

	<b>Examen : BACCALAUREAT GENERAL</b>	<b>TSI</b>
	<b>Spécialité : SERIE S SCIENCES DE L'INGENIEUR</b>	<b>Durée : 2 h</b>
	<b>Révisions de première</b>	

## Étude d'un système pluritechnique

*Aucun document n'est autorisé*

*Calculatrices autorisées, conformément à la circulaire n° 99-181 du 16 novembre 1999.*

### *Camper Trolley*



#### Constitution du sujet

- **texte** ..... **pages 2 à 6**  
*Présentation du système et problématique du sujet*
  1. *Analyses fonctionnelle et structurelle du Camper Trolley*
  2. *Vérification des performances du Camper Trolley*
  3. *Étude de la fixation du Camper Trolley*
  4. *Bilan énergétique et autonomie du Camper Trolley*
- **documents techniques** ..... **pages 7 à 9**
- **document réponse** ..... **page 10**

**Le sujet comporte 32 questions.**

**Les documents réponses DR1 et DR2 (pages 14 et 15) sont à rendre avec les copies.**

## 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 DT2)
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 <sup>-1</sup>
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**

### **Problématique du sujet**

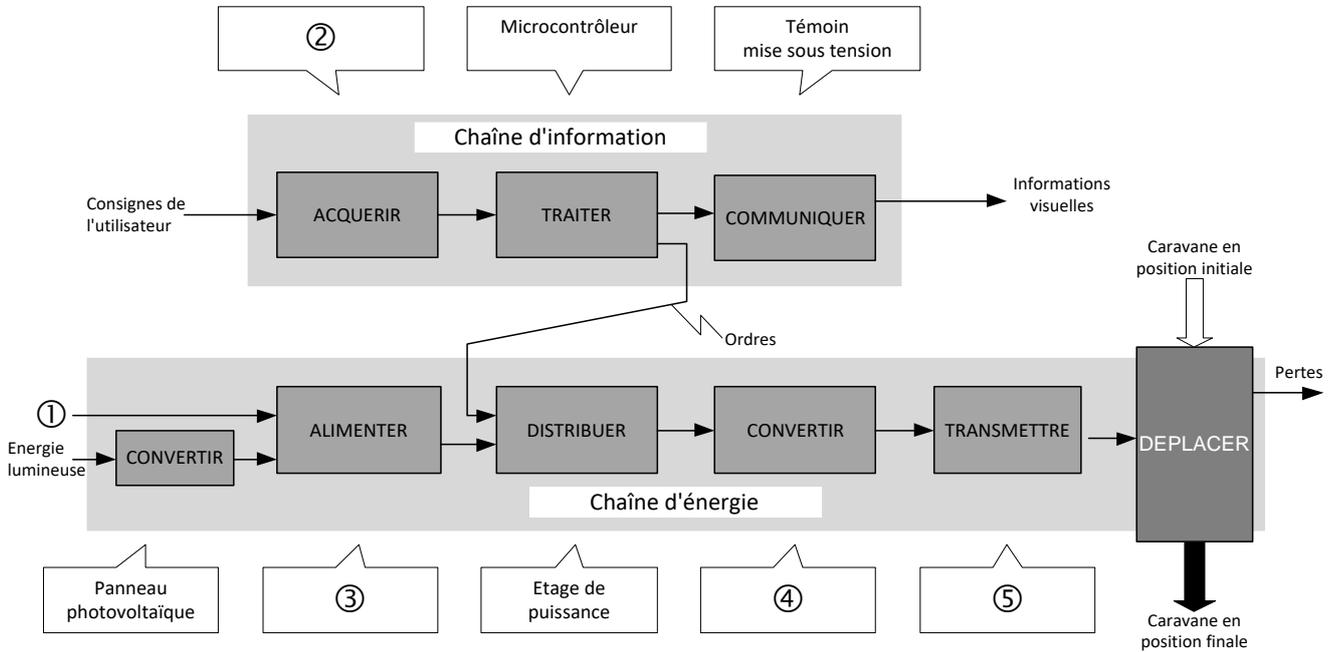
*On souhaite vérifier que le système permet de répondre aux besoins plus spécifiques des caravaniers :*

