



TD01 - correction

1 | Store Somfy

1.1 Présentation

Le support de l'étude est d'un store de terrasse à enrouleur géré par un automatisme. Il s'agit de réguler automatiquement la température dans la maison et l'ensoleillement sur la terrasse. Ce store est composé des éléments principaux suivants :



Le store proprement-dit



Boitier de commande



Capteur de température (option)



Moto-réducteur



L'anémomètre



Télécommande (option)



Capteur d'ensoleillement

Le capteur d'ensoleillement détecte en permanence l'ensoleillement sur la terrasse. Lorsque la température ou l'ensoleillement sont supérieurs à une consigne fixée, le store est déroulé automatiquement par l'intermédiaire d'un ensemble moto-réducteur électrique (220 V- 50 Hz) situé à l'intérieur du tambour du store. Un anémomètre mesure en permanence la vitesse du vent au voisinage du store. Si le vent est trop fort (à partir de force 8) et risque de détériorer le store, le store est enroulé quelles que soient les conditions d'ensoleillement. Les fins de course sont détectées en position haute ou basse par des capteurs de position.

Les Figures 1 et 2 présentent respectivement les diagrammes des cas d'utilisation et de définition des blocs internes.

1.2 Étude du système

Pour cette partie, on ne tient pas compte d'un capteur de température ou d'une télécommande (optionnels).

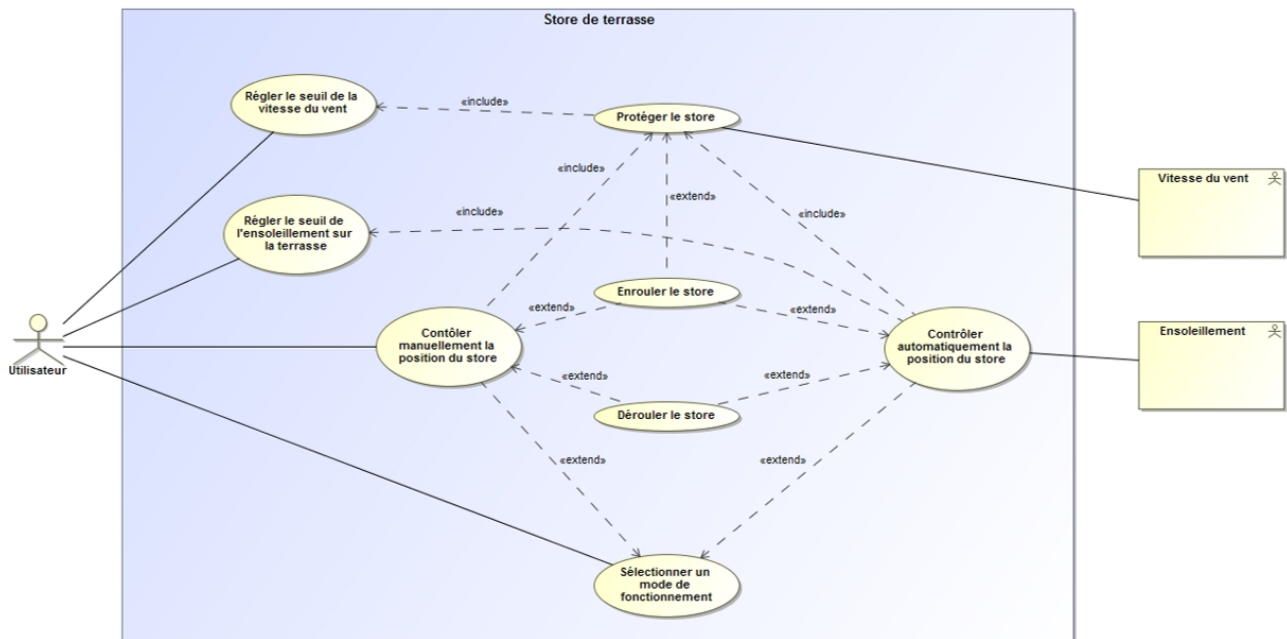


FIGURE 1 – Diagramme des cas d'utilisation

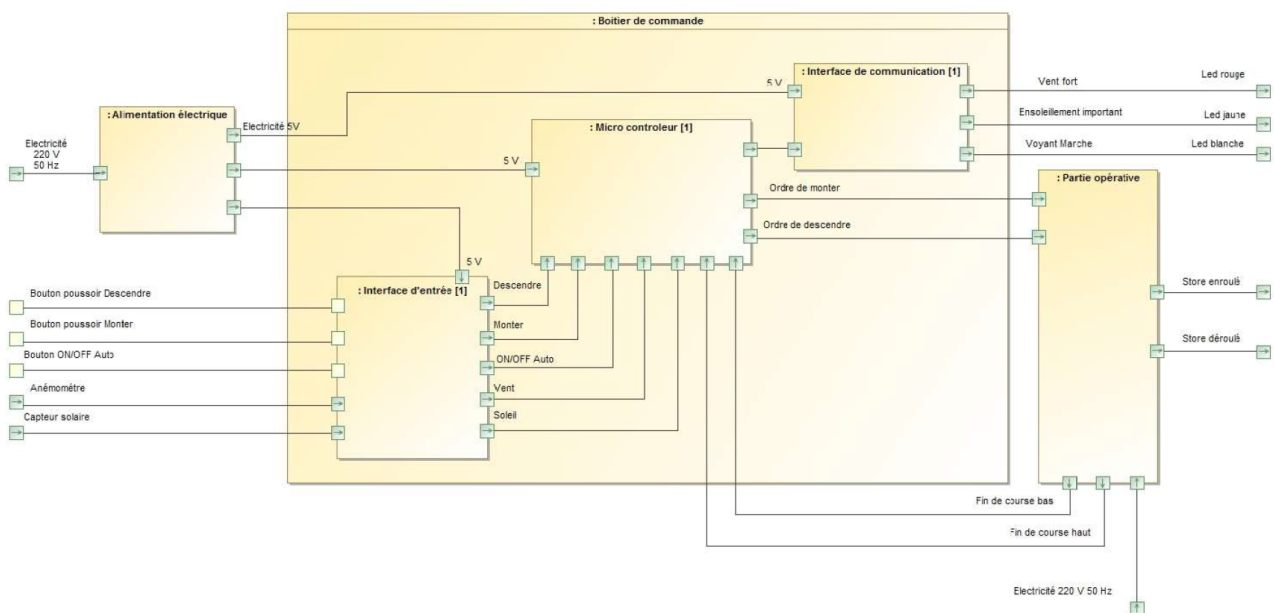


FIGURE 2 – Diagramme de définition des blocs internes

1.2.1 Diagramme des blocs internes

Question 1 : Quelle est l'énergie d'alimentation du système et quelles sont ses caractéristiques?

Réponse 1 : L'énergie d'alimentation est électrique de tension 220V et de fréquence 50Hz, il s'agit du réseau.

Question 2 : Quelle est l'énergie d'alimentation du microcontrôleur?

Réponse 2 : Énergie électrique, de tension 5V.

Question 3 : Les capteurs de fin de course reçoivent-ils des informations du microcontrôleur? Préciser.

Réponse 3 : Non, la partie opérative reçoit bien des informations du microcontrôleur mais les capteurs ne font qu'envoyer les informations de fin de course.

Question 4 : Le microcontrôleur envoie-t-il des informations à l'interface de communication? Préciser.

Réponse 4 : Oui, il y a bien un flux entre le microcontrôleur et l'interface de communication dans le sens microcontrôleur->interface.

Question 5 : Sur quel élément agit la partie opérative?

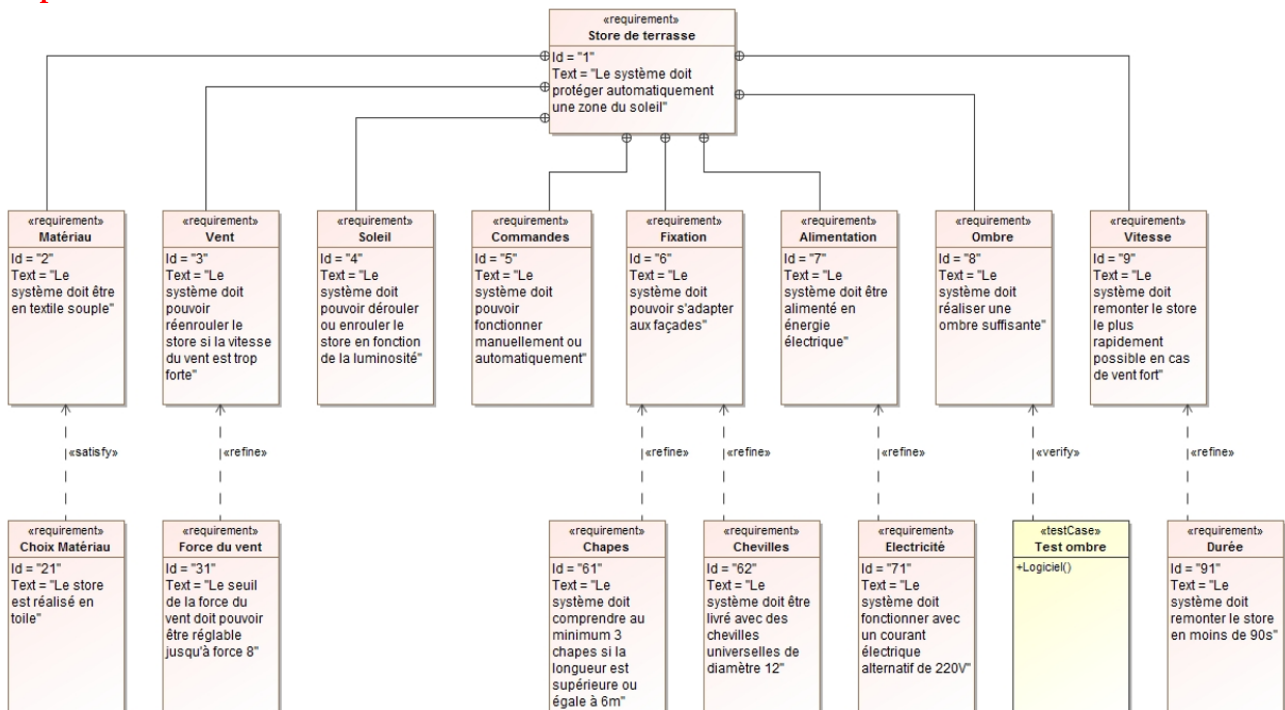
Réponse 5 : La partie opérative agit sur le store.

