



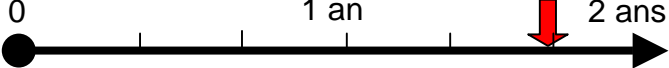




Déroulement du TP (Scénario)

TP N°2 : SERVOMOTEUR

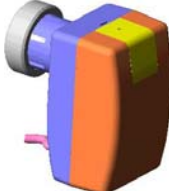


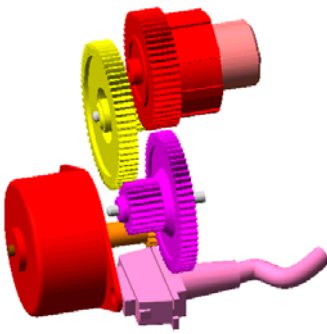
**TRANSMISSION DE MOUVEMENT
PAR ENGRENAGES**

	RECTORAT ACADEMIE D'AIX-MARSEILLE	Lycée Professionnel Pierre MENDES-FRANCE		TP N° 2
	PREPARATION TP de CONSTRUCTION SERVOMOTEUR Transmission de mouvement par Engrenages			Professeur : LAPARRE Jérôme
B.E.P. : ELECTROTECHNIQUE Tronc commun		 2 H	0 ————— 1 an ————— 2 ans 	
Centres d'intérêts : ETUDE DES COMPORTEMENTS : Cinématique Compétences visées : Déterminer la vitesse de rotation d'un solide. - Objectif spécifique : Déterminer les caractéristiques cinématiques d'un engrenage et d'un train d'engrenages.				
Ressources : - Un poste informatique : Logiciel SOLIDWORKS 99 installé - Les répertoires « <i>TP Construction</i> » / « <i>Servomoteur</i> » créés sur le disque dur - Un système support : SERVOMOTEUR OVENTROP (Référence : 101 27 00) - Un robinet OVENTROP (Référence : 118 01 04) - Un coffret contenant : - Les pièces détachées du servomoteur repérées par des lettres - Une maquette du SERVOMOTEUR entraînée manuellement - Un ¾ de robinet OVENTROP - Un CD contenant : - Un document guide de l'élève (vert) - Un dossier ressources du logiciel SOLIDWORKS 99 (beige) - Fiche 1 ressources sur les ENGRENAGES (beige) - Un dossier de compte rendu des travaux (blanc) - Un document guide du professeur : Préparation du scénario (vert) - Un dossier des productions attendues : Eléments du corrigé - Une fiche d'évaluation des élèves sur le poste de travail (jaune) - Un fichier assemblage du servomoteur « Servomoteur.sldasm » - 23 fichiers des pièces constituant l'assemblage				
Elèves/équipe : - 2 élèves/équipe		Savoirs et savoirs-faire prérequis : - Inventorier les pièces constitutives d'un sous-ensemble ou d'un ouvrage - Identifier les éléments d'un engrenage - Identifier le mouvement d'un solide en rotation, translation dans un repère imposé		
Articulation du TP ou centre d'intérêt avec les autres TP, cours, TD : - 2 nd TP du SERVOMOTEUR - Apport de connaissances sur : La transmission de mouvement par engrenages <div>Calcul d'une raison d'un train d'engrenages Calcul d'une vitesse de rotation d'entrée ou de sortie d'un train d'engrenages</div>				
Relation aux autres enseignements : Objectifs partagés et actions concertées avec : - Les mathématiques / sciences - L'Electrotechnique (détermination des caractéristiques d'un moteur dans une chaîne de transmission de puissance).				

Préparation du scénario (document professeur)

ACTIVITES de L'ELEVE		RESSOURCES	PRODUCTIONS de L'ELEVE	POINTS CLE ET INTERVENTIONS
0	Identifier par le nom, le groupe et la date les 3 formats A3 du dossier compte-rendu des travaux.	Dossier Compte-rendu des travaux.	Inscrit son nom, son groupe et la date sur chaque première feuille des 3 formats A3 du dossier de compte-rendu des travaux.	Rappeler oralement les objectifs du TP.
1	Lire la mise en situation.	Document CR1/8 du Compte-rendu des travaux.		
2	Contrôler le matériel disponible sur le poste de travail.	Document CR2/8 du Compte-rendu des travaux.	Contrôle le matériel et coche les cases valides de la seconde colonne du tableau du document CR2/8.	Compléter si matériel absent.

