

Centres d'intérêt abordés	Information
Niveau d'analyse	Comportemental
Objectifs pédagogiques	2.3.6 Comportement informationnels des systèmes.
Connaissances	Simulation et comparaison
Activités (2 H)	Régler les correcteurs du scooter pour optimiser ses performances.
Ressources documentaires	Cours : systèmes linéaires asservis
Ressources matérielles	Ordinateur avec logiciel PSIM

Ce TP porte sur le système scooter électrique. Il met en œuvre la simulation d'un moteur à courant continu à l'aide du logiciel PSIM. Il a pour objectif :
 - De régler les correcteurs du scooter afin d'optimiser ses performances.

1. SCOOTER ÉLECTRIQUE

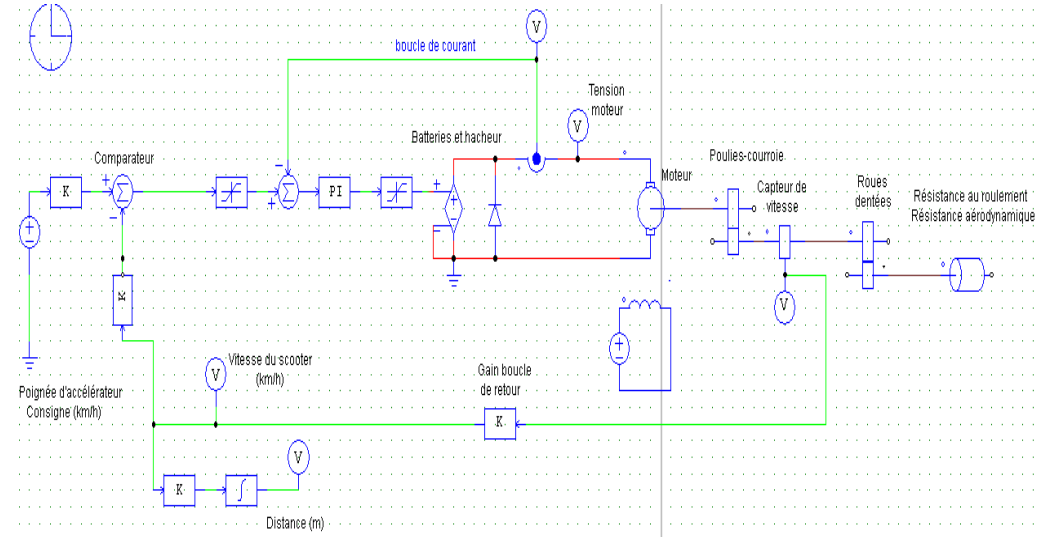
1.1. FONCTIONNEMENT

Le système support de l'étude est le scooter électrique scoot'elec développé par PEUGEOT MOTOCYCLES. La présentation et les caractéristiques techniques du scooter sont décrites dans le fichier *DT Scootelec.pdf* accessible dans le répertoire *documents en consultation* du lecteur classe.



2. MODÉLISATION DU SCOOTER

Le scooter, asservi en vitesse, peut être modélisé par le schéma-blocs suivant. Pour pouvoir vérifier les performances mécaniques et dynamiques du système, il est nécessaire de rechercher ou de déterminer, à l'aide de la documentation technique à disposition sur le serveur, les valeurs numériques que vous devez saisir dans certains blocs du modèle.



