

Elements de correction

Etude de la voiture TAMIYA

1. Mise en situation

On vous propose d'étudier les solutions constructives validées par le concepteur de la voiture radiocommandée TAMIYA.

Ce véhicule modèle réduit échelle 1/10^{ème} est à propulsion électrique et existe en version 2 ou 4 roues motrices et est destiné à participer à des compétitions. Son coût est d'environ 250€.



La TAMIYA Cup



TAMIYA
Leader mondial
de la voiture RC



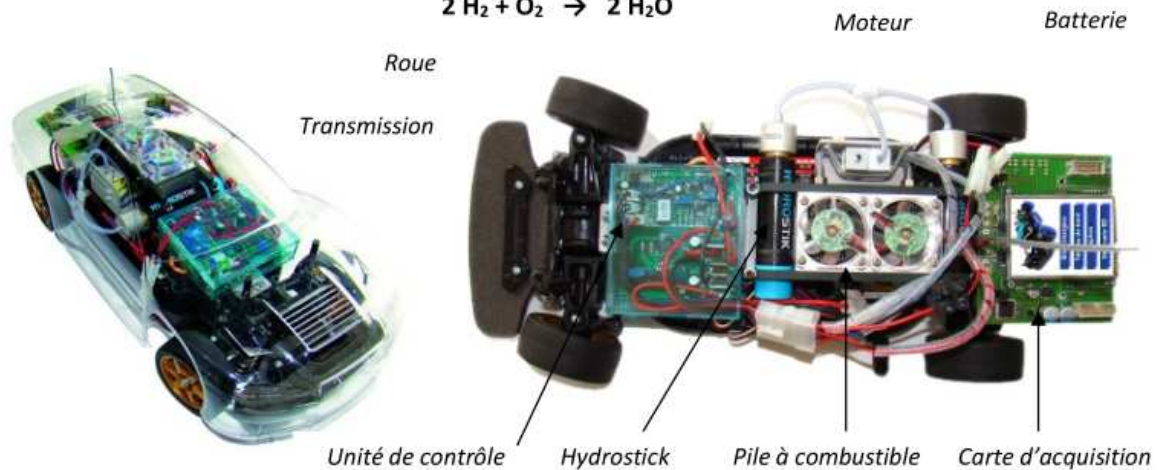
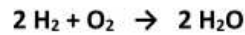
**Modèle réduit de voiture
destiné à la compétition**

- Echelle 1/10^{ème}
- Propulsion électrique
- 4 roues motrices

L'étude portera sur l'observation du système et l'agencement des différentes fonctions pour justifier les choix de la motorisation, de la source d'énergie et de la solution de radio pilotage.

2. Présentation de l'architecture

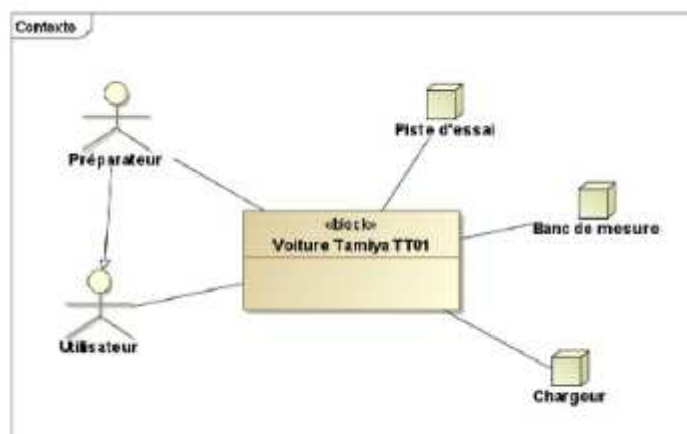
La voiture Tamiya est une voiture radiocommandée hybride, fonctionnant avec deux sources d'énergie : une batterie classique et une pile à hydrogène. La pile à hydrogène est une pile à combustible utilisant le dihydrogène et le dioxygène. Il s'agit d'une combustion électrochimique avec production simultanée d'électricité, d'eau et de chaleur, selon la réaction chimique :

