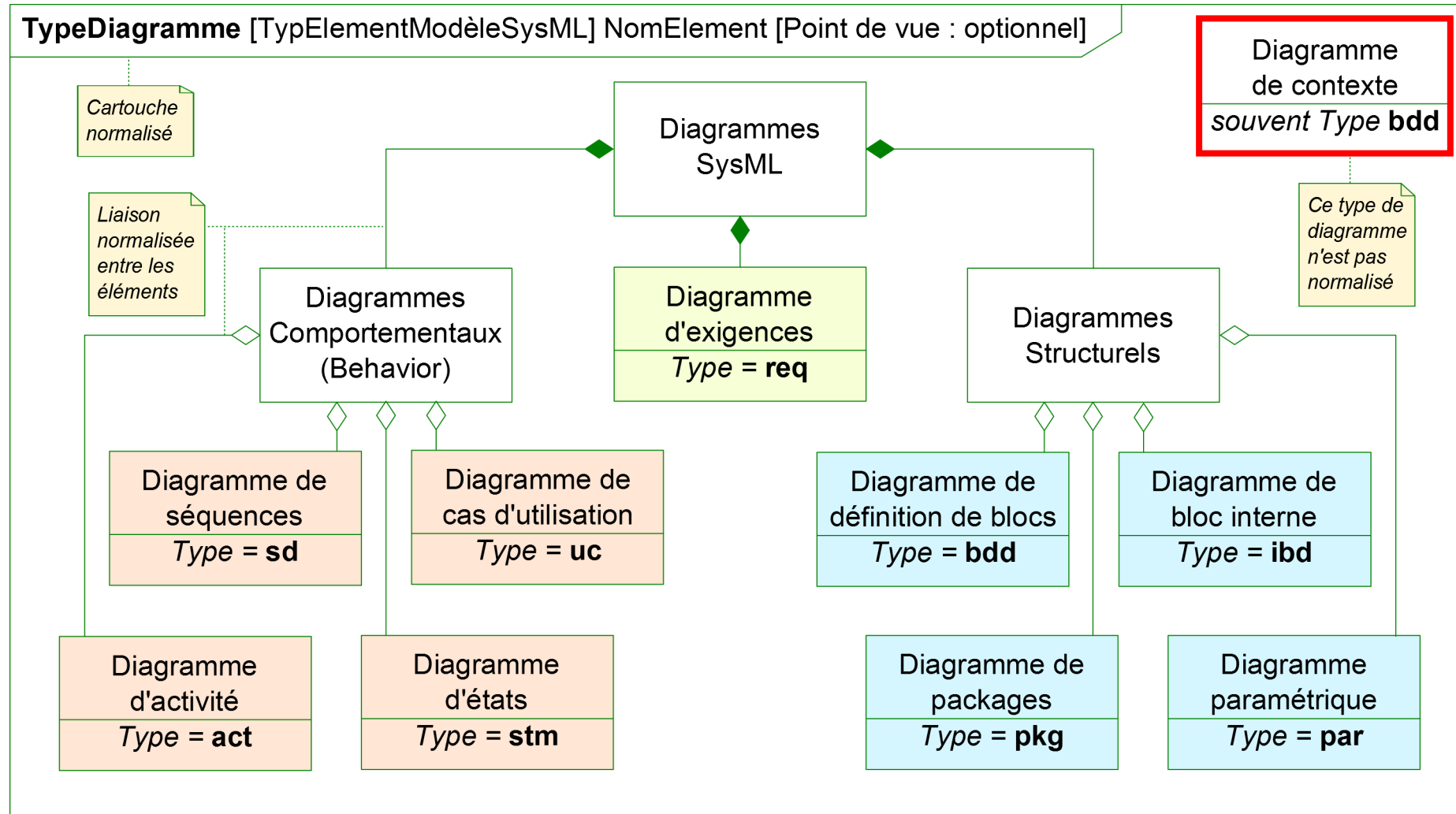
Systeme souhaité

Diagramme des exigences (req)



Systeme souhaité

Diagramme de contexte



Systeme souhaité

Diagramme de contexte

Dans une **phase d'utilisation définie**, le **diagramme de contexte** permet de définir les **frontières de l'étude** et précisant les **différents interacteurs du milieu extérieur avec le système**.

EME 1 – verbe d'action – EME 2

« Quels sont les acteurs et éléments environnants du système ? »

Remarque : Si on a X fois un même élément extérieur, un nombre X (multiplicité) est noté en bout de connecteur de l'EME avec le système.

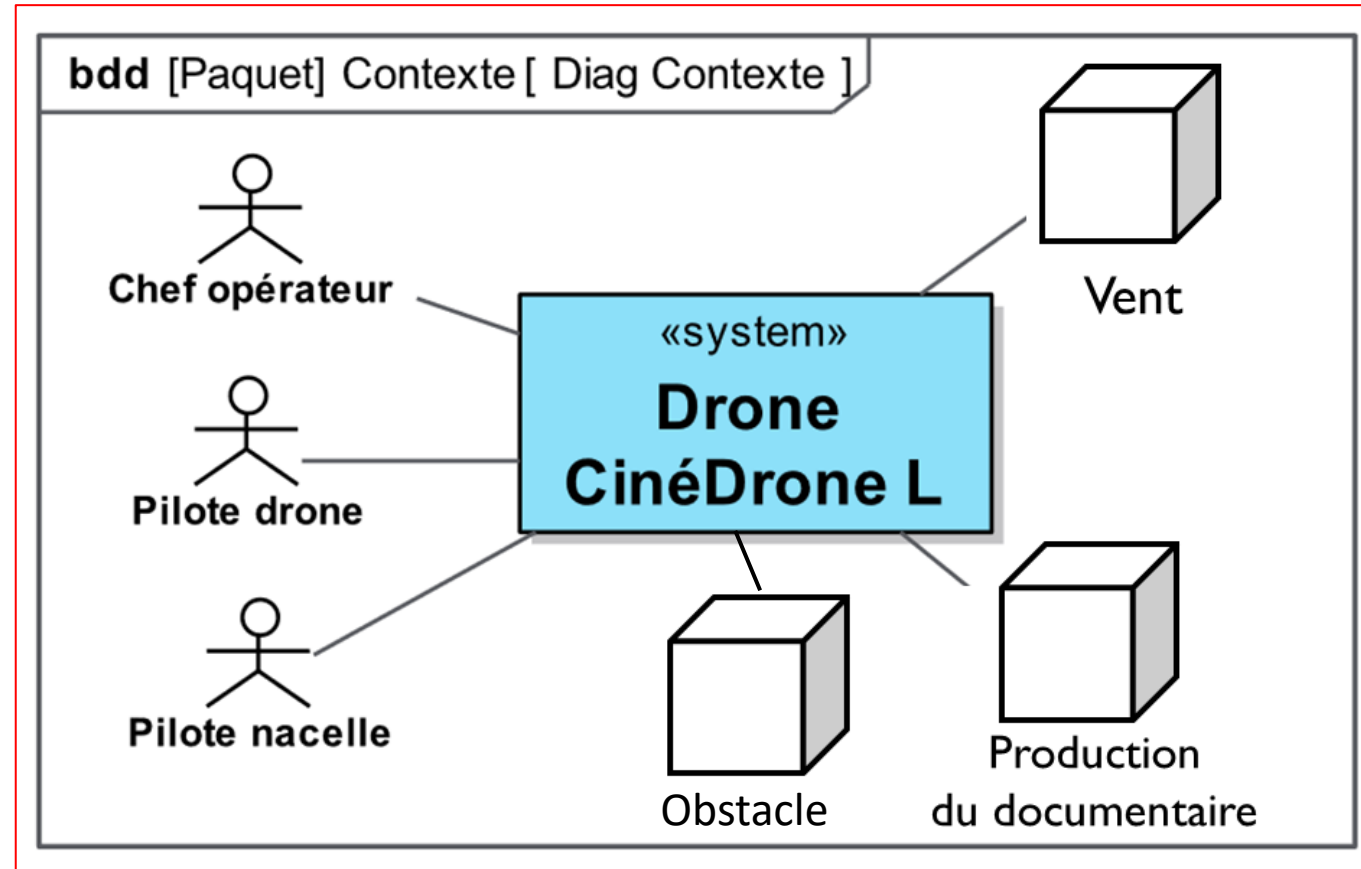
Systeme souhaité

Diagramme de contexte

« Quels sont les acteurs et éléments environnants du drone de cinéma ? »

