

1. Présentation du système et problématique du sujet

Les loisirs font partie intégrante des sociétés de consommation actuelles. Les hommes apprécient particulièrement les voyages et les vacances. Certains optent pour le caravanning afin de goûter au mieux ces moments de détente.

Pour positionner correctement une caravane sur un emplacement dans un terrain, il faut manœuvrer celle-ci attelée au véhicule qui la tracte, ce qui n'est pas toujours très aisé. Il est donc souvent nécessaire de « désatteler » et de positionner manuellement la caravane. Cette opération, qui peut s'avérer très pénible, a donné naissance au besoin à l'origine de la conception d'un nouveau système : un petit robot tracteur, télécommandable à distance.

Ce petit robot, dont le nom commercial est Camper Trolley, possède les caractéristiques suivantes :

Fixation sur la caravane	sous la flèche (voir DT1)
Masse maximale de la caravane pouvant être tractée	1,5 tonnes en conditions optimales d'adhérence
Masse du Camper Trolley	16 kg
Vitesse de déplacement	8 m·min ⁻¹
Autonomie	10 minutes d'utilisation en continu
Mode de transmission du mouvement	2 motoréducteurs agissant sur deux chenilles par l'intermédiaire de 2 transmissions pignons-chaîne
Alimentation en énergie	batterie lithium/ion 14,4 V - 5600 mA·h
Rechargement	chargeur secteur 230 V, sortie 16,4 V – 1 A ou panneau photovoltaïque 18 V – 1,17 W
Pilotage du Camper Trolley	télécommande munie de 5 touches : AV (avant), AR (arrière), GA (gauche), DR (droite), AU (arrêt d'urgence touche centrale)