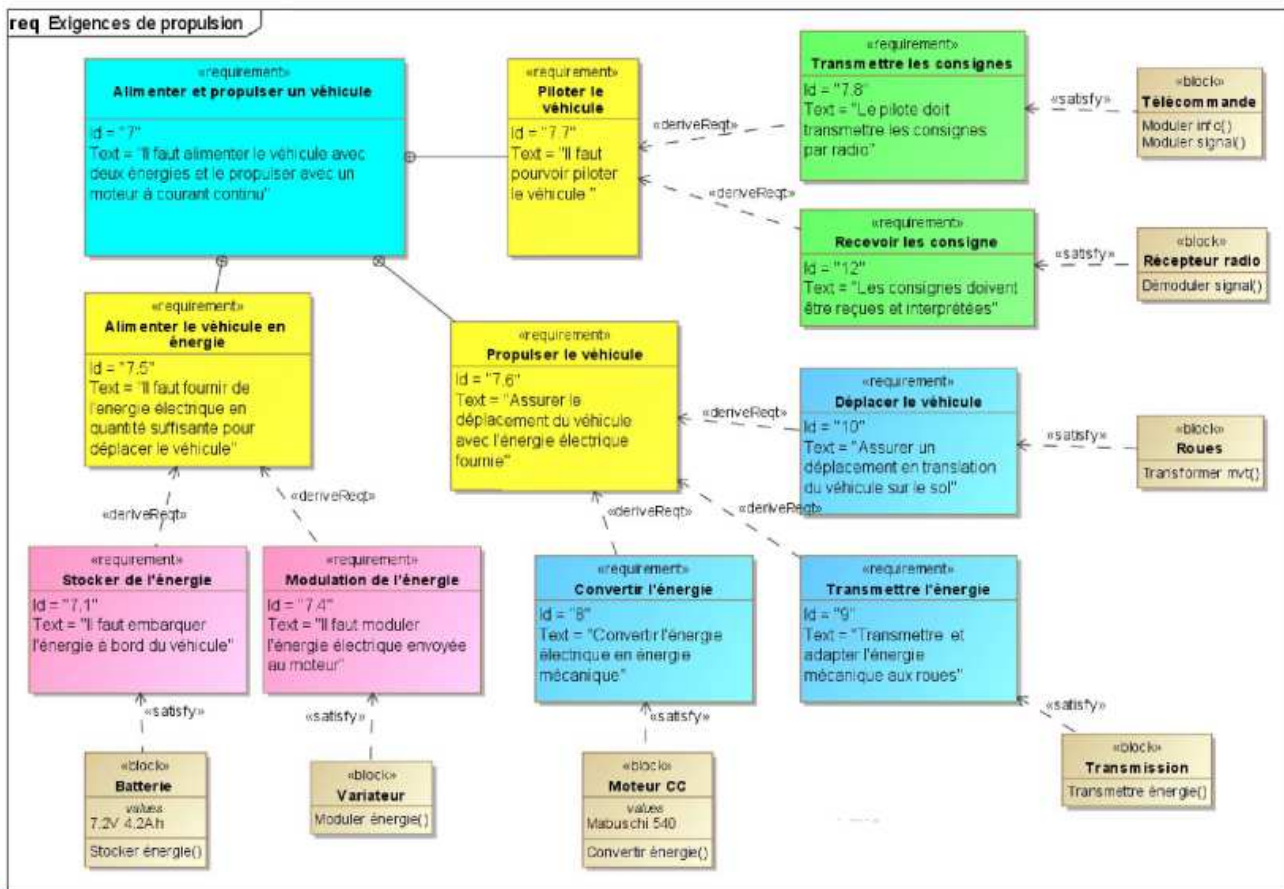


Le dihydrogène est fourni par des cartouches « hydrostick » où il est stocké à basse pression. Ces cartouches se rechargent grâce à un appareil nommé « Hydrofil » par électrolyse de l'eau et adjonction d'acide malique. Le dioxygène est fourni par l'air ambiant. La batterie se recharge grâce à un chargeur classique branché sur le secteur. Lorsque la voiture est sous tension, la pile à combustible fonctionne de manière permanente. Si l'énergie qu'elle produit n'est pas utilisée par les moteurs, elle sert à recharger la batterie. La voiture est équipée d'une carte de mesure qui lui permet d'enregistrer sur une carte SD un certain nombre de données (distance parcourue, vitesse et tension).