Systeme souhaité

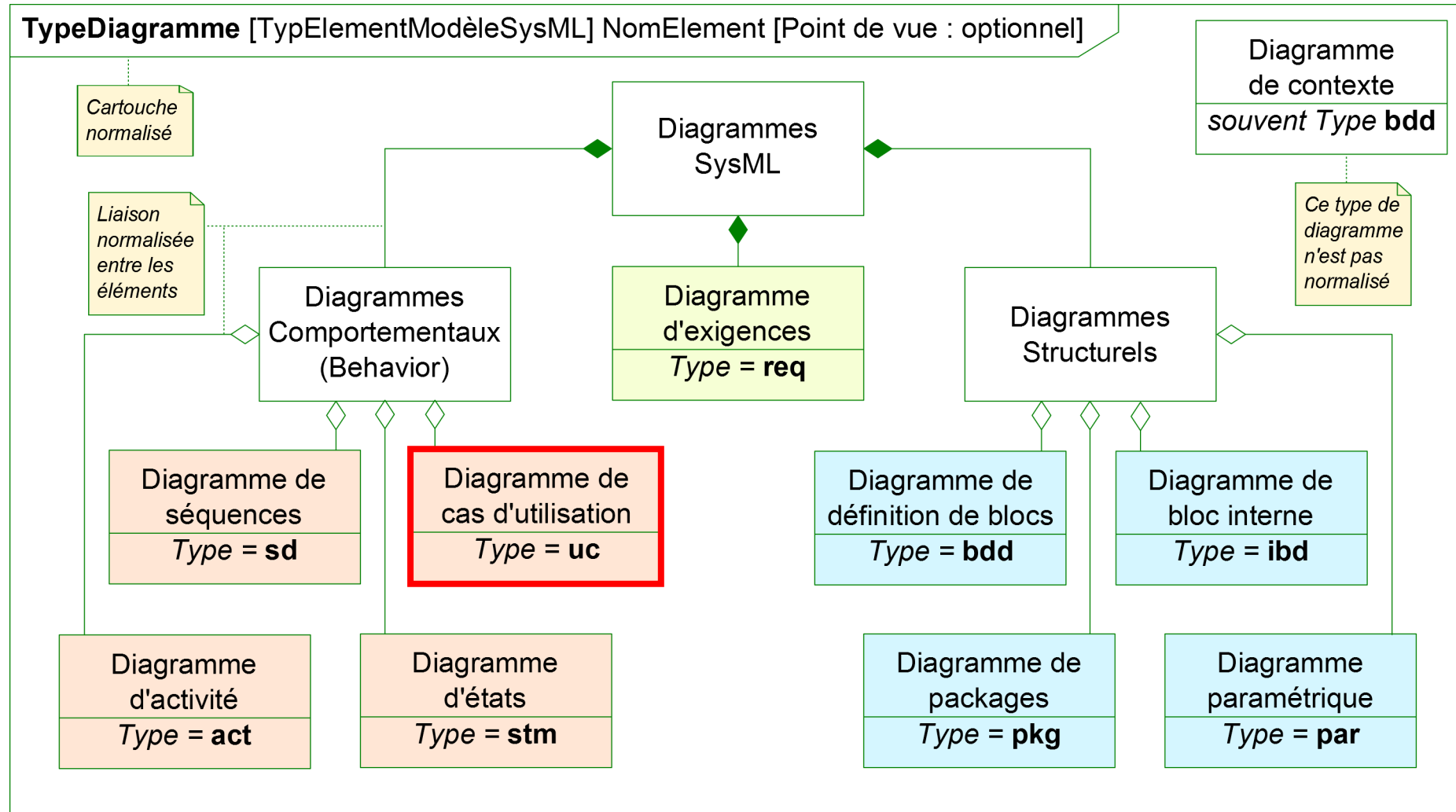
Diagramme de contexte



Remarque : Les liens montrent des échanges qui à ce stade, ne sont pas encore définis.

Systeme souhaité

Diagramme des cas d'utilisation (uc)



Systeme souhaité

Diagramme des cas d'utilisation (uc)

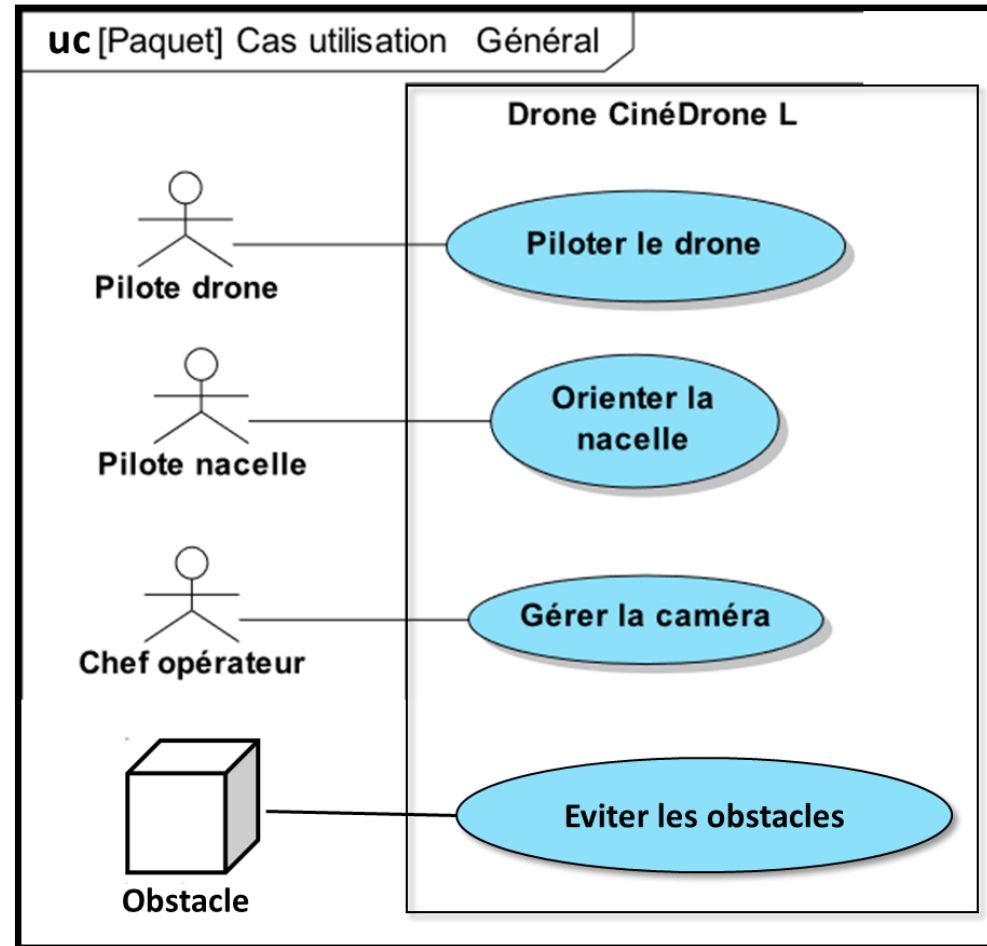
Le diagramme des cas d'utilisation permet de montrer les fonctionnalités du système en précisant dans des bulles les cas d'utilisation.

« Quels services rend le système ? »

Remarque : L'énoncé d'un cas d'utilisation doit se faire **hors technologie**, puisqu'il est défini en termes de résultats attendus.

Systeme souhaité

Diagramme des cas d'utilisation (uc)

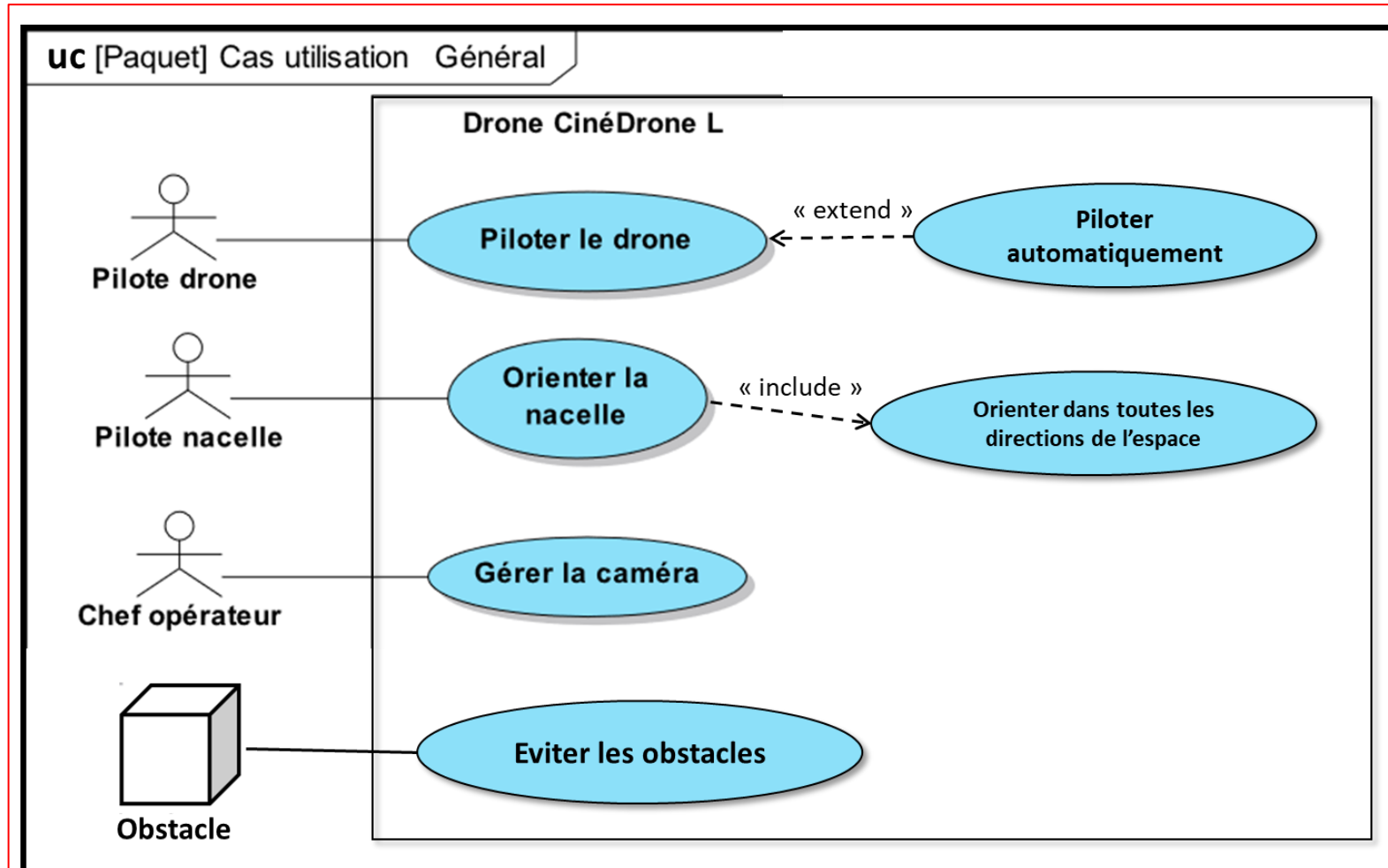


Attention : Il n'est pas nécessaire ici de mettre les cas d'utilisation correspondant à l'installation du drone ou d'entretien du drone.

