Centres d'intérêt abordés	Énergie
Niveau d'analyse	Comportemental

Objectifs pédagogiques	2.1.1 Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie
Connaissances	Production d'énergie électrique
Activités (4 H)	Mesurer les performances de la voiture RC

Ressources documentaires	Cours : Énergies (chap. 10)
Ressources matérielles	Voiture radiocommandée instrumentée, Ordinateur avec logiciel excel

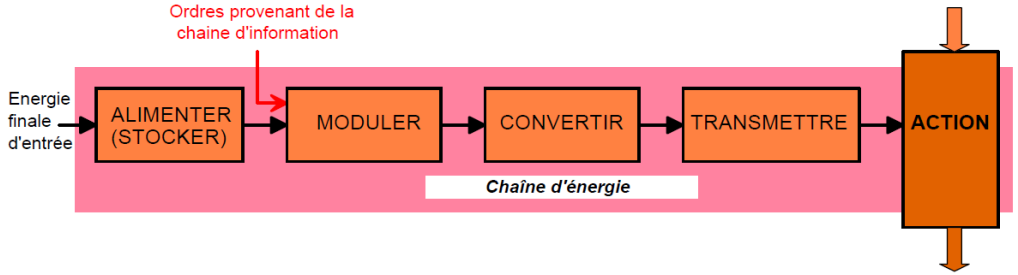
Ce TP porte sur la voiture électrique radiocommandée. Il a pour objectifs :
- de mesurer l'énergie consommée par la voiture et d'établir le bilan énergétique global ;
- de mesurer les performances de la voiture radiocommandée (vitesse maximale, accélération).

1. VOITURE RADIOCOMMANDÉE ÉLECTRIQUE

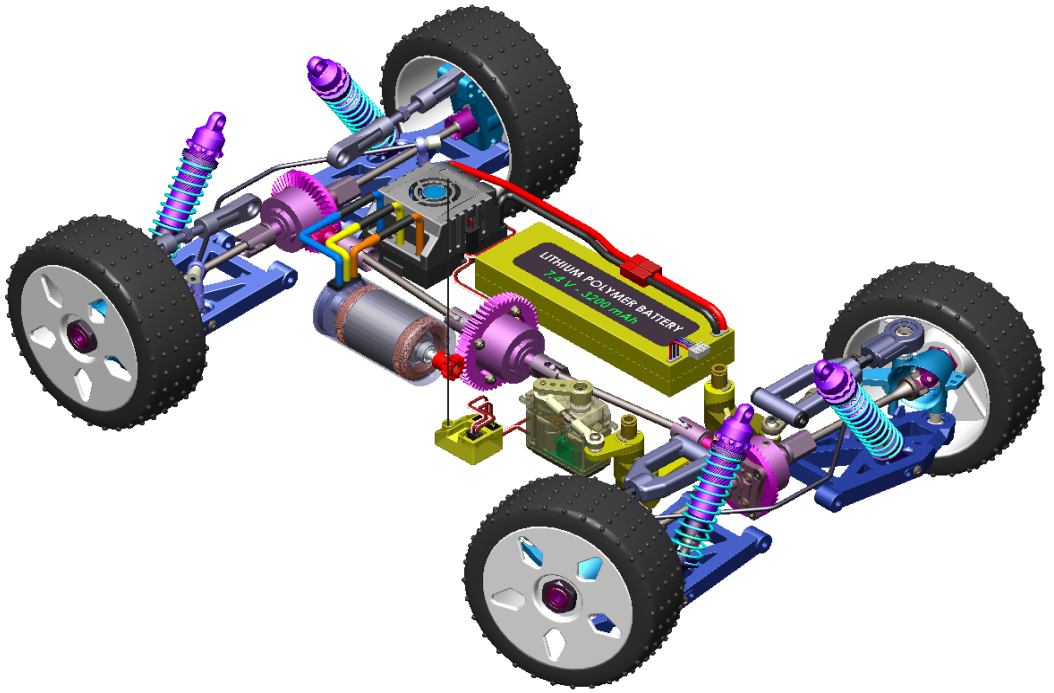
1.1. FONCTIONNEMENT

La voiture modèle réduit à l'échelle 1/8, radiocommandée est dotée d'un moteur électrique, qui remplace le moteur thermique d'origine. Elle comporte également une carte électronique d'acquisition, un écran tactile et une carte SD pour stocker les résultats des mesures. La radiocommande (deux voies) permet d'agir sur la vitesse et sur la direction du véhicule par l'intermédiaire, respectivement, d'un variateur électronique et d'un servomoteur.