Robot Camper Trolley



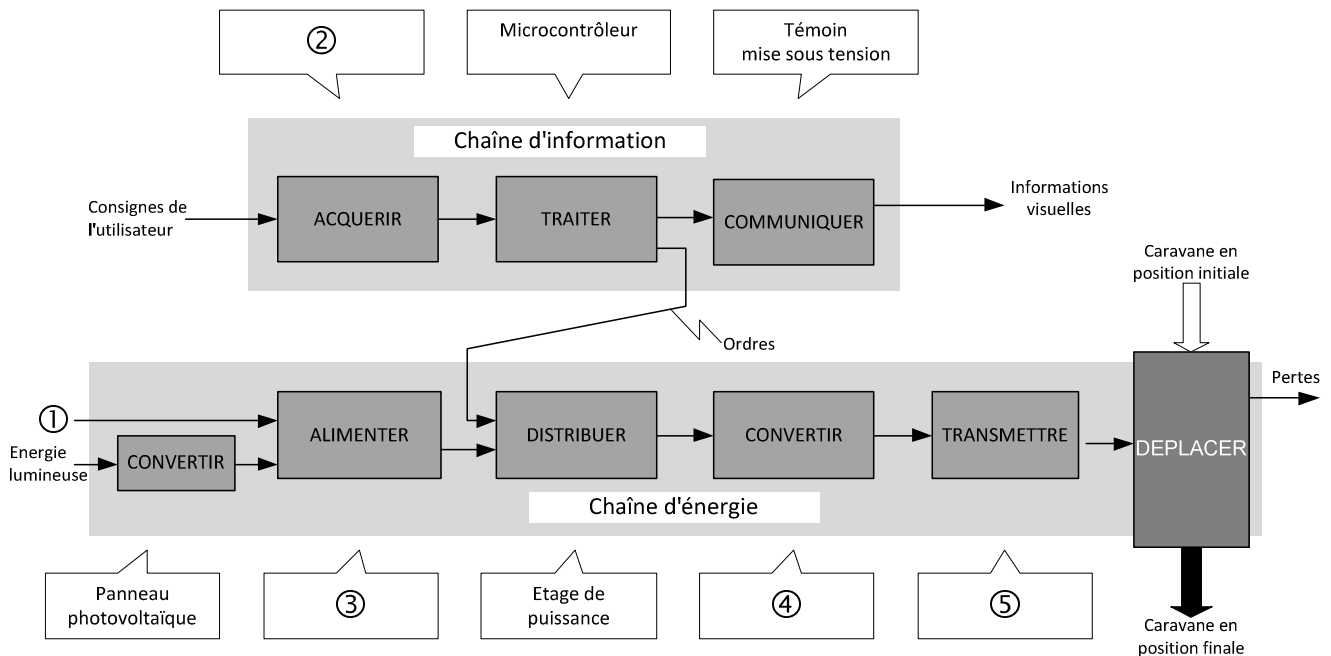
Télécommande



2. Analyses fonctionnelle et structurelle du Camper Trolley

L'objectif de cette partie est d'**identifier** des solutions techniques permettant au trolley de déplacer une caravane.

Chaîne fonctionnelle de la phase de déplacement du Camper Trolley.



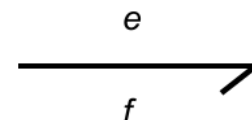
Q1. À l'aide de la présentation du système et du document technique DT2, **indiquer** la désignation des éléments qui réalisent les fonctions repérées ② à ⑤ ainsi que la grandeur repérée ①.

3. Vérification des performances du Camper Trolley

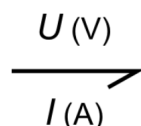
L'objectif de cette partie est de **déterminer** le rendement de chacun des deux moteurs du Camper Trolley.

Une vue synoptique de la chaîne fonctionnelle des tâches « convertir » et « transmettre » a été réalisée sur le document réponse DR1. Les constituants de la chaîne d'énergie sont reliés entre eux par un *lien de puissance* (demi-flèche) transportant les deux informations, effort e et flux f , dont le produit caractérise le transfert de puissance entre ces constituants.

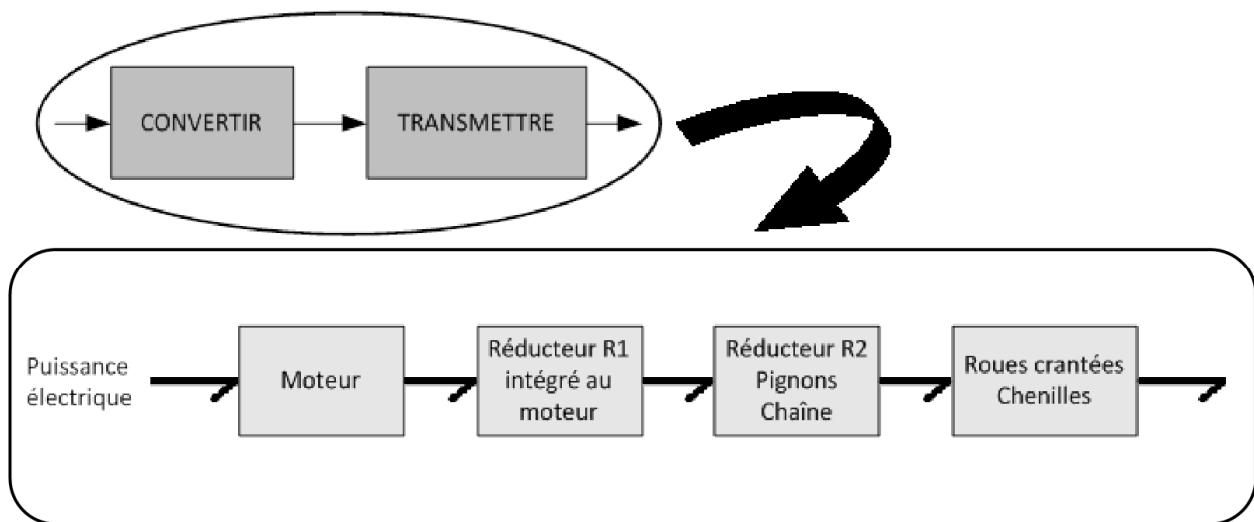
Quand on souhaite préciser les deux grandeurs précédentes sur un lien de puissance, la notation est la suivante :



Par exemple lorsque l'on souhaite préciser les deux grandeurs précédentes sur un lien de puissance dans le cas d'une puissance électrique, la notation est la suivante :



La structure des fonctions « convertir » et « transmettre » est représentée ci-après :



Q2. Compléter, sur le document réponse DR1, les deux grandeurs effort et flux correspondant à la puissance transportée par chacun des liens de puissance. **Préciser** l'unité du système international de chacune de ces grandeurs. Les zones en pointillés sont à compléter.

