On peut maintenant écrire l'equilibre du char $\vec{T}+\vec{C}+\vec{R}+\vec{A}=\vec{0}$
$\vec{T}$ étant la traction de l'hélice vers l'avant

$\vec{C}$ étant la résistance au roulement de norme $\|\vec{C}\|=m.Crr$

$\vec{A}$ étant la trainée aérodynamique $\|\vec{A}\|=1/2\rho.S.Cx.(V(1-K))^2$

$\vec{R}$ étant la réaction du sol

à priori seule $\vec{T}$ est vers l'avant du char (pour K > 1)
pour 0<K<1 $\vec{T}$ et $\vec{A}$ sont vers l'avant du char

donc $K\geq 1\Rightarrow\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|=\|\vec{T}\|$ à vitesse constante
on se place maintenant dans le cas K>1 (on va plus vite que le vent vent arrière)

$$\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|=\|\vec{T}\|$$

écrire l'équation des puissances est moins intuitif et ce que j'écris peut être contestable
les puissances que le système consomme sont
$\|\vec{C}\|.K.V$ la puissance consommée par les roues

$\|\vec{A}\|.(K-1).V$ la puissance de la trainée aérodynamique

$\|\vec{T}\|.(K-1).V$ la puissance en sortie de rotor

la puissance fournie au système est $\|\vec{R}\|.K.V$

on peut donc écrire $\|\vec{C}\|.K.V + \|\vec{A}\|.(K-1).V + \|\vec{T}\|.(K-1).V = \|\vec{R}\|.K.V$

donc $\|\vec{C}\|.K + \|\vec{A}\|.(K-1) + \|\vec{T}\|.(K-1) = \|\vec{R}\|.K$

comme $\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|=\|\vec{T}\|$

alors $\|\vec{C}\|.K+\|\vec{A}\|.(K-1)+(\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|).(K-1)=\|\vec{R}\|.K.$

$$\|\vec{C}\|.K+(\|\vec{C}\|+2\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|).(K-1)=\|\vec{R}\|.K.$$

$$\|\vec{C}\|.(2\mathrm{K}-1)+2\|\vec{A}\|.(K-1)+\|\vec{R}\|.(K-1)=\|\vec{R}\|.K$$

$$\|\vec{C}\|.(2\mathrm{K}-1)+2\|\vec{A}\|.(K-1)=\|\vec{R}\|$$

maintenant, on prend le rendement en compte

on peut donc écrire $\|\vec{C}\|.K.V \; + \; \|\vec{A}\|.(K-1).V \; + \; \frac{1}{\eta_{global}}\|\vec{T}\|.(K-1).V \; = \; \|\vec{R}\|.K.V$

avec $\eta_{global}=\eta_{meca}\cdot\eta_{froude}\cdot\eta_{hélice}$ que l'on développera par la suite

donc $\|\vec{C}\|.K \; + \; \|\vec{A}\|.(K-1) \; + \; \frac{1}{êta_{global}}\|\vec{T}\|.(K-1) \; = \; \|\vec{R}\|.K$

comme $\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|=\|\vec{T}\|$

alors $\|\vec{C}\|.K+\|\vec{A}\|.(K-1)+(\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|).\frac{(K-1)}{\eta_{global}}=\|\vec{R}\|.K.$

la, cela va devenir un peu calculatoire, mais prendre en compte le rendement est à ce prix
je ramène tout au même dénominateur

$$\|\vec{C}\|.K.\eta_{global}+\|\vec{A}\|.(K-1).\eta_{global}+(\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|).(K-1)=\|\vec{R}\|.K.\eta_{global}$$

$$\|\vec{C}\|.(K.(1+\eta_{global})-1)+\|\vec{A}\|.(K-1).\eta_{global}+(\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|).(K-1)=\|\vec{R}\|.K.\eta_{global}$$

$$\|\vec{C}\|.(K.(1+\eta_{global})-1)+\|\vec{A}\|.(K-1).(1+\eta_{global})+\|\vec{R}\|.(K-1)=\|\vec{R}\|.K.\eta_{global}$$

$$\|\vec{C}\|.(K.(1+\eta_{global})-1)+\|\vec{A}\|.(K-1).(1+\eta_{global})=\|\vec{R}\|.(K.(\eta_{global}-1)+1)$$

$$\frac{\|\vec{C}\|.(K.(1+\eta_{global})-1)+\|\vec{A}\|.(K-1).(1+\eta_{global})}{(K.(\eta_{global}-1)+1)}=\|\vec{R}\|$$

on peut remarquer que si le rendement est egal à 1 on retombe bien sur la formule précédente.

