



## Vélo à Assistance Electrique Interactif

**TP STI2D 1-M2-c**





## MISE EN SITUATION

Nous voulons réaliser l'étiquette énergétique du vélo à assistance électrique, l'étiquette d'un véhicule se présente sous la forme suivante :

Nous devons pour caractériser l'étiquette définir deux paramètres :

- Les émissions de gaz à effet de serre du VAE
- Sa consommation énergétique ramenée en litre équivalent essence

Consommation de carburant et émission de CO <sub>2</sub>	
Marque : MATRA Modèle : I STEP RUNNER Energie : ELECTRIQUE	
Consommation en litre équivalent essence	l/100 km
CO <sub>2</sub>	g/km
La CO <sub>2</sub> , libérée du carbone est le principal gaz à effet de serre responsable du changement climatique. Les émissions de CO <sub>2</sub> faibles sont indiquées en vert et les émissions de CO <sub>2</sub> élevées en rouge.	
Emissions de CO <sub>2</sub> , faibles	
A de 0 à 50 g/km B de 51 à 100 g/km C de 101 à 150 g/km D de 151 à 200 g/km E de 201 à 250 g/km F de 251 à 300 g/km G de 301 à 350 g/km	
Emissions de CO <sub>2</sub> , élevées	

## PRE-REQUIS

### Puissance et énergie:

Energie : Confions à un homme robuste la tâche de monter 500 kg de briques à 4 m de hauteur. À chaque montée, il pourra sans peine transporter 25 kg et fera donc 20 voyages. Un jeune manœuvre ne pourra, sans fatigue, emporter plus de 5 kg par montée il fera donc 100 voyages. Quand tous les deux auront terminé leur mission, ils auront effectué le même travail, donc la même énergie

Puissance : L'homme qui a fourni ce travail en cinq fois moins de temps développe une puissance musculaire plus importante que le jeune manœuvre.

L'énergie peut prendre de nombreuses formes et peut passer d'une forme à une autre du moment qu'elle est conservée :

- Energie mécanique : énergie cinétique provenant de la vitesse d'un objet, énergie potentielle (qui provient d'une différence d'énergie entre 2 positions)
- Energie thermique, la chaleur est une énergie, ne surtout pas confondre avec la température
- Energie électrique, etc.

Son unité est le Joule, elle correspond à l'énergie qu'il faut fournir à un objet de 102 grammes (genre une pomme) pour le soulever de un mètre. Dans la vie de tous les jours, on a l'habitude de mesurer la valeur énergétique des aliments en calories (cal) : 1 cal = 4,18 J. Cela correspond à l'énergie sous forme de chaleur qu'il faut apporter à 1 gramme d'eau pour élever la température de l'eau de 14,5°C à 15,5°C.. La puissance, exprimée en Watt (W), équivaut à 1 J pendant 1 seconde (1 W = 1 J/s). Une puissance d'un W fournie pendant une heure correspond à une quantité d'énergie de 1 Wh, ou 3600 J.

## POSTE DE TRAVAIL

Vous disposez d'un poste équipé de :

Un vélo à Assistance Electrique Matra I-Step instrumenté sur home trainer TACX.

Un ordinateur associé au vélo connecté à internet

Du dossier technique du vélo

Allumez le poste et vérifiez son fonctionnement





## 1 Consommation énergétique du Vélo à assistance électrique

Nous voulons mesurer la consommation sur un trajet de 8 kilomètres, ce trajet comporte deux pentes différentes :