1.2. DESCRIPTION DE LA CHAINE D'ÉNERGIE



✍ Sur la vue partielle de la voiture radiocommandée, repérer et nommer les éléments qui réalisent les fonctions :
- alimenter ;
- moduler ;
- convertir.



2. AUTONOMIE DE LA VOITURE

L'objectif de cette étude est de déterminer l'autonomie de la voiture à partir d'essais réalisés sur un parcours.

2.1. ESSAIS SUR UN PARCOURS

Nous allons mesurer la quantité de courant consommée par la voiture radiocommandée sur un parcours. Les mesures seront stockées sur une carte SD sous forme de tableau excel.
Effectuez un parcours avec la voiture sur un circuit non accidenté. Veillez impérativement à ne percuter aucun obstacle (sous peine de destruction du train avant du véhicule).
Les essais sont effectués pendant une minute environ avec la marche avant seule.

✍ Noter le nom du fichier qui contient vos mesures : _____

L'acquisition des mesures se termine automatiquement trois secondes après l'arrêt du véhicule.

Si l'essai à l'extérieur n'est pas possible, utiliser le fichier *essais.xls*.

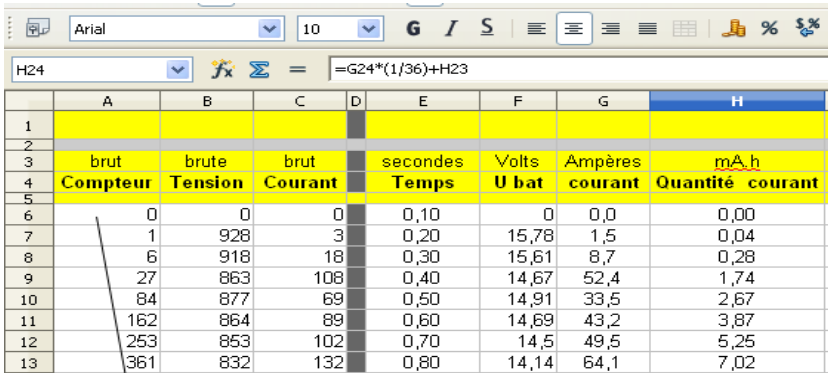
2.2. RÉCUPÉRATION DES MESURES

Récupérer le contenu de la carte SD sur un ordinateur en ouvrant le fichier de mesures avec le tableur Excel.

Transférer les données du fichier de mesure vers le fichier *bilan energetique.xls* en utilisant le mode opératoire suivant :

1) Sélectionner et copier l'ensemble des cellules du tableau de mesures depuis la cellule en haut à gauche jusqu'à celle en bas à droite de la troisième colonne.
2) Avec le logiciel Excel, ouvrir le fichier *bilan energetique.xls* présent dans le répertoire : documents en consultation du lecteur de la classe. Enregistrer le fichier sur votre lecteur personnel.
3) cliquer ensuite sur la cellule A6 du fichier *bilan energetique.xls* et coller les données.

Vous devriez avoir quelque chose comme ci-dessous.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3	brut	brute	brut		secondes	Volts	Ampères	mA.h
4	**Compteur**	**Tension**	**Courant**		**Temps**	**U bat**	**courant**	**Quantité courant**
5								
6	0	0	0		0,10	0	0,0	0,00
7	1	928	3		0,20	15,78	1,5	0,04
8	6	918	18		0,30	15,61	8,7	0,28
9	27	863	108		0,40	14,67	52,4	1,74
10	84	877	69		0,50	14,91	33,5	2,67
11	162	864	89		0,60	14,69	43,2	3,87
12	253	853	102		0,70	14,5	49,5	5,25
13	361	832	132		0,80	14,14	64,1	7,02

Chaque ligne représente 1/10 de seconde du temps écoulé. La colonne " **quantité de courant** " représente ce qui a été prélevé dans la batterie d'accumulateurs. Ces valeurs sont cumulées depuis le départ.

Relever la durée du parcours (quand le courant s'annule) : _____

Relever la quantité de courant consommée par la voiture à la fin du parcours : _____

2.3. AUTONOMIE DE LA VOITURE

Relever, sur la batterie d'accumulateurs, les informations suivantes :

Technologie	
Capacité (Ah)	
Tension (V)	

Calculer l'autonomie de la voiture électrique dans les conditions de l'essai :

_____

_____

3. BILAN ÉNERGÉTIQUE

L'objectif de cette étude est de déterminer le rendement énergétique global de ce type de véhicule (de l'énergie primaire jusqu'à l'énergie utilisé pour le déplacement).