2.1 Description du fonctionnement du produit

Dans un premier temps, le diagramme proposé limite volontairement l'étude à la version électrique du modèle de voiture.





A l'aide de la description du fonctionnement de la voiture radiocommandée et de la lecture du diagramme d'exigence, identifier et nommer :

a) Le type d'actionneur permettant de propulser le véhicule, indiquer sa référence.

Block Moteur CC Mabuschi 540

b) La nature de l'énergie alimentant le système, ainsi que les caractéristiques de la source d'énergie.

Block Batterie : Tension Continue , batterie 7.2V, 4.2 A.h

c) Le nom des blocs permettant de transmettre les consignes à distance et de les interpréter sur le véhicule.

Block Télécommande (moduler) et Block Recepteur radio (démoduler)

3. Etude des solutions constructives

3.1 Etude du choix du moteur.

Un moteur électrique sert à convertir de l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation. Le courant crée un champ magnétique, afin que les pôles du stator, fixes, attirent ceux du rotor. Le rotor tourne grâce à l'alternance de la polarité. La vitesse du mouvement est contrôlée en amont avec un variateur, et le couple mécanique en sortie est ajusté par un réducteur. Cette énergie mécanique disponible en « sortie moteur » doit être suffisante pour entraîner les autres pièces mécaniques liées à la fonction « transmettre » pour déplacer le véhicule.

Il existe différents types de moteurs selon les applications que l'on souhaite réaliser.

- a) A l'aide du document ressource sur le comparatif des différents moteurs existants, proposer un type de motorisation en justifiant votre réponse en listant les principaux avantages de la solution retenue.

2 types de moteurs sont possibles : Moteur CC et Moteur Brushless

- b) La solution retenue par le constructeur est un moteur de type Mabuchi Motor RF020TH

MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY					STALL		
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE		OUTPUT	TORQUE		CURRENT
			r/min	A	r/min	A	mN·m	g·cm		mN·m	g·cm	
RF-020TH-10210	2 - 5	4.5V CONSTANT	12600	0.058	9590	0.18	0.38	3.9	0.39	1.61	16	0.59

A l'aide de la doc constructeur, cette référence correspond-elle à un moteur courant continu, monophasé ou triphasé ?

Moteur courant continu

Relever la tension nominale d'alimentation et le courant absorbé au rendement maximal.

Unominal = 4.5V I nominal = 0.18 A = 180 mA

Rechercher dans la documentation la masse de ce moteur.

M = 16g, masse très faible !

Rechercher le prix de ce type de moteur.

Environ 2.7 €, prix très faible !

- c) Que représente pour vous la notion de couple mécanique ou torque?

Le couple moteur est un effort de rotation appliqué à un axe, qui doit son appellation à la façon dont l'action s'obtient : un bras qui tire, un bras qui pousse, selon deux forces égales et opposées. Un couple élevé permet une grande puissance au démarrage d'une machine ou d'un outil électrique. On mesure le couple en Newton.mètre.

- d) En regardant le diagramme SysML, expliquer brièvement le rôle de la fonction 7.4 « moduler l'énergie électrique envoyée au moteur ».

Ce bloc permet de faire varier la tension d'alimentation du moteur à courant continu et de faire varier ainsi la vitesse du moteur donc du véhicule.

- e) En comparant les divers critères précédents, proposer une justification pour laquelle le constructeur n'a pas choisi un moteur de type Brushless . (vous pouvez vous aider en regardant le site flashrc.com)

Le moteur brushless serait plus performant mais le principe de variation de vitesse est plus élaboré et donc plus coûteux. La masse du moteur est plus élevée. Le compromis coût / efficacité (environ 50 €) n'est pas optimal du point de vue du concepteur et des marges commerciales envisagées dans le cadre d'une voiture de modélisme destinée au grand public.

3.2 Etude du choix de la batterie.

Vous allez essayer de caractériser et quantifier les grandeurs principales de la batterie permettant d'alimenter le produit étudié.