Systeme souhaité

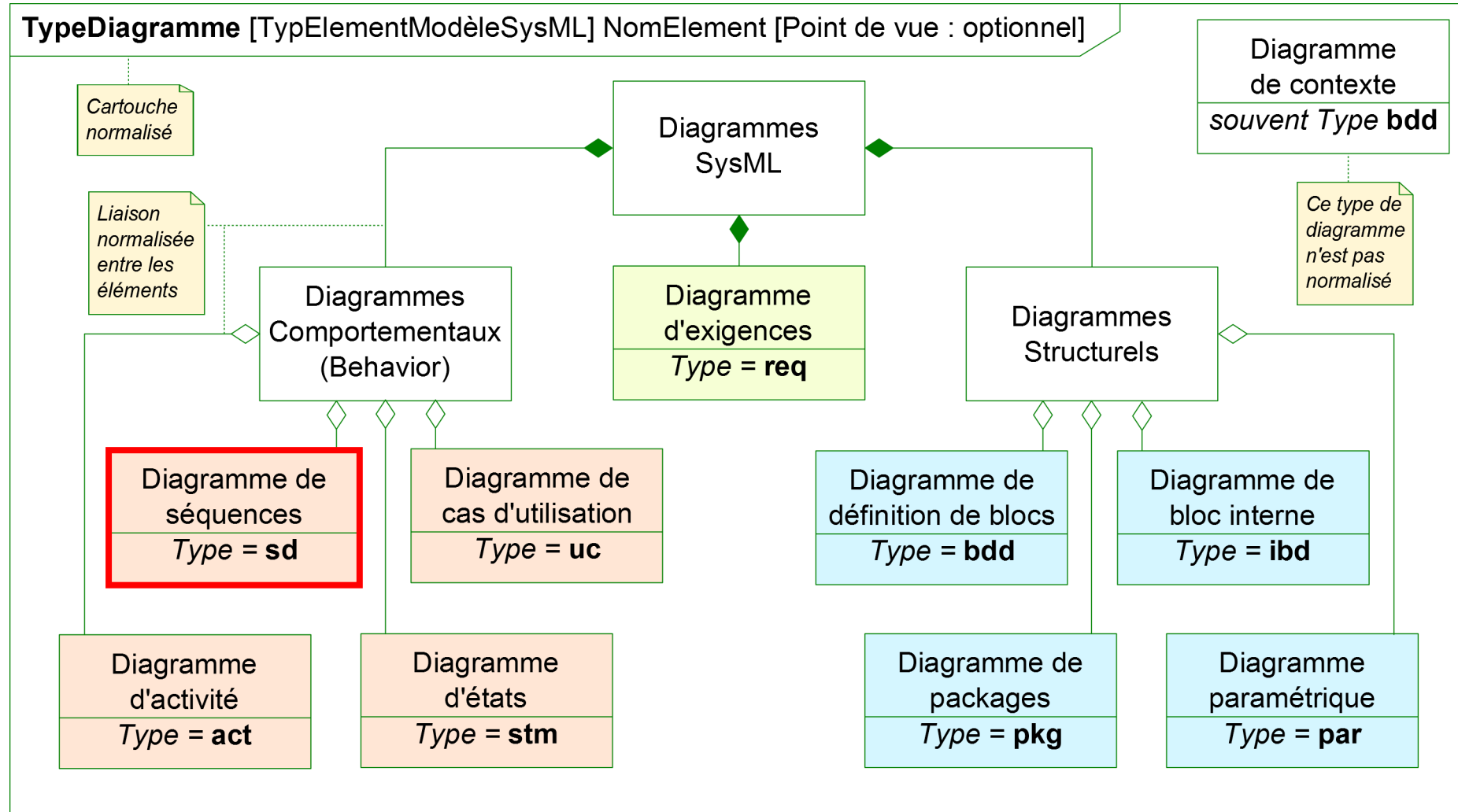
Diagramme des cas d'utilisation (uc)

Remarque : En rajoutant des liens « **include** » et « **extend** », cela aurait pu donner :



Systeme souhaité

Diagramme des séquences (sd)



Systeme souhaité

Diagramme des séquences (sd)

Le diagramme de séquence permet de décrire les scénarios correspondant aux cas d'utilisation.

Lecture chronologique (de haut en bas selon des lignes de vie)

Montre les interactions entre différents éléments d'un point de vue séquentiel, enchainement et nature des échanges.

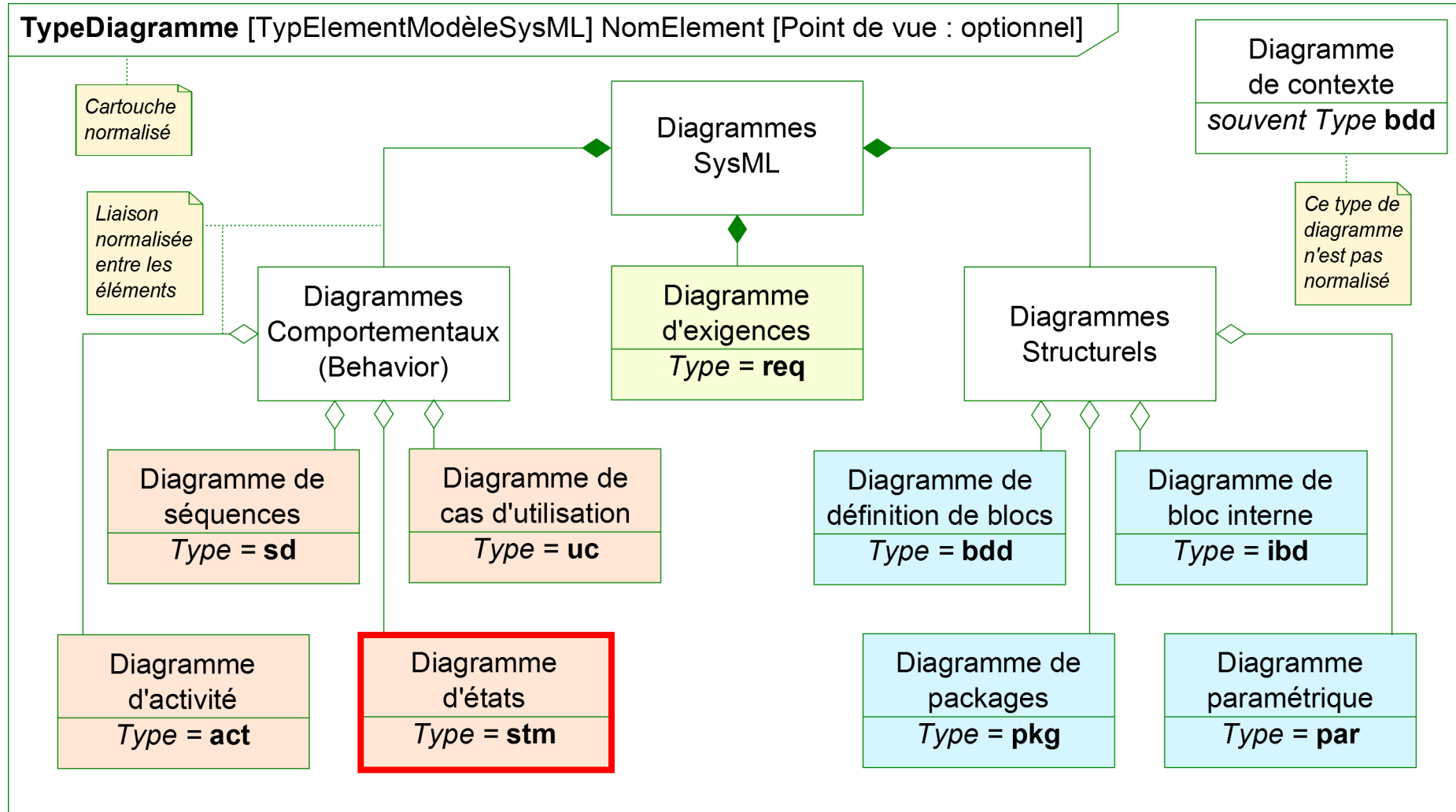
« messages » (flèches) → éléments de communication entre les lignes de vie.

A tout cas d'utilisation correspond au moins un diagramme de séquence.

« Comment est réalisé ce cas d'utilisation ? »

Systeme souhaité

Diagramme d'états (stm)



Systeme souhaité

Diagramme d'états (stm)

Diagramme d'états → décrire le fonctionnement d'un programme → machine d'états.

Il montre les différents états pris par le système (ou un sous-système) en fonction des interactions.

« Comment représenter les différents états du système ? »

Les **états** sont **encadrés**, les **évènements** sont représentés avec des **flèches** et un texte les décrit.