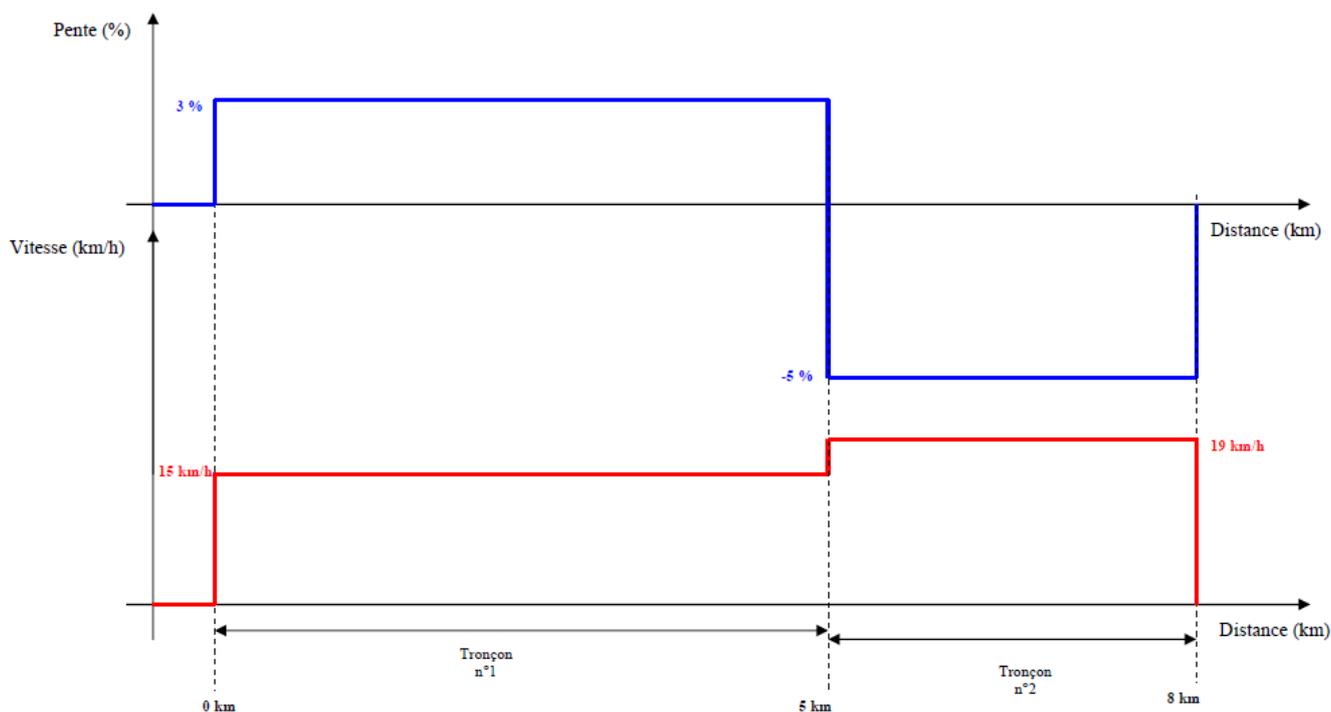
- Une montée de 5km avec une pente de 3% que le cycliste parcourt à 15 km/h avec une assistance niveau 2 (50%).
- Une descente de 3km avec une pente de -5% que le cycliste parcourt à 19 km/h en mode régénération niveau 3.

Pour vitesses, placez-vous avec un rapport de l'ordre 13 dents sur la cassette arrière (ou valeur approchée) et de 36 dents sur le plateau à l'avant (ou valeur approchée).



Ce qui revient sur un vélo à 27 vitesses le plateau du milieu (à l'avant) et le petit pignon sur la cassette arrière.

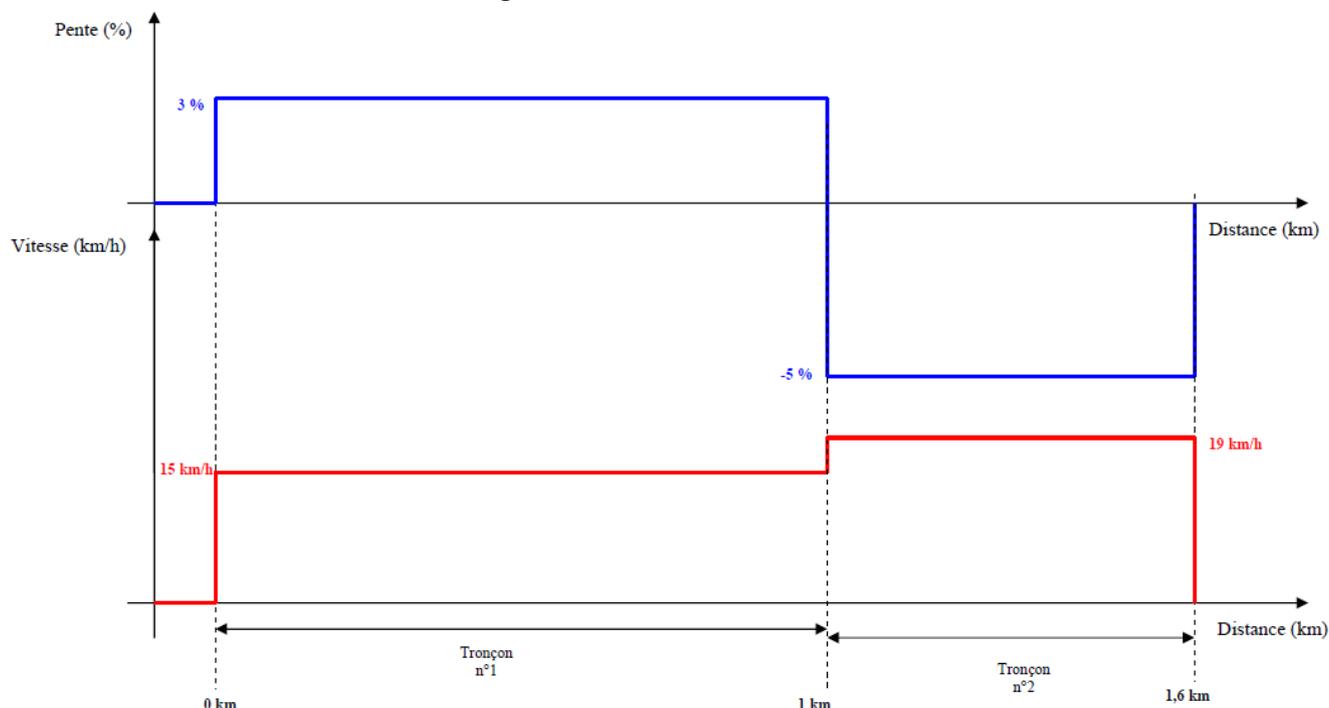
### Descriptif du trajet :