REVISION : Inventorier les pièces constitutives d'un sous-ensemble ou d'un ouvrage

3	Charger à l'écran le fichier «SERVOMOTEUR» <ul style="list-style-type: none"> Nom des dossiers : TP Construction/Servomoteur Nom du fichier : SERVOMOTEUR Type de fichier : SLDASM (Assemblage) 	<ul style="list-style-type: none"> Dossier Ressources SW99 (§ 1,2 et 3). Poste informatique équipé de SolidWorks99 (SW99). Modèle virtuel : SERVOMOTEUR.SLDASM 	Chargement du fichier informatique 	Contrôler le chargement du modèle 3D du Servomoteur
4	Manipuler le modèle virtuel à l'écran en utilisant Les fonctions de Rotation et de Translation de la barre d'outils « AFFICHAGE » :  	<ul style="list-style-type: none"> Dossier Ressources SW99 (§ 4). Modèle virtuel et réel du Servomoteur. 	Manipule le Servomoteur virtuel à l'écran et le Servomoteur réel.	Surveiller l'utilisation de la barre d'outil « AFFICHAGE »
5	IDENTIFIER LES PIECES : <ul style="list-style-type: none"> CACHER le CORPS, le CAPOT, le COUVERCLE, la CARTE, la BARRETTE et l'ECROU sur le modèle virtuel à l'écran en employant les fonctions expliquées au §5 du dossier Ressources SW99 A partir des pièces détachées, Rechercher le nom des pièces détachées dans l'arbre de création du modèle virtuel du servomoteur à l'écran. 	<ul style="list-style-type: none"> Document CR2/8 du Compte-rendu des travaux. Modèle virtuel du Servomoteur. Pièces détachées du Servomoteur. Dossier Ressources SW99 (§ 5 et 6). 	<ul style="list-style-type: none"> Cache le CORPS, le CAPOT et le COUVERCLE, la CARTE, la BARRETTE et l'ECROU sur le modèle à l'écran. <u>Résultat à l'écran :</u>  <ul style="list-style-type: none"> Complète le tableau de la question 5-1 avec les noms de pièces manquants 	<ul style="list-style-type: none"> Assister le groupe pour le masquage des pièces car ce n'est pas un objectif de révision. POINT CLE : Valider l'activité en faisant la synthèse des réponses car l'élève a atteint la fin de l'activité de révision.

Préparation du scénario (document professeur)

ACTIVITES de L'ELEVE

RESSOURCES

PRODUCTIONS de L'ELEVE

POINTS CLE ET
INTERVENTIONS

APPRENTISSAGE : Identifier les éléments d'une transmission par Engrenages / Déterminer les caractéristiques d'une transmission par Engrenages

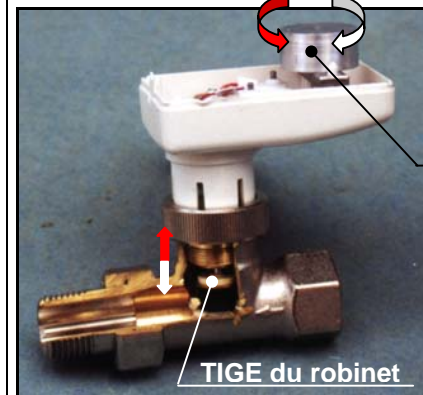
6

MANIPULATION DE LA MAQUETTE du SERVOMOTEUR monté sur le ¾ de robinet :

- **Prendre connaissance** de la Convention sur les sens de rotation sur le document CR3/8.
- **Maintenir** le robinet fixe (mécanisme face à vous)
- **Tourner** dans les 2 sens la molette permettant de mettre en mouvement le mécanisme du Servomoteur (la molette remplace le moteur).
- **Observer** l'état du robinet en fonction du sens de rotation de la molette :
OUVERTURE ou FERMETURE du robinet.
- **Identifier** les pignons et les roues du train d'engrenages à partir des vues du document CR3/8.
- **Identifier les types d'engrenages.**

- La maquette du Servomoteur.
- Un ¾ de robinet.
- Modèle virtuel du Servomoteur (pour aide)
- Pièces détachées
- Document CR3/8 du Compte-rendu des travaux.
- Fiche 1 ressources sur les Engrenages.

- Tourne la molette dans les deux sens



- Répond à la question 6-1
- Répond aux questions 6-2 et 6-3 à l'aide de la fiche 1 ressources sur les engrenages

- Valider les observations de mise en relation entre le sens de rotation de la molette et l'état du robinet (ouverture ou fermeture).
- Valider l'activité en faisant la synthèse des réponses car l'élève a identifié les éléments du train d'engrenages.

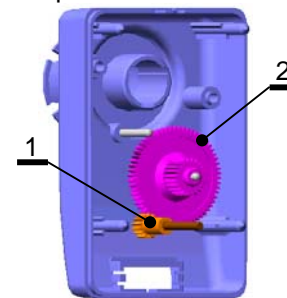
7

MANIPULATION DE LA MAQUETTE du SERVOMOTEUR : ETUDE DE L'ENGRENAGE N°1

- **Maintenir** le robinet fixe.
- **Tourner** dans les 2 sens la molette.
- **Observer** les sens de rotation des roues dentées (1) et (2).
- **Repérer** la position initiale de la molette (par son perçage) et de la roue (2) (par la lettre J sur la roue).
- **Faire tourner** la molette en comptant son nombre de tours jusqu'à ce que la roue (2) fasse 1 tour

- La maquette du Servomoteur.
- Modèle virtuel du Servomoteur (pour aide)
- Pièces détachées
- Document CR4/8 et CR5/8 du Compte-rendu des travaux.
- Fiche 1 ressources sur les Engrenages.

