

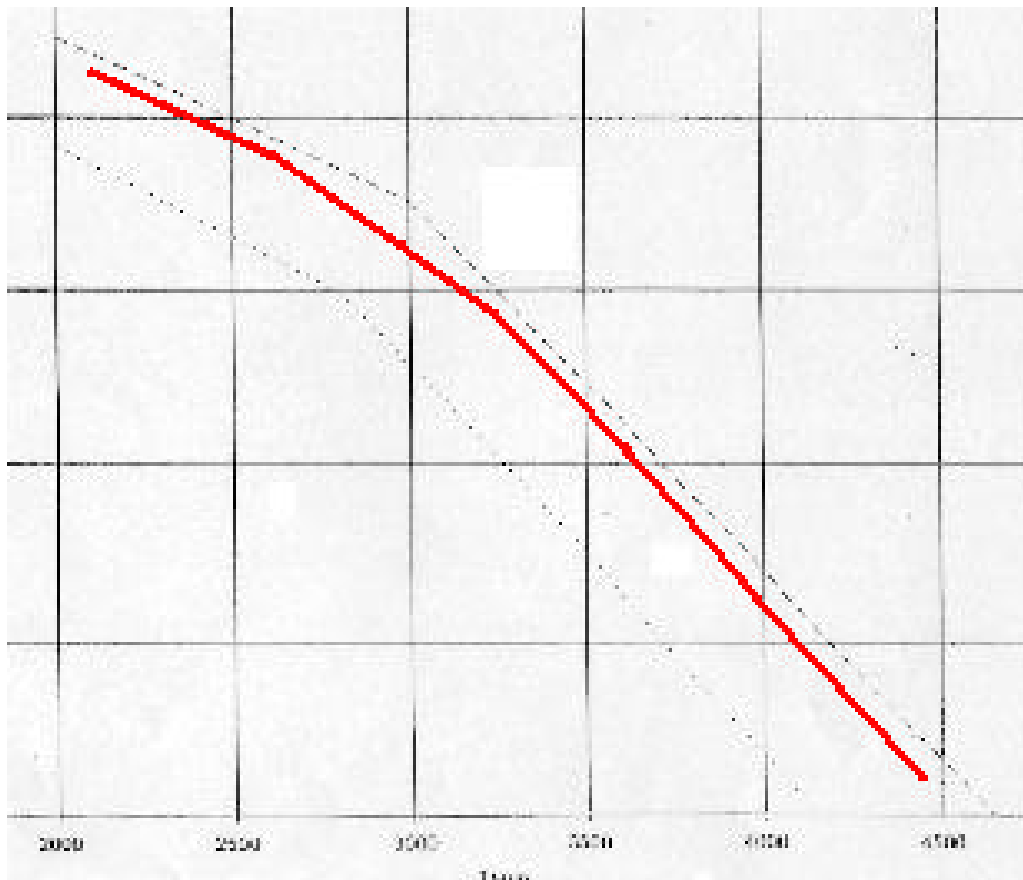
B.1 ETUDE DE LA MOTORISATION:

B.1.1 PUISSANCE MOTEUR.

B.1.1.1 Puissance aux points caractéristiques :

Le moteur satisfait aux performances du cahier des charges. Il est capable de fournir une puissance maximale de 3137 W à 2140 tr.min⁻¹ (pour 3000 W à 2000 tr.min⁻¹) et une puissance de 1122 W à 4375 tr.min⁻¹ (pour 1000 W à 4300 tr.min⁻¹).

B.1.1.2 Gabarit $P = f(n)$:



B.1.1.3 Synthèse :

Le moteur satisfait aux exigences de qualification. Sa courbe caractéristique s'inscrit dans le gabarit $P = f(n)$ déterminé par l'enveloppe C_1 / C_2 .

B.1.2 COUPLE MOTEUR.

B.1.2.1 Notion de couple :

Formule. $T_u - T_r = J \cdot d\omega/dt$

Signification des termes.