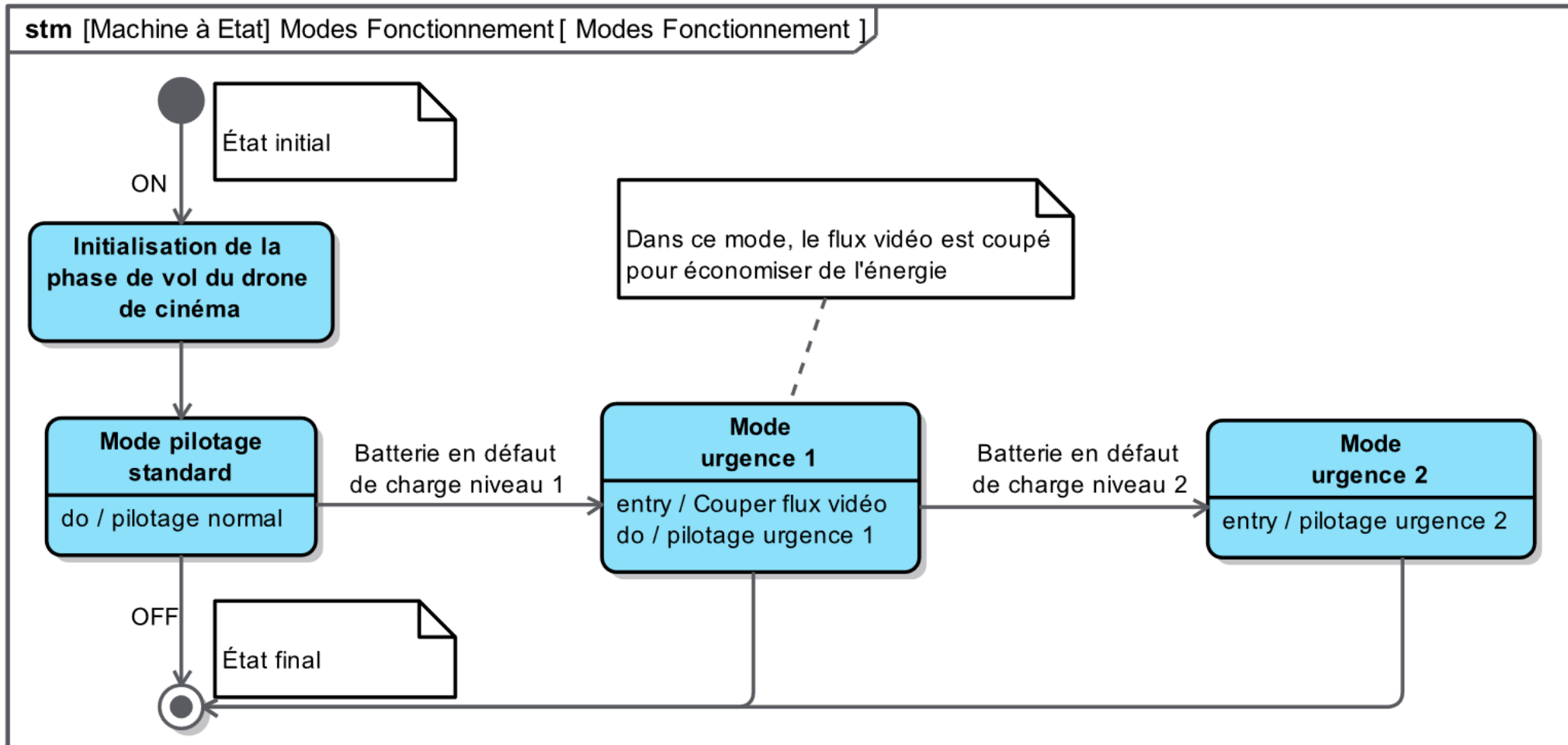
Les transitions sont liées aux évènements et sont réalisées lorsque les évènements associés ont lieu.

Point de départ 

Point de fin 

Systeme souhaité

Diagramme d'états (stm)



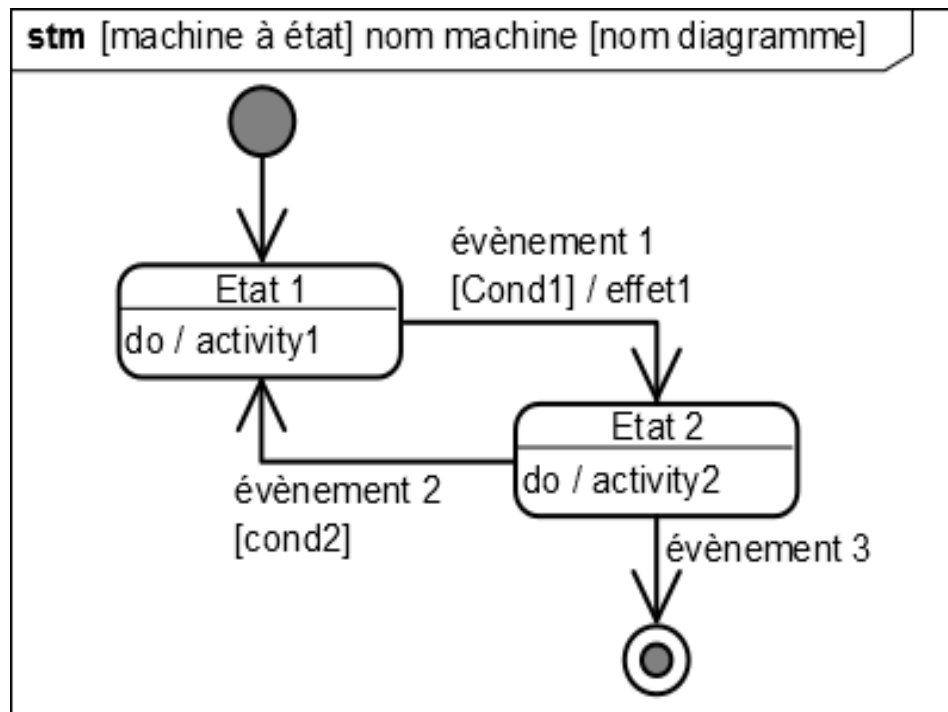
Systeme souhaité

Diagramme d'états (stm)

BONUS

Diagrammes d'état / transition :

Machines d'état → algorithmes



Etat (situation **dans la vie d'un bloc**) :

- Il satisfait une certaine condition
- Il exécute une certaine activité
- Il attend un certain événement

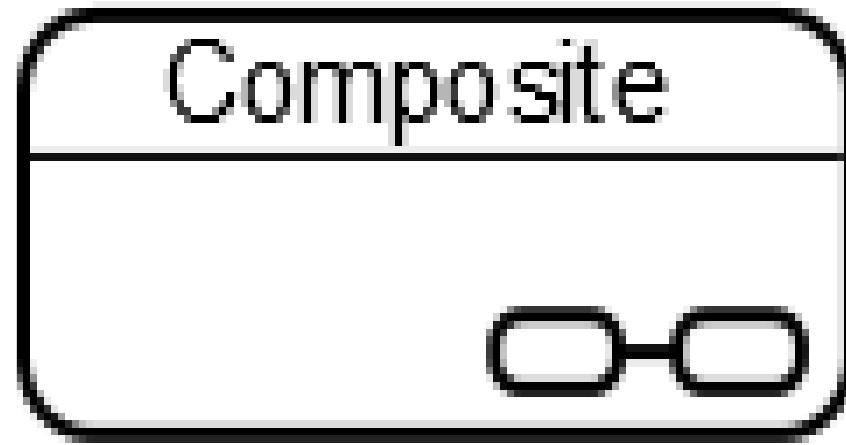
Une transition possède :

- Un évènement déclencheur
- Une condition de garde
- Un effet

Systeme souhaité

Diagramme d'états (stm)

Etat composite :



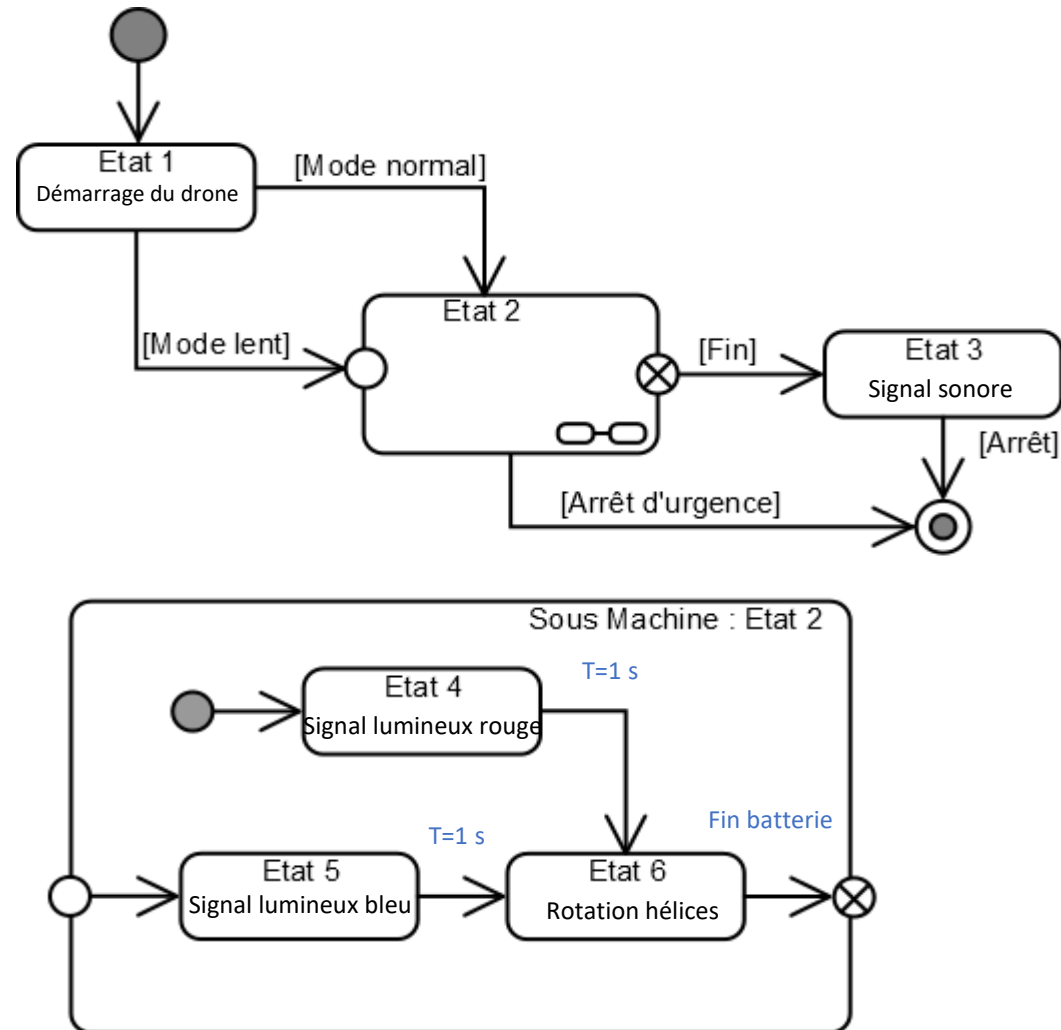
Etat composite (lunettes) \approx macro-état