Question 6 : A quoi servent les leds?

Réponse 6 : Les leds servent à communiquer des informations vers l'utilisateur, en particulier si le vent est trop fort pour la led rouge, s'il y a de la lumière pour la led jaune et si le système est allumé pour la led blanche.

Question 7 : Compléter sur le document réponse 1 le diagramme des exigences pour les exigences 4, 9, 3.1 et 7.1.

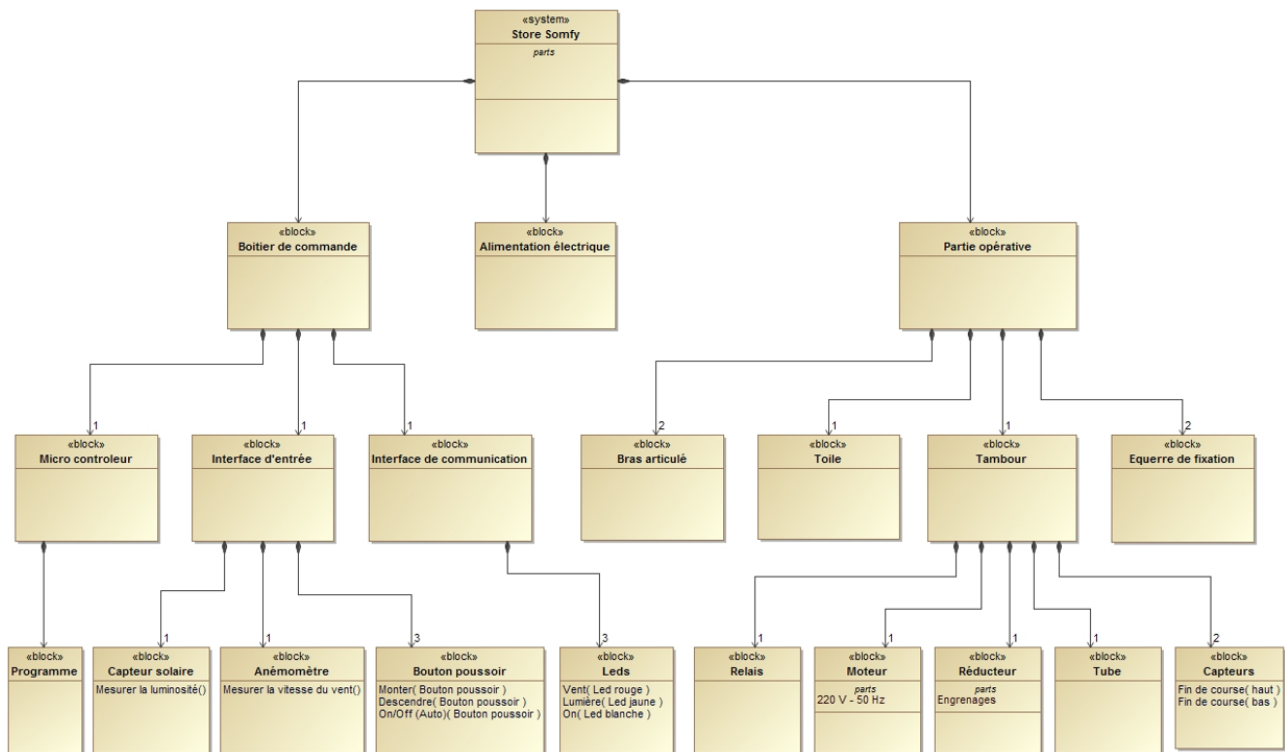
Réponse 7 :



1.2.2 Diagramme de définition des blocs

Question 8 : Compléter sur le document réponse 2 le diagramme de définition des blocs en plaçant les noms manquants des blocs pour la dernière ligne ainsi que leurs attributs dans les blocs vides.

Réponse 8 :

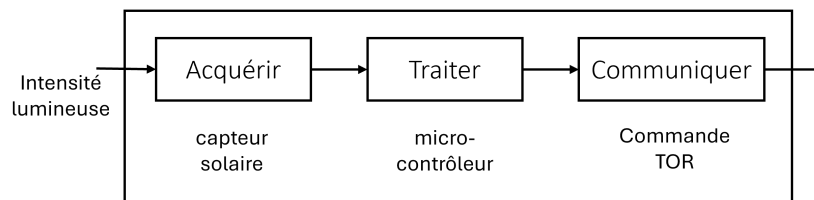


1.3 Chaînes fonctionnelles

La modélisation propose deux chaînes d'information, une pour le vent et une pour le soleil.

Question 9 : Compléter la chaîne d'information du soleil sur le document réponse 3.

Chaîne d'information soleil

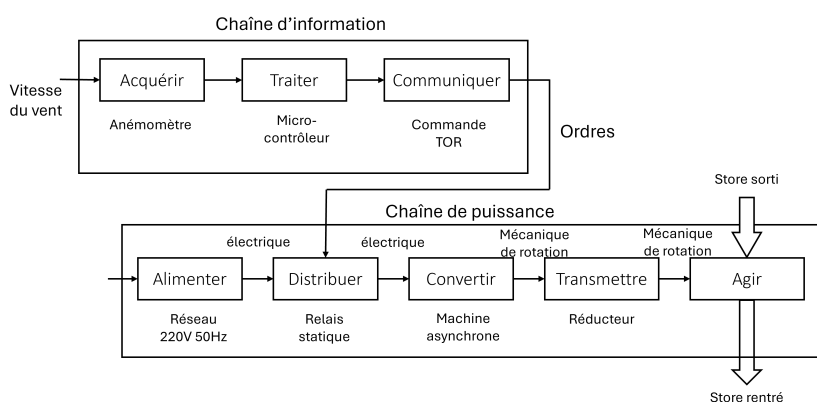


Réponse 9 :

Question 10 : Compléter la chaîne fonctionnelle du vent sur le document réponse 4.

Réponse 10 :

Chaîne fonctionnelle du vent



2 Véhicule intelligent RobuCar

adapté de E3A MP 2015 par Nicolas MALÉSYS, Pierre COCHETEUX, puis ré-adapté

2.1 Présentation du système

2.1.1 Contexte

L'optimisation des transports de demain passera par l'emploi de véhicules dits intelligents. Des expériences ont déjà été tentées pour la réalisation de trains de poids lourds capables de se suivre en toute sécurité et à distance fixe, le lien étant télémétrique au lieu d'être physique.

Cette capacité « d'accrochage télémétrique » entre véhicule maître (leader) et véhicule suiveur (esclave) peut-être transposée à de nombreuses applications : transporteurs de containers, exploitation minière / terrassement, transports en commun du futur ...

Afin d'étudier les comportements possibles de ces trains de véhicules intelligents dans différentes situations, normales et dégradées, le laboratoire d'Automatique Génie Informatique et Signal (LAGIS UMR8219) situé à Polytech-Lille utilise un démonstrateur composé d'un véhicule maître et deux véhicules suiveurs dont on peut voir l'architecture sur la Figure 3.

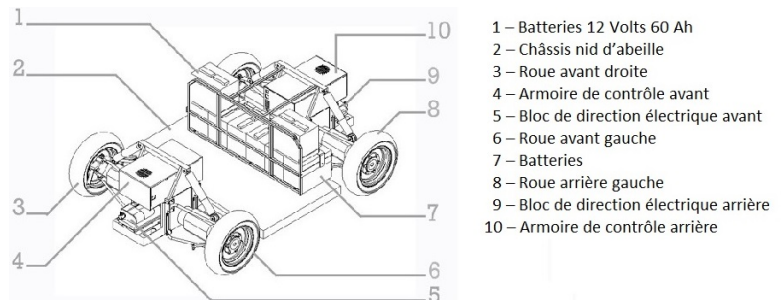


FIGURE 3 – Ensemble {châssis – train roulant} du véhicule RobuCar

2.2 Description de la morphologie du système

Le véhicule suiveur intelligent est un châssis à quatre roues motrices et directrices pilotables séparément (Figure 3). Il y a donc deux paramètres de commande pour chaque roue (l'orientation pour la direction du véhicule et la vitesse de rotation pour sa motricité).

La structure du système est présentée par un diagramme de définition de bloc (Figure 4) et un diagramme de blocs internes (Figure 5). Ces diagrammes permettent de visualiser les deux chaînes d'énergie d'entraînement et d'orientation de la roue, et les éléments de la chaîne d'information tels que l'armoire de commande, les capteurs d'orientation et de vitesse de la roue.

On note P la puissance nécessaire à un système roue. Cette puissance varie en fonction des obstacles sur le parcours du véhicule. On se place dans le cas où $P = 50W$.

Question 11 : Déterminer la puissance totale nécessaire à la propulsion du véhicule pour se déplacer dans ces conditions.

Réponse 11 : Le diagramme de définition des blocs annonce deux système roue par bloc de propulsion, ainsi que deux bloc de propulsion par véhicule. Il vient alors $P_{prop} = 2 \times 2 \times P$.