2.1. CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR

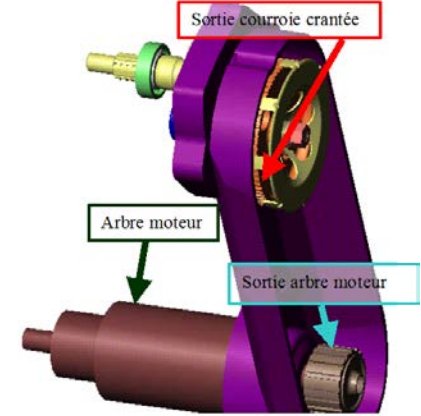
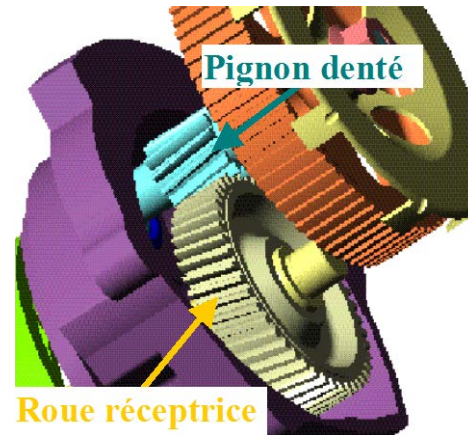
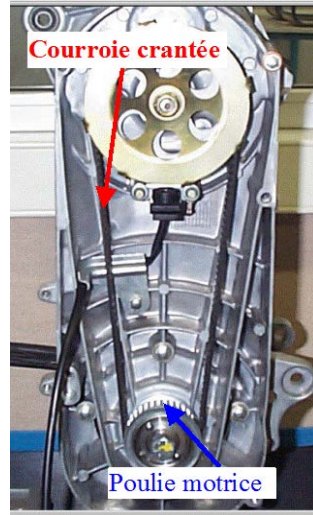
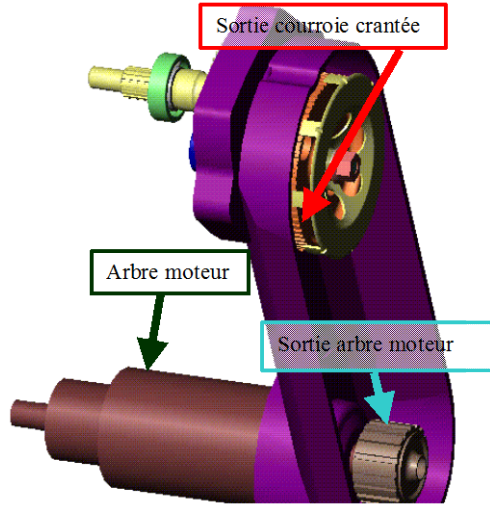
✍ Compléter le tableau ci-dessous.

Puissance nominale P_N	
Vitesse nominale N_N	
Tension d'induit et d'inducteur U_N	
Courant d'induit I_N	
Résistance d'induit R_A	
Résistance d'inducteur R_E	

✍ En appliquant la loi d'ohm, $U=R \times I$, calculer le courant d'excitation I_e .

✍ Calculer le couple C_M développé par le moteur. $P=C \times \omega$, $\omega=(2 \times \pi \times N)/60$

2.2. CARACTÉRISTIQUES DE L'ENSEMBLE POULIES-COURROIE



✎ Calculer le rapport de réduction de l'ensemble poulies-courroie. (scooter version 45 Km/h).

✎ Calculer la vitesse N_2 en sortie de la poulie réceptrice lorsque le moteur est à la vitesse nominale :

2.3. CARACTÉRISTIQUES DES ROUES DENTÉES.

✎ Calculer le rapport de réduction des roues dentées :

✎ Calculer la vitesse N_3 en sortie de la roue réceptrice (roue arrière du scooter) :

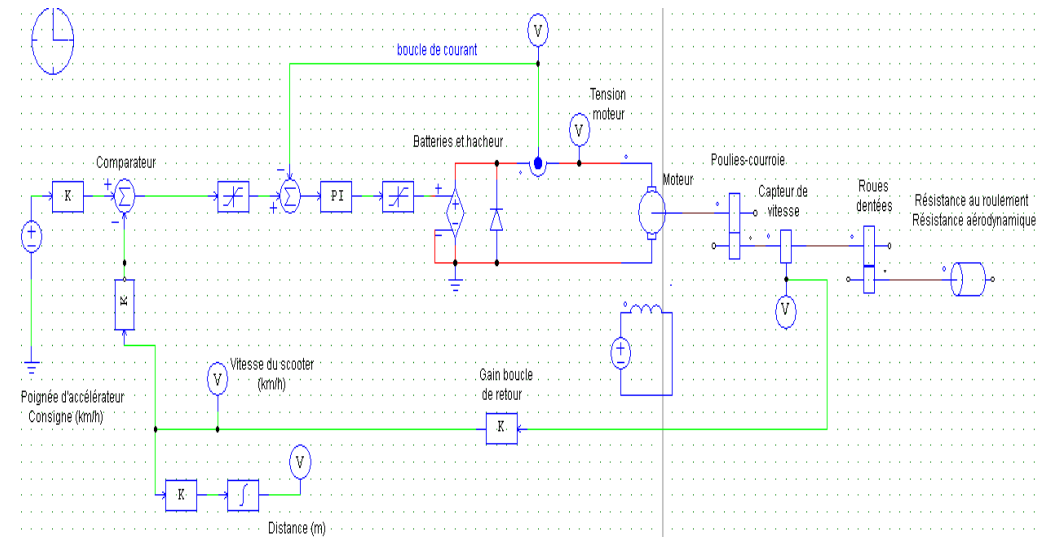
✎ Calculer la vitesse linéaire $V_{scooter}$ de la roue en km/h :

