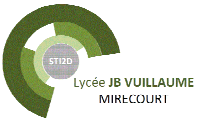



Innovation technologique, Ingénierie et développement durable		1° STI2D
	Évaluation SEQUENCE 1	
	Étude du Robot Tondeuse Document Questions	

NOM: Prénom:	Note : /100 → /20
Durée : 3 H 00 Compétences visées : CO1 CO2 CO3 CO5.2 Connaissances visées : 1. Principes de conception des produits et développement durable 2. Approche fonctionnelle et structurelle des produits 3. Approche comportementale des produits 5. Solutions constructives	

COEFFICIENT : 4

L'USAGE DE TOUT MODÈLE DE CALCULATRICE, AVEC OU SANS MODE EXAMEN, EST AUTORISÉ. LE COURS EST AUTORISÉ

Ce sujet comporte 16 pages numérotées de la page 1/16 à la page 16/16.

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet.

Les pages 15/16 et 16/16 où figurent les documents réponses sont à rendre avec la copie, même non complétées.

Lors des applications numériques, les résultats seront donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec ceux de l'énoncé et une attention particulière sera portée aux unités utilisées.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Les parties du sujet sont indépendantes et peuvent être traitées séparément dans l'ordre choisi par la candidate ou le candidat.

Mise en situation

La tondeuse robot permet la tonte en autonomie complète d'une pelouse dont la surface maximum de la zone de tonte peut avoisiner 2200 m². Pour une surface supérieure, plusieurs zones de tonte peuvent être définies.

Chaque zone de tonte est délimitée par un fil électrique périphérique tendu à même le sol et alimenté par un boîtier électronique (commutateur de périmètre). La mise en service du commutateur de périmètre permet l'établissement d'un champ magnétique reconnaissable par la tondeuse robot.



Les zones de tonte interdites (parterre de fleurs, piscine, bassins, etc.) sont également délimitées par un champ magnétique. Les obstacles pleins (arbres, murs, etc.) sont eux directement évités par la tondeuse robot (détecteurs dans les pare-chocs).



Après une initialisation lors de la première mise en service, la tondeuse robot commence par tondre la périphérie de la zone de tonte avant de tondre de manière aléatoire le reste de la zone délimitée.

La durée de tonte dépend de la surface et de la configuration de la zone de tonte. Cette durée peut être programmée après avoir effectué un ou plusieurs essais.

Le procédé « mulching » permet de broyer l’herbe coupée avant qu’elle ne retombe et évite le ramassage et le stockage des déchets de tonte tout en assurant un engrais naturel.

La tondeuse robot est munie de deux roues motrices arrières et de deux roues “libres” à l’avant tournant librement sur elles-mêmes de type “jockey”.

Les deux roues motrices arrières sont toutes les deux motorisées de manière indépendante ce qui permet de faire tourner la tondeuse sur elle-même en faisant tourner les deux moteurs dans un sens différent (système “char”).

Les roues motrices sont montées dans un berceau dont la position par rapport au châssis de la tondeuse est réglable de manière à augmenter ou diminuer la hauteur de tonte.

La coupe est assurée par une lame motorisée ce qui permet d’obtenir une largeur de tonte de 24 cm.

1) PARTIE 1 : Étude fonctionnelle du robot

À partir du document **technique DT1**, répondre aux questions suivantes :

DT1

Q1 : Quelle est la problématique à laquelle doit répondre le robot tondeuse ?

/1

.....

.....

DT1

Q2 : Quelle est la mission du produit ?

/1

.....

.....

DT1

Q3 : Quels sont les **éléments extérieurs** que le robot doit prendre en considération pour remplir sa mission ?

/1

.....

.....

DT1

Q4 : Quel est le **service rendu** par le système dans sa **phase de tonte** du terrain ? **Indiquez 3** contraintes liées à celle-ci.

/2

.....

.....

.....

DT1

Q5 : Quelles sont les actions sur lesquelles l'utilisateur peut interagir avec le produit ?

/1

.....

.....

DR1

Q6 : **Complétez** les liens manquants du diagramme d'exigence sur le document **réponse DR1**.

2) PARTIE 2 : Étude structurelle du robot

Q7 : À partir du document **technique DT2**, indiquez par leur identifiant (Id) les éléments nécessaires à la réalisation des actions suivantes :

DT2

Gérer le système	Alimenter	Tondre	Détecter

/2

Q8 : Quels sont les éléments utilisés pour la fonction "Déplacer le Robot" ?

/2

.....

Q9 : Complétez alors le diagramme de définition de bloc sur le document **réponse DR2**.

DR2

Q10 : En fonction des éléments de votre étude et de la documentation **technique DT1**, complétez le diagramme de bloc interne de la fonction "Déplacement du Robot" sur le document **réponse DR3**

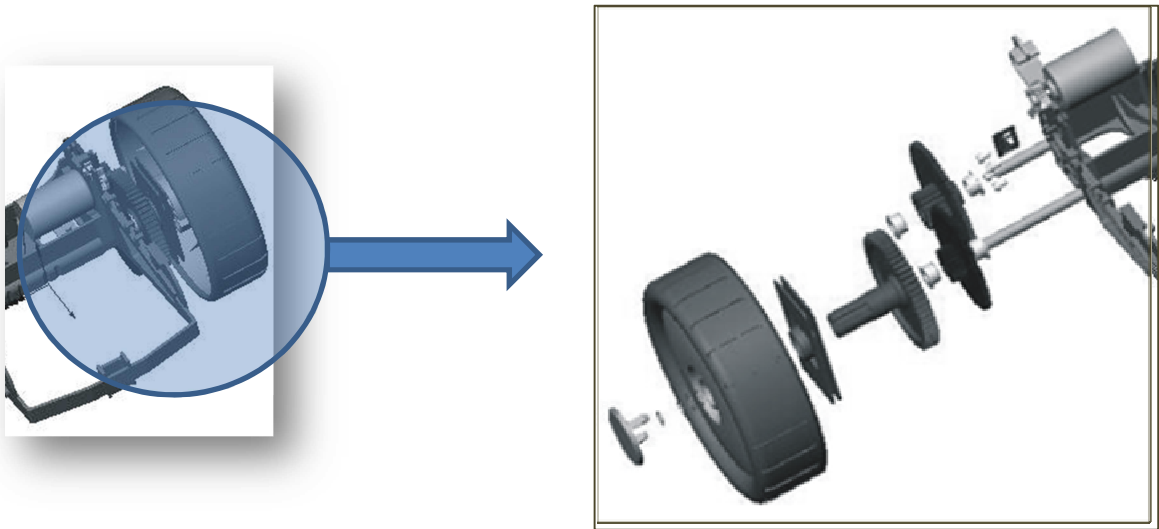
DT1

DR3

3) PARTIE 3 : Étude du déplacement du robot

Q11 : Entourez sur la vue "éclatée" de droite :

- En **rouge** le(s) élément(s) de transmission du **déplacement** du robot
- En **vert** le(s) élément(s) de **conversion** d'énergie
- En **bleu** le(s) élément(s) de **réduction** de vitesse



Q12 : A partir du document **technique DT4**, exprimez puis calculez les rapports de réduction de chaque étage notés r1, r2 et r3 :

/6

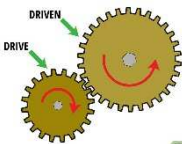
r1 =

DT4

r2 =

r3 =

Rappel : Le rapport se fait entre les nombres de dents *pignon/roue* des *éléments en contact* !