→ Evolutions internes avec un autre diagramme d'état (il contient une machine d'état)

Systeme souhaité

Diagramme d'états (stm)

Etat composite :



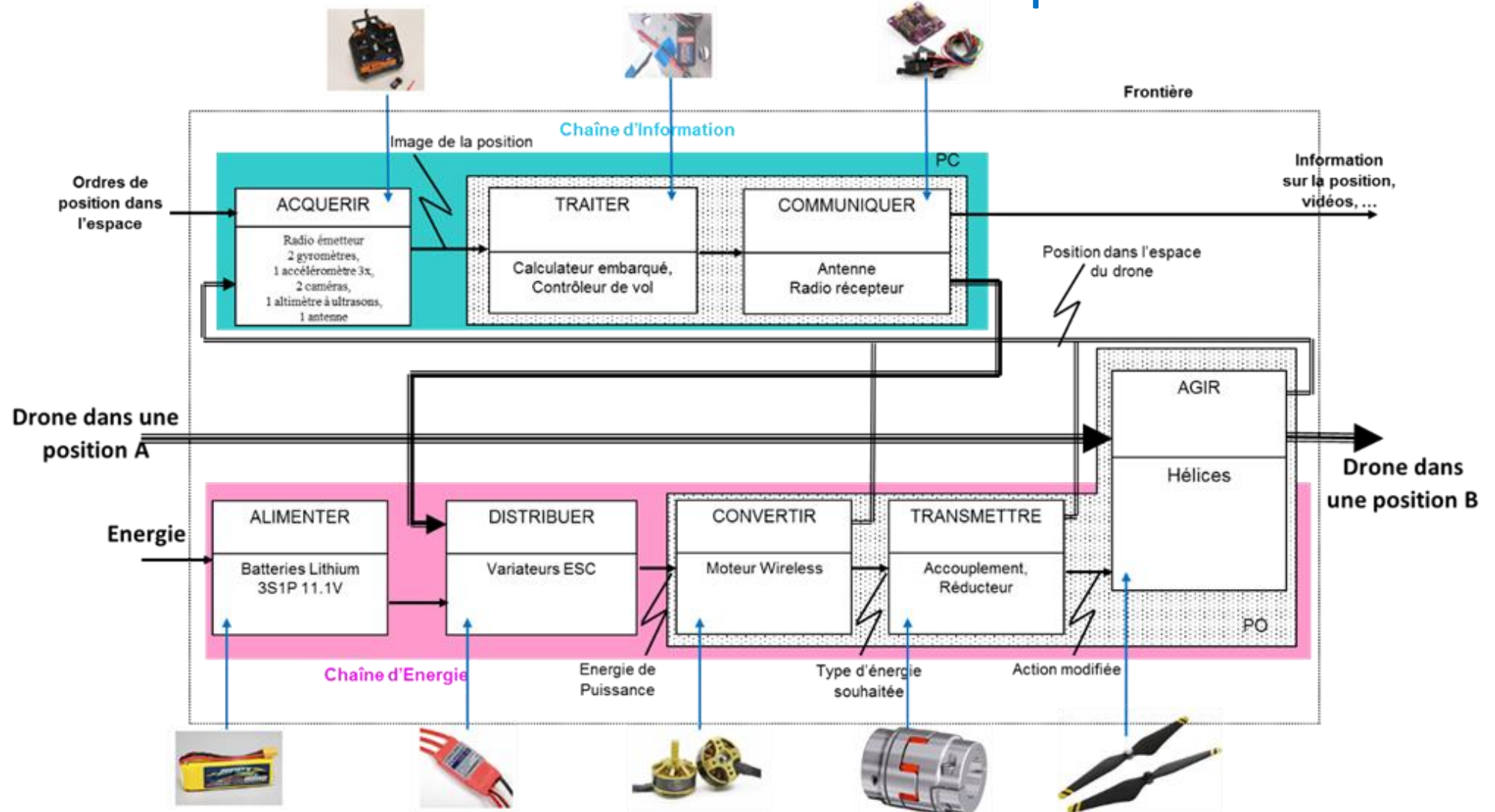
Systeme réel

Chaîne d'information et d'énergie

Les diagrammes qui suivent font appel aux **solutions techniques du système**, c'est-à-dire aux **éléments réels** le constituant et permettent de **décrire les blocs de la solution et leurs interactions**.

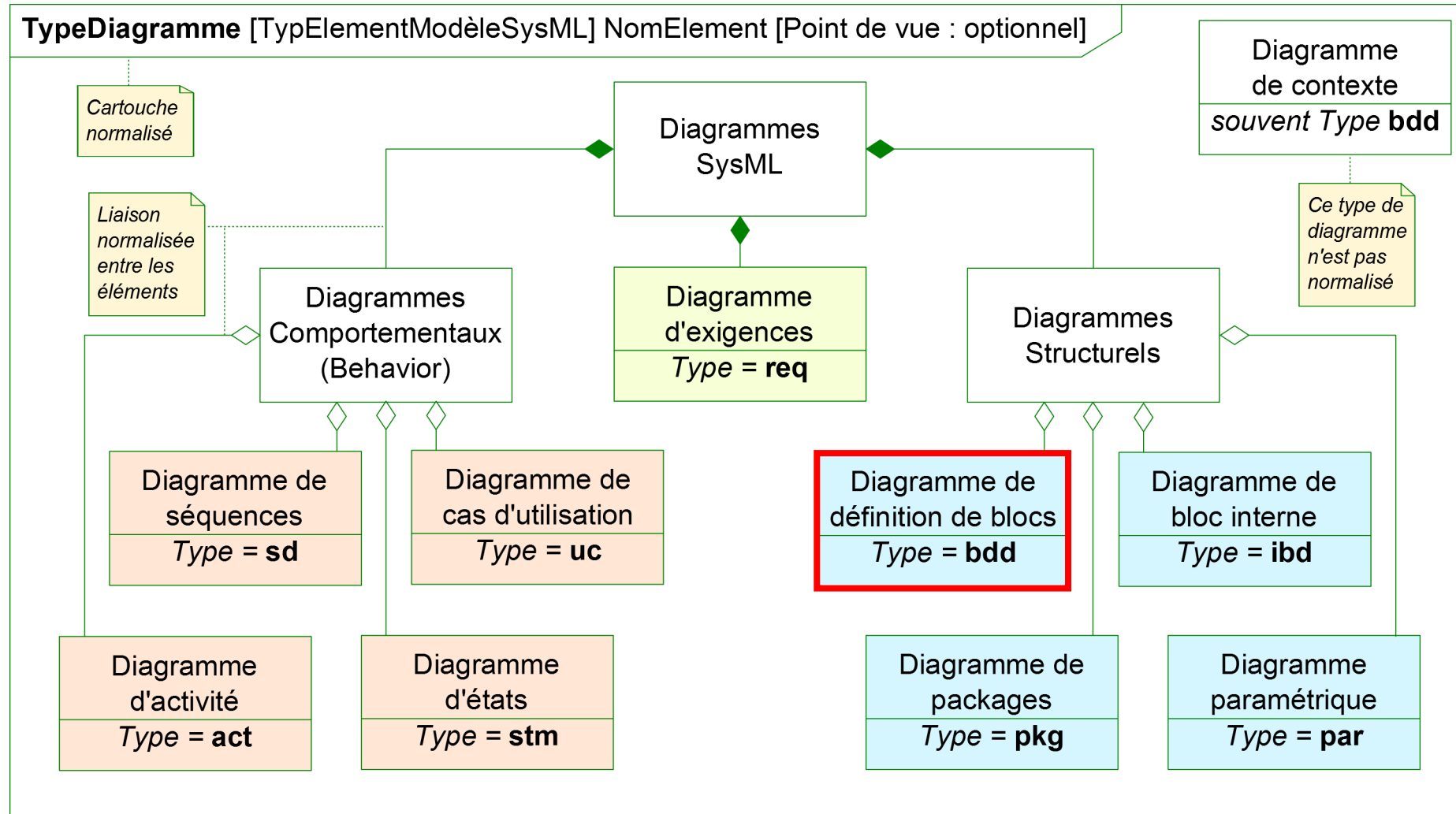
Systeme réel

Chaîne d'information et de puissance



Systeme réel

Diagramme de définition de bloc (bdd)



Systeme réel

Diagramme de définition de bloc (bdd)