✎ Calculer le couple nominal (C_R) disponible sur la roue arrière du scooter :

3. PARAMÉTRAGE DU SCHÉMA-BLOCS

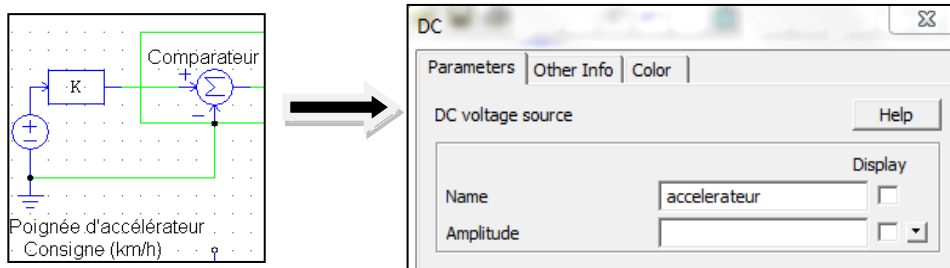
☞ Démarrer le logiciel PSIM. Ouvrir le fichier *scootbfeleve.psim*.

La fenêtre suivante doit apparaître :



3.1. RÉGLAGE DE LA CONSIGNE DE VITESSE

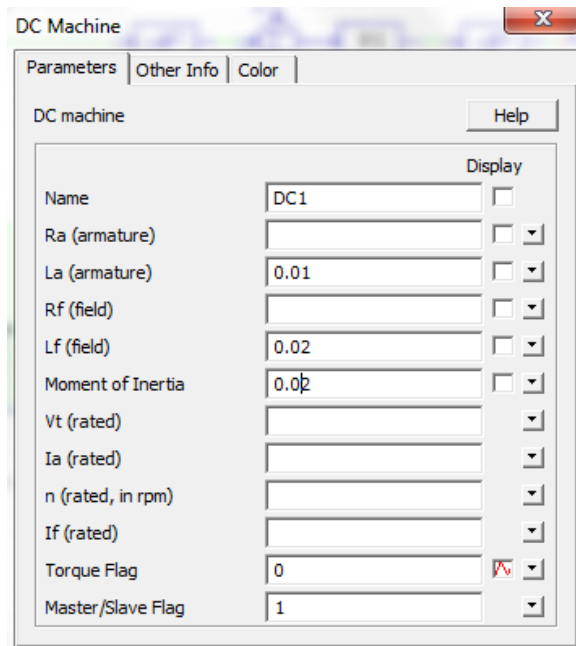
☞ Double cliquer sur la source de tension, puis régler la vitesse de consigne du scooter à 45 Km/h.



3.2. SAISIE DES CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR.

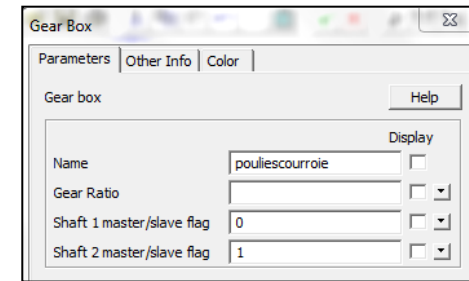
☞ Double cliquer sur le moteur, puis saisir les caractéristiques répertoriées dans le tableau de la question 2.1.

avec $R_f=R_e$, $V_t=U_n$, $I_a=I_n$, $I_f=I_e$.