Q13 : Exprimez puis calculez alors le rapport de réduction global du bloc réducteur **noté r** (arrondi à 3 décimales). Le mettre sous forme d'une **fraction** arrondie à l'entier (ex : 1/51) :

/2

Q14 : Le **diamètre** de la roue notée **D** étant de **18 cm** et connaissant la vitesse linéaire de déplacement du robot (voir **DT3**), exprimez puis calculez la vitesse de **rotation** de la roue notée **N_{roue}** en tr/min puis en rad/s noté **ω_{roue}** :

DT3

/4

Q15 : Connaissant le rapport global de réduction **r** et **N_{roue}** exprimez puis calculez la vitesse de rotation du moteur noté **N_{mot}** en tr/min (*prendre $r = 1/55$ et $N_{roue} = 50$ si pas de réponse en Q13 et Q14*) :

/4

Q16 : Pour une vitesse du moteur **N_{mot} = 2500 tr/min**, placez sur la caractéristique de la **vitesse du moteur** le point **P1** correspondant à cette vitesse (axe des ordonnées à gauche).

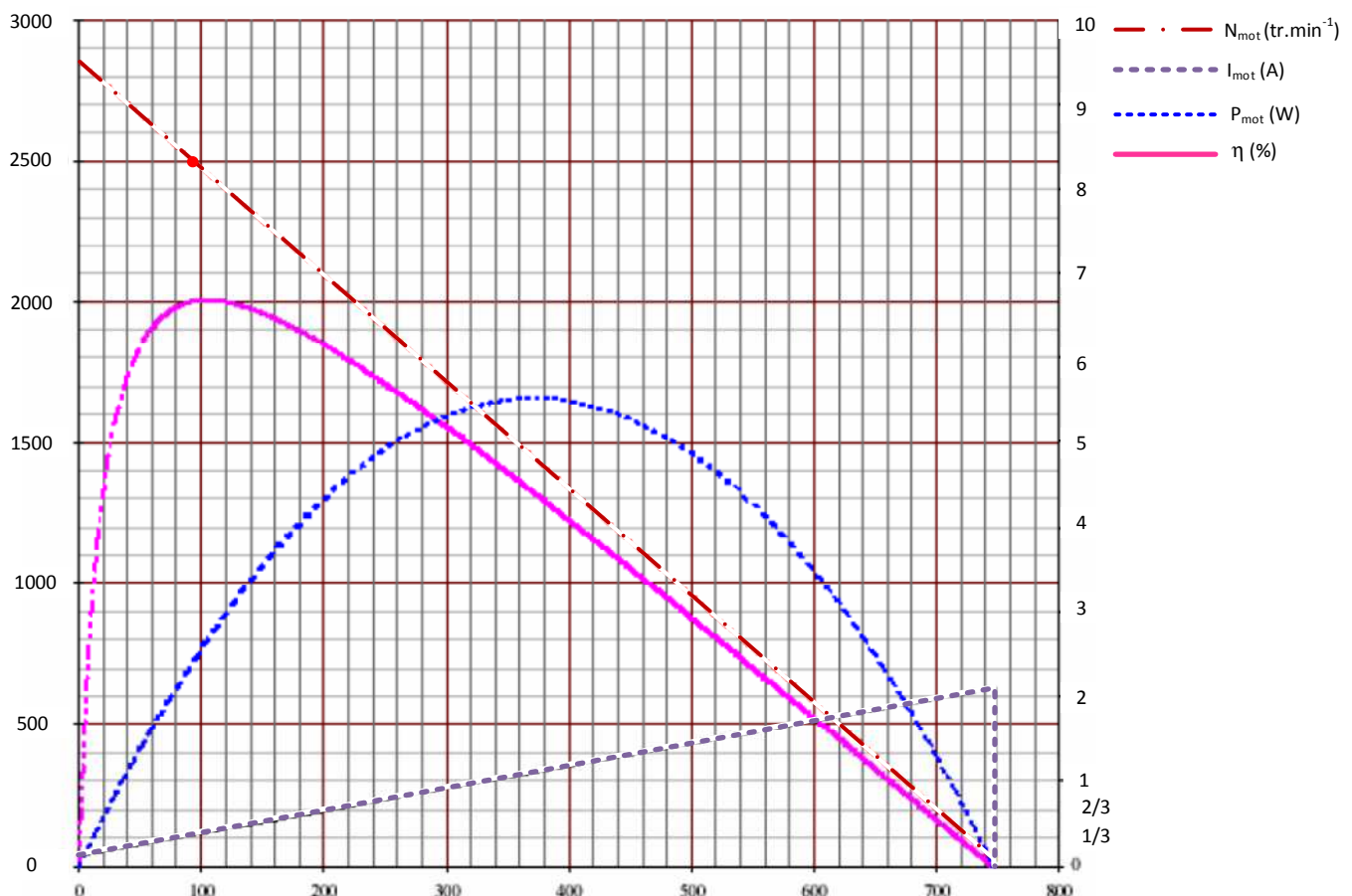
/1

Tracez la **droite verticale** à partir de ce point (P1) pour croiser en bas la **caractéristique du courant**. Notez **P2** le point d'intersection avec celle-ci.

/1

À partir de **P2** tracez la droite **horizontale** afin de déterminer la valeur du **courant I_{mot}** (axe des ordonnées à droite).

/1

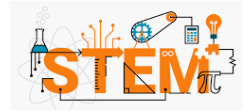


Q17 : En déduire alors d'après le graphique la valeur du courant I_{mot} consommé par le moteur :

/1

.....

4) PARTIE 4 : Étude de l'autonomie du robot



Q18 : A partir de la documentation **technique DT5** de la batterie, **complétez** les valeurs suivantes en indiquant les unités des grandeurs :

DT5

Tension de la batterie : U_{bat} =

/1

Capacité de la batterie : Q_{bat} =

Q19 : A partir de ces deux données (U_{bat} et Q_{bat}), exprimez puis calculez l'énergie disponible avec cette batterie :

/1

E_{max} =

Q20 : Avec une puissance de coupe P_{coupe} de **30W**, exprimez puis calculez le courant nécessaire à la tonte de l'herbe noté I_{coupe} :

/2

.....

.....

Q21 : Avec une puissance de déplacement P_{dep} de 6,5W, **exprimez** puis **calculez** le courant nécessaire au déplacement du robot noté I_{mot} pour **un moteur**. Calculez alors le courant total consommé noté I_{dep} lors du déplacement en **ligne droite du robot**. Détaillez vos calculs !

/3

.....

.....

.....

Q22 : Avec une consommation en courant de **0,8 A** pour le déplacement et **1,5 A** pour la coupe de l'herbe, en déduire le temps d'autonomie de coupe du robot noté **Aut** si l'on ne souhaite pas **dépasser plus de 80%** de décharge de la capacité de la batterie.

Détaillez l'ensemble de vos calculs et de votre raisonnement !

/3

.....

.....