### 1.1 Mesure de l'énergie sur un trajet de 1,6 km

Pour mesurer l'énergie consommée par le vélo pendant le trajet, vous devez paramétrer sur le logiciel du Home trainer TACX le parcours défini ci-dessus (reportez-vous au dossier technique pour l'utilisation du logiciel). Afin de réduire le temps de pédalage, divisez le parcours par 5 (vous multipliez les résultats obtenus en conséquence). Relevez l'énergie consommée dans la batterie et celle restituée pendant la descente, en déduire l'énergie totale réellement consommée.



Mesures sur le trajet de 1,6 km

Energie consommée (Wh)	2,6
Energie récupérée (Wh)	1,2
Energie Totale (Wh)	1,4

### 1.2 Energie consommée lors du trajet de 8km

En déduire par extrapolation, l'énergie consommée sur le trajet complet.

Extrapolation pour un trajet de 8 km

Energie consommée (Wh)	13
Energie récupérée (Wh)	6
Energie Totale (Wh)	7



### 1.3 Calcul de l'énergie nécessaire pour la recharge de la batterie

La batterie est rechargée sur le réseau électrique via un chargeur.



Le chargeur, lors de son utilisation consomme de l'énergie, il a un rendement de 90%. Calculer dans ces conditions l'énergie que doit fournir le réseau de distribution pour recharger la batterie (pour un trajet de 8km).

Energie fournie par le réseau de distribution (Wh)	7,8
--	-----

## 2 Calcul des émissions de gaz à effet de serre du VAE

Pour la suite des calculs, nous considérerons que La batterie du vélo a été chargée la veille du TP à 19H00.

L'énergie consommée pour recharger la batterie est d'origine électrique, il est donc nécessaire de déterminer l'émission de CO<sub>2</sub> par KWh origine électrique. Connectez-vous sur le site du réseau de transport d'électricité français : RTE dans la rubrique développement durable :

<http://www.rte-france.com/fr/developpement-durable/maitriser-sa-consommation-electrique/eco2mix-consommation-production-et-contenu-co2-de-l-electricite-francaise>



### 2.1 Production de l'énergie en France lors de la recharge de la batterie

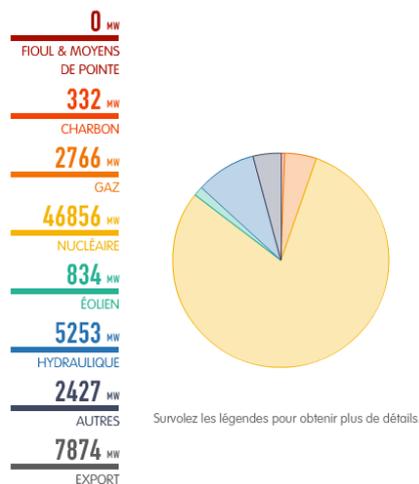
A partir des informations disponibles sur le site RTE, déterminez quelle était la puissance totale produite en énergie électrique au niveau national Lors du rechargement de la batterie (la veille du TP à 19H00).