- Tourne la molette dans les deux sens
- Répond aux questions 7-1 à 7-4



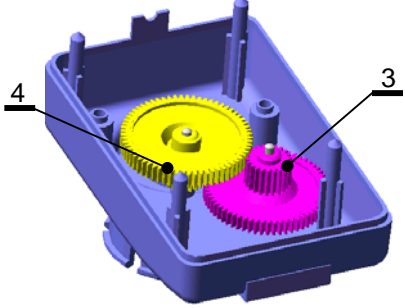
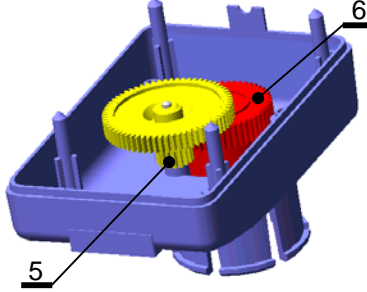

- Tourne la molette dans un sens et compte le nombre de tours de (1) pour un tour de (2)
- Répond aux questions 7-5 à 7-8
- Répond aux questions 7-9 et 7-10
- Répond aux questions 7-11 et 7-12

- Valider les résultats obtenus jusqu'à 7-8
- Donner la valeur réelle de $n_2/n_1=0,226$
- Faire observer la réduction de la vitesse de rotation.

- **POINT CLE** : Valider l'activité en faisant la synthèse des réponses car l'élève a atteint l'objectif suivant :
- Détermination des caractéristiques cinématiques d'un engrenage.

- Informer l'élève de l'objectif atteint.

Préparation du scénario (document professeur)

ACTIVITES de L'ELEVE		RESSOURCES	PRODUCTIONS de L'ELEVE	POINTS CLE ET INTERVENTIONS
8	MANIPULATION DE LA MAQUETTE du SERVOMOTEUR : ETUDE DE L'ENGRENAGE N°2 <ul style="list-style-type: none"> • Maintenir le robinet fixe (mécanisme face à vous). • Tourner dans les 2 sens la molette. • Observer les sens de rotation des roues dentées (3) et (4). 	<ul style="list-style-type: none"> • La maquette du Servomoteur. • Modèle virtuel du Servomoteur (pour aide) • Pièces détachées • Document CR6/8 du Compte-rendu des travaux. • Fiche 1 ressources sur les Engrenages. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tourne la molette dans les deux sens.  <ul style="list-style-type: none"> • Répond aux questions : 8-1 à 8-4 	<ul style="list-style-type: none"> • Valider l'activité en faisant la synthèse des réponses car l'élève a identifié les éléments de l'engrenage n°2.
	MANIPULATION DE LA MAQUETTE du SERVOMOTEUR : ETUDE DE L'ENGRENAGE N°3 <ul style="list-style-type: none"> • Maintenir le robinet fixe (mécanisme face à vous) • Tourner dans les 2 sens la molette. • Observer les sens de rotation des roues dentées (5) et (6). 		<ul style="list-style-type: none"> • Tourne la molette dans les deux sens.  <ul style="list-style-type: none"> • Répond aux questions : 9-1 à 9-4 	
10	MANIPULATION DE LA MAQUETTE du SERVOMOTEUR : ETUDE DU TRAIN D'ENGRENAGES. <ul style="list-style-type: none"> • Prendre connaissance de la définition générale de la raison d'un train d'engrenages. 	<ul style="list-style-type: none"> • La maquette du Servomoteur. • Modèle virtuel du Servomoteur (pour aide) • Document CR7/8 et CR8/8 du Compte-rendu des travaux. • Fiche 1 ressources sur les Engrenages. 	 <ul style="list-style-type: none"> • Répond aux questions : 10-1 à 10-8 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire la synthèse des résultats obtenus jusqu'à 10-8 et valider la relation générale d'une raison globale <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • POINT CLE : Valider l'activité en faisant la synthèse des réponses car l'élève a atteint l'objectif suivant : - Détermination des caractéristiques cinématiques d'un train d'engrenages.
	<ul style="list-style-type: none"> • Etablir la relation générale d'un train d'engrenages en fonction des nombres de dents. 		<ul style="list-style-type: none"> • Répond aux questions : 10-9 à 10-10 	

- Informer l'élève de l'objectif atteint.