J = moment d'inertie équivalent ramené à l'arbre moteur

T_r = couple résistant

T_u = couple utile moteur

ω = Vitesse angulaire en rd.s^{-1}

B.1.2.2 Relation couple / courants :

$$T_u = K'_t \cdot I_e \cdot I_a$$

B.1.2.3 Choix du type de moteur:

En l'absence de modulateur d'énergie, on aurait du opter pour un moteur à excitation série car le couple y est directement proportionnel à I_a^2 ($I_a = I_e$).

Au démarrage, la vitesse est nulle, le courant est important et le couple est donc très élevé. Cette caractéristique le rend particulièrement bien adapté à un application de "traction électrique".

B.1.2.4 Analyse du choix constructeur.

L'étude des documents techniques DTB4 et DTB5 met en évidence que le moteur à excitation indépendante, associé au modulateur d'énergie :

- Offre, une puissance utile (donc un couple utile) plus élevé que le moteur série à fréquence de rotation identique.
 - ⇒ meilleure aptitude du scooter au démarrage et à l'accélération.
- Présente, à vitesse stabilisée comme en accélération, un rendement énergétique nettement supérieur au moteur à excitation série
 - ⇒ meilleure utilisation de l'énergie électrique et donc plus grande autonomie.

B.1.2.5. Calculer.

$$K_t = T_u / I = (P_u / \omega) / I = 0,024$$

$$I_a = 583 \text{ A}$$

$$K_e = E / n = (U - RI) / n = 0,242$$

$$E = 17,34 \text{ V}$$

B.1.2.6 Synthèse :

L'étude des différentes données montre que la variation du courant inducteur est indispensable car il est impossible d'obtenir le couple nécessaire au démarrage à flux constant nominal:

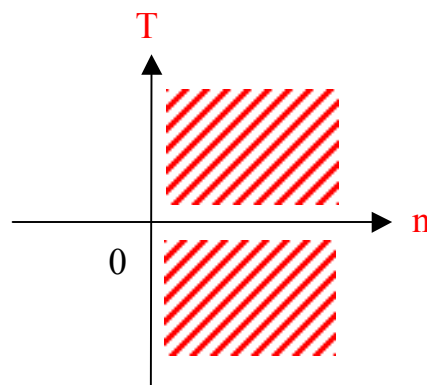
- Au démarrage ou sur forte pente :
C'est la "surexcitation" des inducteurs ($I_e \sim 25 \text{ A}$) qui permet de limiter le courant d'induit à $\sim 300\text{A}$ tout en préservant un couple important. A basse vitesse, on se rapproche ainsi des performances d'un moteur série).

B.1.2.7 Aptitude au freinage :

Quadrants de fonctionnement

Pas de marche arrière pour un scooter \Rightarrow
un seul sens de rotation ($n > 0$).
Accélération et ralentissement \Rightarrow
 $T > 0$ et $T < 0$.

Les quadrants de fonctionnements sont donc Q_1 et Q_4 .



Aptitude du moteur à assurer le fonctionnement.

- A condition d'être convenablement commandée, la machine à courant continu est réversible en vitesse et en couple. Elle convient donc parfaitement à notre utilisation.

Sens des tensions et des courants

- La tension et le courant inducteur ne changent jamais de sens.
- La tension d'induit ne change jamais de sens ($n \text{ moteur} > 0$), mais le courant d'induit s'inversera selon l'on sera en fonctionnement moteur ou génératrice

B.1.3 ETUDE TECHNOLOGIQUE DU MOTEUR.

Nommer et énoncer la fonction des éléments :

Photographie A :	Induit. C'est la Partie tournante de la machine. Dans les encoches sont logés des conducteurs parcourus par des courant soumis à un champ magnétique ce qui engendre une force produisant un couple.
Photographie B :	Collecteur. Associé aux balais, cet ensemble forme le redresseur mécanique tournant.
Photographie C :	Inducteur, partie fixe de la machine. Circuit magnétique, permettant la fixation des pôles magnétiques, ici 2 paires de pôles.
Photographie D :	Pôle inducteur. Associé à un bobinage il forme un électro-aimant dans le but de créer un champ magnétique.