- *déplacer une caravane de taille moyenne dont la masse n'excède pas une tonne sur terrain herbeux humide ;*
- *faire varier la vitesse de déplacement afin d'avoir un positionnement plus précis de la caravane sur son emplacement.*

# 1. 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.



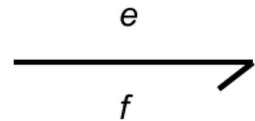
**Q1.** À l'aide de la présentation du système et du document technique DT1, indiquer la désignation des éléments qui réalisent les fonctions repérées ② à ⑤ ainsi que la grandeur repérée ①.

# 2. Vérification des performances du Camper Trolley

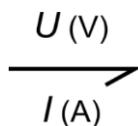
L'objectif de cette partie est de déterminer le rendement de chacun des deux moteurs du Camper Trolley.

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.

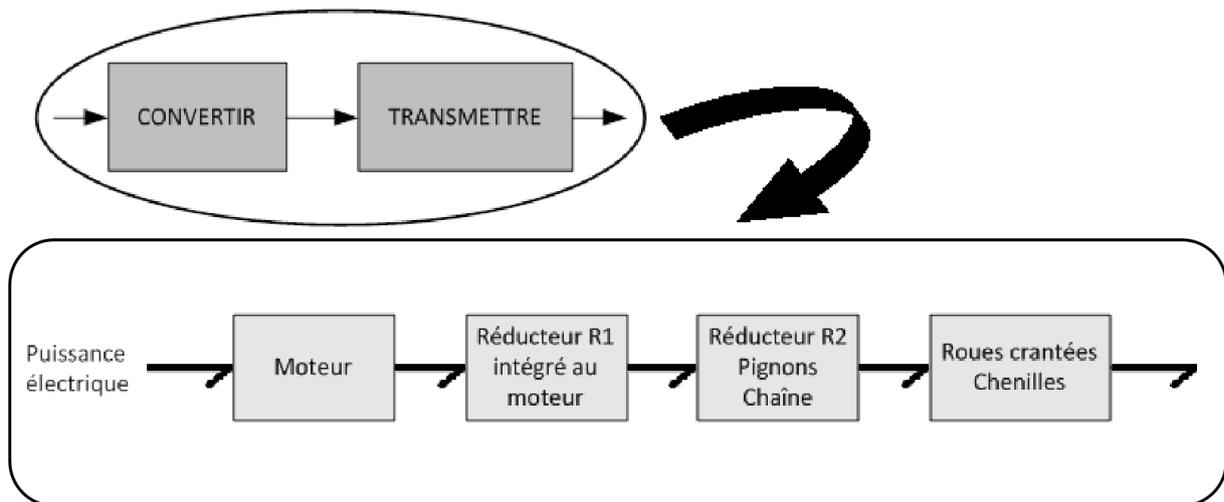
Quand on souhaite préciser les deux grandeurs précédentes sur un lien de puissance, la notation est la suivante :



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 <sup>-1</sup>

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

Rapport de réduction du réducteur	12 V
Tension nominale	30 N·m
Courant nominal	95 W
Puissance utile en sortie moteur	1 : 234
Fréquence de rotation en sortie réducteur	13 A
Couple de sortie du réducteur	19 tr·min <sup>-1</sup>

**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.

**Sauf indication contraire, on prendra pour la suite  $N_m = 4\,450 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ .**