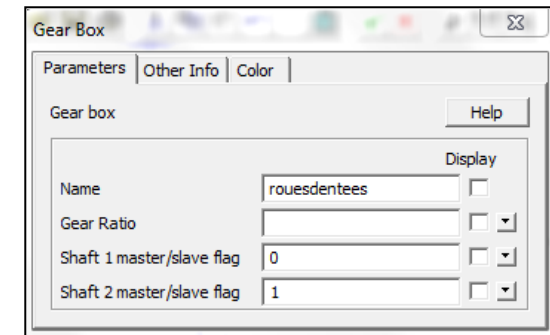
3.3. RÉGLAGE DU RAPPORT DE RÉDUCTION DE L'ENSEMBLE POULIES-COURROIE

☞ Double cliquer sur le bloc poulies-courroie, puis saisir le rapport de réduction déterminé à la question 2.2.



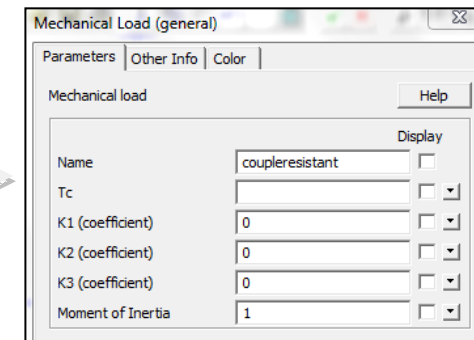
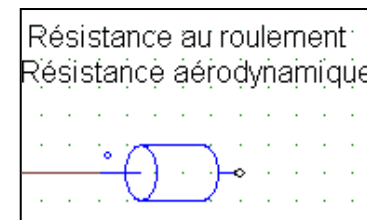
3.4. RÉGLAGE DU RAPPORT DE RÉDUCTION DES ROUES DENTÉES

☞ Double cliquer sur le bloc roues dentées, puis saisir le rapport de réduction déterminé à la question 2.3



3.5. RÉGLAGE DU COUPLE RÉSISTANT.

☞ Double cliquer sur le bloc résistance au roulement, puis saisir la valeur du couple résistant (couple nominal calculé à la question 2.3).



4. . ÉTUDE DU SYSTÈME EN BOUCLE FERMÉE

4.1. ÉTUDE SANS CORRECTEUR.

☞ Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps. Mesurer la valeur de la vitesse en régime établi :



Relevé N°1 : Vitesse du scooter en fonction du temps sans correcteur

☞ Régler maintenant le couple résistant à -60Nm. (correspondant à une descente à 17%).

☞ Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps. Mesurer la valeur de la vitesse en régime établi :



Relevé N°2 : Vitesse du scooter (descente) en fonction du temps sans correcteur

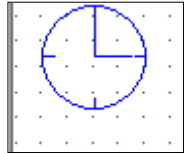
☞ Que constatez-vous pour les deux valeurs prises par le couple résistant ?

4.2. ÉTUDE DE L'ACTION D'UN CORRECTEUR PROPORTIONNEL

☞ Régler de nouveau le couple résistant à 20Nm.

☞ Placer un correcteur proportionnel (K) entre le premier comparateur et le limiteur. Régler la valeur de K à 10.

☞ Ouvrir l'élément simulation control et régler le temps de simulation à 1000.




☞ Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps :





Relevé N°3 : Vitesse du scooter (sur le plat) en fonction du temps avec correcteur proportionnel


☞ Mesurer la valeur de la vitesse en régime établi :


☞ Mesurer le temps de réponse du système :

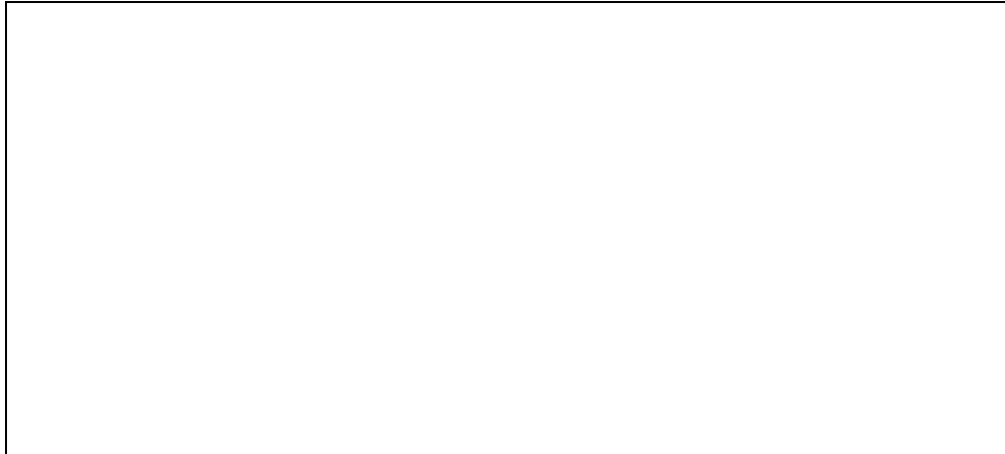
 Mesurer l'erreur de vitesse ϵ , puis exprimer cette erreur en pourcentage de la vitesse de consigne :