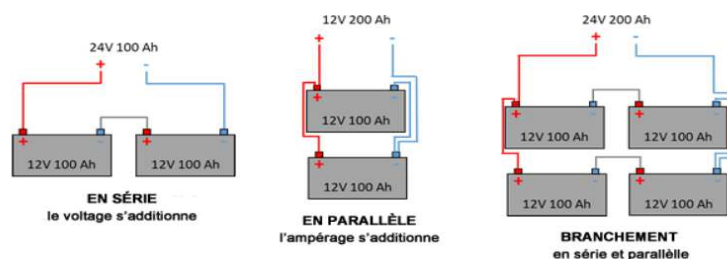
- a) Relever sur le diagramme SysML, les différents organes alimentés en énergie électrique et les caractéristiques de la batterie .

Variateur + moteur, récepteur radio , batterie 7.2V, 4.2 A.h

- b) Une batterie est constituée de l'assemblage d'éléments de bases connectés soit en série, soit en parallèles.

La tension de l'ensemble doit être supérieure à la tension d'alimentation du moteur et sera de 7.2V à vide.

Exemple illustration :



Caractéristiques comparées	Pb	Ni-MH	Li-Ion	Li-Po	Li-Fe-PO4
Incidence du Poids à puissance égale	100%	47%	32%	20%	26%
Effet mémoire	non	oui	non	non	non
Autodécharge	5 à 30% par mois	>30% par mois	5 à 10% par mois	5 à 10% par mois	2 à 5% par mois
Puissance en pointe en W/kg	700	900	1500	250	800
Risques (inflammation, explosion) liés à l'endommagement des modules	non	non	oui	oui	non
Durée de vie (nombre de cycles de charge et décharge)	300	500	750	750	2000
Respect de l'environnement (absence de composés toxiques)	non	non	non	non	oui

- c) A l'aide des éléments précédents et du document ressource sur les éléments de comparaison d'une batterie, choisir la ou les technologies de batteries que l'on peut utiliser. Classer vos propositions en tenant compte du critère environnemental et économique.

Batterie Li-Fe-PO4

- d) Le fabricant a retenu une batterie de type NI-MH. Justifier ce choix.

Meilleur compromis Capacité / Coût / Dev Durable (pas de cadmium) à l'heure du développement . Option possible aujourd'hui : pile à hydrogène

- e) En vous aidant du document ressource sur le dimensionnement des batteries et sachant que le véhicule absorbe une intensité de 0.8A en moyenne et que la course dure environ 1h15mn, déterminer la capacité minimale de la batterie.

1 A.h

- f) Malheureusement, on ne peut décharger totalement une batterie sous peine de la détériorer. La profondeur de décharge d'une batterie est limité à 30% de sa valeur, déterminer la capacité de la batterie à choisir. Comparer votre proposition avec la solution retenue.

3.3 A.H, le constructeur a choisi un pack de batterie NIMH de capacité 4.2A.H, valeur normalisée la plus proche car il utilise plusieurs batteries élémentaires associées (identifier sur le pack de la voiture le nombre et le type de câblage selon le modèle dispo).

3.3 Etude du modèle de radiocommande.

Une radiocommande de modélisme est un instrument permettant de commander un modèle réduit à distance. Elle est généralement équipée de deux leviers permettant le contrôle de la puissance du moteur et de la direction. On trouve également des modèles avec molette et une gâchette pour les modèles réduits de voitures. Elles peuvent être très simples (levier de profondeur et de direction et celle des gaz pour les avions) ou très complexes (changement de canaux et de modes).