3.1. RENDEMENT DE L'ENSEMBLE MOTORÉDUCTEUR + VARIATEUR

3.1.1. ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR LA VOITURE

Rappeler la formule qui lie l'énergie électrique W à la charge q et à la différence de potentiel ΔU :

_____

Rappeler l'unité de chacune des grandeurs :

_____

Établir l'équation de l'énergie consommée par la voiture, *W absorbée* (cellule I6) en fonction de la tension *Ubat* (cellule F6) et de la *quantité de courant* (cellule H6) :

_____

Dans la cellule I6, saisir l'équation qui vous donnera l'énergie consommée par la voiture.

Écrire l'équation de la cellule I6 (et étendre cette équation à l'ensemble de la colonne).

Relever l'énergie consommée par la voiture pendant la durée du parcours, *W absorbée* :

_____

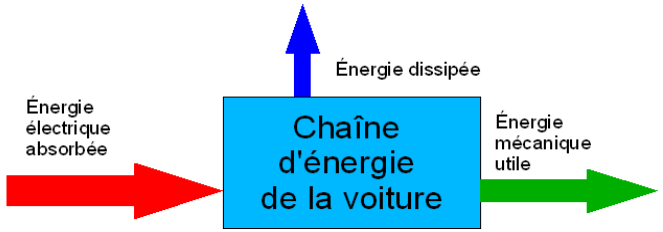
3.1.2. ÉNERGIE MÉCANIQUE DISPONIBLE SUR L'ARBRE MOTEUR

Relever l'énergie mécanique utilisée par la voiture pendant la durée du parcours, *W utile* :

_____

L'énergie mécanique représente ici l'énergie sur l'arbre moteur.

3.2. RENDEMENT DE L'ENSEMBLE MOTEUR + VARIATEUR



Le rendement η est le rapport entre l'énergie utile (en sortie) et l'énergie consommée (en entrée).

$$\eta = \frac{energie\ utile}{énergie\ consommée}$$

✍ Calculer le rendement η_v de l'ensemble variateur + moteur :

3.3. ÉNERGIE ABSORBÉE PAR LA BATTERIE

Le rendement des batteries Li-Po est très bon. On considère qu'une batterie de ce type restitue 90% de l'énergie qui lui a été fournie.

✍ Calculer l'énergie fournie à notre batterie pour déplacer la voiture pendant le test :

3.4. ÉNERGIE ABSORBÉE PAR LE CHARGEUR DE BATTERIE

La batterie a été chargée par un chargeur, lui même alimenté par le secteur. Le chargeur non plus n'est pas parfait : son rendement est de l'ordre de 85%.

✍ Calculer l'énergie fournie au chargeur pour charger la batterie :

3.5. TRANSPORT DE L'ÉNERGIE

L'énergie électrique disponible sur la prise secteur a été produite par une centrale électrique et distribuée par le réseau électrique. On considère que les pertes sur le réseau sont de l'ordre de 8%.

✍ Calculer l'énergie produite par la centrale pour alimenter notre chargeur :

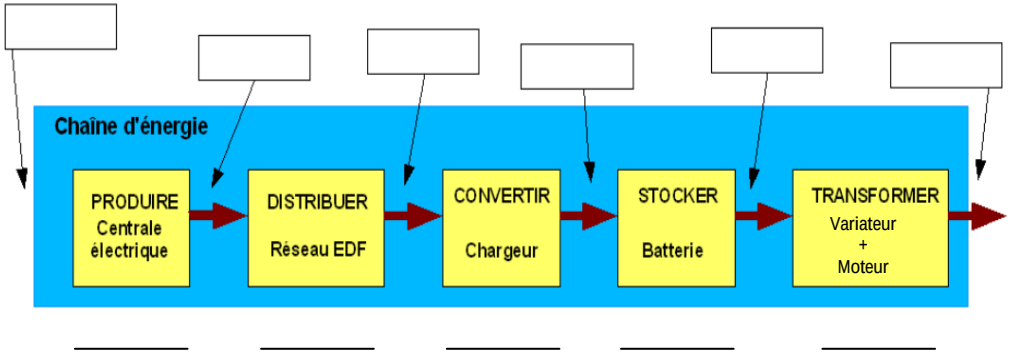
3.6. PRODUCTION DE L'ÉNERGIE

La centrale électrique fournit de l'énergie qu'elle puise dans une source d'énergie le plus souvent nucléaire en France. Ce peut être aussi une autre énergie fossile issue du pétrole, du gaz ou du charbon. Cela peut aussi être de l'énergie éolienne, solaire ou hydraulique, voire marémotrice. Le rendement thermodynamique d'une centrale de production d'électricité thermique (classique ou nucléaire) est de l'ordre de 33%.