2.3 Loi de commande de l'orientation des roues en virage

2.3.1 Modélisation du véhicule en virage

On considère que les virages sont effectués en pilotant de façon conjuguée les orientations des trains avant et arrière conformément au modèle de la figure 6. De cette façon, à la valeur près des

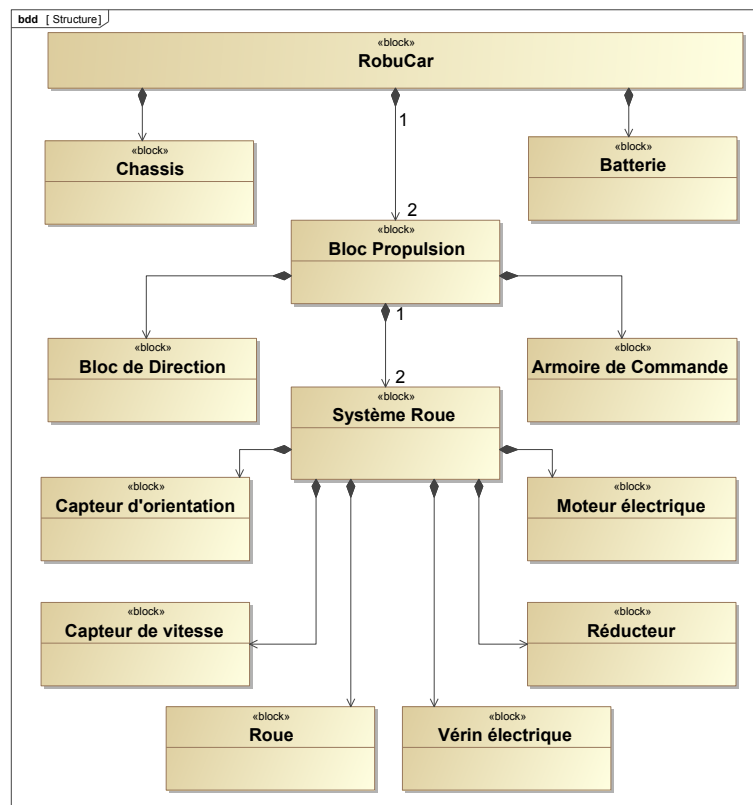


FIGURE 4 – Diagramme de définition de bloc de RobuCar

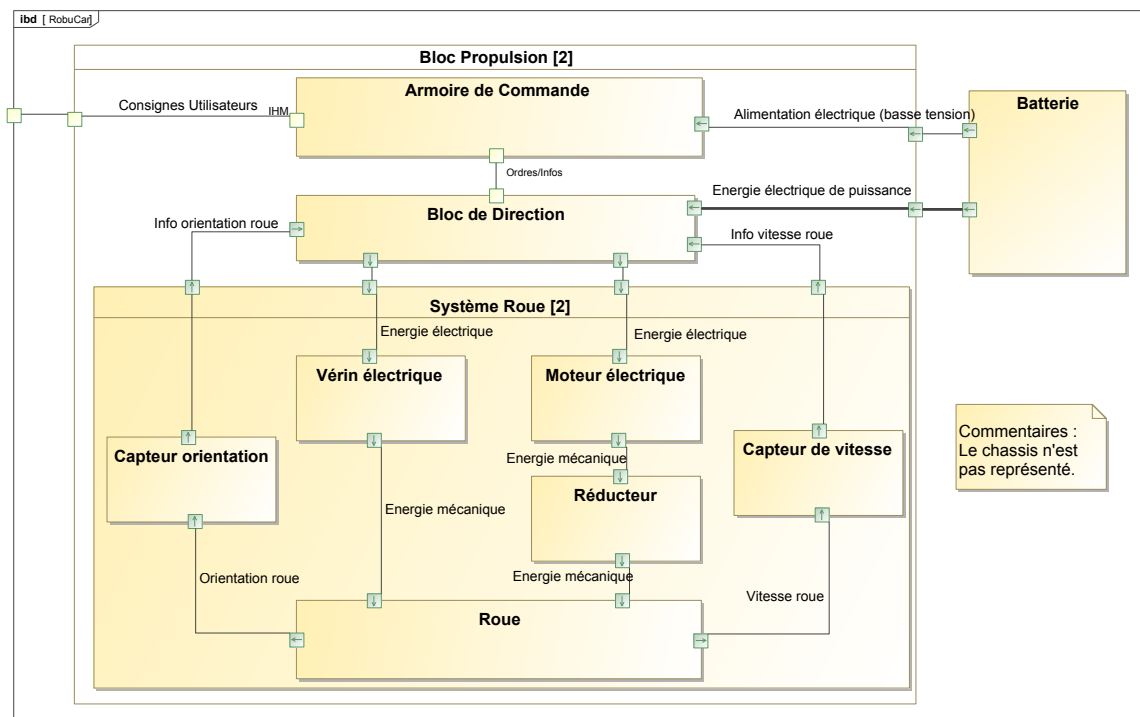


FIGURE 5 – Diagramme de blocs internes de RobuCar

paramètres a et b , le pilotage du train arrière (roues 3 et 4) est une image du pilotage du train avant (roues 1 et 2).

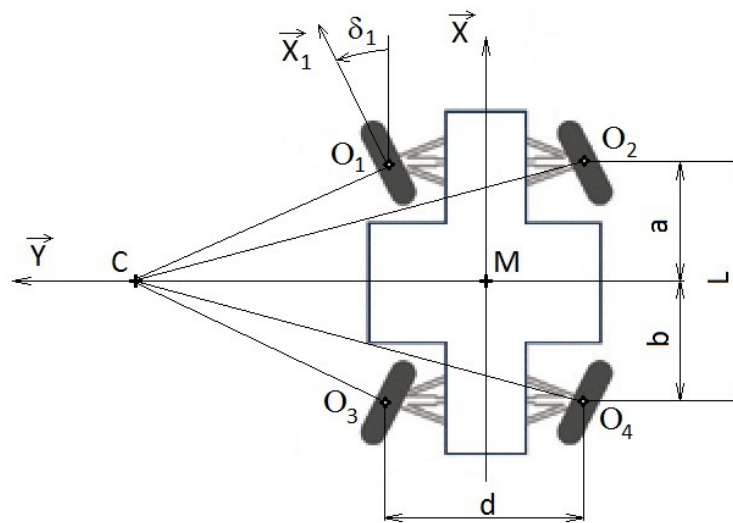


FIGURE 6 – Modèle cinématique du véhicule en virage vue de dessus

2.3.2 Étude de la loi de commande de l'orientation des roues

L'objectif de cette partie est d'établir les lois de commande et de valider le cahier des charges dans une phase de virage.

Cahier des charges

Un extrait du cahier des charges est donné par le diagramme des exigences de la figure 7.

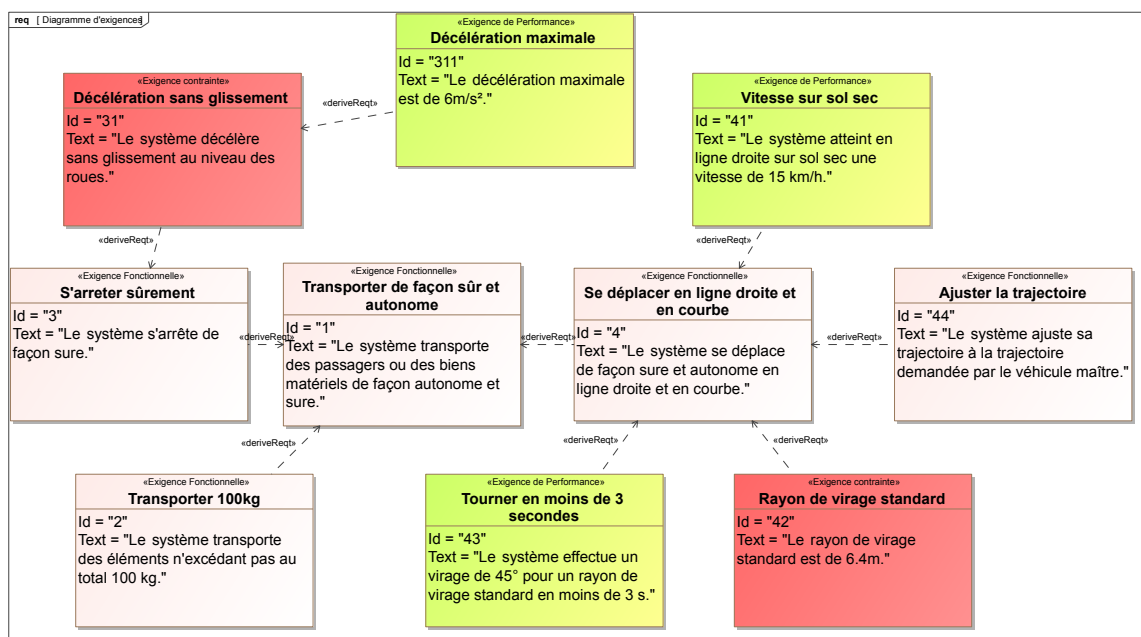


FIGURE 7 – Diagramme d'exigences extrait du cahier des charges du système RobuCar.

