

Projet Dix-sur-Dix - Dossier Energétique - 5

5.1 Calcul sur les énergies grises de fabrication, d'entretien et/ou refit, et de fin de vie

Ce calcul s'apparente à un bilan matière, il analyse :

- En commençant par les composants les plus lourds, la masse de chaque matériau constituant le véhicule (acier, aluminium, cuivre, polyuréthane, polycarbonate, caoutchouc) et si possible le procédé industriel de mise en œuvre (exemple aluminium extrudé ou feuille d'aluminium, acier profilé ou en plaque emboutie),
- La longueur de câble électrique utilisé,
- Les cartes électroniques : nombre et taille en unité de surface,

L'origine de l'approvisionnement de tous ces matériaux/composants (ville pour la France et l'Europe ou pays hors Europe) avec le mode de transport (routier, ferroviaire, aérien, maritime).

Pour les composants manufacturés achetés (pneu, moteur électrique, batterie, siège, etc.), des informations sur la masse, la technologie (notamment pour les machines électriques et les batteries) et l'origine de leur approvisionnement (ville pour la France et l'Europe ou pays hors Europe) avec le mode de transport (routier, ferroviaire, aérien, maritime) devront être analysés.

La table 5.1 énumère les éléments.

Composant	Quantité	Matériau	Masse (kg)	Origine	Moyen de transport
Chassis avant	1	Acier	7	Ferraille de Toulouse	Routier
Cadre	1	Aluminium	7	Récupération	-
Module avant	1	Bambou	4,22	Bamboueraie de Nîmes	Routier
Roues avant	2	Acier	1,8		
Pneus	2	Caoutchouc	1,38	Décathlon pro Toulouse	Routier
Roue arrière	1	Acier(50%) + Alu(50%)	1,1	Décathlon pro Toulouse	Routier

Composant	Quantité	Matériau	Masse (kg)	Origine	Moyen de transport
Pneus	1	Caoutchouc	0,3	Décathlon pro Toulouse	Routier
Batterie	2	Plastique + Cellules Li-ion + Carte CMS	3	Asie/France/Tunisie	Routier/Maritime
Moteur	2	Aluminium + Acier + Aimants	3	Asie/France/Tunisie	Routier/Maritime
Contrôleur	2	Plastique + Aluminium + Carte Électronique CMS	0.3	Asie/France/Tunisie	Routier/Maritime
Pédalier	1	Aluminium		Décathlon pro Toulouse	Routier
Pédales	1	Aluminium		Décathlon pro Toulouse	Routier
Durite de frein	3	PP	0.1	Décathlon pro Toulouse	Routier
Levier de frein	2	Aluminium	0.2	Décathlon pro Toulouse	Routier
Disque de frein	3	Acier inox + Aluminium	0.15	Décathlon pro Toulouse	Routier
Etrier de frein	3	Aluminium	0.25	Décathlon pro Toulouse	Routier
Plaquette de frein	6	Acier + Résine	0.05	Décathlon pro Toulouse	Routier
Raccord rapide Y diam 2	1	PP + POM + NBR + Acier inox	0.1	RS	Routier
Microcontrôleur	1	Plastique + Carte électronique CMS		-	-
Capteurs	4+	Carte électronique		-	-

Composant	Quantité	Matériau	Masse (kg)	Origine	Moyen de transport
		CMS			
Câbles électriques	5 mètres	Cuivre		Rexel	Routier
Boitier pédalier	1	Alu	0,3	Décathlon pro Toulouse	Routier
Chambre à air	3	Caoutchouc	0,3	Décathlon pro Toulouse	Routier
Cassette	1	Acier	0,5	Décathlon pro Toulouse	Routier
Selle	1	Aluminium et synthétique	1	Décathlon pro Toulouse	Routier

Table 5.1 : Bilan matière du tricycle

Notes :

- Capteurs : nous avons prévu d'utiliser un ensemble de capteurs afin d'offrir des services numériques (LIDAR, un capteur de poids, un module GPS, un émetteur/récepteur BLE, un émetteur/récepteur GSM)
- Actionneurs : nous prévoyons d'utiliser des éclairages LED pour les feux avant, arrière et les clignotants
- On considère les deux roues avant motrices. Il faut donc 2 moteurs et 2 batteries pour chaque tricycle.

Total tricycle :

- acier et aluminium : environ 25 kg
- caoutchouc : 1 kg
- plastique : 1 kg
- synthétique : 100 g
- éléments électroniques : batterie, contrôleur, carte embarquée (type Arduino), capteur LIDAR, module d'émission et réception BLE, capteur poids, module GPS, module d'émission et réception GSM

5.2 - Calcul sur les énergies d'utilisation et leurs paramètres

La puissance motrice de notre véhicule sera développée d'abord par le cycliste, puis complétée par le moteur ACTIA ayant une puissance de 250W.

Le véhicule va servir pour 1 seule personne et pour du transport d'objets. Le poids total pourrait donc aller jusqu'à 250. Avec la batterie ayant une capacité de 460 Wh et pour une utilisation urbaine classique, la batterie devrait permettre de parcourir entre 30 et 50 km avec un niveau d'assistance

correct. Cette autonomie est suffisante pour un particulier mais pas pour la gestion d'une flotte de tricycle. Dans ce cas, il faudrait mettre en place des stations de recharge pour charger la batterie lorsque le tricycle n'est pas en utilisation.

5.3 Calcul de type « discounted energy flow » sur la durée de vie des objets

Les composants limitants dans l'assistance électrique du vélo seront la batterie et les moteurs. D'après la documentation ACTIA, la batterie utilise des cellules Li-ion ayant une durée de vie (= au moins 80% de la capacité initiale) de 1100 cycles.

Comme dit précédemment, avec une seule charge de batterie, le tricycle pourrait parcourir entre 30 et 50 km, ce qui paraît plus que raisonnable pour une journée d'utilisation en ville pour un particulier. En supposant alors que le véhicule utilisera une charge complète de batterie par jour, celle-ci aurait une durée de vie supérieure à 3 ans. En revanche, la manutention du changement de batterie peut être faite par un particulier.

Concernant la durée de vie des moteurs, une durée de vie moyenne de 10 000 heures pour un vélo à assistance électrique semble être une valeur moyenne. Pour un particulier, si on considère une utilisation de 5h par jour et 200 jours par an, la durée de vie des moteurs serait d'environ 10 ans. Il est possible de changer les moteurs mais la manutention est assez compliquée pour un particulier. C'est donc un facteur assez limitant pour la durée de vie du tricycle.

Enfin, concernant les autres pièces du tricycle, la maintenance est similaire à celle d'un vélo classique (table 5.2) et la plupart de la manutention est accessible pour un particulier. Comparé à un vélo classique, le système de frein doit être changé plus régulièrement car le chargement est plus lourd.

Pièce	Nombre de changements	Accessible pour un particulier
Chambre à air	15	oui
Pneu	2	oui
Chaîne	1	oui
Selle	1	oui
Plaquettes de freins	5	oui
Vidange huile de frein	5	non
Nettoyage + graissage chaîne	5	oui
Boîtier de pédalier	1	non

Table 5.2 : Analyse de la maintenance des différentes parties du tricycle

En conclusion, le facteur le plus limitant pour la durée de vie du tricycle est le moteur. La plupart des autres éléments peuvent être changés par un particulier ou par des professionnels pour les éléments type vélo. Ainsi il semble réalisable d'avoir un tricycle durant au moins une dizaine d'années et un changement du moteur peut augmenter cette durée de vie de plusieurs années.