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

**Q6.** Calculer la puissance absorbée en entrée moteur. En déduire le rendement  $\eta$  du moteur.

### 3. Étude de la fixation du Camper Trolley

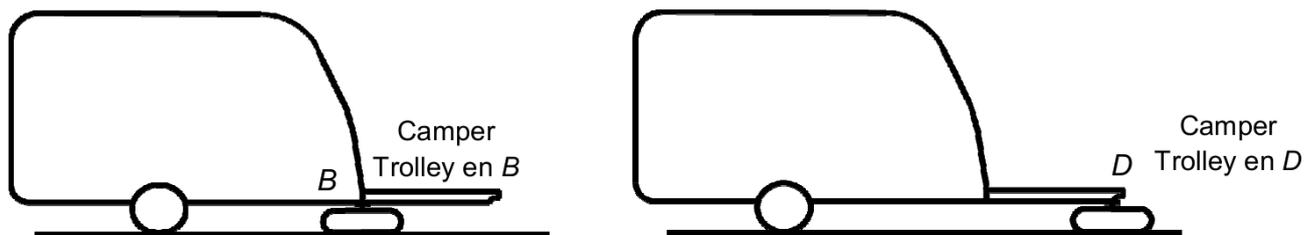
L'objectif de cette partie est de **déterminer** le meilleur emplacement pour positionner le Camper Trolley pour tracter la caravane.

Le document technique DT2 propose un schéma de la caravane de poids  $\|\vec{P}\| = 15 \text{ kN}$  sur lequel apparaissent les dimensions et les points utiles.  $G$  est le centre d'inertie de la caravane.

Le constructeur préconise de fixer le Camper Trolley sur la caravane le plus loin possible du point d'attelage avec le véhicule (point  $D$ ).

Remarque : lors de l'utilisation du Camper Trolley pour tracter la caravane, il faut relever la petite roue d'appui (en contact avec le sol au point  $C$ ) pour ne plus avoir contact de celle-ci sur le sol.

- Hypothèse :
- problème dans le plan  $(O_0, \vec{x}, \vec{y})$  ;
  - Camper Trolley à l'arrêt ;
  - La liaison du Camper Trolley sur la caravane est modélisée par une rotule de centre le point de fixation.



**Q7.** Proposer sur feuille de copie un schéma cinématique pour représenter la liaison rotule du Camper Trolley sur la caravane au point de fixation.

**Q8.** Etablir le bilan des actions mécaniques extérieures appliqué à la caravane et proposer un modèle simplifié du torseur des actions mécaniques transmissibles par la liaison rotule du Camper Trolley sur la caravane au point de fixation qui tienne compte de l'hypothèse plane. Expliquer votre modélisation.

**Q9.** En utilisant, au point  $A$ , l'équation du moment résultant (principe fondamental de la dynamique) appliqué à la caravane, **déterminer** la valeur de  $B_y(\text{trolley} \rightarrow \text{caravane})$  dans le cas où le Camper Trolley est fixé au point  $B$ . **Déterminer** la valeur de cette même action dans le cas où il est fixé au point  $D$  (voir ci-dessus). **Expliquer** pourquoi le fait de choisir le point  $B$  permet d'améliorer l'adhérence du Camper Trolley sur le sol.

#### 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.

**Q10. Déterminer** l'autonomie  $t_{th}$  du Camper Trolley dans ces conditions (en minute et seconde).

**Q11. 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 lorsqu'il tourne sur lui-même. Les moteurs absorbent alors un courant plus faible et le courant moyen  $I_{moy}$  absorbé par le Camper Trolley en condition réelle vaut 11,9 A.