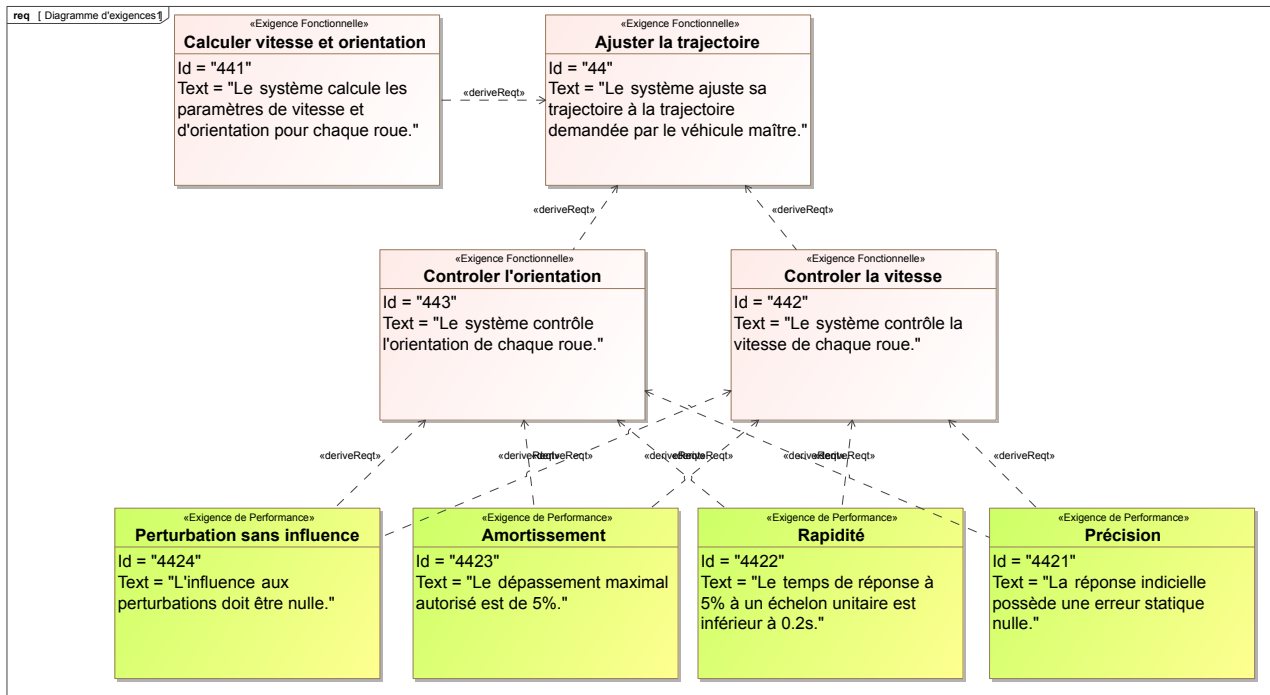


FIGURE 8 – Détails de l'exigence 44

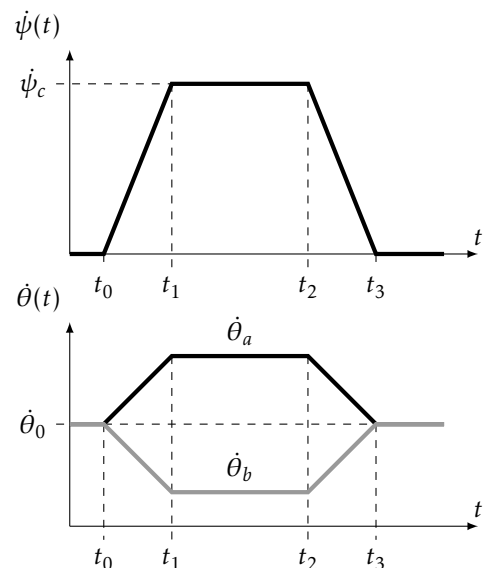
Question 12 : À l'aide de l'extrait du cahier des charges (figure 7), donner les caractéristiques d'une phase de virage standard et les performances attendues du système RobuCar.

Réponse 12 : Un virage standard est un virage de rayon 6,4m. Pour un tel virage de 45°, le système doit mettre moins de 3 secondes.

Modélisation de la consigne d'orientation des roues

On souhaite conserver le module de la vitesse V constant au cours d'un changement de direction de 45°. Le scénario retenu pour piloter un virage, imposé par le suivi de trajectoire, est décomposé en cinq phases :

- $t < t_0$: translation rectiligne avec accélération d'orientation nulle $\ddot{\psi} = 0$
- $t \in [t_0, t_1]$: mouvement transitoire avec $\ddot{\psi}(t) = \ddot{\psi}_0 = 1 \text{ rad.s}^{-2}$,
- $t \in [t_1, t_2]$: mouvement de rotation autour de C avec $\ddot{\psi} = 0$ et $V = \rho \dot{\psi}_c$;
- $t \in [t_2, t_3]$: mouvement transitoire avec $\ddot{\psi}(t) = -\ddot{\psi}_0$,
- $t > t_3$: translation rectiligne avec $\ddot{\psi} = 0$.



Les graphes précédents donnent l'évolution temporelle des vitesses d'orientation, $\dot{\psi}(t)$, et de rotation, $\dot{\theta}(t)$, des roues avant durant la prise d'un virage. Il s'agit de l'évolution retenue de la vitesse d'orientation $\dot{\psi}$ et de rotation $\dot{\theta}$ des roues avant en fonction du temps.

Question 13 : Expliquer la différence de vitesse de rotation des roues avant $\dot{\theta}_a$ et $\dot{\theta}_b$ autour de la valeur $\dot{\theta}_0 = cte$.

Réponse 13 : La roue à l'extérieur du virage (à droite) doit parcourir plus de distance dans un virage que la roue à l'intérieur durant le même temps. L'une doit donc tourner plus vite que l'autre. En ligne droite, les roues intérieure et extérieure ont la même vitesse de rotation.

Question 14 : À quelle roue (gauche ou droite) correspond chacune des vitesses de rotation $\dot{\theta}_a$ et $\dot{\theta}_b$? Justifier votre réponse.

Réponse 14 : La roue extérieure au virage tourne plus vite que celle à l'intérieur, donc pour un virage à gauche, $\dot{\theta}_a$ correspond à la vitesse de rotation de la roue droite $\dot{\theta}_2$ et $\dot{\theta}_b$ à la vitesse de rotation de la roue gauche $\dot{\theta}_1$.

3 | Segway

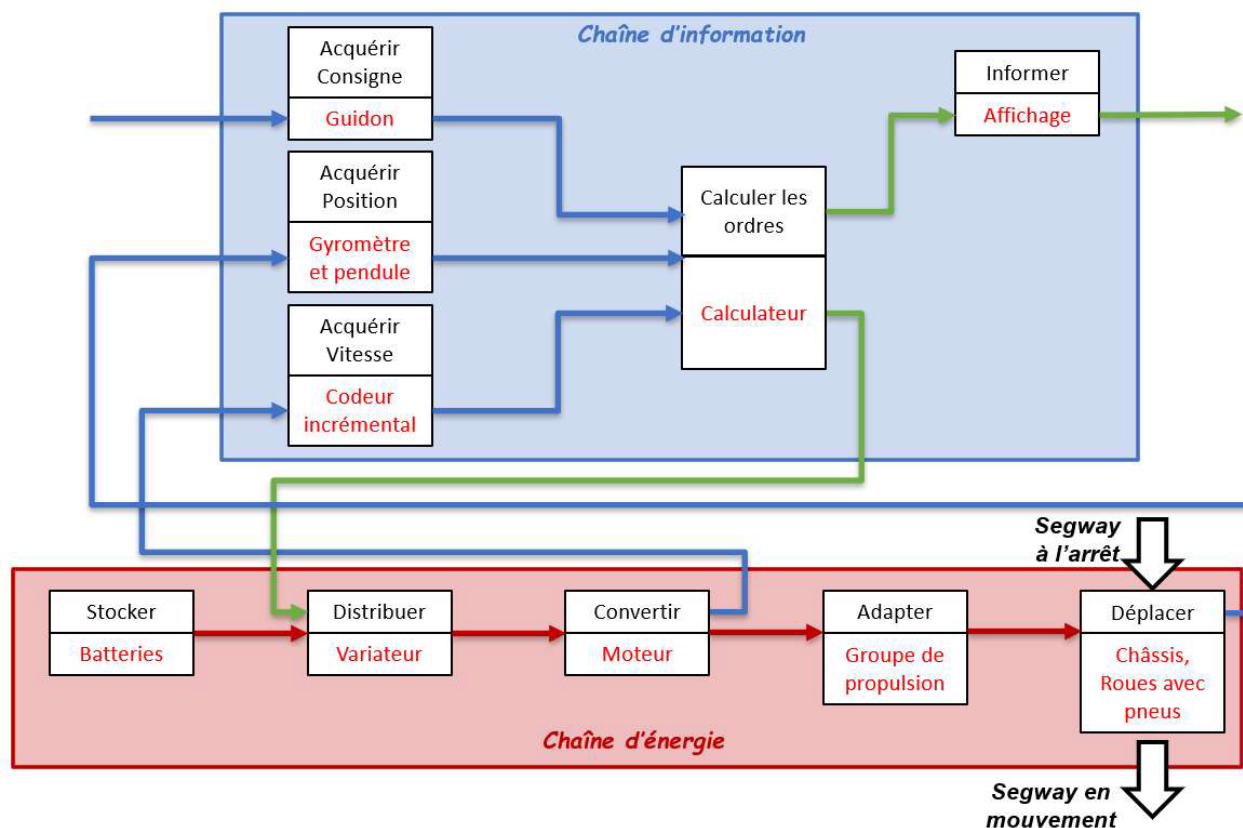
Le support de l'étude est le véhicule auto balancé Segway. Il s'agit d'un moyen de transport motorisé qui permet de se déplacer en ville. En termes de prestations, il est moins rapide qu'une voiture ou qu'un scooter, plus maniable, plus écologique, moins encombrant et nettement plus moderne.