Puissance totale électrique produite en France Le 28/04/2011 à 19H00 (MW)	53907
--	-------



Indiquez (toujours lors du rechargement de la batterie) la part de production de chaque filière.

Fioul et moyens de pointe (MW)	0
Charbon (MW)	332
Gaz (MW)	2766
Nucléaire (MW)	46856
Eolien (MW)	834
Hydraulique (MW)	5253

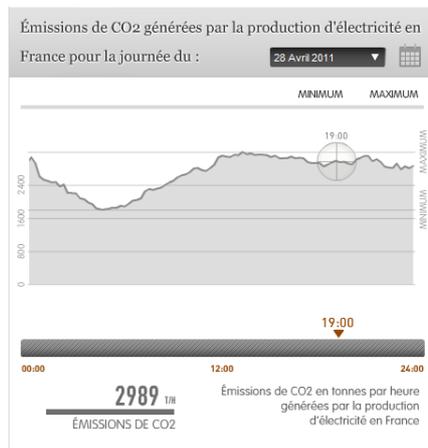




## 2.2 Emission de CO<sub>2</sub> en France lors de la recharge de la batterie

A partir des informations disponibles sur le site RTE, déterminez le taux d'émission de gaz à effet de serre au niveau national Lors du rechargement de la batterie (la veille du TP à 19H00).

Emission de CO <sub>2</sub> en France le 28/04/2011 à 19H00 (Tonnes par heure)	2989
---	------



## 2.3 Détermination des émissions de CO<sub>2</sub> du vélo à assistance électrique

A partir de la consommation électrique nationale et du niveau d'émission de CO<sub>2</sub> au moment du rechargement de la batterie, calculer les émissions de gaz à effet de serre par W (à 19H00 lors du chargement de la batterie).

En une heure pour 53907 MW consommés 2989 tonnes de CO<sub>2</sub> émises.  
 $2989 \cdot 10^6 / 53907 \cdot 10^6 = 0,055$  gramme de CO<sub>2</sub> émis par W consommé et par heure

Taux d'émission de CO <sub>2</sub> par Watt en France (gramme de CO <sub>2</sub> par W et par heure)	0,55
---	------

A partir de l'énergie nécessaire au rechargement de la batterie et du taux d'émission de CO<sub>2</sub> calculé ci-dessus, déterminer l'émission de CO<sub>2</sub> du VAE lors du trajet de 8km.

Pour 8 Km consommation 7 Wh  
 Rendement du chargeur 90% donc 7,8 Wh nécessaires pour la recharge  
 Rejet de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère  $7,8 \times 0,055 = 0,42$  gr de CO<sub>2</sub> sur le trajet (8km)

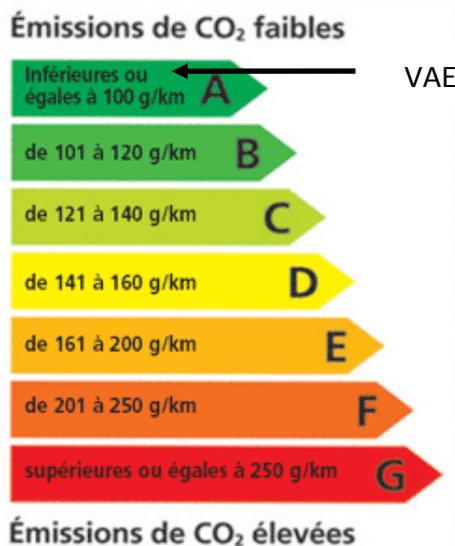
Taux d'émission de CO <sub>2</sub> du VAE pour le trajet de 8km (gramme de CO <sub>2</sub> )	0,42
---	------

A partir de l'émission de CO<sub>2</sub> du VAE lors du trajet de 8km, déterminer le taux d'émission de CO<sub>2</sub> du VAE par kilomètre parcouru.

Taux d'émission de CO <sub>2</sub> du VAE par km (gramme de CO <sub>2</sub> )	0,052
--	-------



Positionner sur l'échelle d'émission de CO<sub>2</sub> ci-dessous le vélo à assistance électrique :



### 3 Estimation de la consommation d'énergie en litres d'équivalent essence

Un vélo électrique tout comme une voiture électrique ne consomme pas d'essence ni de gasoil mais ce n'est pas pour autant qu'il ne consomme pas d'énergie. En Suisse la DETEC (voir article ci-dessous) propose de revoir le classement des véhicules et de considérer la consommation en litre équivalent essence pour pouvoir prendre en compte les véhicules électriques.