**Q12.** 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

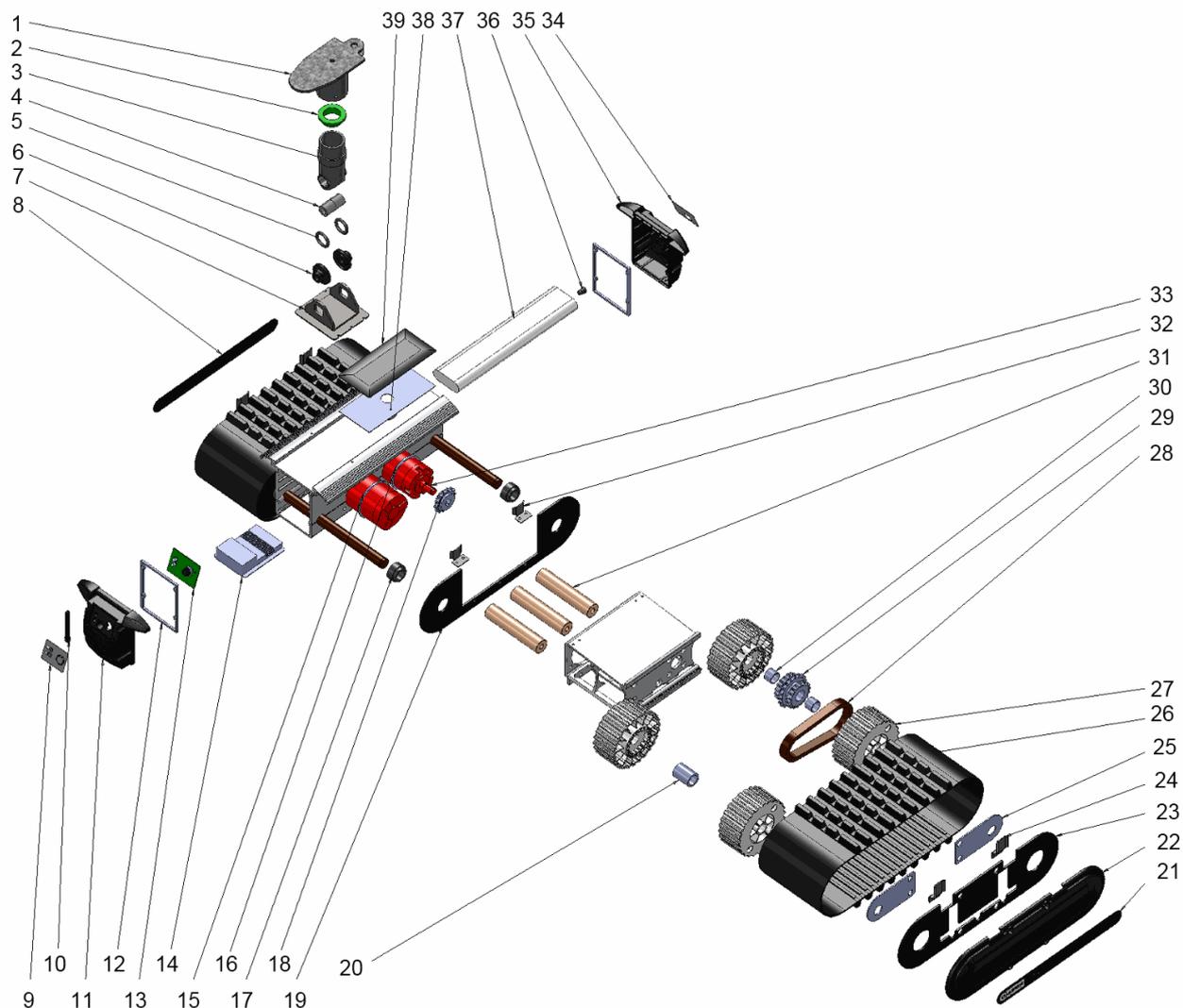
La charge de la batterie peut être effectuée, soit à l'aide du chargeur secteur qui délivre 1 A sous la tension de charge de la batterie (16,4 V), soit à l'aide du panneau solaire intégré dont les caractéristiques sont données sur de document DT3.

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

**Q13. 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).

**Q14. 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.



Rep.	Nb.	Désignation	Rep.	Nb.	Désignation
1	1	Patte de montage soudée	21	1	Étiquette latérale gauche
2	1	Bague nylon	22	2	Couvercle
3	1	Bras de suspension	23	2	Flasque extérieur
4	1	Bague de suspension	24	4	Guide chenille extérieur
5	1	Anneau élastique pour arbre 20 x 4,5	25	4	Plaque de maintien d'arbre de roue
6	1	Bagues	26	2	Chenille pas $p = 12,7$ mm
7	1	Fixation du bras de suspension	27	8	Roue crantée $Z_{27} = 26$ crans
8	1	Étiquette latérale droite	28	2	Chaîne
9	1	Étiquette on/off	29	2	Pignon mené $Z_{29} = 19$ dents
10	1	Antenne caoutchouc	30	4	Bague de roue crantée motrice PTFE
11	1	Couvercle – coté récepteur	31	6	Galet
12	1	Joint mousse	32	4	Guide chenille intérieur
13	1	Carte récepteur (circuit imprimé)	33	2	Motoréducteur
14	1	Module de commande moteur	34	1	Étiquette côté chargeur
15	1	Joint caoutchouc	35	1	Couvercle côté chargeur
16	1	Joint caoutchouc – côté arbre	36	1	Connecteur d'alimentation
17	16	Entretoise	37	1	Batterie lithium/ion
18	2	Pignon moteur $Z_{18} = 14$ dents	38	1	Adhésif double face
19	2	Flasque intermédiaire	39	1	Panneau photovoltaïque
20	2	Bague de roue crantée porteuse			