.....

Q23 : Ce temps est-il acceptable par rapport au cahier des charges du robot tondeuse ? **Justifiez** en comparant la valeur donnée sur le document **technique DT3**.

/1

DT3

.....

.....

12

/2

5



/2

/2

Q28 : En déduire alors l'autonomie du Robot équipé de cette nouvelle technologie ainsi que la surface estimée pouvant être tondue en un cycle de décharge (*prendre 40% si pas de réponse en Q25*).
Détaillez votre raisonnement et vos calculs !

Données à prendre en compte :

Autonomie avec câble : **1 H 15**

Surface estimée avec câble : **450 m²**

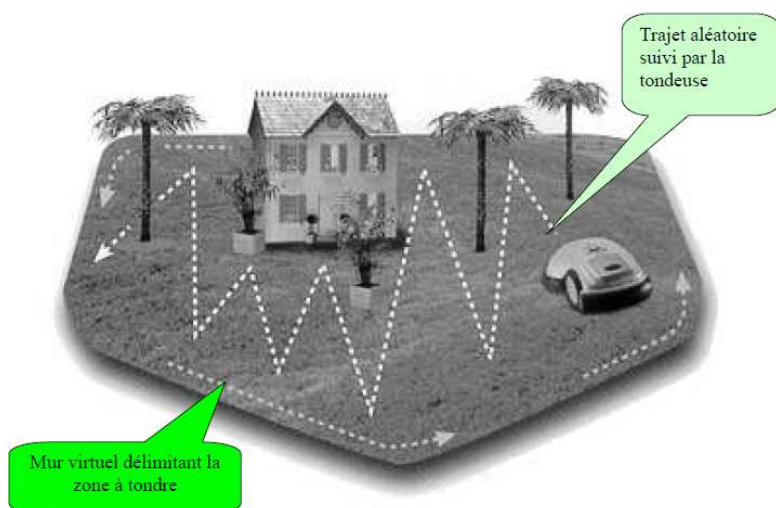
/2

5) PARTIE 5 : Étude de la programmation du robot



Stratégie de déplacement :

Le robot tondeuse une fois posé sur le sol, et activé en mode "tonte", doit détecter la **présence de la boucle magnétique** délimitant le terrain mais également **les obstacles** sur son chemin.

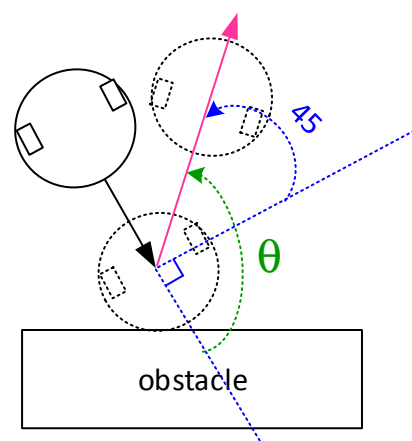


Il démarre son cycle de tonte en roulant en **ligne droite** jusqu'à rencontrer la boucle périphérique ou un obstacle. Celle-ci rencontrée, le robot "**rebondit**" alors suivant un angle prédéfini. De même si un obstacle est rencontré sur son chemin par les capteurs de contact situés sur chaque élément du parechoc :

"**Rebondir**" signifie : arrêter le robot, le faire reculer **pendant 2 secondes**, opérer une rotation sur lui-même d'un certain angle, puis reprendre sa course en avant.

Q29 : En fonction de la trajectoire voulue suivante lors d'une détection d'obstacle, **calculez** l'angle de rotation du robot nécessaire noté θ :

/2



Q30 : En considérant qu'une temporisation en rotation de 350 ms permet d'effectuer un angle de rotation du robot de 90°, combien de temps noté **TempoAngle** est-il nécessaire au robot pour effectuer la rotation θ (*prendre $\theta = 130^\circ$ si pas de réponse à Q27*) ? **Détaillez** votre raisonnement.

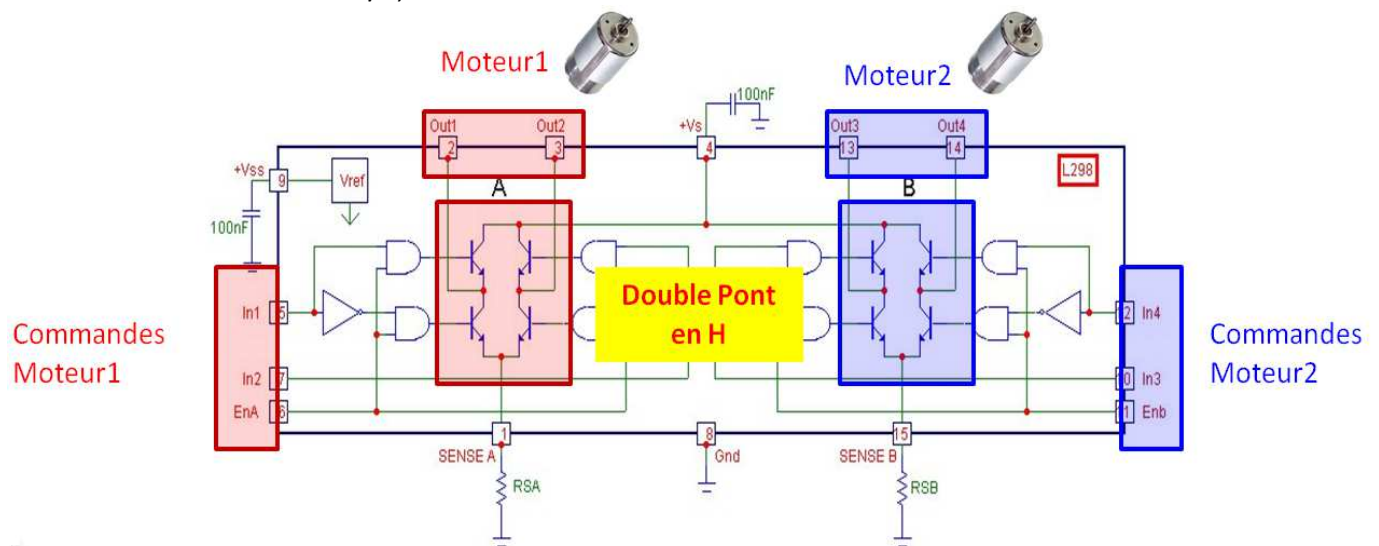
/2

Q31 : Si l'on considère **4 commandes** possibles (**AVANT** ↻ , **ARRIERE** ↻ , **ROUE LIBRE** ↻ et **ARRET** ■) pour chaque moteur, indiquez l'état de chacun d'entre eux pour réaliser les actions suivantes de déplacement :

/5

ACTION	MOTEUR GAUCHE	MOTEUR DROIT
ARRET (FREIN)		
AVANT		
PIVOTER à GAUCHE		
PIVOTER à DROITE		
RECULER		

Les moteurs sont pilotés par une interface de puissance type "double pont en H" permettant la commande de moteurs 24V/7,5A :



Sa table de vérité est la suivante :