B.2 CARACTERISER LE MODULATEUR D'ENERGIE.

B.2.1 ETUDE DES TENSIONS ET COURANTS D'INDUIT ET D'INDUCTEUR.

B.2.1 Valeurs minimales et maximales.

$$P_e = U^2 / R_e$$

et

$$I = U / R_e$$

$$U_{e \text{ mini}} = 4,93 \text{ V} \quad U_{e \text{ maxi}} = 12,26 \text{ V}$$

$$I_{e \text{ mini}} = 7,71 \text{ A} \quad I_{e \text{ maxi}} = 19,16 \text{ A}$$

$$U_{a \text{ mini}} = 14,6 \text{ V} \quad U_{a \text{ maxi}} = 17,85 \text{ V}$$

$$I_{a \text{ mini}} = 50 \text{ A} \quad I_{a \text{ maxi}} = 300 \text{ A}$$

B.2.2 ETUDE DU HACHEUR D'INDUCTEUR.

B.2.2.1 Valeur moyenne de u_e et rapport cyclique de commande.

$$U_e = 12,3 \text{ V}$$

$$a_2 = 68,3 \%$$

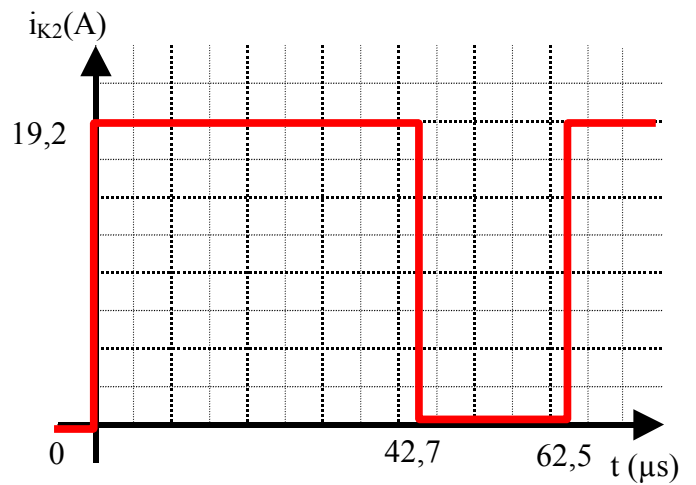
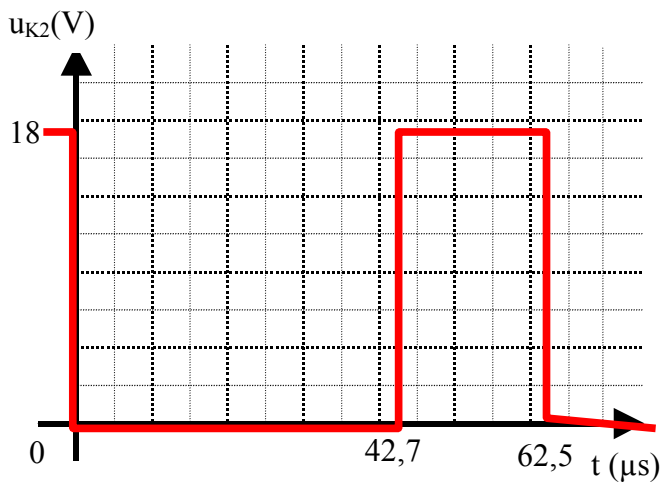
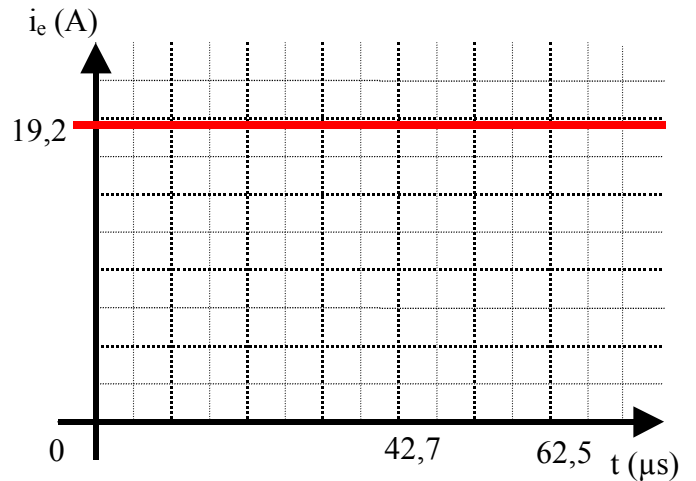
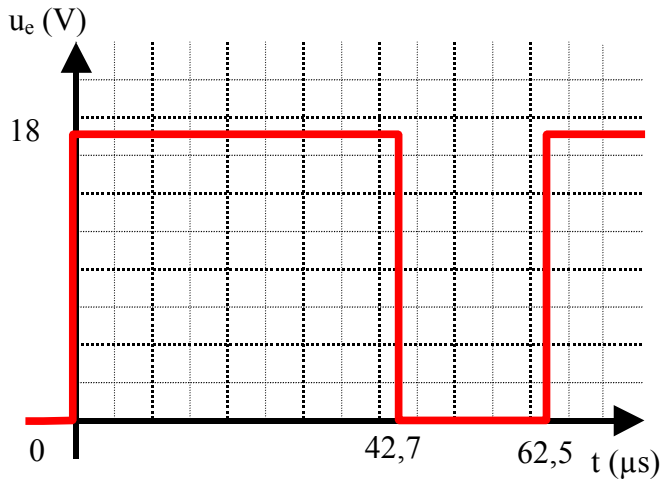
B.2.2.2. Valeurs de I_{K2} .