La conduite du Segway se fait alors par inclinaison du corps vers l'avant ou vers l'arrière, afin d'accélérer ou freiner le mouvement (comme pour la marche à pied dans laquelle le piéton s'incline vers l'avant pour débiter le mouvement). Les virages à droite et à gauche sont quant à eux commandés par la rotation de la poignée directionnelle située sur la droite du guidon.



La Figure 9 présente l'architecture générale du Segway. La Figure 11 présente quant à elle son diagramme des blocs internes.

Question 15 : En vous aidant des Figures 9 et 11, compléter la chaîne fonctionnelle du document réponse 5 en nommant les différents composants.



Réponse 15 :

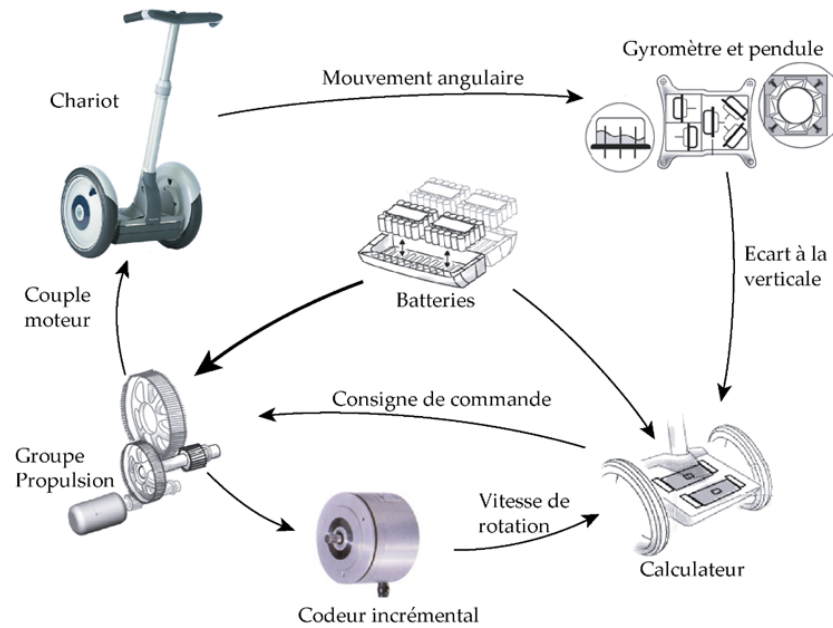


FIGURE 9 – Architecture générale

Question 16 : Pour les exigences aux identifiants 1.2, 1.7.1, 1.7.2 et 1.7.3, identifier les critères et les niveaux associés. La réponse est à présenter sous la forme d'un tableau.

Réponse 16 :

id	Critère	Niveau
1.2	Vitesse du segway	$\leq 20 km.h^{-1}$
	Accélération maximale	$1,5 m.s^{-2}$
	Distance d'arrêt	3m
1.7.1	Surface maximale	64cmx64cm
1.7.2	Masse maximale	$\leq 50 kg$
1.7.3	Guidon réglable	110 à 130cm

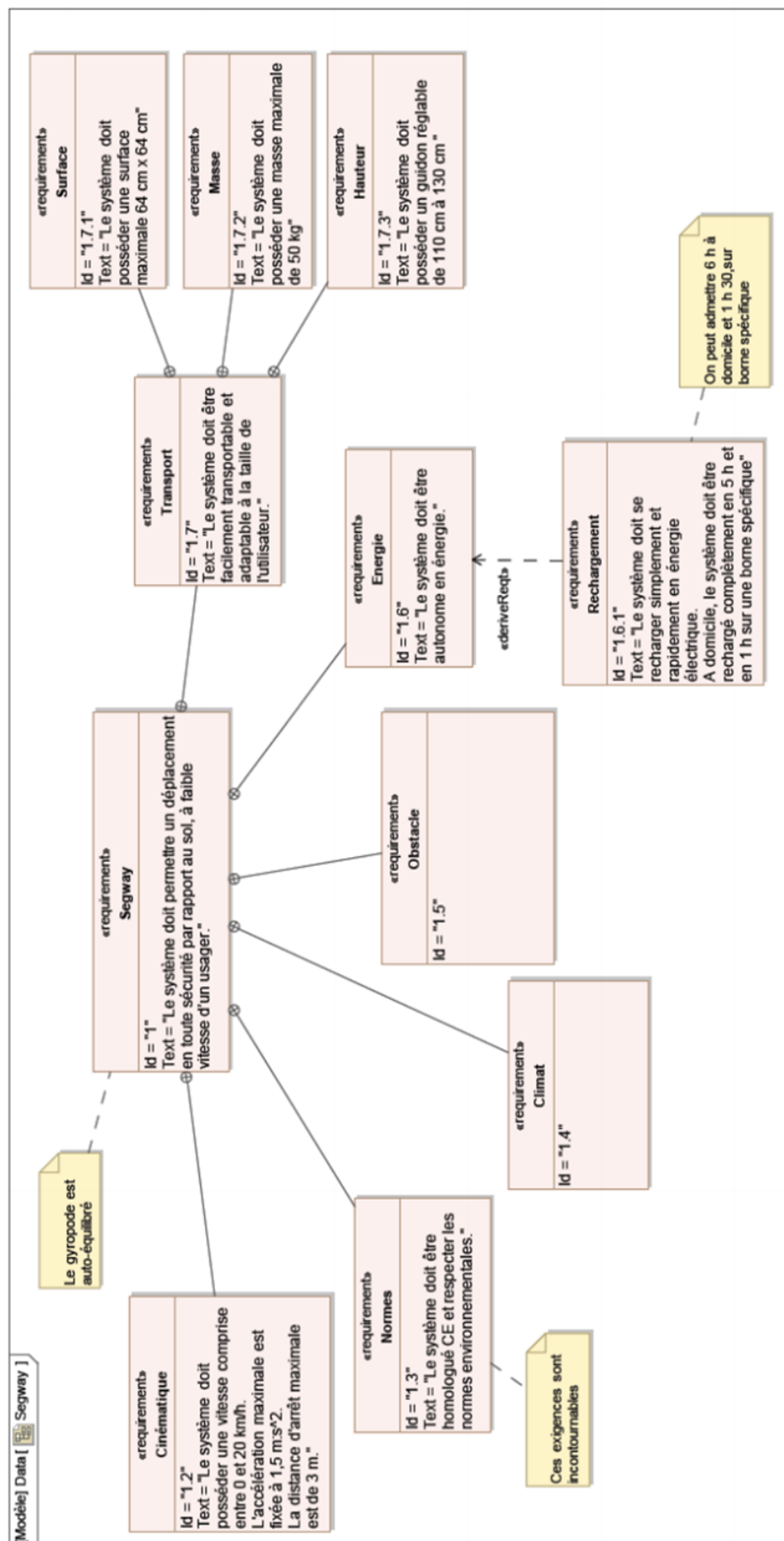


FIGURE 10 – Diagramme des exigences

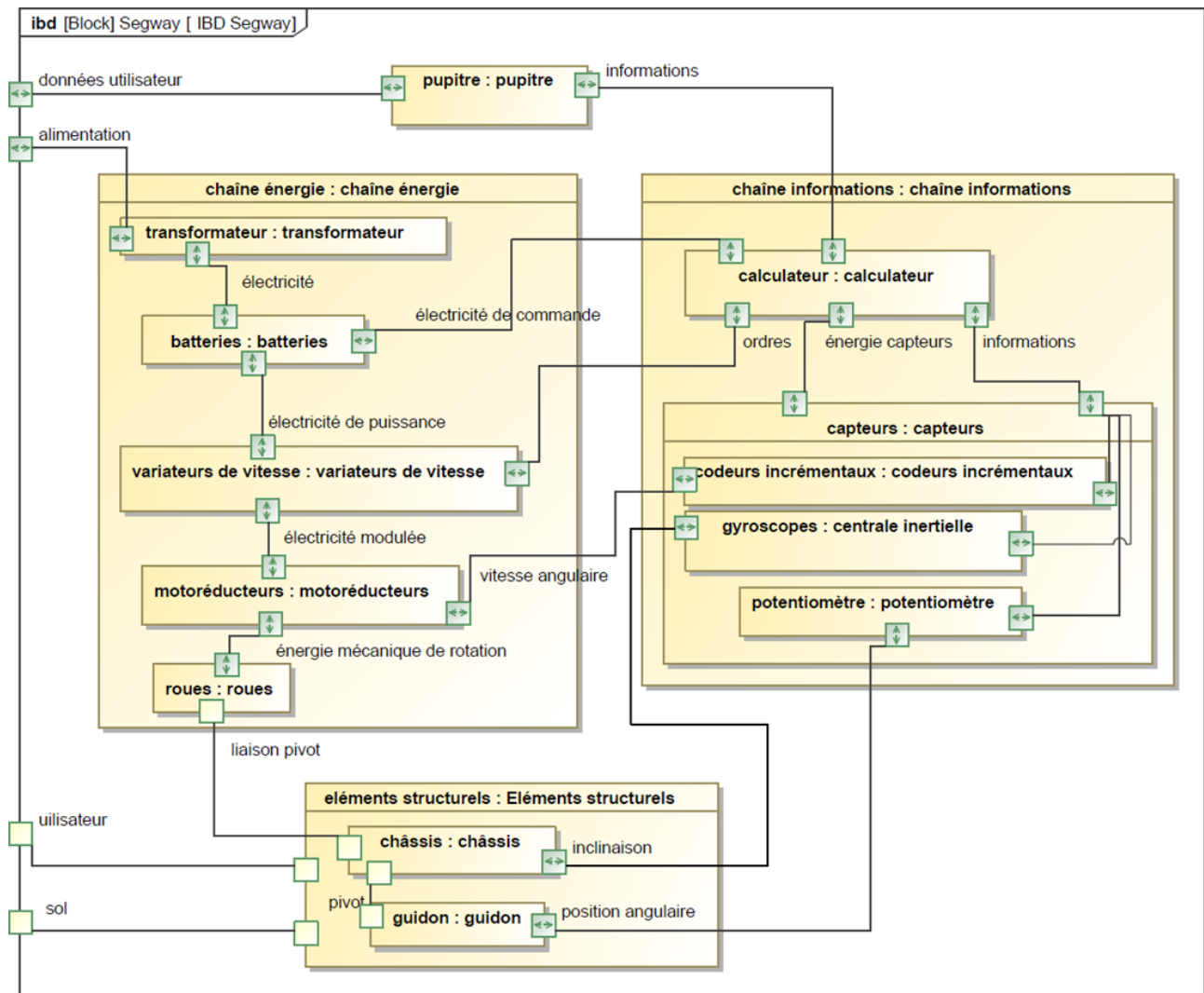
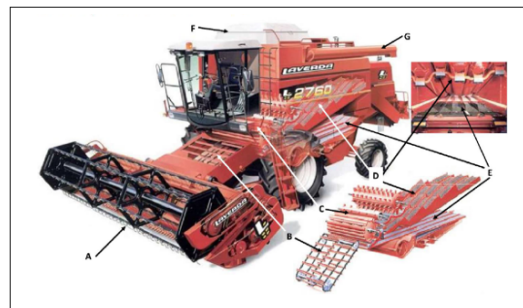