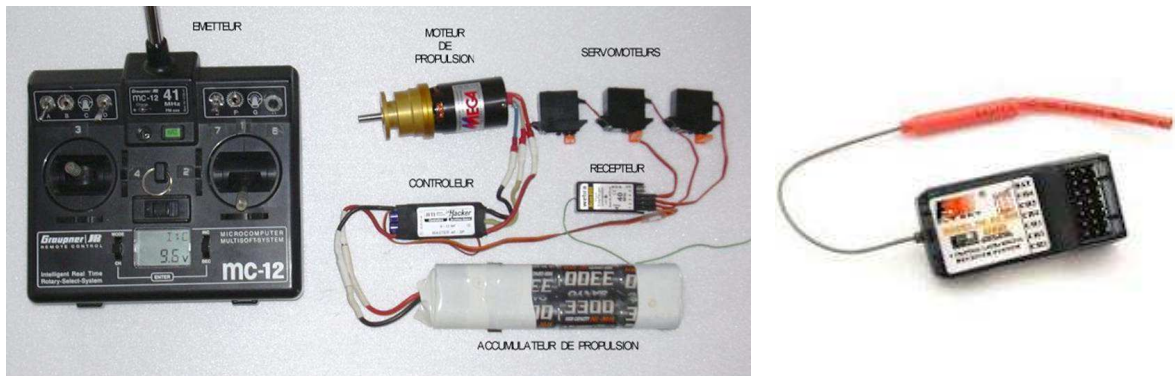


Figure 1: récepteur

Composition de l'ensemble :

- un émetteur, équipé d'un module haute fréquence, d'une antenne et d'un quartz (ou module 2,4 GHz soit du Wi-Fi) qui va adapter les signaux au canal de transmission (ici, l'air !).
- un ou plusieurs récepteurs en fonction de la taille du modèle et des impératifs de sécurité, équipés d'un quartz ou d'un récepteur sur la même fréquence que l'émetteur, et d'une antenne de réception.
- d'une batterie de réception qui peut être aussi la batterie de propulsion.
- de servomoteurs qui transmettent mécaniquement aux gouvernes mobiles les ordres reçus par le récepteur pour diriger le véhicule.
- d'un variateur/contrôleur, qui permet de moduler la puissance du moteur et d'alimenter le récepteur via la batterie de propulsion.

- a) A l'aide du tableau ci-dessous sur les différentes technologies de communications, proposer un type de communication que vous pourriez utiliser pour communiquer entre la télécommande et la voiture en justifiant votre réponse.

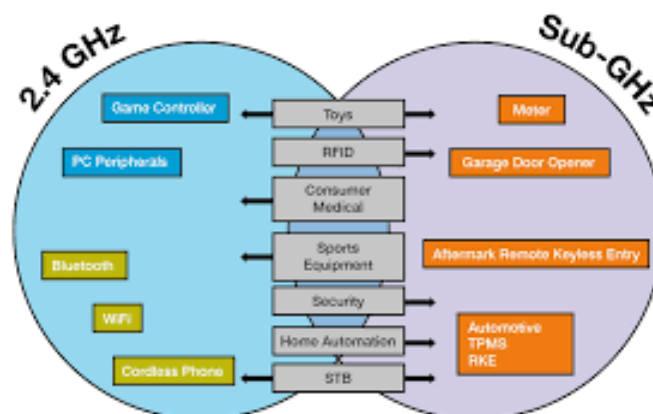
Bluetooth ou Wifi, bande 2.4 GHz

Portée de 100m, les autres protocoles ont des portées trop courtes pour cette utilisation de pilotage à distance avec une radio commande.

La portée théorique du bluetooth semble correspondre mais est principalement utilisée par les téléphones ou tablettes et demande un appariement à chaque mise sous énergie. (ici télécommande pour pilotage)

Comparison Between Similar Technologies

	NFC	RFID	Bluetooth	Wi-Fi
Maximum Operating Range	10 cm	3 m	100 m	100 m
Operating Frequency	13.56 MHz	Varies ¹	2.4 GHz	2.4/5 GHz (802.11n)
Directional Communication	Two way	One way	Two way	Two way
Bit Rate	106/212/ 424 Kbps	Varies ^{1b}	22 Mbps	144 Mbps
Potential Uses	e-Tickets, Credit card payment, Membership card	Tracking items, EZ-Pass	Communicate between phones, peripheral devices	Wireless internet



- b) En analysant la télécommande, identifier et relever la fréquence de communication. Toutes les télécommandes communiquent avec la même fréquence mais utilisent des canaux différents. En analysant la documentation de la télécommande, quelle procédure faut-il réaliser entre émetteur et récepteur au premier démarrage? Pour quelles raisons ?

F = 2.4 Ghz

Au premier démarrage, il faut associer émetteur et récepteur (fonction BIND) pour éviter tout conflit avec les autres systèmes environnants communiquant dans la même bande de fréquence. Tous les couples télécommandes/récepteur communiquent sur la même fréquence mais utilisent des canaux différents.

Si 2 systèmes communiquent sur le même canal, il faut renouveler l'association.