Le diagramme de définition de bloc permet de :

- décrire la structure du système
- décrire une partie des fonctions du système
- représenter les liens entre les blocs

« Qui contient quoi ? »

Systeme réel

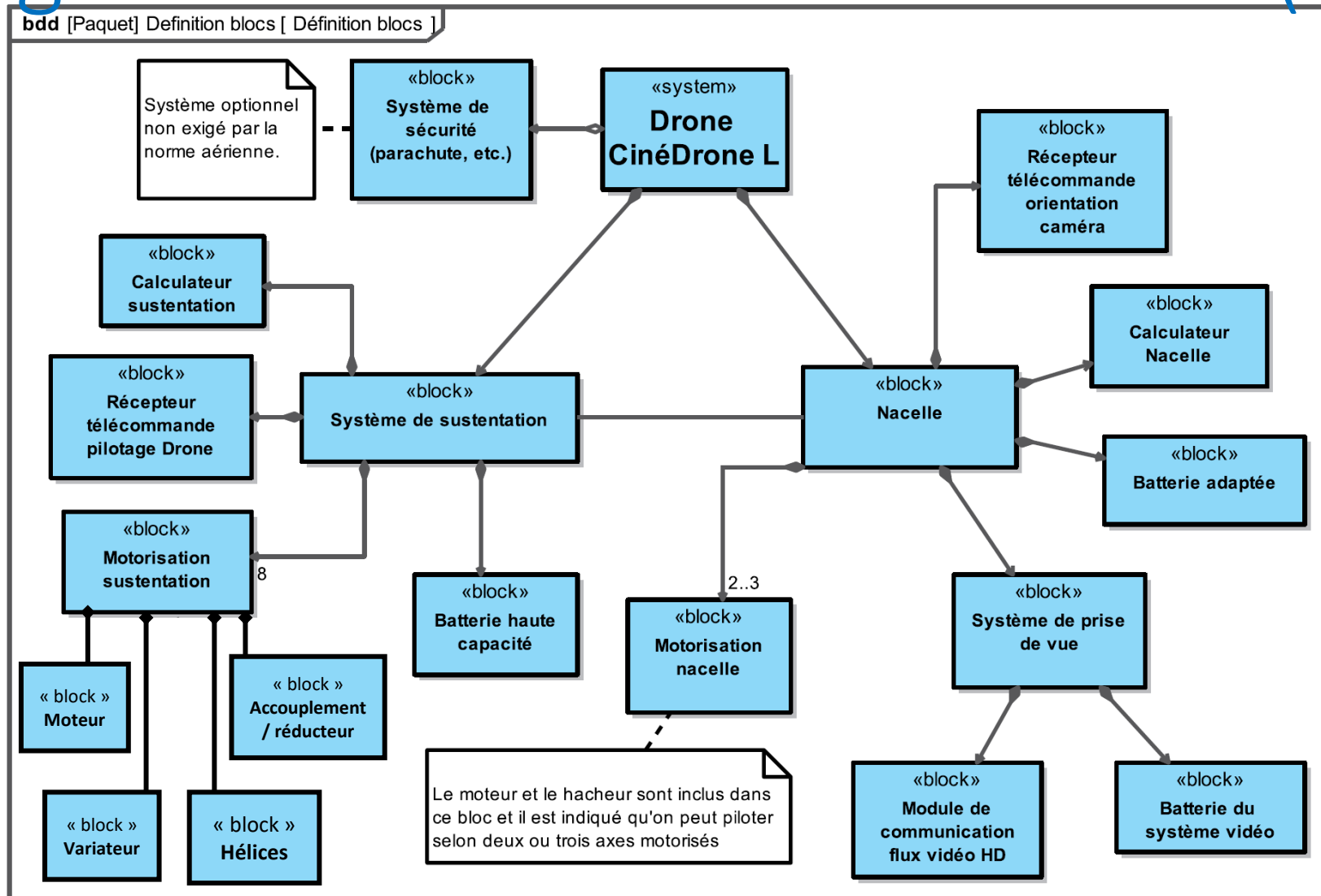
Diagramme de définition de bloc (bdd)

Diagramme de définition de blocs → hiérarchie de blocs → indication de la composition de chaque bloc + relations entre les blocs :

- **Relations de composition (trait avec losange plein)**
- Relation d'agrégation (trait avec losange vide)
- Relation d'association

Systeme réel

Diagramme de définition de bloc (bdd)



Systeme réel

Diagramme de définition de bloc (bdd)

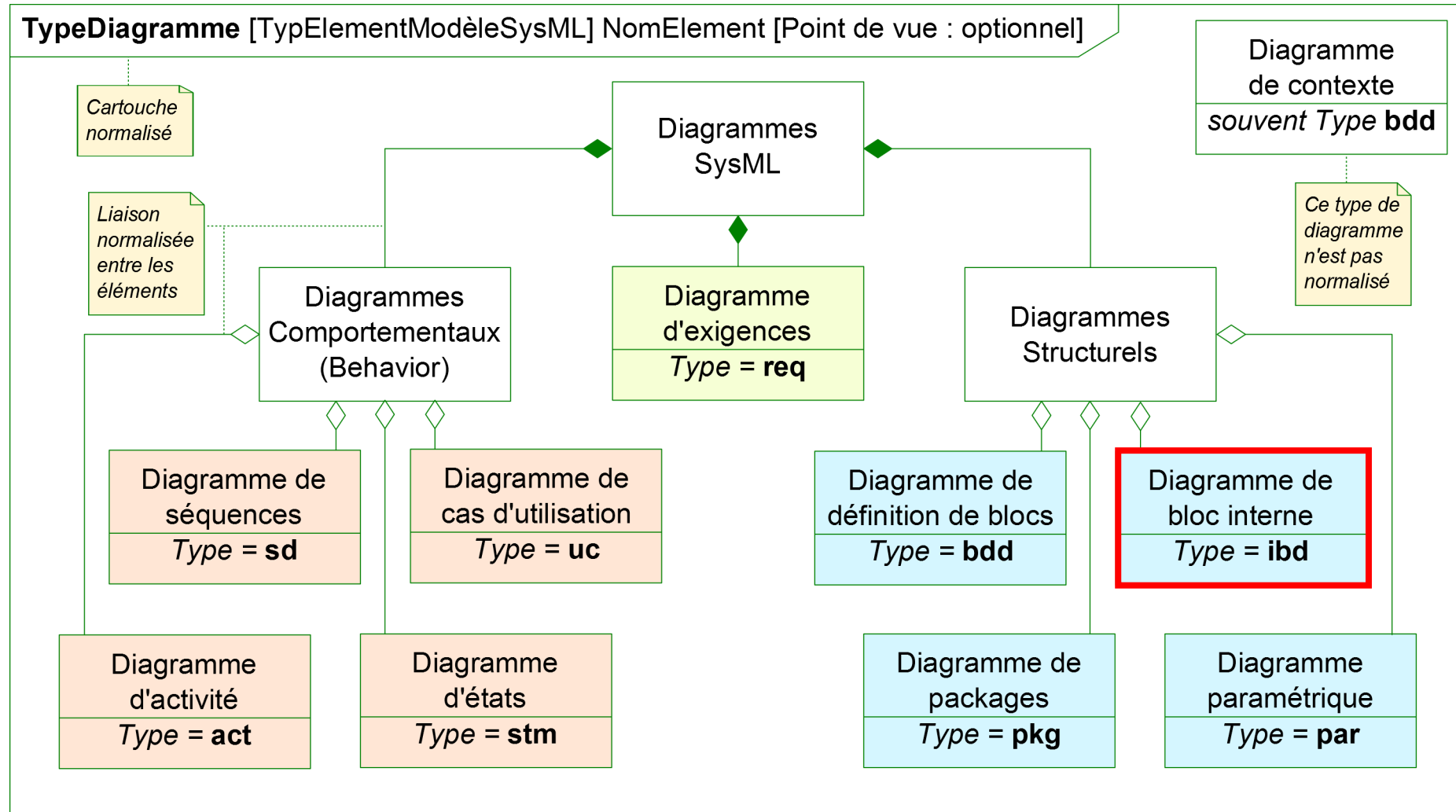
Blocs → caractérisés par des propriétés :

- Propriété de type *value* → caractéristique quantifiable
- Propriété de type *part* → représenter ce qui compose le bloc.

«block»	
Motoréducteur à courant continu	
<i>constraints</i>	
$cm = kt \cdot i$ $dwm/dt = (cm - f \cdot wm) / J_{eq}$ $u = R \cdot i + L \cdot di/dt + k_e \cdot wm$...	
<i>parts</i>	
Moteur CC Réducteur planétaire	
<i>properties</i>	
Couple nominal = 1 Nm Vitesse nominale = 3000 rpm	
<i>values</i>	
$f_{eq} = 7e-5$ $J_{eq} = 6e-6$ $k_e = 0.02$ $k_t = 0.02$ $L = 7e-4$ $R = 5$	

Systeme réel

Diagramme de bloc interne (ibd)



Systeme réel

Diagramme de bloc interne (ibd)

Diagramme de bloc interne \approx **bdd** + flux

Flux :

- **M**atière (métaux rare, matière composite,...)
- **E**nergie (chaleur, électricité, ...)
- **I**nformation (signaux analogique ou numérique, binaire,...)