**Transmission pignons-chaîne**

- nombre de dents du pignon menant repère 18 :  $Z_{18} = 14$
- nombre de dents du pignon mené repère 29 :  $Z_{29} = 19$
- rendement :  $\eta_2 = 0,97$

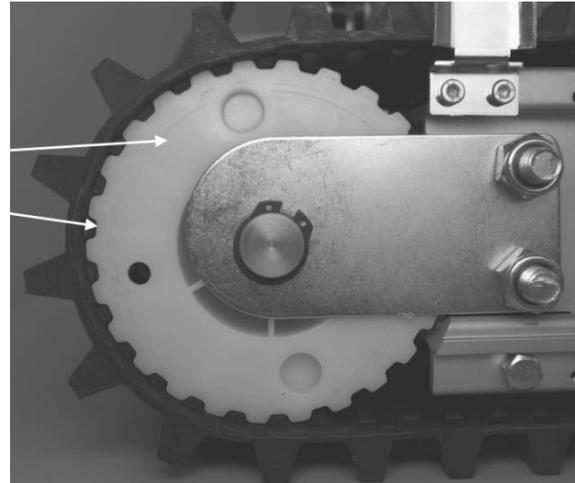
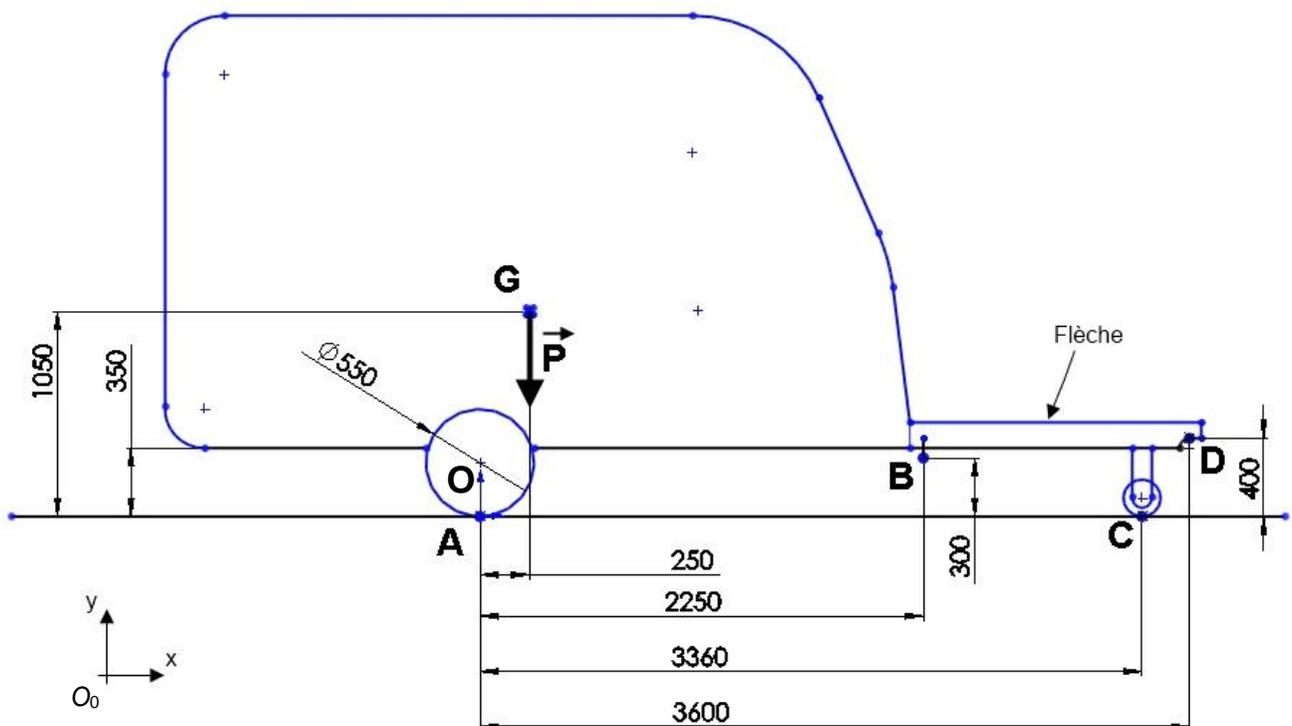
**Transmission roues crantée-chenille**