$$\text{Valeur crête} = 19,2 \text{ A}$$

$$\text{Valeur moyenne} = 13,1 \text{ A}$$

B.2.2.3 Chronogrammes de u_e , i_e , u_{K2} , et i_{K2} :

(Echelle : 1cm pour $10\mu s$, 1cm pour 5A et 1cm pour 5V)



Commentaires :

u_e = 0 V (K_2 bloqué)
 u_{K2} = 18 V (K_2 bloqué)
 i_e = 19,2 A = C^{te} (ondulation négligée)
 i_{K2} = 0 A (K_2 bloqué)

u_e = 18 V (K_2 saturé)
 u_{K2} = 0 V (K_2 saturé)
 i_{K2} = 19,2 A (K_2 saturé)

B.2.3.3 Vitesse limite de freinage :

$$n_{\text{mini}} = E / (0,027 \cdot I_e) = 18 / (0,027 \cdot 20) = 33,33 \text{ tr.s}^{-1}$$
$$V_{\text{mini}} = 21 \text{ km/h}$$

B.2.3.4 Synthèse :

La solution "modulateur / moteur " retenue permet de fonctionner dans le respect des contraintes du cahier des charges (Quadrants Q1 et Q4).

Le bilan énergétique en "récupération d'énergie" est très contestable.

- En utilisation urbaine, la vitesse limite de fonctionnement en récupération d'énergie (donc de recharge des batteries) est très élevée (cf 2.3.4).
- Les chiffres annoncés dans le cahier des charges (10 % du temps en récupération) paraissent assez optimistes et même en les prenant en compte, la recharge des batteries est quasiment inexistante.
- En réalité on ne peut pas parler de récupération d'énergie; L'objectif du constructeur est uniquement de limiter la vitesse maximale du scooter en roue libre en descente et de procurer au pilote une "sensation" de freinage identique à celle ressentie sur un scooter thermique

Il est probable que cette solution a été choisie pour sa simplicité matérielle (fiabilité, encombrement, ...) et son prix. Elle est peu performante au plan énergétique.