 Visualiser l'évolution de la distance parcourue par le scooter en fonction du temps, puis mesurer les temps d'accélération pour passer de 0 à 10m et de 0 à 100m.


 Ces temps sont-ils conformes au cahier des charges ? Justifier votre réponse.


 Régler le couple résistant à -60Nm et le temps de simulation à 20.


 Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps :





Relevé N°4 : Vitesse du scooter (en descente) en fonction du temps avec correcteur proportionnel


 Mesurer la valeur de la vitesse en régime établi :

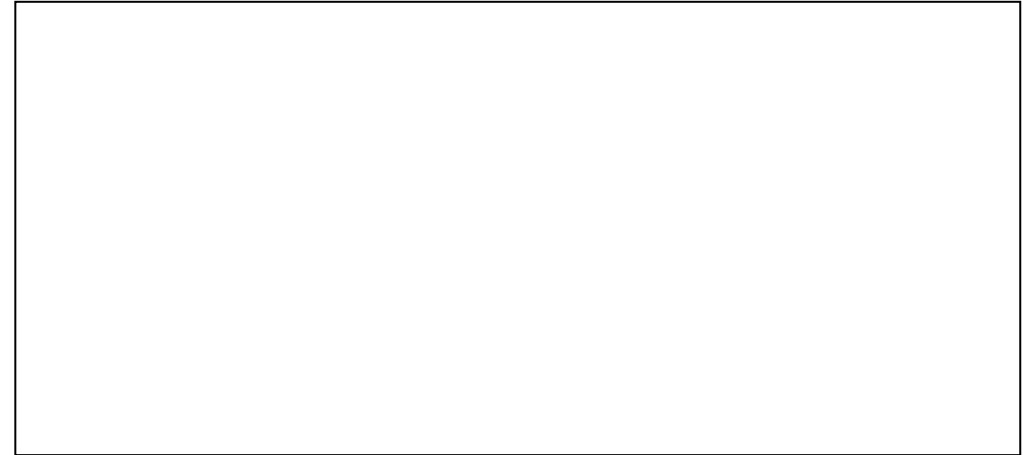
 Mesurer l'erreur de vitesse ϵ , puis exprimer cette erreur en pourcentage de la vitesse de consigne :

 Régler de nouveau le couple résistant à 20 Nm.


 Régler le correcteur proportionnel pour respecter le temps d'accélération défini dans le cahier des charges. (Plusieurs essais sont nécessaires avant d'obtenir le bon réglage).


 Noter la valeur retenue pour le correcteur proportionnel : _____.

 Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps :



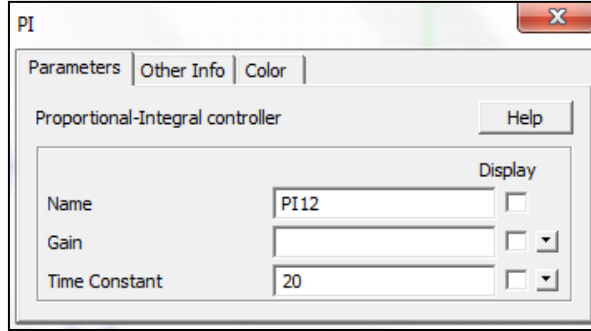
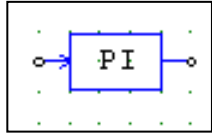
Relevé N°5 : Vitesse du scooter (sur le plat) en fonction du temps avec correcteur proportionnel optimisé

 Mesurer la valeur de la vitesse en régime établi, ainsi que le temps de réponse (au besoin augmenter le temps de simulation).