ACTION	MOTEUR GAUCHE			MOTEUR DROIT		
	ENA	IN1	IN2	ENB	IN3	IN4
ARRET	1	0	0	1	0	0
AVANT	1	1	0	1	1	0
PIVOT à GAUCHE	1	0	1	1	1	0
PIVOT à DROITE	1	1	0	1	0	1
ARRIERE	1	0	1	1	0	1
ROUE Libre	0	X	X	0	X	X

Q32 : Indiquez les différentes commandes (0 ou 1) à transmettre à l'interface de puissance pour permettre au robot de réaliser le circuit d'évitement suivant (avec ENA = ENB =1) ainsi que l'action de mouvement réalisée :

Point A : Action →

IN1 : IN2 : IN3 : IN4 :

Point B : Action →

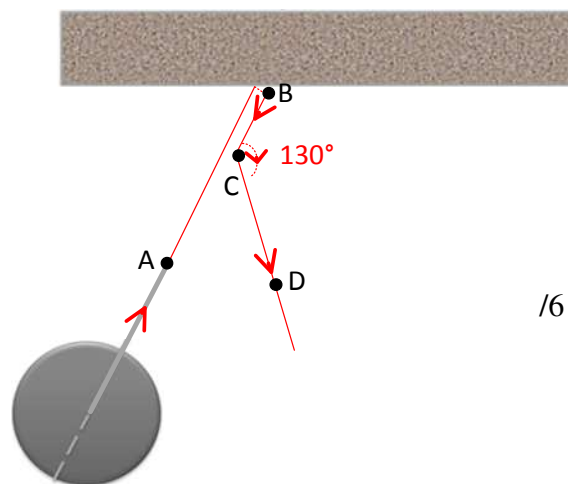
IN1 : IN2 : IN3 : IN4 :

Point C : Action →

IN1 : IN2 : IN3 : IN4 :

Point D : Action →

IN1 : IN2 : IN3 : IN4 :



/6

Q33 : Complétez l'algorithme permettant de programmer cette stratégie de déplacement (Q32) :

Programme principal Loop()

detect_magnetique ⇐ booléen identifiant la détection magnétique (0 : pas de détection)
detect_obstacle ⇐ booléen identifiant la détection d'obstacle (0 : pas de détection)

Robot ⇐

SI **ALORS**

Robot ⇐

Temporiser

Robot ⇐

Temporiser

FIN

/7

6) PARTIE 6 : Étude environnementale

Q34 : Quels sont les avantages en lien avec les piliers du développement durable de ce produit ?

/6

DT6

Écologique :

Économique :

Sociétal :

Q35 : A partir du document **technique DT6**, indiquez quelle est la phase la plus impactant dans le cycle de vie du produit. Quelle étape du cycle de vie ayant un impact n'est pas pris en compte ?

/2

DT6

.....

ANNEXE : Dossier Technique

DT1 : Analyse SysML du produit

Diagramme initial des Besoins :

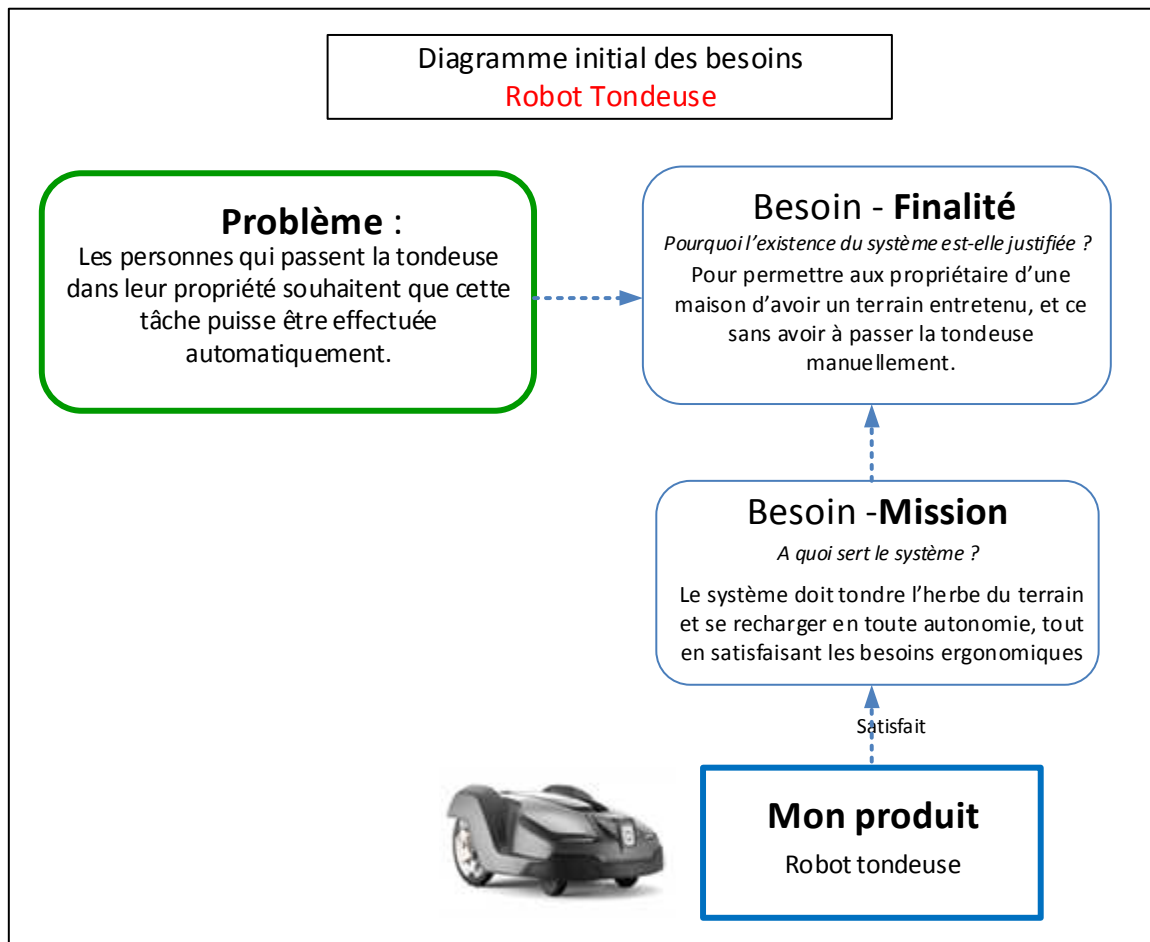
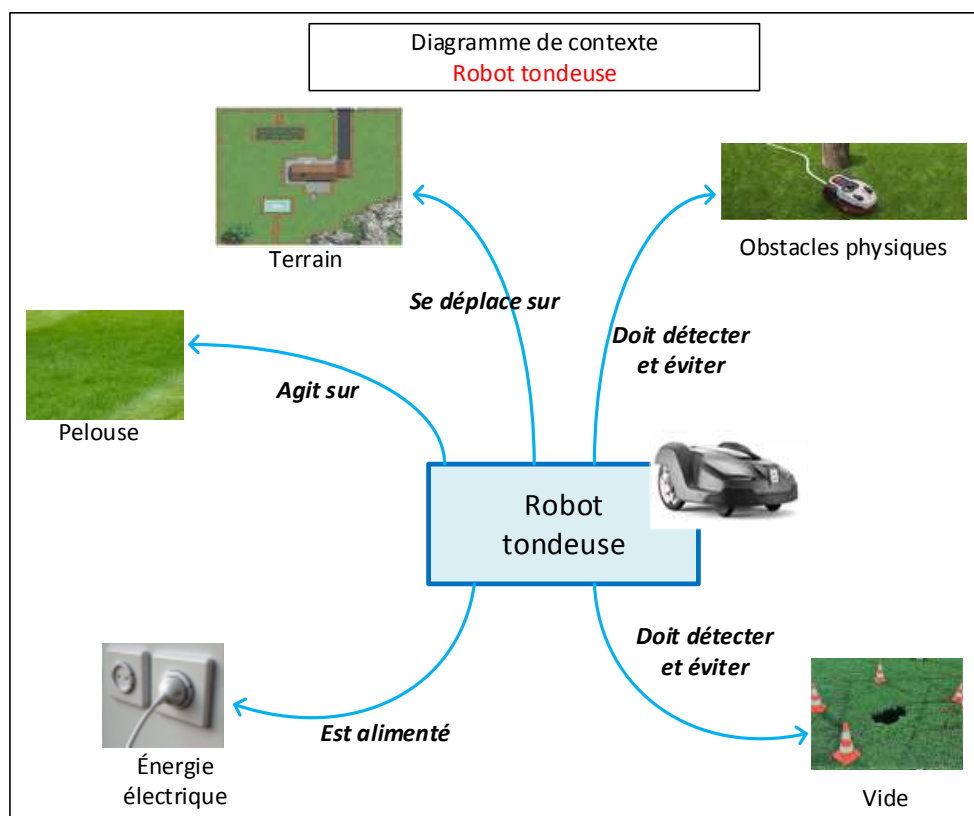