#### SUISSE



Les voitures à moteur alternatif ou électriques pourraient bientôt être pourvues d'une étiquette Energie. Le Département fédéral de l'environnement (DETEC) propose de revoir le classement de l'efficacité énergétique des véhicules de tourisme.

La consommation d'énergie de la source à la roue devrait être prise en compte à la place de celle entre le réservoir et la roue. L'étiquette indiquerait pour tous les agents énergétiques la consommation d'énergie en litres équivalent essence aux 100 km.

Pour éviter une augmentation constante du nombre de véhicules de la classe A, l'étiquette Energie devrait par ailleurs être adaptée tous les ans et non tous les deux ans à l'état de la technique. Le DETEC propose aussi une barre de couleur signalant clairement les émissions de CO<sub>2</sub>.

En vous basant sur l'énergie nécessaire pour réaliser le trajet de 8km, calculer la consommation du VAE en litres d'équivalent essence pour 100km.

Energie fournie par le réseau de distribution pour recharger la batterie sur un trajet de 8 km (Wh) question 1.3	7,8
Energie fournie par le réseau de distribution pour recharger la batterie sur un trajet de 100 km (Wh)	97,5
Consommation en litre équivalent essence pour 100km	0,045

#### Société DMS

Aéroparc Saint Martin – 12 rue de caulet – 31300 TOULOUSE – ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 72 📠 : + 33 (0)5 62 88 72 79

Site internet : [www.dmseducation.com](http://www.dmseducation.com) Email : [info@dmseducation.com](mailto:info@dmseducation.com)

Ce document et les logiciels fournis sont protégés par les droits de la propriété intellectuelle et ne peuvent pas être copiés sans accord préalable écrit de DMS.  
Copyright DMS 2011



97,5 Wh de consommation au 100km  
Un litre d'essence est équivalent à 9630W  
Donc le vélo a une consommation en litres d'équivalent essence aux 100km de  
 $97,5/9630 = 0,01$  litre

**Equivalence entre énergies :**

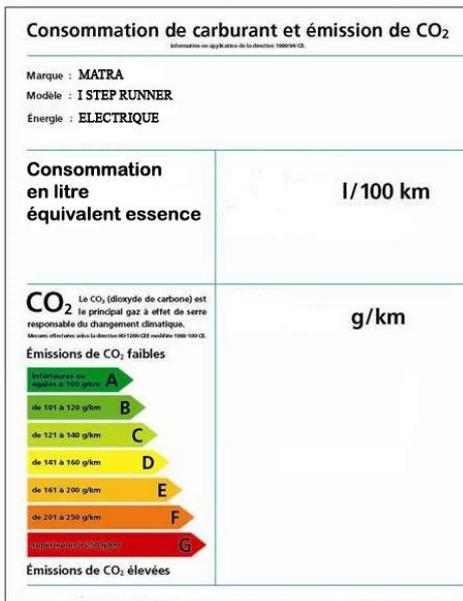
**1 litre d'essence = 34,66 MJ = 9,63 kWh**

**1 litre de diesel = 38,68 MJ = 10,74 kWh**

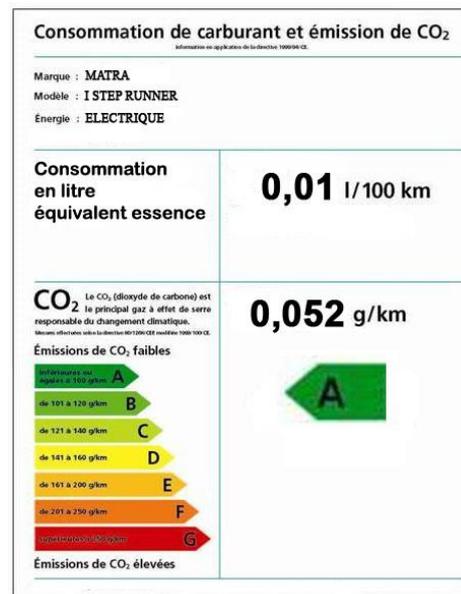
**Consommation en litres d'équivalent essence aux 100km = 0,01 litre**