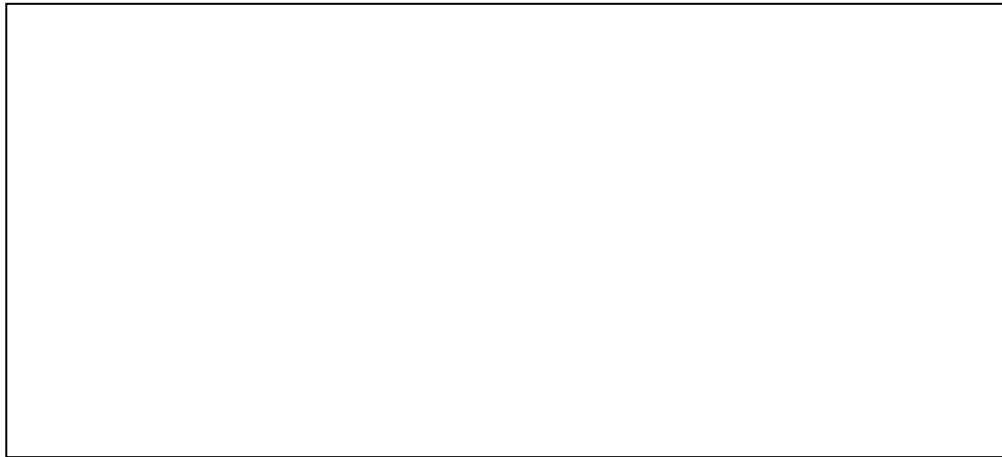
 Cette vitesse est-elle conforme au cahier des charges ? Justifier votre réponse.

4.3. ÉTUDE DE L'ACTION D'UN CORRECTEUR PROPORTIONNEL INTÉGRAL

- ☞ Remplacer le correcteur proportionnel K par un correcteur proportionnel intégral PI.
- ☞ Régler le gain du correcteur à la valeur déterminée expérimentalement dans la question 4.2. Régler le temps de simulation à 80s.



- ☞ Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps :



Relevé N°6 : Vitesse du scooter (sur le plat) en fonction du temps avec correcteur PI

- ☞ Mesurer la valeur de la vitesse en régime établi, ainsi que le temps de réponse :
-
-

- ☞ Cette vitesse est-elle conforme au cahier des charges ? Justifier votre réponse.
-

- ☞ Régler le temps de simulation à 20s.
 - ☞ Visualiser la distance parcourue par le scooter en fonction du temps, puis mesurer les temps d'accélération pour passer le 0 à 10m et 0 à 100m.
-
-

- ☞ Ces temps sont-ils conformes au cahier des charges ? Justifier votre réponse.
-
-

- ☞ Régler la constante de temps du correcteur proportionnel intégral pour diminuer le temps de réponse du système, c'est-à-dire pour atteindre plus rapidement la vitesse de 45Km/h sans aucun dépassement de la valeur finale. (Plusieurs essais sont nécessaires avant d'obtenir le bon réglage).

- ☞ Noter la valeur retenue pour la constante de temps du correcteur proportionnel intégral:
-

4.4. COMPARAISON DES DEUX MODES DE CORRECTION

- ☞ Comparer le mode de correction proportionnel au mode de correction proportionnel intégral, puis conclure :