FIGURE 11 – Diagramme des blocs internes

4 | Moissonneuse batteuse Laverda 2350

On s'intéresse au système de moissonnage battage d'une moissonneuse dont on donne une description structurale ainsi qu'un extrait de son modèle SysML.

Le céréalier, installé dans la cabine de conduite, parcourt la surface du champ par bandes parallèles de la largeur de la coupe de la moissonneuse-batteuse. La céréale est coupée puis battue, c'est-à-dire que le grain est séparé de son enveloppe (la balle) et de la paille. Nettoyés des impuretés, les grains sont transvasés dans la remorque qui roule à côté de la moissonneuse batteuse. La paille et les balles sont déposées, en andains, sur les chaumes.



Lors de la récolte, la céréale est coupée, couchée puis rassemblée par la coupe (A) avant d'être acheminée par le convoyeur (B) vers le bateur (C) pour le battage. Sous l'effet de la pression, une grande partie des grains et des balles traverse la paroi du bateur et tombe à l'entrée du caisson de nettoyage (E). La paille, une partie des balles et le reste des grains passent sur les secoueurs (D). Alors que la paille et les balles sont éjectées à l'arrière de la moissonneuse-batteuse et répandues en andains

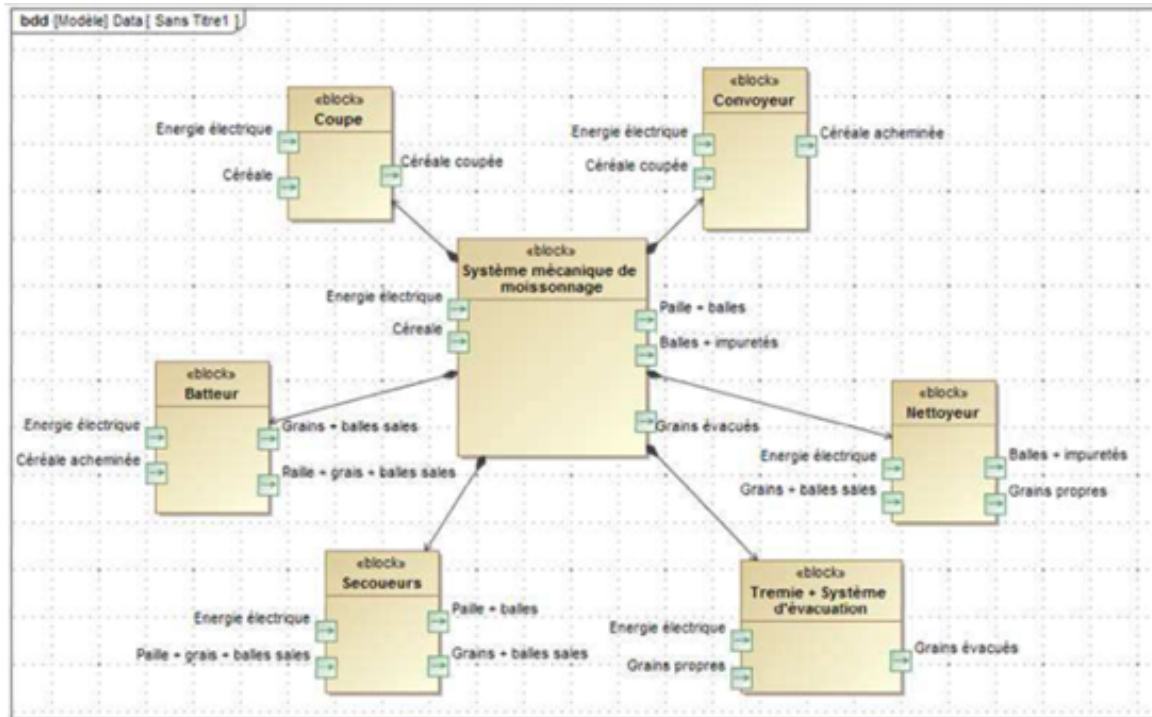


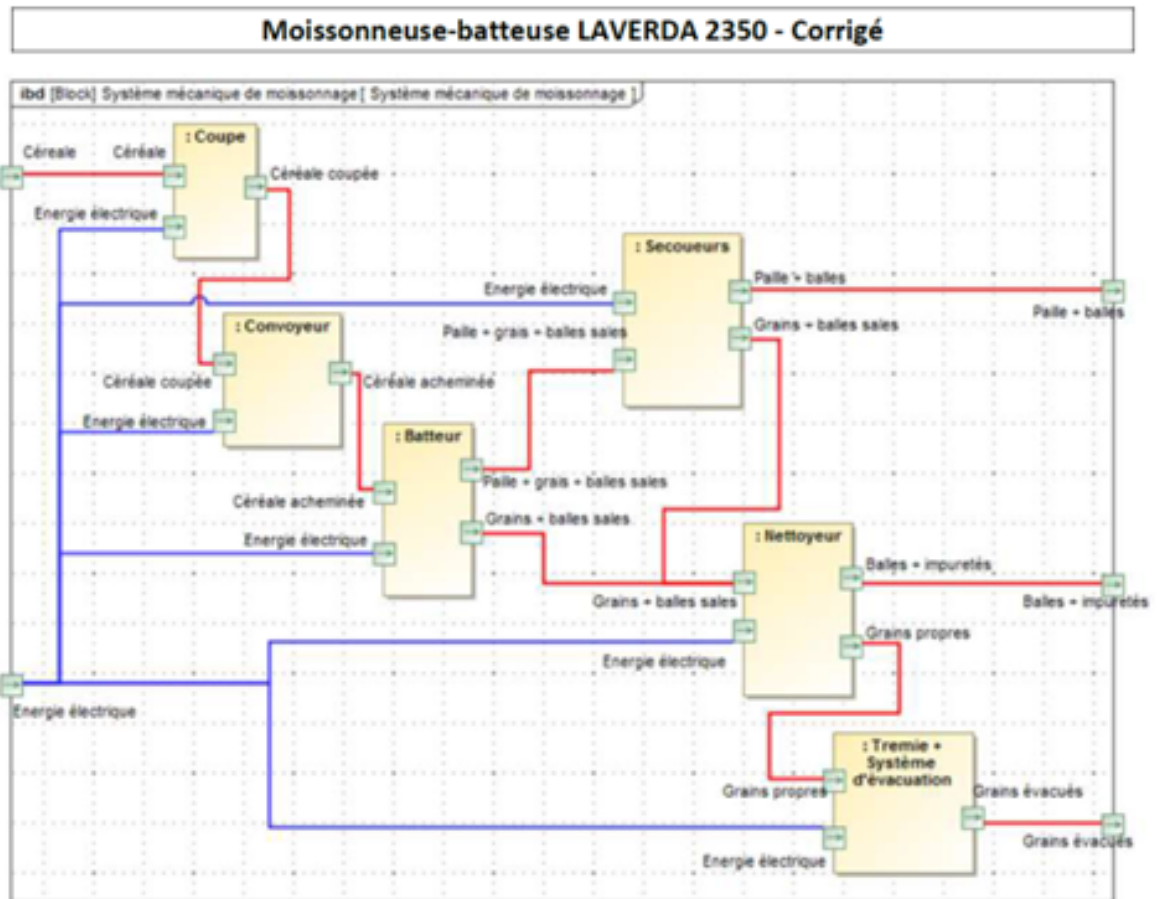
FIGURE 12 – Diagramme SysML

sur le champ, les grains, plus lourds descendent dans la paille, traverse les alvéoles puis glissent au fond des secoueurs pour être ramenés à l'entrée du caisson de nettoyage. Le caisson de nettoyage (E) comprend trois niveaux : le plan supérieur percé d'alvéoles, l'étage médian (la grille) percé de trous calibrés et un fond plat. Installée au fond du caisson, une soufflerie génère un vent qui traverse la grille et les alvéoles; ce vent est destiné à mettre les balles et les impuretés en suspension et à les expulser hors de la moissonneuse. Les grains après être passés au travers des alvéoles, passent au travers de la grille puis sont acheminés par une vis d'Archimède dans un réservoir de 8m^3 , la trémie (F), en attente de vidange. Lorsqu'elle est pleine, la trémie est vidée dans une remorque en déployant la goulotte de vidange (G). Cette opération peut être réalisée à l'arrêt ou en pendant le battage.