**4 Elaboration de l'étiquette énergétique**

Vous avez calculé les émissions de CO<sub>2</sub> ainsi que la consommation du Vélo à assistance électrique, vous pouvez maintenant élaborer l'étiquette énergétique du VAE en vous basant sur le modèle des véhicules à moteur thermique ci-dessous :



Résultat attendu :



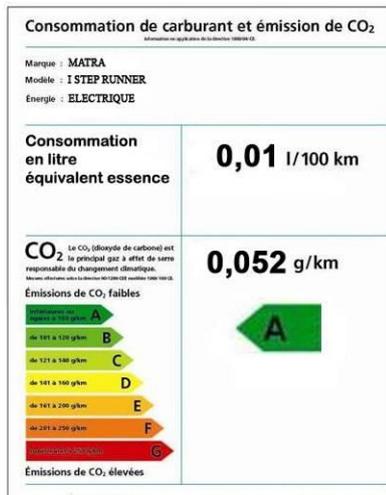


## 5 Comparaison du VAE et de la voiture d'un point de vue énergétique, économique et environnemental

Nous voulons maintenant, à l'aide des étiquettes énergétiques, comparer les économies que ferait un salarié qui se rendrait tous les jours au travail avec un vélo électrique au lieu d'utiliser sa voiture :

- Du point de vue des émissions des gaz à effet de serre
- Du point de vue énergétique (gasoil et équivalent essence)
- Du point de vue économique

Le salarié dispose d'un modèle récent de voiture à faible consommation, par exemple la 207 en version diesel.



### 5.1 Calcul de la distance

Le trajet domicile travail du salarié est de 7km, il réalise ce trajet 5 jours par semaine 45 semaines par an. Calculer la distance totale annuelle effectuée sur le trajet domicile/travail.

$$7 \times 2 \times 5 \times 45 = 3150 \text{ Km par an.}$$

Distance totale annuelle (Km)	3150
-------------------------------	------

### 5.2 Bilan du point de vue des émissions des gaz à effet de serre

Calculer les émissions de gaz à effet de serre sur l'année pour les deux types de véhicules ainsi que l'économie réalisée.



Voiture :  $3150 \times 110 = 346500$  gr de  $CO_2$  donc 346,5 Kg de  $CO_2$   
 VAE :  $3150 \times 0,052 = 163,8$  gr de  $CO_2$  donc 0,163 Kg de  $CO_2$   
 Economie pour la planète 346,33 Kg de  $CO_2$  par an

Economie d'émission de $CO_2$ par an (Kg)	346,33
---	--------

### 5.3 Bilan du point de vue de la consommation énergétique

Calculer les consommations de carburant (gasoil et équivalent essence) sur l'année pour les deux types de véhicules ainsi que l'économie réalisée.

Voiture :  $31,50 \times 4,2 = 132,3$  litres  
 VAE :  $31,50 \times 0,01 = 0,31$  litre  
 Economie 131,9 litres

Economie de carburant (litres)	131,9
--------------------------------	-------

### 5.4 Bilan du point de vue économique

Connectez-vous à internet et recherchez le prix moyen du gasoil ainsi que le prix TTC de l'électricité en tarif de base (tarif bleu). Calculer le coût du transport sur l'année pour les deux types de véhicules ainsi que l'économie réalisée.

Voiture :  $132,3$  litres  $\times$  1,5 = 198,45 Euros

VAE : 97,5Wh de consommation au 100km  
 donc 3150 kms parcourus 0,307 KWh consommés /  $\times$  11ctes = 3,37 Euros

Economie 195,08 Euros

Economie (Euros)	195,08
------------------	--------



## FICHE DE FORMALISATION

Consommation de carburant et émission de CO <sub>2</sub>	
Marque : MATRA Modèle : J STEP RUNNER Energie : ELECTRIQUE	
<b>Consommation en litre équivalent essence</b>	<b>0,01 l/100 km</b>
CO <sub>2</sub> (dioxyde de carbone) est le principal gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique. Réduire les émissions de CO <sub>2</sub> contribue à limiter le réchauffement.	
<b>Émissions de CO<sub>2</sub> faibles</b>	<b>0,052 g/km</b>
	
<b>Émissions de CO<sub>2</sub> élevées</b>	

Y-a-t-il un lien direct entre la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> ?

Pour une énergie d'origine électrique provenant du réseau de distribution en France, de quel facteur dépend le rapport émission de CO<sub>2</sub> / kWh ?

Quelle sont les éléments qui doivent figurer sur les étiquettes énergétiques ?

A quoi sert au final une étiquette énergétique ?