Diagramme de contexte :



Diagrammes de cas d'utilisation :

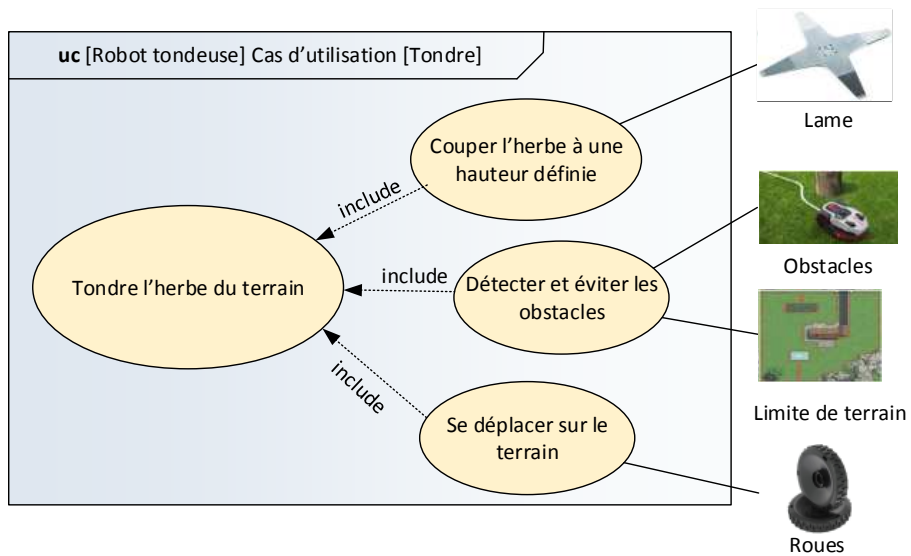
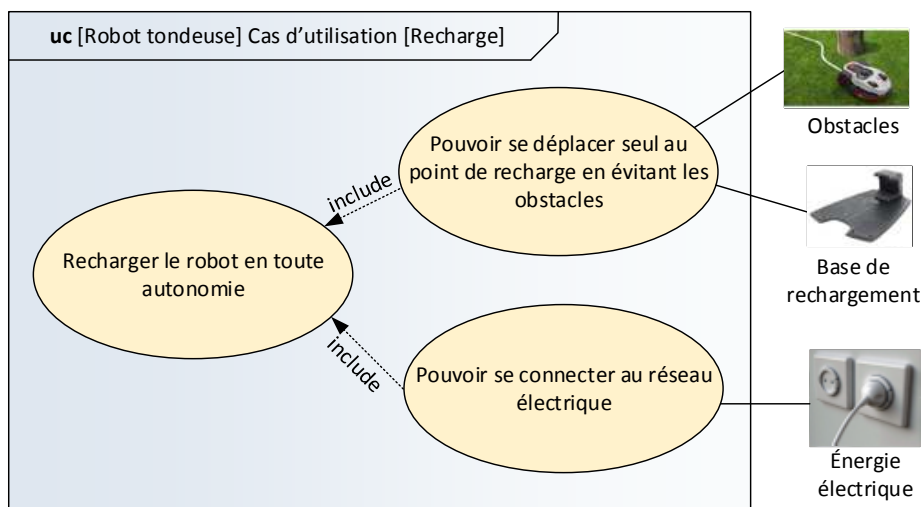