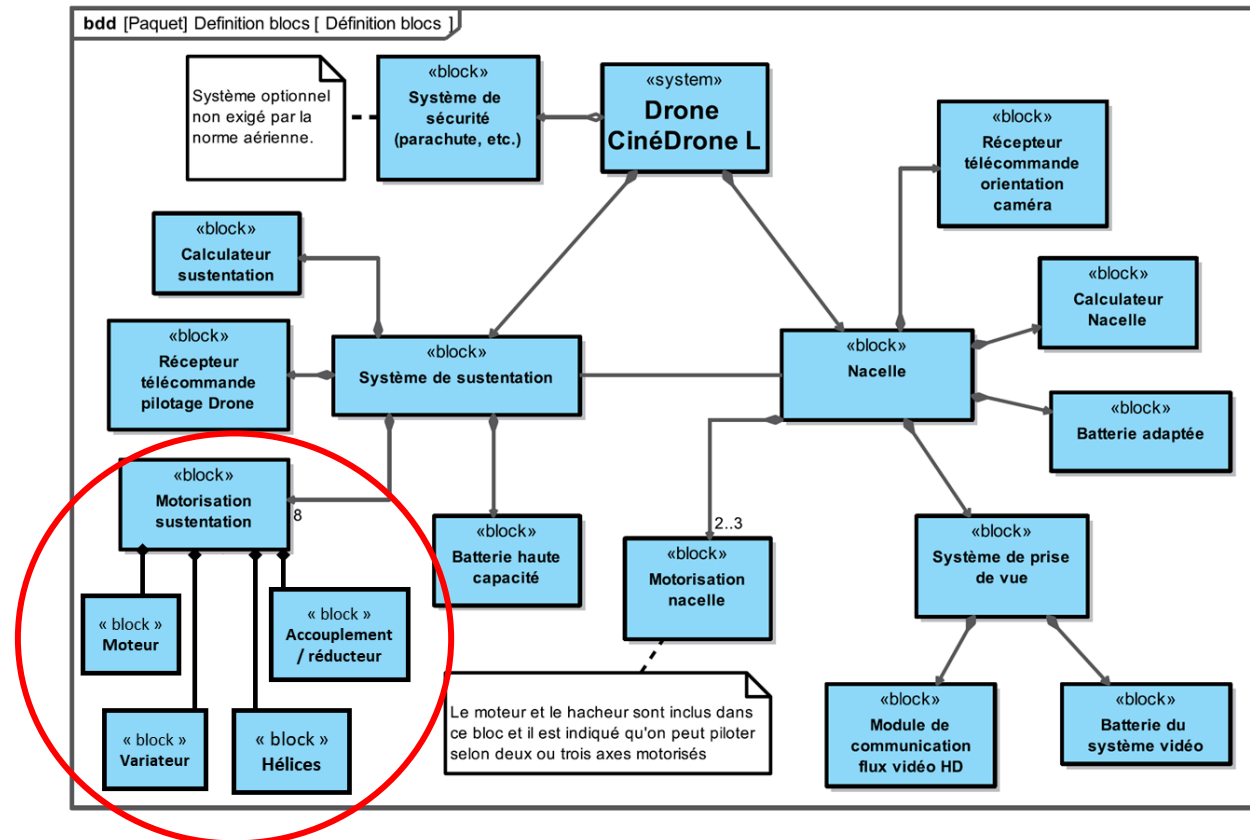
« Comment les blocs interagissent-ils ? »

Systeme réel

Diagramme de bloc interne (ibd)

Diagramme de définition de bloc (bdd)

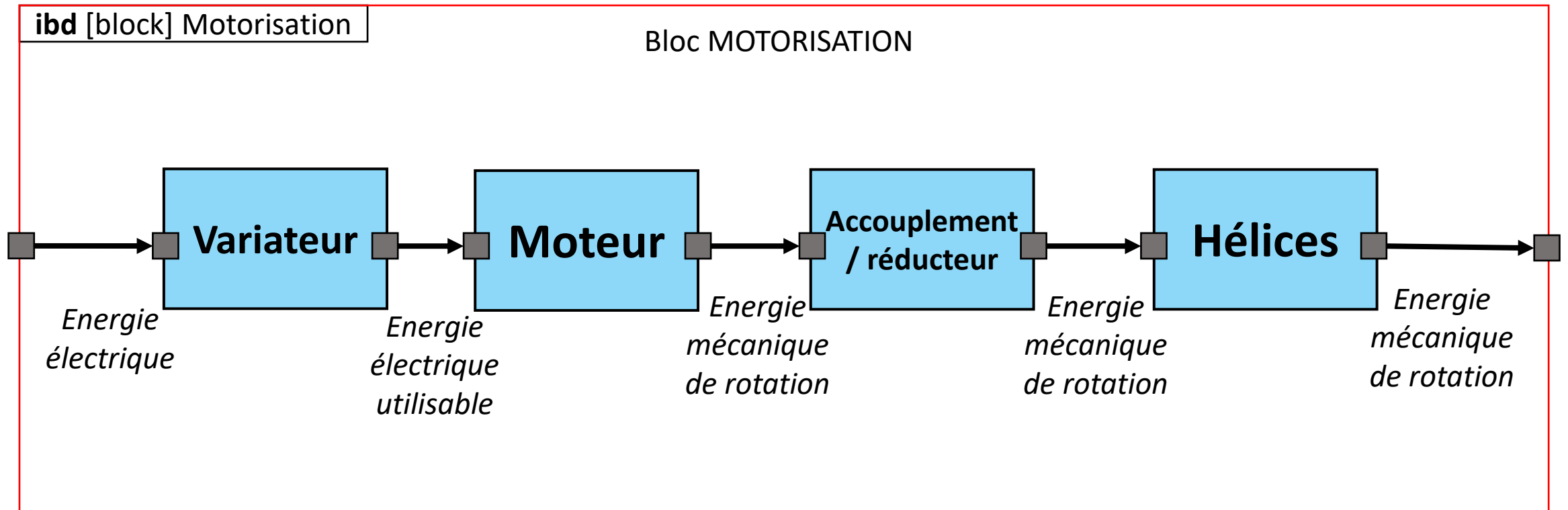
PARTIE MOTORISATION



Systeme réel

Diagramme de bloc interne (ibd)

Diagramme de bloc interne (**ibd**) de la PARTIE MOTORISATION

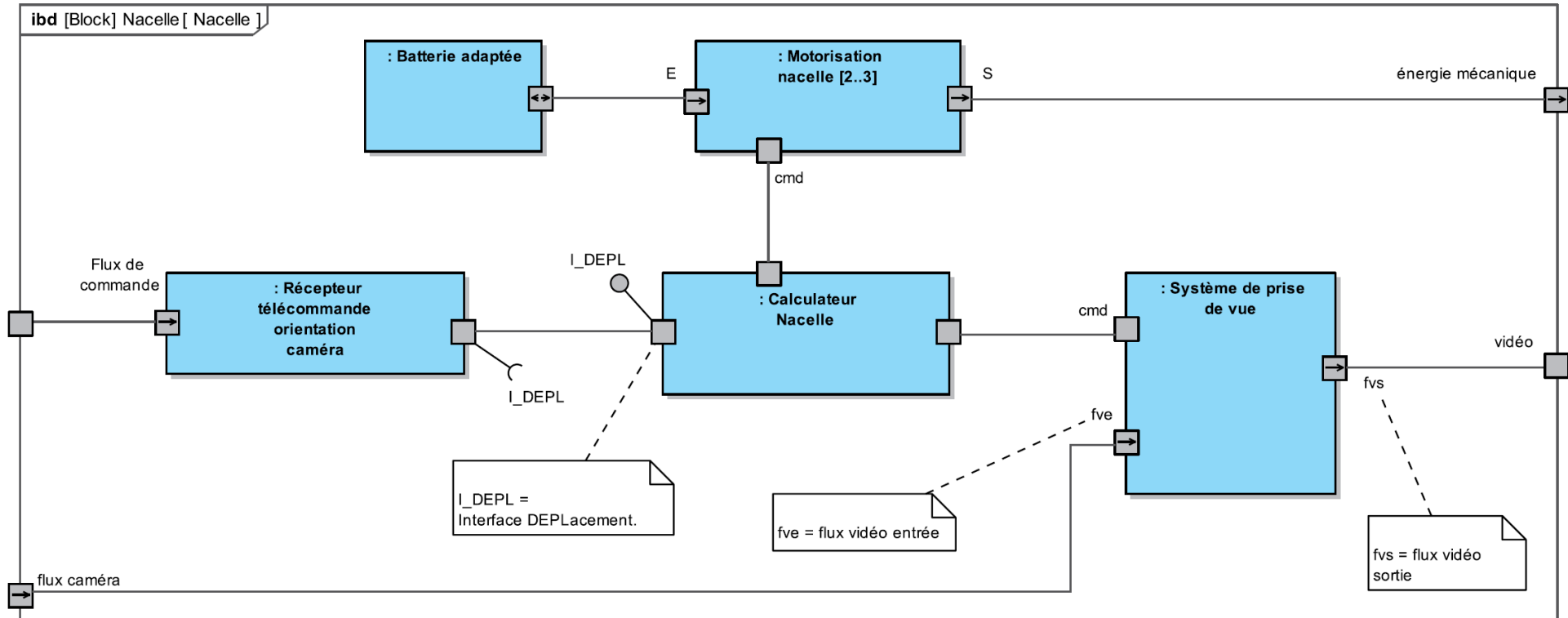


Remarque : Le cadre du diagramme représentant la frontière d'un bloc.