La plaque signalétique sur le motoréducteur affiche les valeurs suivantes :

Z2D95-12/2GN234		
12 V	13 A	95 W
1 : 234	30 N·m	19 tr·min ⁻¹

Q3. Faire correspondre les caractéristiques suivantes du motoréducteur avec leurs valeurs respectives :

Rapport de réduction du réducteur
Tension nominale
Courant nominal
Puissance utile en sortie moteur
Fréquence de rotation en sortie réducteur
Couple de sortie du réducteur

12 V
30 N·m
95 W
1 : 234
13 A
19 tr·min ⁻¹

Q4. En utilisant les caractéristiques de la plaque signalétique, **déterminer** la fréquence de rotation N_m du moteur (avant le réducteur) à son régime nominal.

Pour la suite, on prendra $N_m = 4\,450 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$.

Q5. En déduire le couple utile C_m délivré par le moteur.

Q6. Calculer la puissance absorbée en entrée moteur. **En déduire** le rendement η du moteur.

4. Bilan énergétique et autonomie du Camper Trolley

L'objectif de cette partie est de **déterminer** l'autonomie du Camper Trolley.

Le courant absorbé par le Camper Trolley en fonctionnement d'avance linéaire en condition de traction maximale vaut 13 A par moteur, soit 26 A. La capacité de la batterie est 5,6 A·h.

Q7. À l'aide du document ressources DR présentant l'énergie chimique, **déterminer** l'autonomie t_{th} du Camper Trolley dans ces conditions (en minute et seconde).

Q8. **Calculer** la distance maximale d_{th} théorique sur laquelle il est possible de déplacer la caravane (en mètre) dans ces mêmes conditions si la vitesse d'avance vaut $6,5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$.

En situation réelle les moteurs ne sont pas sollicités en permanence, la marche s'effectue par à-coups. Un seul moteur est en fonctionnement lorsque le Camper Trolley vire à gauche ou à droite et les moteurs absorbent un courant plus faible lorsqu'il tourne sur lui-même.

Q9. **Compléter** le document réponse DR2 afin de **calculer** le courant moyen I_{moy} absorbé par le Camper Trolley d'après le profil d'utilisation.

Pour la suite, on prendra $I_{moy} = 11,9 \text{ A}$.

Q10. On estime la vitesse moyenne de déplacement dans ces conditions égale à $5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. **Déterminer** dans ce cas l'autonomie en temps d'utilisation $t_{réel}$, ainsi que la distance de déplacement $d_{réelle}$ correspondante (en mètre).

Rechargement

La charge de la batterie peut être effectuée, soit à l'aide du chargeur secteur qui délivre 1 A sous la tension de charge de la batterie (16,4 V), soit à l'aide du panneau solaire intégré dont les caractéristiques sont données sur de document DT3.

On souhaite recharger la batterie, après épuisement total, au moyen du chargeur fourni.

Q11. **Déterminer** le temps de charge t_{chg} minimal nécessaire pour recharger la batterie lorsque cette dernière est complètement déchargée.

On souhaite maintenant étudier les possibilités de recharge de la batterie par l'intermédiaire du panneau photovoltaïque intégré (toujours dans le cas d'une batterie complètement déchargée).

Q12. **Déterminer** le courant moyen I_{sol} de charge pour un éclairage de type soleil direct. **En déduire** la durée de charge t_{sol} de la batterie dans ces conditions, en heures, puis en jours à 12 h de charge par jour.

En situation réelles les conditions d'éclairage d'une semaine-type sont :

- temps d'ensoleillement productif, 12 h/jour ;
- exposition du panneau à mi ombre ;
- 4 jours ensoleillés, 2 jours nuageux (actif 6 jours sur 7, repos le septième jour)

Q13. **Déterminer** le courant moyen de charge I_{camp} . **En déduire** le temps de rechargement t_{camp} du Camper Trolley dans ces conditions. Cette option de charge est-elle réaliste ?