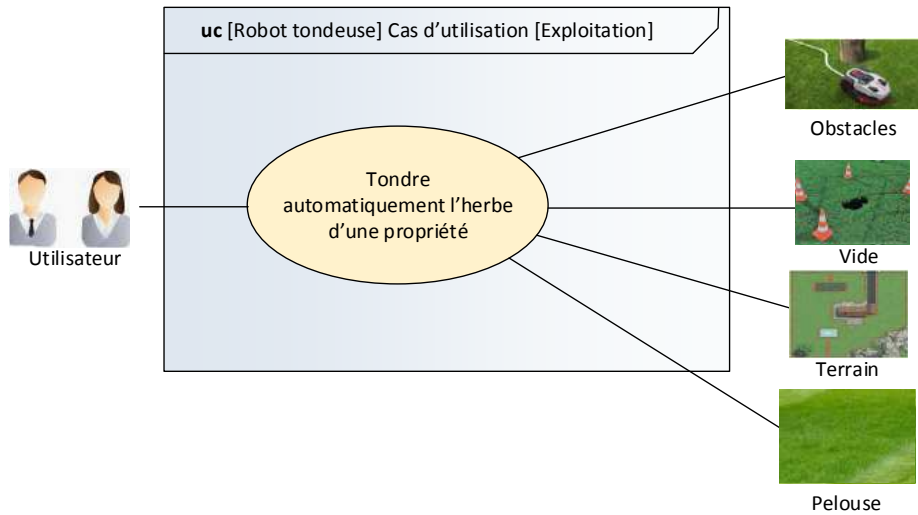
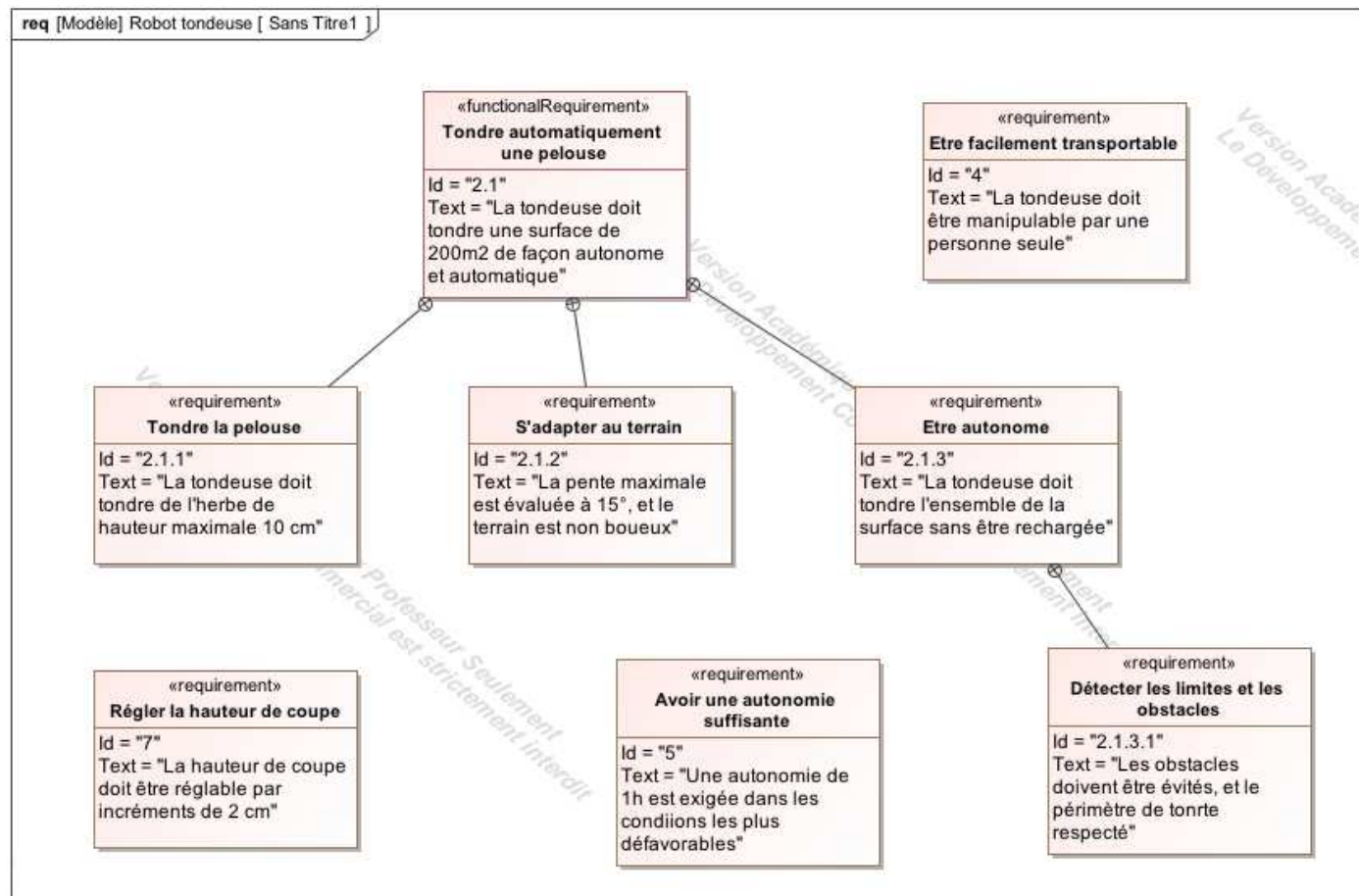
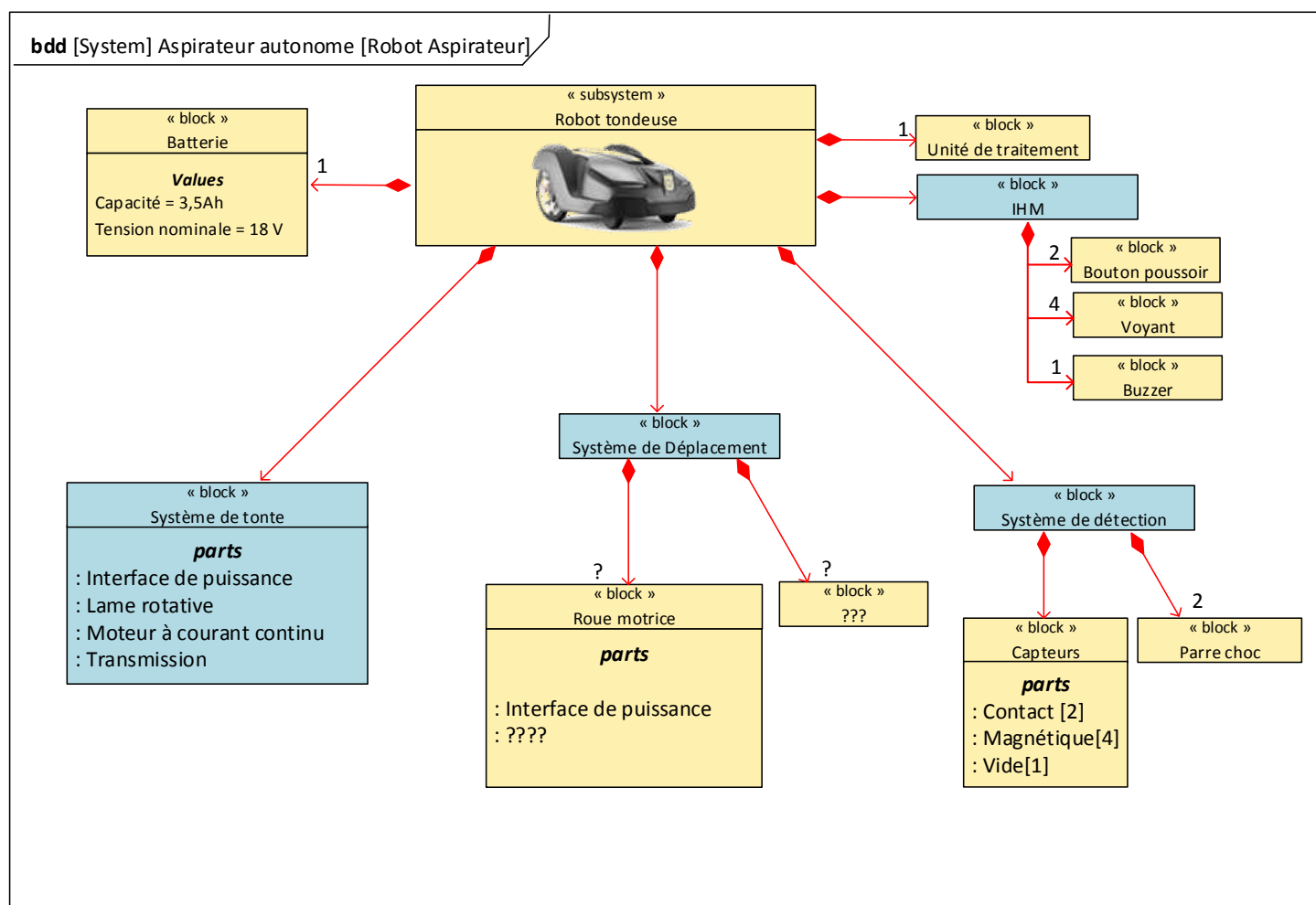