Systeme réel

Diagramme de bloc interne (ibd)

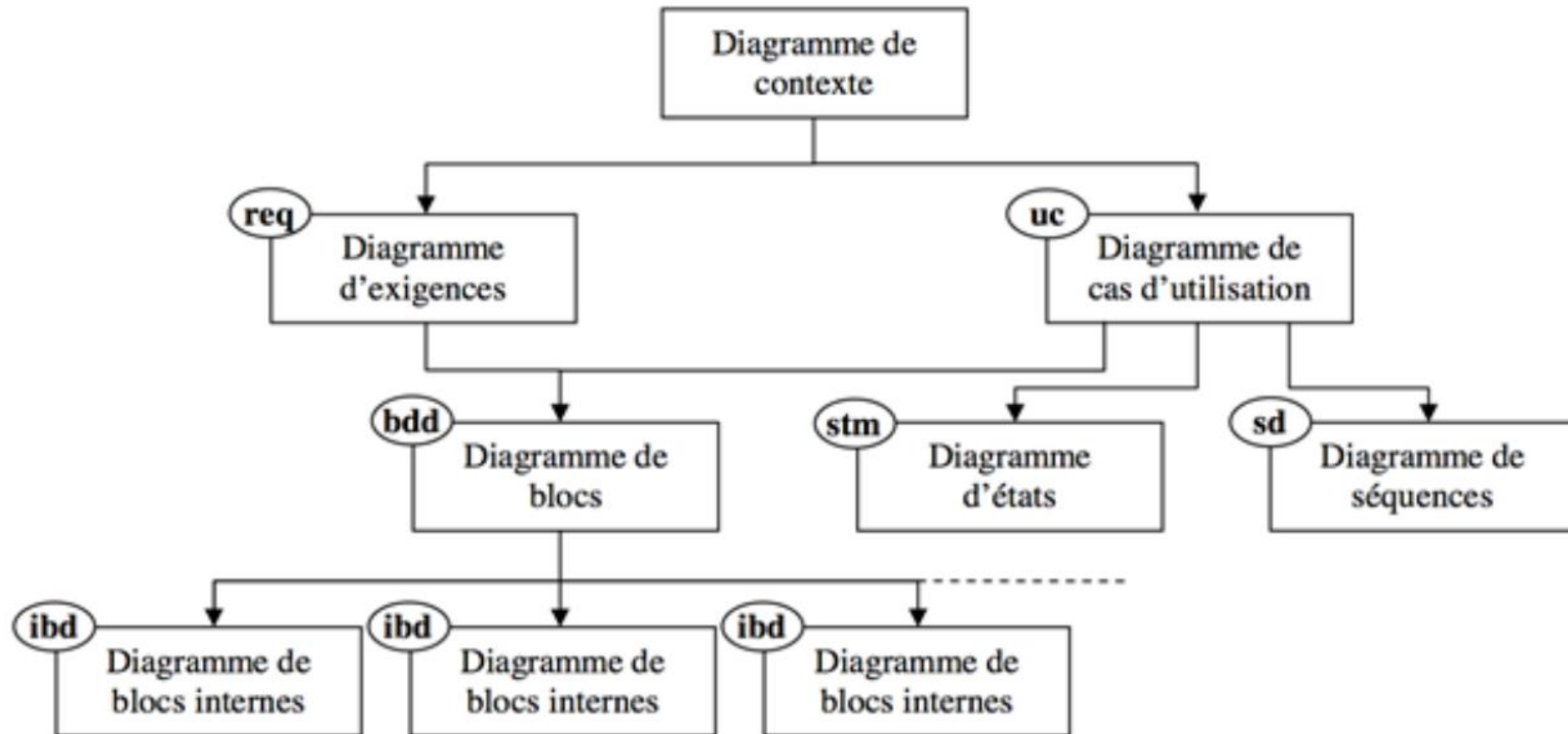
Autre exemple de diagramme de bloc interne (ibd)



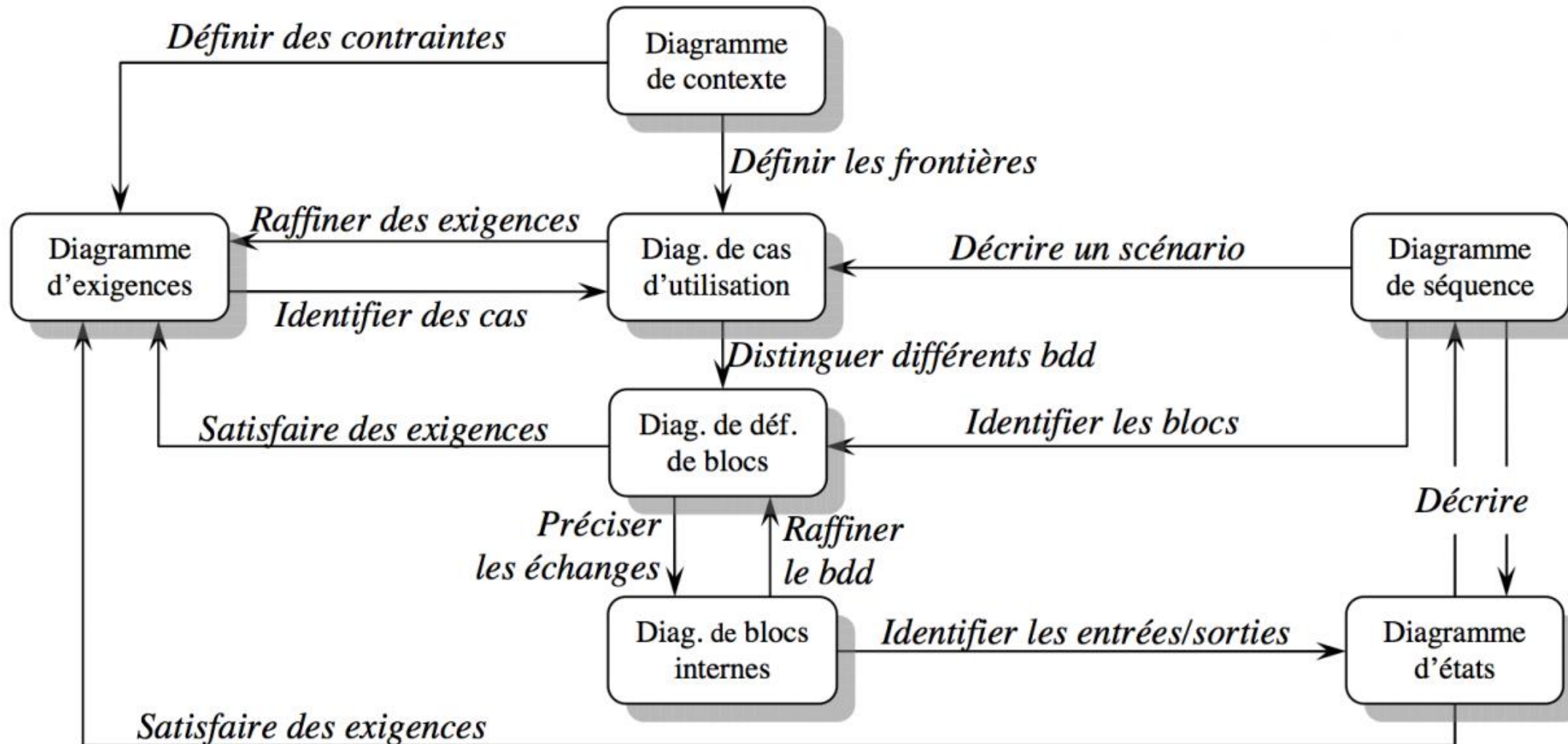
Remarque : Le cadre du diagramme représentant la frontière d'un bloc.

Arborescence des diagrammes

Arborescence hiérarchique des différents diagrammes

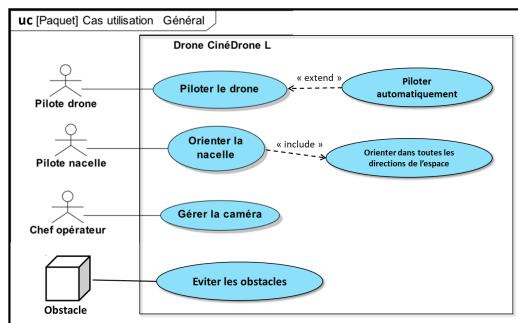


Relation entre les diagrammes

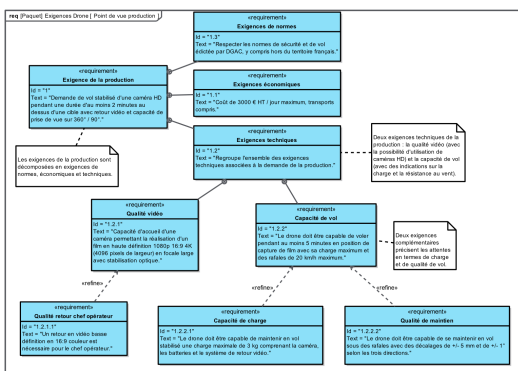


Rappel sur le vocabulaire

Les éléments d'association



Include	Le cas d'utilisation source comprend obligatoirement le cas inclus
Extend	Le cas d'utilisation source est une extension possible du cas d'utilisation destination



Refine	Un ou plusieurs éléments du modèle redéfinissent une exigence
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

Rappel sur le vocabulaire

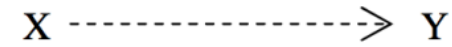
Les relations

Association :
(uc – bdd – ibd)



X utilise Y

Dépendance :
(uc – req – bdd)



X dépend de Y

Agrégation :
(req – bdd)



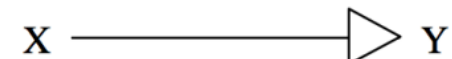
X entre dans la composition de Y
sans être indispensable à son fonctionnement

Composition :
(req – bdd)



X entre dans la composition de Y
et est indispensable à son fonctionnement

Généralisation :
(req – bdd – ibd)



X est une sorte de Y

Conteneur :
(req – bdd)



Y contient X