La Figure 12 présente le diagramme de définition des blocs de la moissonneuse. Le choix a été fait d'y faire apparaître les ports de flux.

Question 17 : A partir du texte de présentation et du diagramme de définition des bloc, représenter sur le document réponse 6, en bleu les flux d'énergie électrique et en rouge les flux de matières (céréales, céréales coupées...) qui existent entre les différents blocs.

Question 18 : Sur le document réponse 6, préciser pour chaque entrée et sortie de matière la nature de la matière.



Réponse 18 :

5 | Système ClipFlow

Afin de réduire les consommations d'énergie et d'eau d'un bâtiment, le système EWTS, permet de mesurer les consommations électrique, d'eau et de gaz grâce à un réseau de capteurs communicants sans fil et autonomes.

Les données de ces capteurs sont collectées et stockées par un micro-serveur qui les rend accessibles aux utilisateurs par un réseau local grâce à sa connexion sans fil (Wi-Fi). Leur analyse permet de mettre en évidence les consommations récurrentes, excessives, voire anormales (fuite d'eau, appareil électrique en veille, pic de consommation...). Pour l'eau, le capteur utilisé est le ClipFlow permet de mesurer :

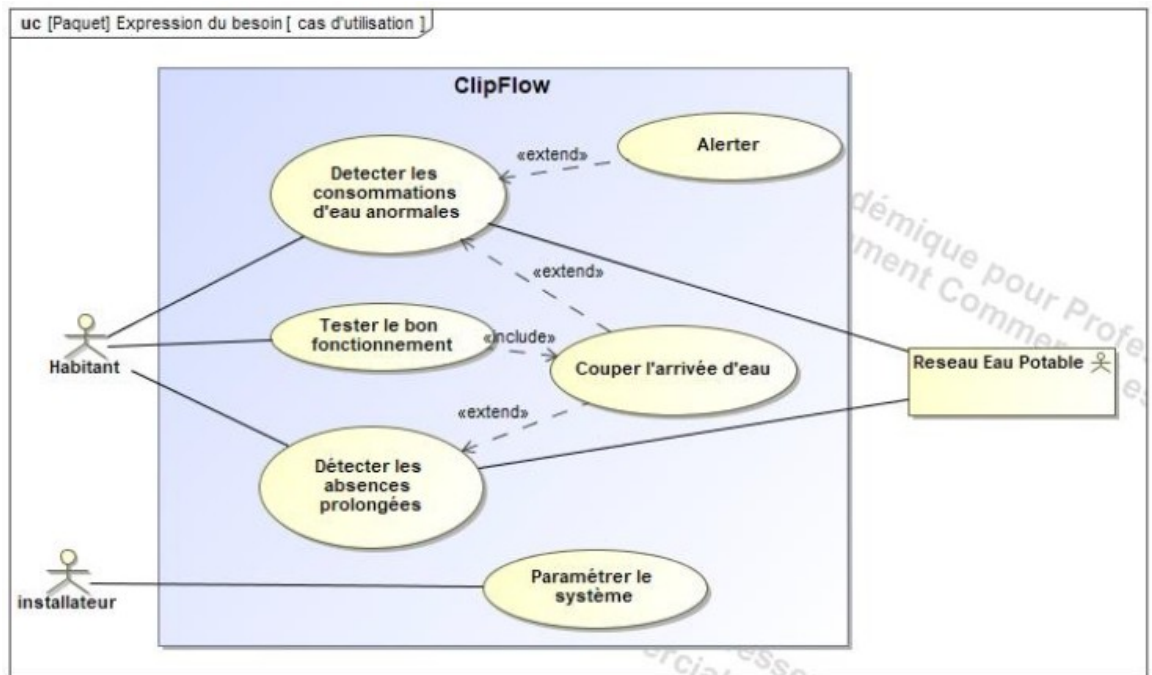
- le débit d'eau instantané ;
- la consommation d'eau ;
- la température de l'eau.

Le ClipFlow peut détecter les fuites d'eau ou les ruptures de canalisation et couper automatiquement l'arrivée d'eau, le cas échéant. Un débit constant sur une période prédéterminée est considéré comme ayant pour origine une fuite. Plus le débit est élevé plus le temps de réaction sera court. Le ClipFlow peut également couper l'eau au bout d'une certaine période d'inutilisation du réseau de manière automatique (départ en vacances, ...).

Question 19 : Quel type de diagramme est représenté sur le document réponse 7 ?

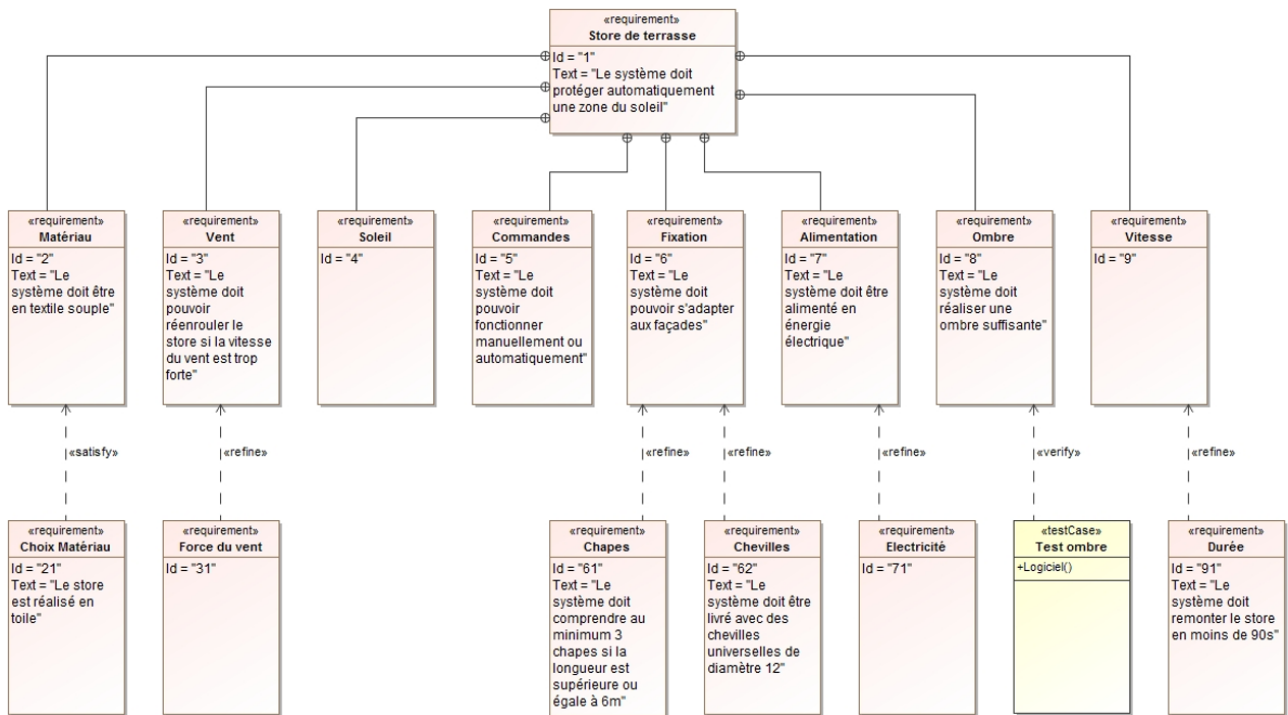
Réponse 19 : Il est noté **uc** dans le cartouche pour signifier qu'il s'agit d'un Use Case diagram, soit un diagramme des cas d'utilisation.

Question 20 : Compléter le diagramme document réponse 7.