5. EFFETS D'UNE PERTURBATION

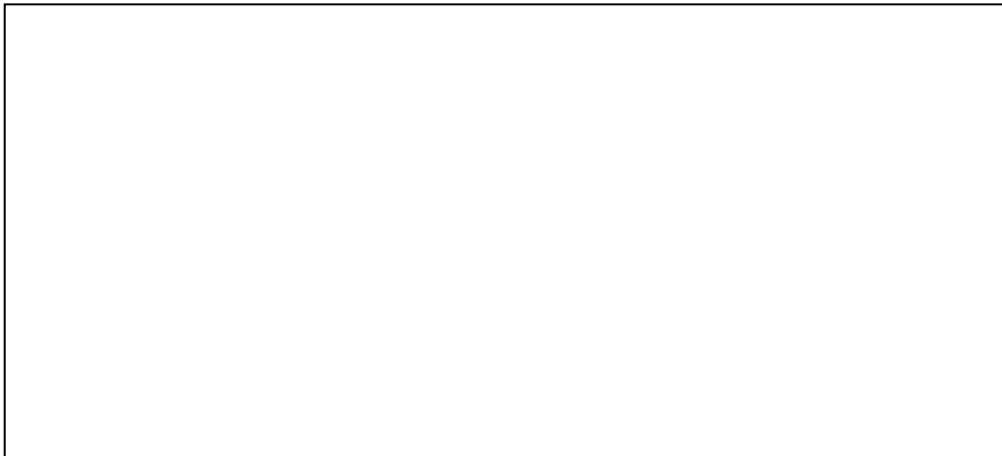
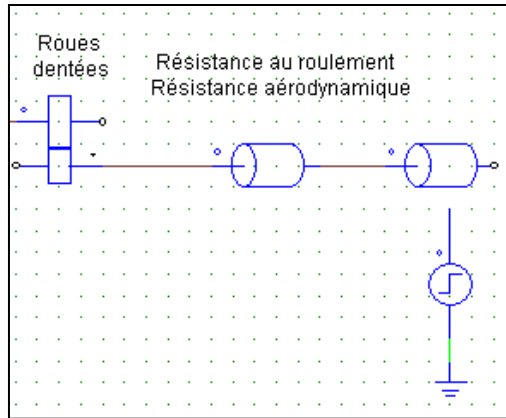
On va maintenant analyser l'effet d'une côte sur les performances du scooter. Pour ce faire, on va ajouter la perturbation dans la simulation.

☞ Choisir une charge mécanique contrôlée dans la barre d'outil *Éléments* ==> *Power*==> *Mecanical loads and sensors* ==> *Mecanical load (ext. controlled)* et placer la à droite de la charge.

☞ Choisir la fonction Step. Placer cet élément sous la charge contrôlée Faire un double clic sur l'élément Step et remplir la ligne Vstep avec 40 (on ajoute un couple de 40N.m) et Tstep avec 30 (le couple résistant apparaît au bout de 30 secondes).

☞ Relier l'autre borne de l'élément Step à la masse du montage. Régler le temps de simulation à 60s.

☞ Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps.

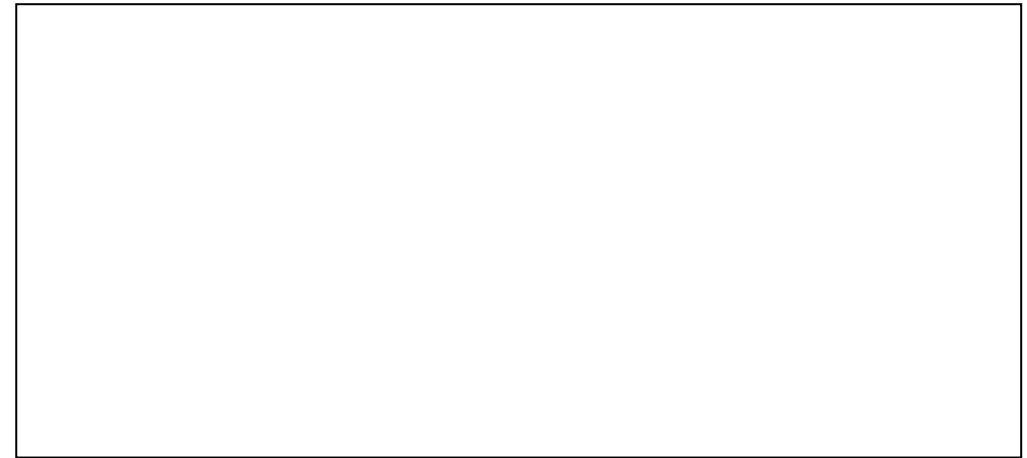


Relevé N°7 : Vitesse du scooter en fonction du temps avec perturbation faible

✍ Que constatez-vous ?

☞ Régler maintenant Vstep à 63. Régler le temps de simulation à 1000s.