Pour la petite histoire, c'est arrivé la que forcément, on se rend compte que le probleme n'est pas pris par le bon bout.

Le rendement aura forcément la Traction T dans son expression , il est donc plus fin de calculer T

Donc on sait que $\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\|\vec{R}\|=\|\vec{T}\|$
donc

$$\|\vec{C}\|+\|\vec{A}\|+\frac{\|\vec{C}\|.(K.(1+\eta_{global})-1)+\|\vec{A}\|.(K-1).(1+\eta_{global})}{(K.(\eta_{global}-1)+1)}=\|\vec{T}\|$$

on est donc reparti pour quelques lignes de calcul

$$\frac{\|\vec{C}\|.(K.(1+\eta_{global})-1+(K.(\eta_{global}-1)+1))+\|\vec{A}\|.((K-1).(1+\eta_{global})+(K.(\eta_{global}-1)+1))}{(K.(\eta_{global}-1)+1)}=\|\vec{T}\|$$

$$\frac{\|\vec{C}\|.(2.\mathrm{K}.\eta_{global})+\|\vec{A}\|.([\eta_{gloabal.}(2.\mathrm{K}-1)])}{(K.(\eta_{global}-1)+1)}=\|\vec{T}\|$$

$$\frac{\eta_{global}}{(K.(\eta_{global}-1)+1)}[\|\vec{C}\|.2.K+\|\vec{A}\|.(2.\mathrm{K}-1)]=\|\vec{T}\|$$

il reste maintenant à exprimer en fonction des paramêtres du char et de V les forces C et A ainsi que le rendement global.

On commence par le rendement de « Froude » tiré du site inter-action

$$\eta_{froude}=\frac{2}{1+\sqrt{\frac{\frac{T}{S}}{\frac{1}{2}\rho((K-1)V)^2}+1}}$$

$$\frac{\frac{2\eta_{meca}\eta_{hélice}}{1+\sqrt{\frac{\|\vec{T}\|/S}{\frac{1}{2}\rho((K-1)V)^2}+1}}}{K.\left(\frac{2\eta_{meca}\eta_{helice}}{1+\sqrt{\frac{\|\vec{T}\|/S}{\frac{1}{2}\rho((K-1)V)^2}+1}}-1\right)+1}.[2\mathrm{K.m.C}_{rr}+\frac{1}{2}.\rho S_f C_x(K-1)^2.(2\mathrm{K}-1).V^2]=\|\vec{T}\|$$

$$\frac{\frac{2\eta_{meca}\eta_{hélice}}{1+\sqrt{\frac{\|\vec{T}\|/S}{\frac{1}{2}\rho((K-1)V)^2}+1}}}{K.\left(\frac{2\eta_{meca}\eta_{helice}}{1+\sqrt{\frac{\|\vec{T}\|/S}{\frac{1}{2}\rho((K-1)V)^2}+1}}-1\right)+1}.[2\mathrm{K.m.C}_{rr}+\frac{1}{2}.\rho S_f C_x(K-1)^2.(2\mathrm{K}-1).V^2]-\|\vec{T}\|=0$$

et la pour l'instant je bloque un peu

$$\frac{\dfrac{2\,\eta_{meca}\,\eta_{hélice}}{1+\sqrt{\dfrac{\|\vec{T}\|/S}{\frac{1}{2}\rho((K-1)V)^2}+1}}}{K.\left(\dfrac{2\,\eta_{meca}\,\eta_{helice}}{1+\sqrt{\dfrac{\|\vec{T}\|/S}{\frac{1}{2}\rho((K-1)V)^2}+1}}-1\right)+1}.[2\mathrm{K.m.C}_{rr}+\frac{1}{2}.\rho\,S_f\,C_x(K-1)^2.(2\mathrm{K}-1).V^2]-\|\vec{T}\|=0$$

avec:

K rapport de vitesse entre la vitesse du char et la vitesse du vent au vent arrière
V vitesse du vent /sol
m masse du char
S surface balayée par l'hélice
S_f maitre couple du vehicule
C_rr coefficient de roulement
C_x coefficient de trainée
T traction necessaire pour faire garder le char à cette vitesse (K)

T , à priori est la variable et on regarde l'existance d'une solution en fonction de tous les autres paramètres.