✍ Calculer la quantité d'énergie primaire qui a été nécessaire pour l'essai de la voiture :

3.7. BILAN ÉNERGÉTIQUE GLOBAL

✍ Compléter le document suivant avec la quantité d'énergie disponible à chaque étape



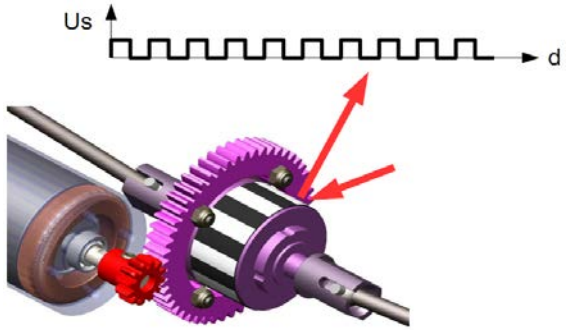
✍ Reporter, ci-dessus, le rendement de chaque élément de la chaîne.

✍ Calculer le rendement global η_g de cette chaîne d'énergie :

4. MESURE DU DÉPLACEMENT

4.1. CAPTEUR DE DÉPLACEMENT

Un codeur incrémental permet de mesurer le déplacement de la voiture. Des bandes noires et blanches sont dessinées sur la roue dentée de transmission et un capteur optique change d'état sur sa sortie à chaque changement de couleur.



✍ Observer le codeur sur la voiture, compter les bandes blanches ou noires : _____

✍ Combien y aura-t-il d'impulsions pour un tour de la roue dentée qui porte les bandes ? _____

Pour déduire de cette mesure le déplacement de la voiture nous devons savoir de quelle distance la voiture avance entre deux impulsions.

4.2. MESURE DE LA DISTANCE PARCOURUE ENTRE DEUX IMPULSIONS

✍ Mesurer le déplacement de la voiture sur la table pour un tour complet de la roue dentée et en déduire une première approximation de la distance parcourue entre deux impulsions ?

_____

_____

4.3. MESURE DE LA DISTANCE PARCOURUE PAR LA VOITURE

🖱 A l'aide de la réponse précédente, établir l'équation du déplacement de la voiture (cellule K6) en fonction du compteur (cellule A6) :

_____

🖱 Écrire l'équation de la cellule K6 (et étendre cette équation à l'ensemble de la colonne).

✍ Relever la distance totale parcourue par la voiture lors de votre essai : _____

FAIRE VÉRIFIER LE RÉSULTAT PAR LE PROFESSEUR.

5. MESURE DE LA VITESSE DE LA VOITURE

5.1. EXPRESSION DE LA VITESSE

Maintenant que la distance parcourue est connue, il est très facile de connaître la vitesse. La vitesse est le quotient de la distance par le temps ; elle est le plus souvent exprimée en kilomètre / heure.
Dans le tableau, la distance est mesurée chaque dixième de seconde. Pour connaître la vitesse en mètre par seconde (m/s) il suffit de calculer la distance parcourue entre deux mesures et la multiplier par 10.

✍ Indiquer l'opération à réaliser pour convertir l'unité m/s en km/h :

_____

✍ Indiquer la formule à écrire dans la cellule L6 pour afficher la vitesse de la voiture en km/h :

_____

🖱 Écrire l'équation de la cellule L6 (et étendre cette équation à l'ensemble de la colonne).

5.2. VITESSE MAXIMALE SUR LE PARCOURS

✍ Relever la vitesse maximale de la voiture lors de votre essai : _____

6. SYNTHÈSE

✍ Commenter la valeur obtenue pour le rendement global de la chaine d'énergie :

_____

_____

✍ Sur quel élément faudrait-il agir en priorité pour améliorer le rendement global ?

_____

_____

✍ L'utilisation de véhicules électriques vous semble-t-elle pertinente (au vu des résultats obtenus sur le modèle réduit) ?

_____

_____