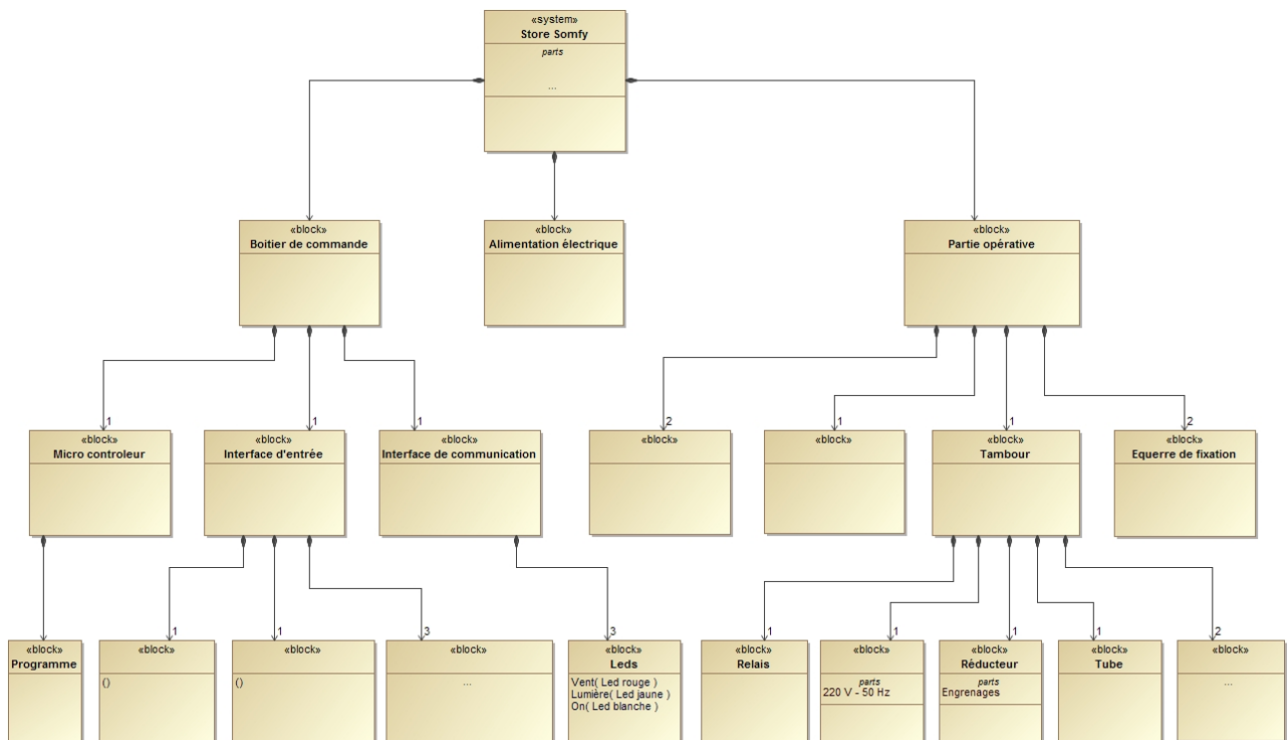


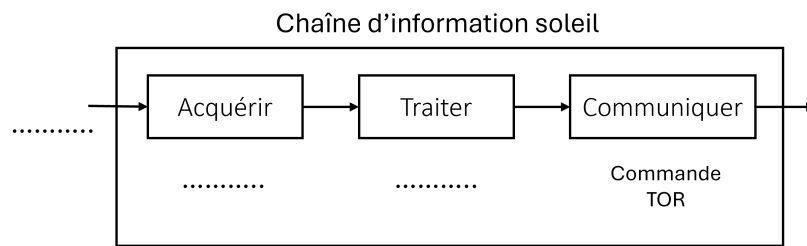
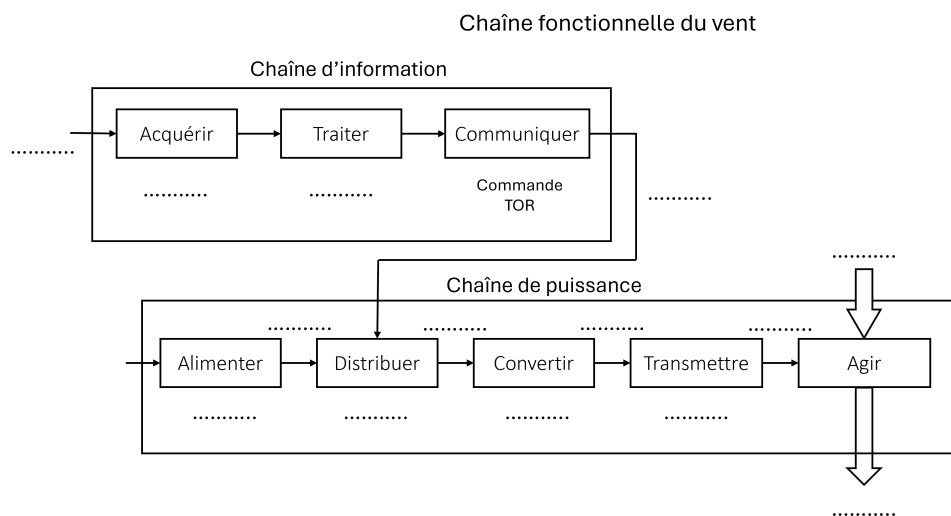
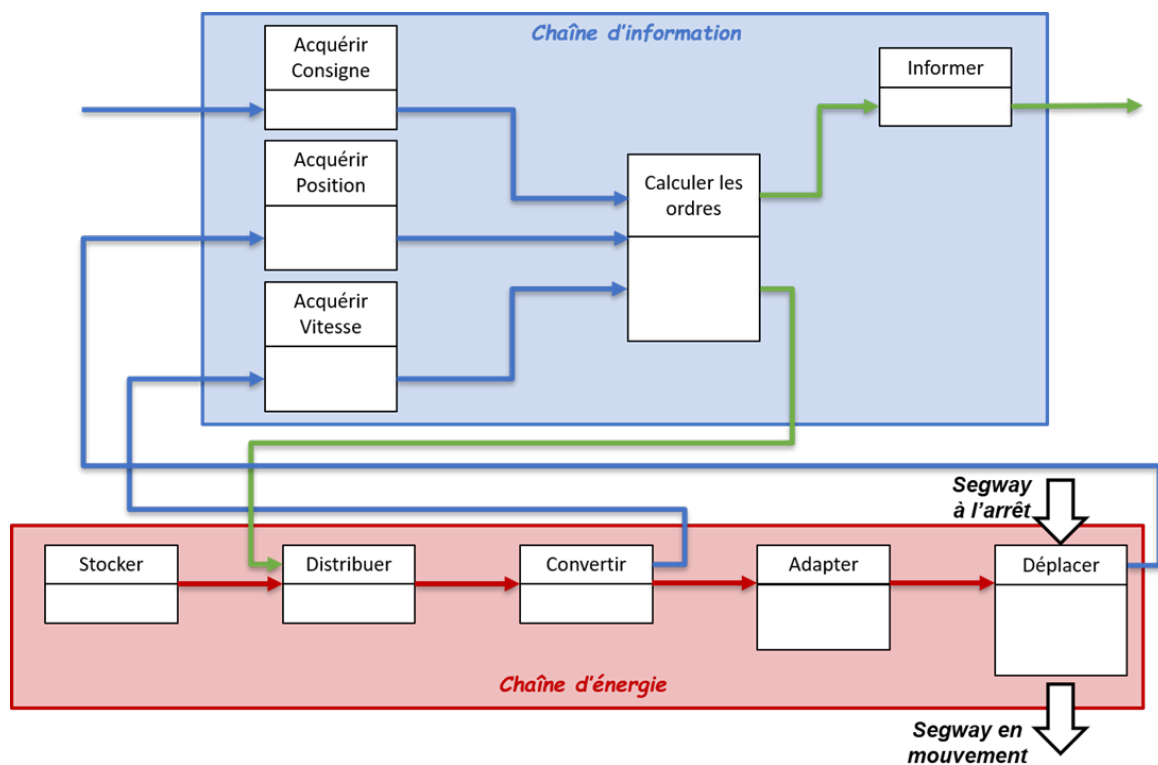
Réponse 20 :

Document Réponse 1 — Store Somfy — Q. 7

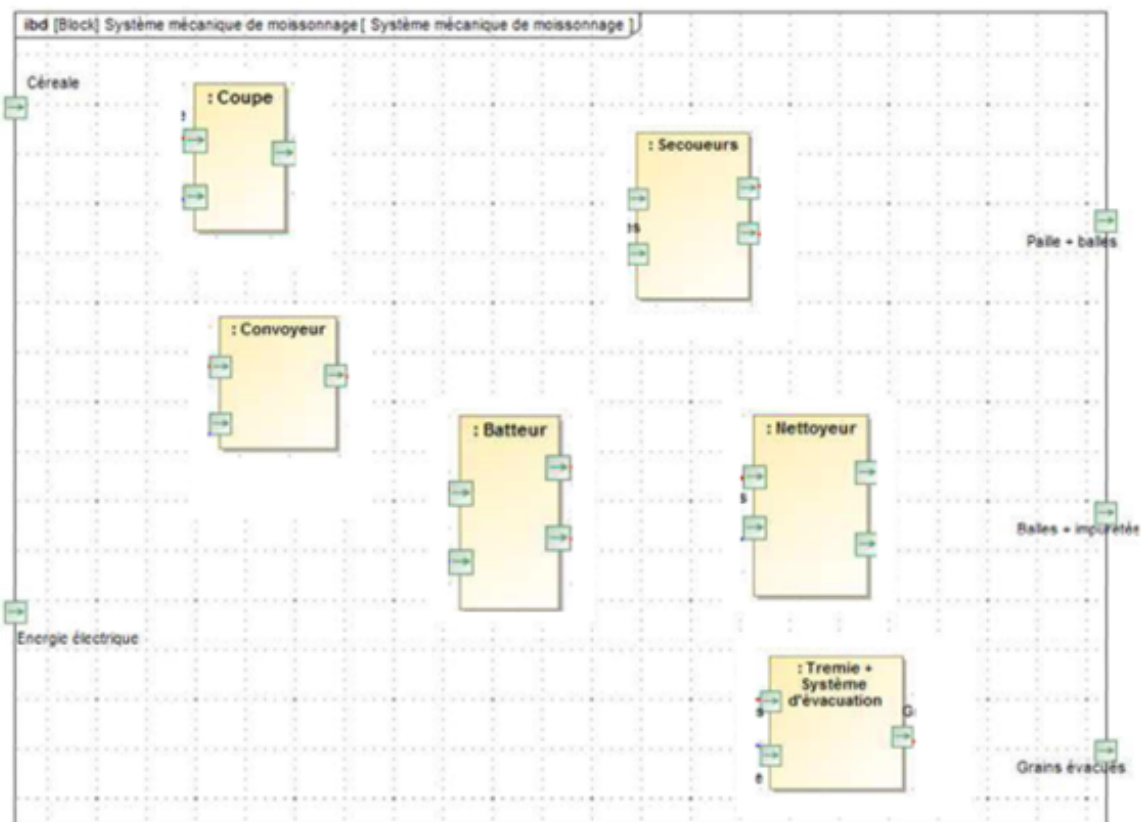


Document Réponse 2 — Store Somfy — Q. 8



Document Réponse 3 — Store Somfy — Q. 9**Document Réponse 4 — Store Somfy — Q. 10****Document Réponse 5 — Segway — Q. 15**

Document Réponse 6 — Moissonneuse batteuse Laverda — Q. 17, 18



Document Réponse 7 — ClipFlow — Q. 19, 20