☞ Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter en fonction du temps

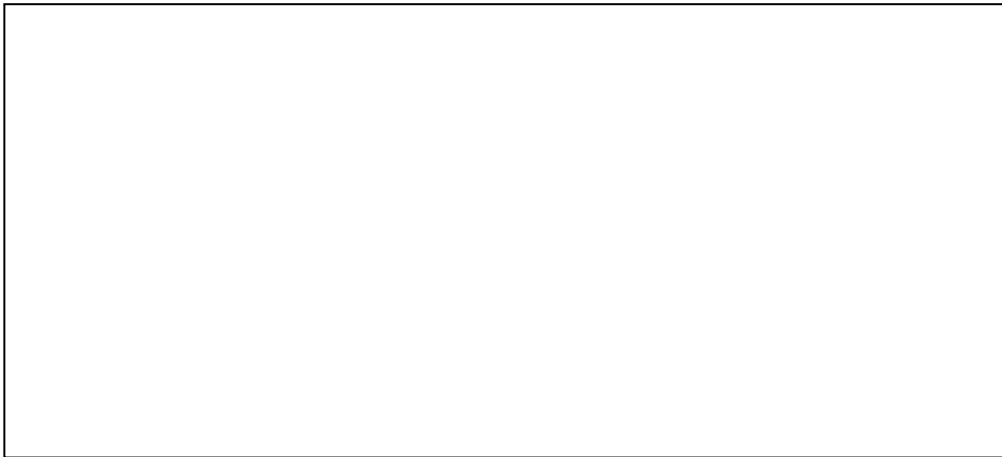


Relevé N°8 : Vitesse du scooter en fonction du temps avec perturbation forte

✍ Que constatez-vous ? Conclure sur les intérêts et limites d'un système bouclé.

6. ÉTUDE DE LA RÉVERSIBILITÉ DE LA MACHINE A COURANT CONTINU.

- ☞ Régler le couple résistant à 20 Nm. Régler le couple de la perturbation à -40 Nm.
- ☞ Régler le temps de simulation à 60s.
- ☞ Visualiser et relever l'évolution de la vitesse du scooter et du courant moteur en fonction du temps :



I_m _____

V_{it} _____

P_m _____

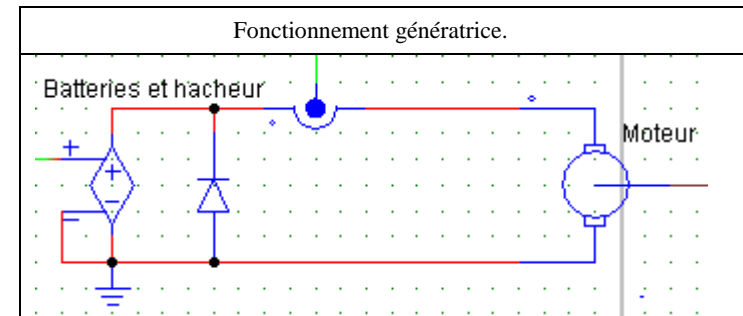
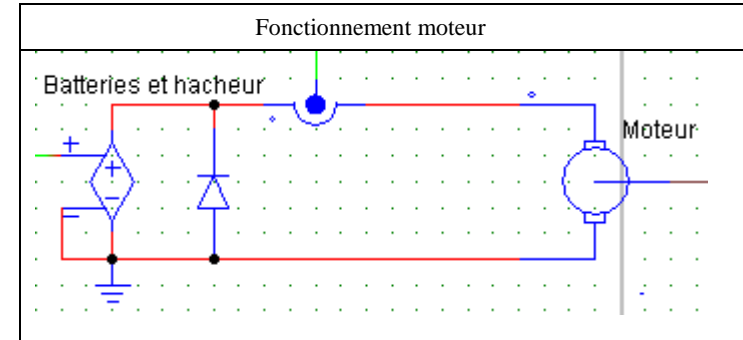
F_{ct} _____

☞ Indiquer sous le relevé et pour chaque intervalle de temps, le signe du courant I_m , de la vitesse V_{it} et de la puissance électrique P_m . En déduire le fonctionnement de la machine à courant continu (moteur ou génératrice).

☞ Compléter les deux figures ci-contre en fléchant le sens de circulation du courant d'induit, pour le fonctionnement en moteur et pour le fonctionnement génératrice.

☞ Pendant le fonctionnement en moteur, quels sont les éléments qui fournissent de l'énergie électrique et ceux qui en reçoivent :

☞ Pendant le fonctionnement en génératrice, quels sont les éléments qui fournissent de l'énergie électrique et ceux qui en reçoivent :



☞ En vous aidant des réponses précédentes, calculer l'autonomie du scooter. On suppose pour cette question que le scooter fonctionne à vitesse constante (45km/h) et à couple constant positif. Comparer l'autonomie calculée avec celle donnée dans le dossier technique. Les valeurs sont-elles différentes ? Si oui pourquoi ?