Rendement :  $\eta_3 = 0,83$

Roue crantée repère 27 :  $Z_{27} = 26$  crans

Chenille et roue : pas  $p = 12,7$  mm

Diamètre primitif :  $D_p$  avec  $D_p = \frac{Z \cdot p}{\pi}$

**Dimensions de la caravane (en mm)**

# DT3 – Caractéristiques des dispositifs de rechargement de la batterie –

## Chargeur secteur :

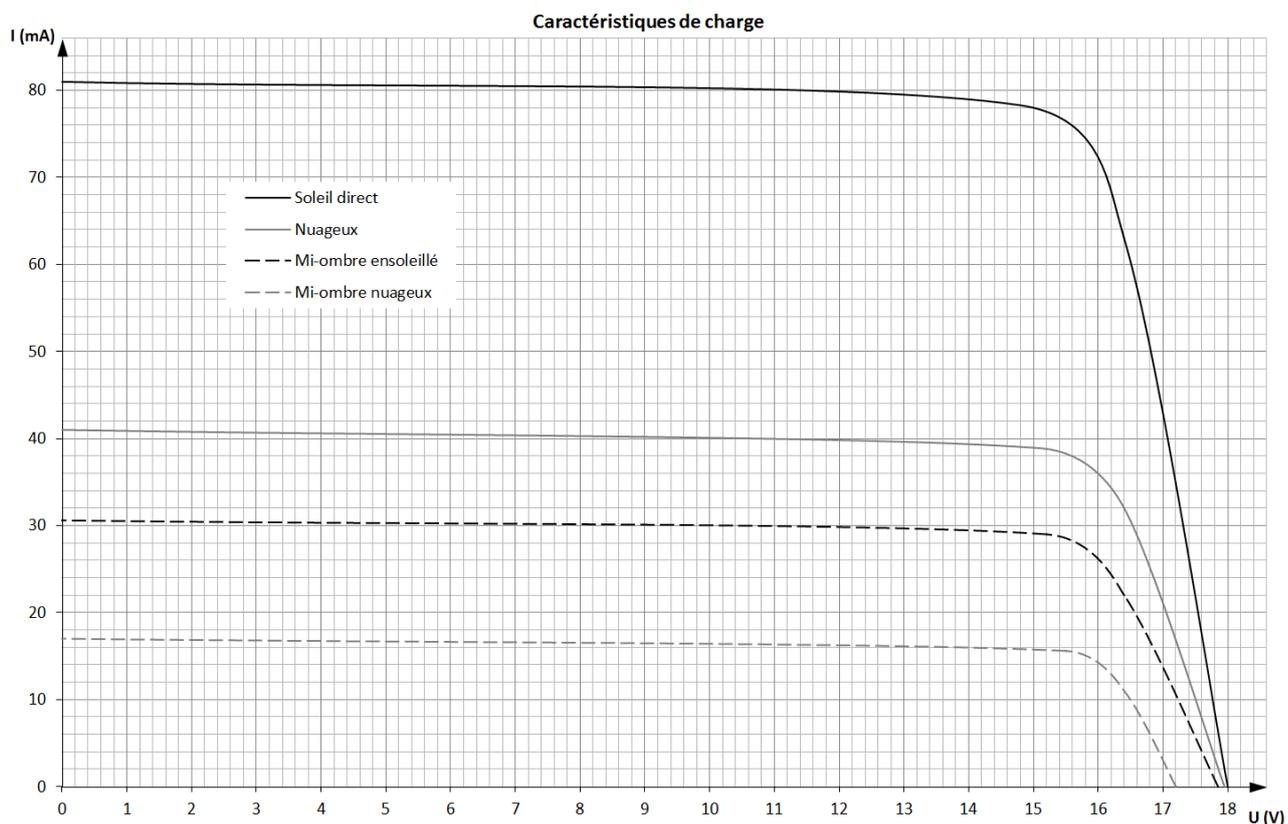
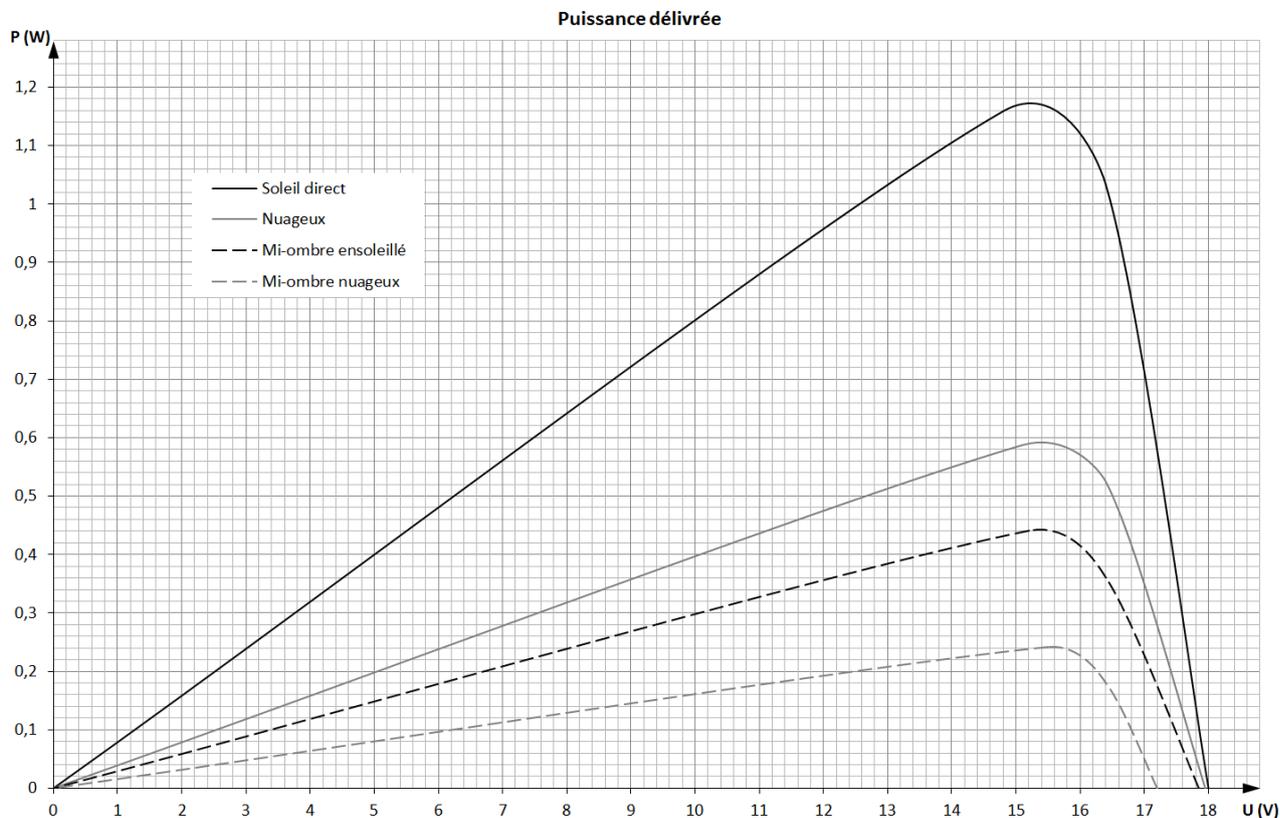
Tension d'entrée : 230 V  
 Tension de sortie : 16,4 V  
 Courant de charge : 1,0 A