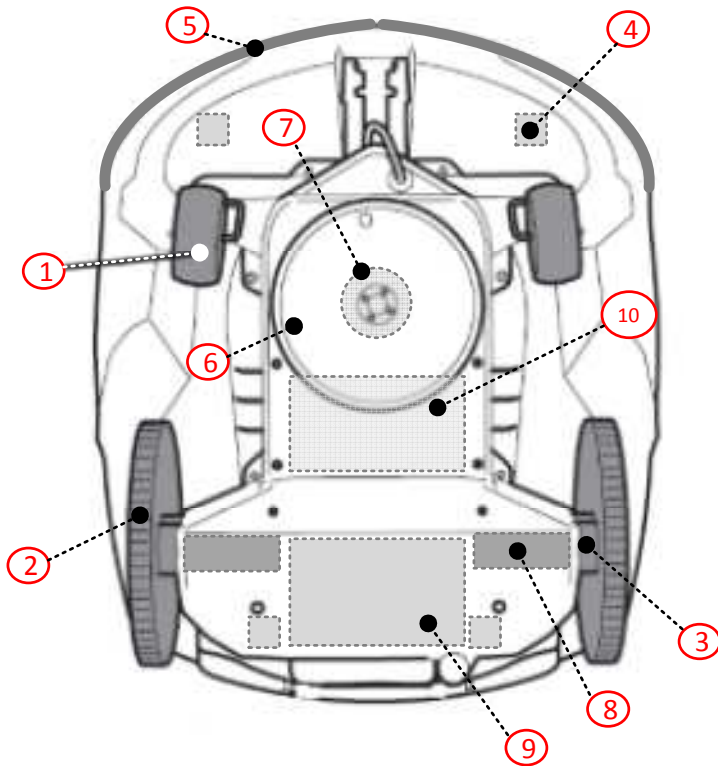
Diagramme d'exigence :



Diagrammes de définition de blocs :



DT2 : Éléments du Robot tondeuse

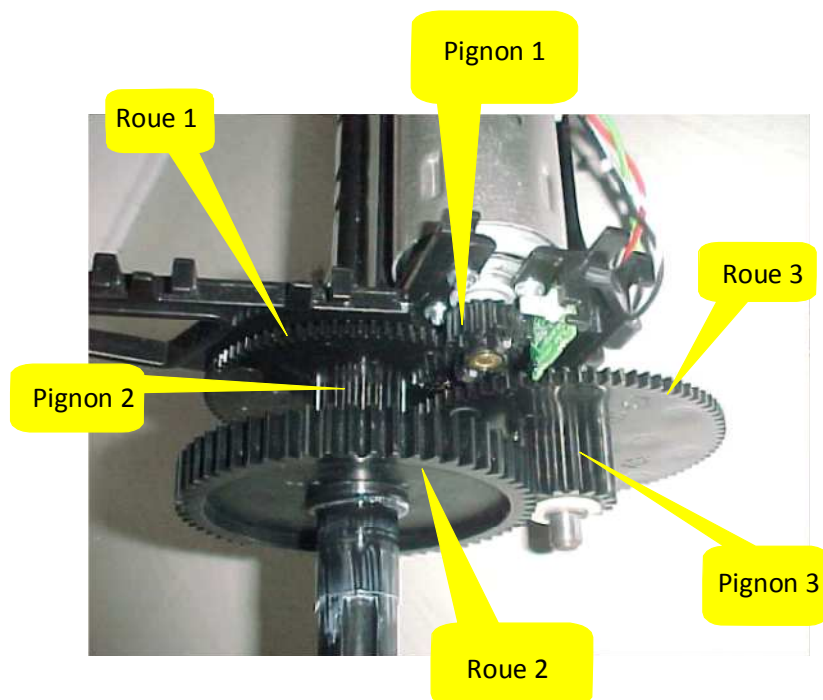


Id	Référence	Quantité
1	Roue libre	2
2	Roue motrice	2
3	Réducteur	2
4	Capteur magnétique	4
5	Capteur de choc	2
6	Lame de tonte	1
7	Moteur de lame	1
8	Moteur de roue	2
9	Batterie	1
10	Carte électronique	1

DT3 : Caractéristiques techniques

Masse	11,8 kg
Capacité de travail (+/- 20 %)	0 à 2 200 m ²
Surface tondue par heure	92 m ² .h ⁻¹
Temps de charge	60 min
Temps de tonte par charge (autonomie)	50 à 80 min
Largeur de coupe	24 cm
Hauteur de coupe en continu	2 à 6 cm
Vitesse d'avancement	42 cm.s ⁻¹
Système de tonte	aléatoire
Batterie	Ion – Lithium 18 V / 3,2 A.h / 57,6 W.h
Nombre de batterie	1
Pente maximum (en milieu de terrain)	40 %
Pente près du câble périphérique	10 %
Dimensions (L*I*h)	72*56*31 cm

DT4 : Caractéristiques du bloc réducteur

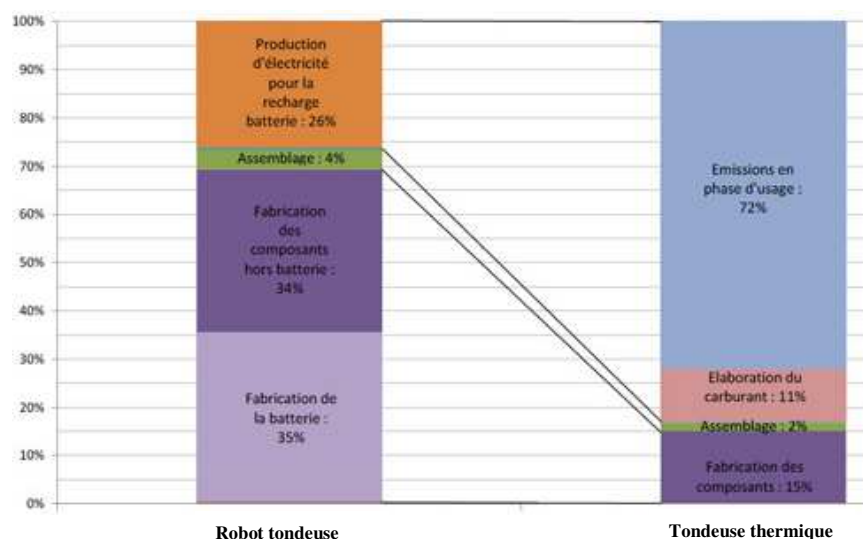


	Nombre de dents Z
Pignon 1	Z1 = 18
Roue 1	Z2 = 86
Pignon 2	Z3 = 22
Roue 2	Z4 = 80
Pignon 3	Z5 = 18
Roue 3	Z6 = 58

