# Fiche de TD : La Transmission dans un Entraînement Électrique

**G**HLAM Karima
**U**niversité de sciences et technologies Mohamed Boudiaf USTO Oran
**M**2 ETI CSE

7 novembre 2026

**Objectifs pédagogiques**

**Objectifs pédagogiques :**

- Savoir calculer un rapport de transmission (tournant-tournant et tournant-linéaire).
- Savoir calculer le couple et l'inertie équivalente ramenés à l'arbre moteur.
- Savoir déterminer le rapport de transmission optimal pour maximiser l'accélération.
- Savoir prendre en compte le rendement de la transmission.

**Prérequis :** Cours sur la transmission, le comportement dynamique et le cahier des charges.

# Partie 1 : Rappels de Cours Essentiels

**Formulaire**

| Concept | Formule |
|---|---|
| Rapport tournant-tournant | $r = \frac{\Omega_m}{\Omega_e} = \frac{\alpha_m}{\alpha_e}$ |
| Rapport tournant-linéaire | $k = \frac{\Omega_m}{v_e} = \frac{\alpha_m}{\Delta x_e}$ [rad/m] |
| Couple en sortie (avec rendement) | $M_e = r \cdot M_m \cdot \eta_r$ |
| Force en sortie (avec rendement) | $F_e = k \cdot M_m \cdot \eta_k$ |
| Inertie équivalente (tournant) | $J'_m = r^2 \cdot J_e$ |
| Inertie équivalente (linéaire) | $J_{eq} = \frac{m_e}{k^2}$ |
| Résolution en sortie | $N_{pe} = N_{pm} \cdot r$ |
| Précision | $p = \frac{\Delta\alpha_p}{\alpha_p}$ |
| Équation du mouvement | $(J_e + r^2 J_m)\dot{\Omega}_e = rM_m - M_e$ |
| Rapport optimal (accélération) | $r_{opt} = \sqrt{J_e/J_m}$ |

**Rendements typiques :**

- Accouplement direct : $\geq 99\%$
- Engrenage droit / conique : $94 - 97\%$
- Vis sans fin : $30 - 90\%$
- Courroie trapézoïdale : $88 - 93\%$
- Courroie dentée : $97 - 99\%$
- Chaîne : $90 - 96\%$

**Vis à billes :** $k = \frac{2\pi}{p}$ avec $p$ le pas de la vis [m]

# Partie 2 : Exercices

## Exercice 1 : Rapport de Transmission Tournant-Tournant

Un moteur tourne à $1500\,\text{tr/min}$ et entraîne un convoyeur à bande dont le tambour doit tourner à $75\,\text{tr/min}$. Le rendement du réducteur est $\eta_r = 0,95$.

1. Calculer le rapport de transmission $r$.
2. Le moteur fournit un couple $M_m = 10\,\text{Nm}$. Calculer le couple disponible en sortie $M_e$.
3. La charge a une inertie $J_e = 0,1\,\text{kg} \cdot \text{m}^2$. Calculer l'inertie équivalente vue par le moteur $J'_m$.

## Exercice 2 : Rapport de Transmission Tournant-Linéaire

Un moteur entraîne une vis à billes de pas $p = 5\,\text{mm}$. Le moteur tourne à $1500\,\text{tr/min}$.

1. Calculer le rapport de transmission $k$ en rad/m.

2. Calculer la vitesse linéaire $v_e$ de la charge en m/s.
3. Le moteur fournit un couple $M_m = 5\,\text{Nm}$. Le rendement de la vis est $\eta_k = 0,9$. Calculer la force disponible en sortie $F_e$.

### Exercice 3 : Inertie Équivalente et Optimisation

Un moteur a une inertie $J_m = 2 \times 10^{-3}\,\text{kg} \cdot \text{m}^2$ et un couple à l'arrêt $M_0 = 5\,\text{Nm}$. La charge a une inertie $J_e = 0,02\,\text{kg} \cdot \text{m}^2$. On néglige le frottement.

1. Calculer le rapport de transmission optimal $r_{opt}$ qui maximise l'accélération initiale.
2. Calculer l'inertie équivalente $J'_m$ pour $r = r_{opt}$.
3. Calculer l'accélération initiale $\varepsilon_d$ pour $r = r_{opt}$.
4. Calculer l'accélération initiale pour $r = 1$ et $r = 10$. Conclure.

### Exercice 4 : Résolution et Précision

Un moteur pas à pas a une résolution de 200 pas/tour. Il entraîne une vis à billes de pas $p = 4\,\text{mm}$ via un réducteur de rapport $r = 5$.

1. Calculer la résolution côté charge en pas/tour (pour un système tournant).
2. Calculer le déplacement linéaire par pas $x_{pe}$ en mm.
3. La précision de positionnement est de $\pm 2\%$ du pas. Calculer l'écart maximum $\Delta x$ en mm.

### Exercice 5 : Équation du Mouvement avec Transmission

Un moteur ($J_m = 0,01\,\text{kg} \cdot \text{m}^2$) entraîne une charge ($J_e = 0,1\,\text{kg} \cdot \text{m}^2$) via un réducteur $r = 10$. Le moteur fournit un couple $M_m = 10\,\text{Nm}$. La charge oppose un couple résistant $M_e = 50\,\text{Nm}$. Le rendement du réducteur est $\eta_r = 0,95$.

1. Calculer l'inertie totale équivalente $J_{tot}$ vue par le moteur.
2. Calculer le couple moteur ramené côté charge $r \cdot M_m \cdot \eta_r$.
3. En déduire l'accélération de la charge $\frac{d\Omega_e}{dt}$.
4. Que se passe-t-il si le couple résistant $M_e$ dépasse $r \cdot M_m \cdot \eta_r$ ?

### Exercice 6 : Choix du Réducteur

Un convoyeur à bande doit déplacer une masse $m_e = 200\,\text{kg}$ à une vitesse $v_e = 0,5\,\text{m/s}$. Le tambour a un rayon $R = 0,1\,\text{m}$. Le moteur tourne à $1500\,\text{tr/min}$ et fournit un couple $M_m = 20\,\text{Nm}$. Le rendement du réducteur est $\eta_r = 0,95$.

1. Calculer la vitesse angulaire du tambour $\Omega_e$.
2. Calculer le rapport de transmission $r$ nécessaire.
3. Calculer le couple disponible au tambour $M_e$.
4. Calculer la force de traction disponible $F_e$ au tambour.
5. La force de frottement est $F_r = 500\,\text{N}$. Le moteur peut-il entraîner la charge ? Justifier.