## Panneau solaire photovoltaïque :

Valeurs nominales : 18,0 V – 1,17 W

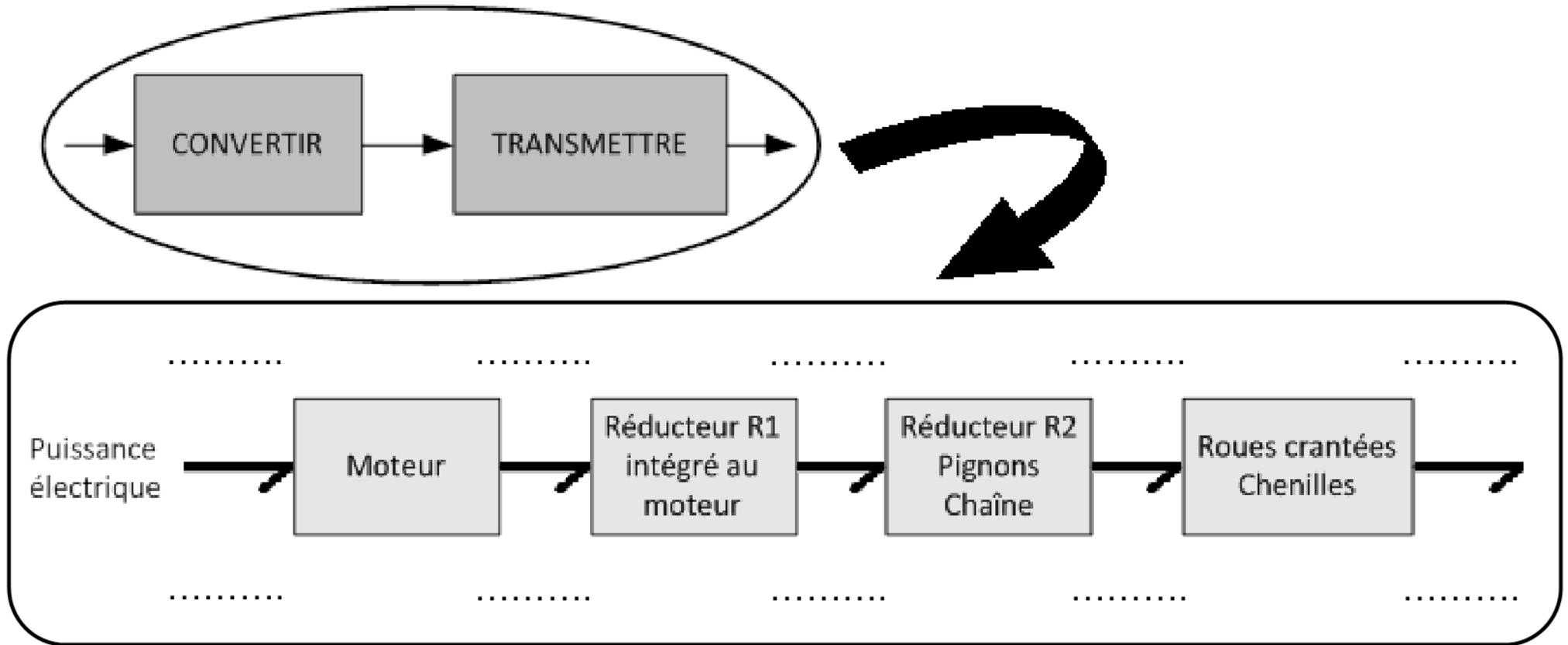
## Batterie :

Capacité : 5 600 mA·h  
 Tension nominale : 14,4 V



# DR1

## Vérification des performances du Camper Trolley (Q2)



→ Lien de puissance

*Un lien de puissance véhicule deux informations dont le produit est une puissance : exemple  $U$  et  $I$  dans le domaine électrique.*