DT5 : Caractéristiques de la batterie



DT6 : Étude environnementale

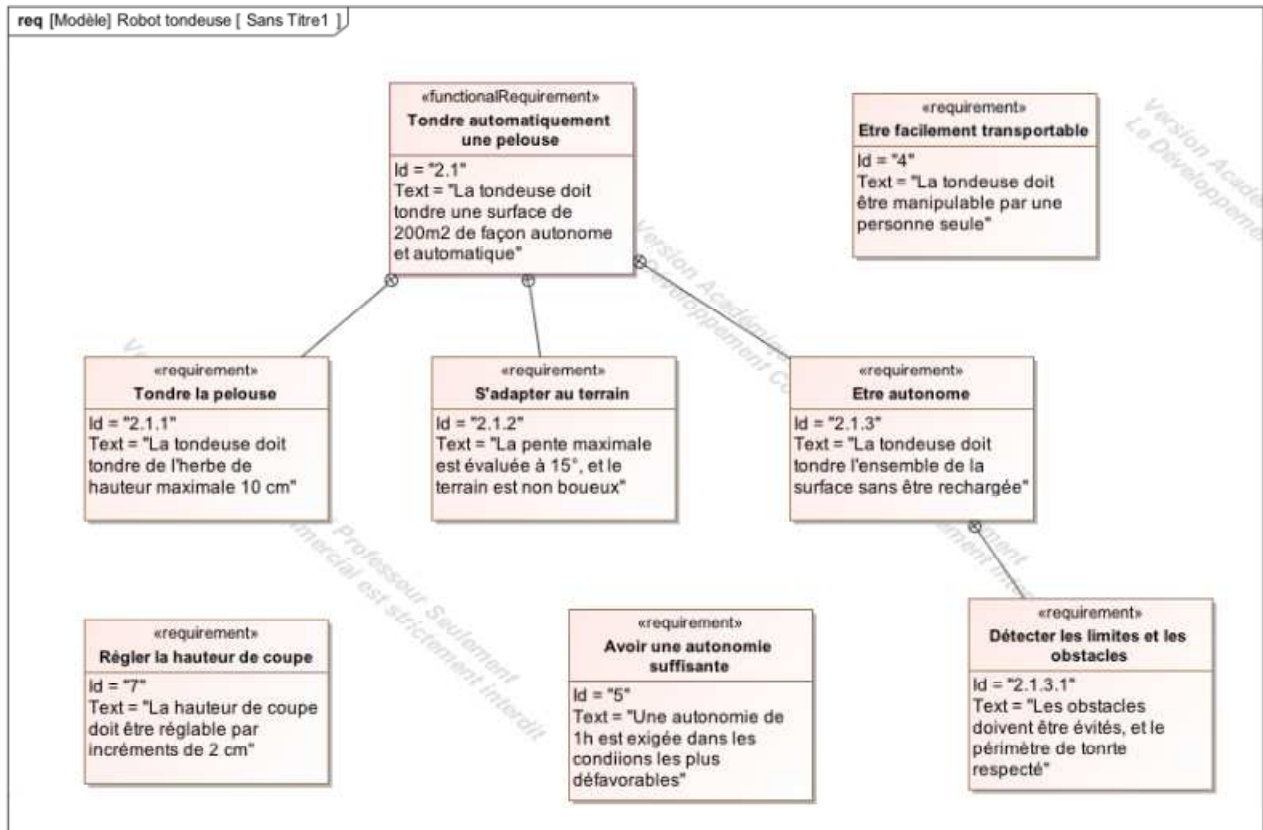


Type	Recyclage	
	Taux (% w)*	Métaux lourds (% w)**
Plomb-acide	65%	environ 100%
Ni-Cd	75%	
Autres compositions chimiques (Ni-MH, Li-ion, ...)	50%	-

Seuil de recyclage en fonction de la technologie de batterie

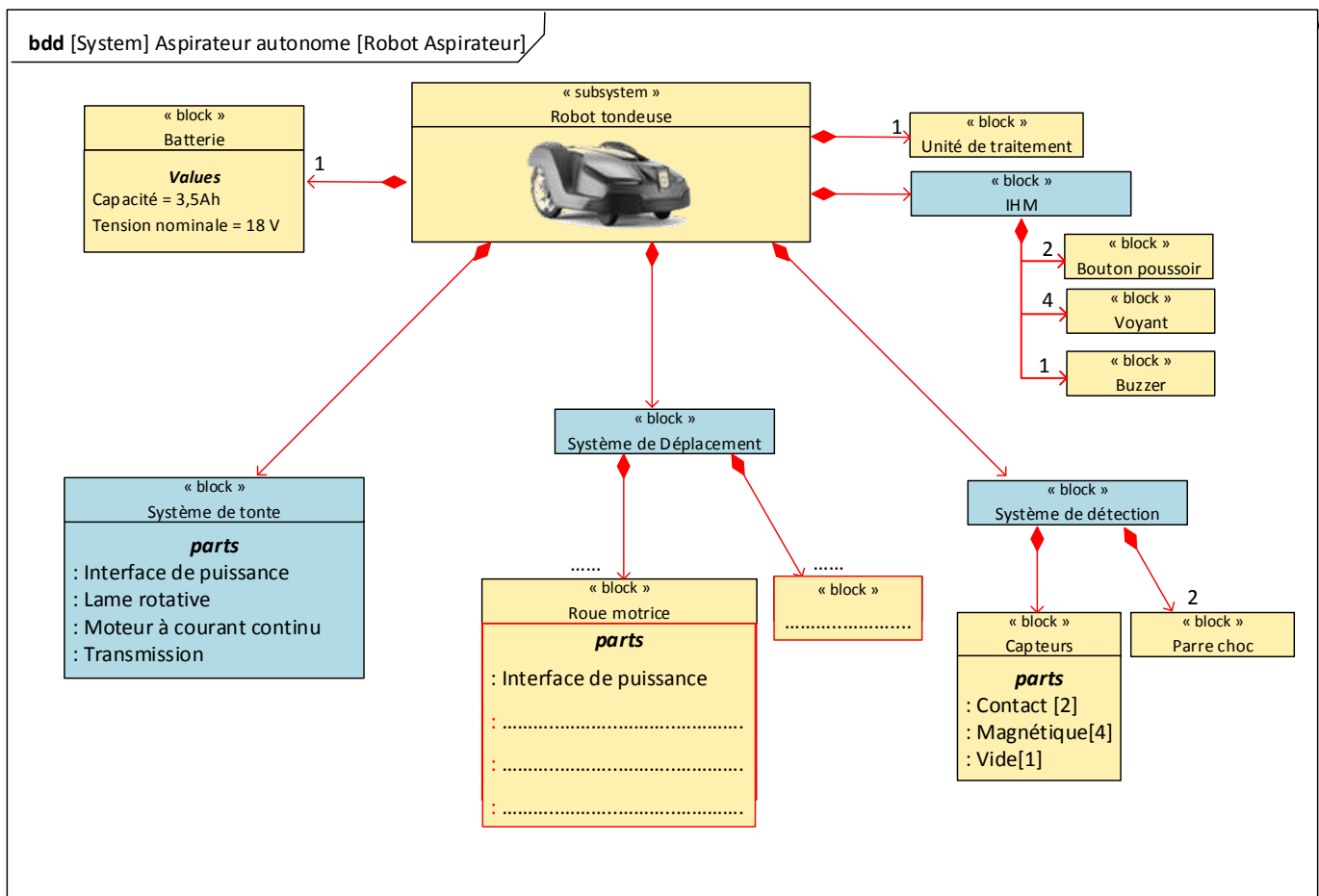
ANNEXE : Documents réponse

DR1 : Question Q6



/3

DR2 : Question Q9



/5