Préparation du scénario (document professeur)

ACTIVITES de L'ELEVE		RESSOURCES	PRODUCTIONS de L'ELEVE	POINTS CLE ET INTERVENTIONS
11	<ul style="list-style-type: none"> • Quitter le logiciel SOLIDWORKS 99 sans enregistrer les modifications apportées au fichier «SERVOMOTEUR.SLDASM» 	<ul style="list-style-type: none"> • Dossier Ressources SW99 (§ 7). • Poste informatique 	Quitte SolidWorks par les commandes : FICHIER>QUITTER	
12	<ul style="list-style-type: none"> • Ranger le poste de travail du TP 	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les éléments du TP • Document CR8/8 du Compte-rendu des travaux. • Document CR2/8 du Compte-rendu des travaux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Range le matériel et les documents du TP • Coche les cases valides de la troisième colonne du tableau du document CR 2/8 • Rend le dossier de compte-rendu des travaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Valider le rangement du poste de travail.

RENDRE AU PROFESSEUR LE DOSSIER COMPTE RENDU : CR1/8 à CR8/8



L.P. Pierre MENDES FRANCE

CORRIGE

Documents de synthèse

**Transmission de mouvement par
ENGRENAGES**

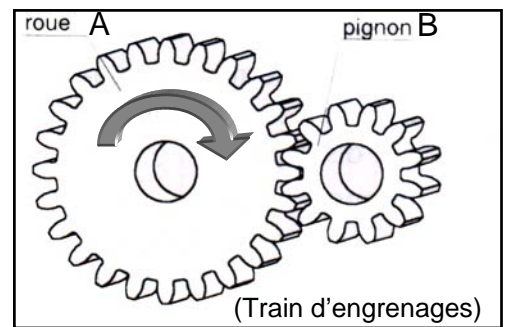
• DEFINITION :

☞ Si la roue dentée (A) entraîne la roue dentée (B) :

- La roue dentée (A) est **MENANTE**
- La roue dentée (B) est **MENEE**

☞ Sens de rotation :

- Si le contact entre la roue A et B est EXTERIEUR : Le sens de rotation de la roue menée est **inverse au sens de rotation de la roue menante.**
- Si le contact entre la roue A et B est INTERIEUR : Le sens de rotation de la roue menée est **identique au sens de rotation de la roue menante.**



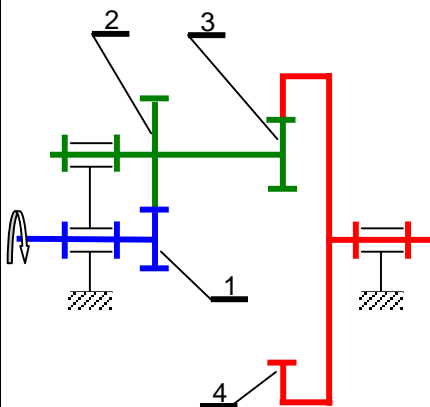
• RAISON D'UN ENGRENAGE :

☞ Exemple : Engrenage composé d'un pignon d'entrée (1) et d'une roue de sortie (2)

$$r(2/1) = \frac{n_2 (\text{roue menée } 2)}{n_1 (\text{roue menante } 1)} = \frac{z_1}{z_2}$$

• RAISON GLOBALE D'UN TRAIN D'ENGRENAGES :

☞ Exemple de train d'engrenages :



- $p = 1$ **contact extérieur (1 contact intérieur)**
- Roues Menantes : **(1) et (3)**
- Roues Menées : **(2) et (4)**

$$r(4/1) = \frac{n_4}{n_1} = (-1)^1 \times \frac{(z_1 \times z_3)}{(z_2 \times z_4)} = - \frac{(z_1 \times z_3)}{(z_2 \times z_4)}$$

$$r(4/1) = -(20 \times 30) / (40 \times 80) = -3/16 = -0,1875$$

Nombres de dents

	(1)	(2)	(3)	(4)
z=	20	40	30	80

- Sens de rotation de (4) par rapport au sens de (1) : **(4) tourne dans le sens inverse de (1) car $r(4/1)$ est négative.**

- Calculs de la vitesse de rotation angulaire de sortie ω_4

$$\text{si } n_1 = 500 \text{ tr/mn}$$

$$r(4/1) = (n_4/n_1) = -0,1875$$

$$n_4 = n_1 \times r(4/1) \quad n_4 = 500 \times -0,1875$$

$$n_4 = -93,75 \text{ tr/mn}$$

$$\omega_4 = (n_4 \times 2\pi) / 60 = -9,82 \text{ rd/s}$$



CORRIGE

TP N°2
SERVOMOTEUR
Transmission de mouvement
par ENGRENAGES

**ACTIVITE 5 : INFORMATIONS RELATIVES AUX PIECES**

✍ 5-1) Nom des pièces issues de l'arbre de création :

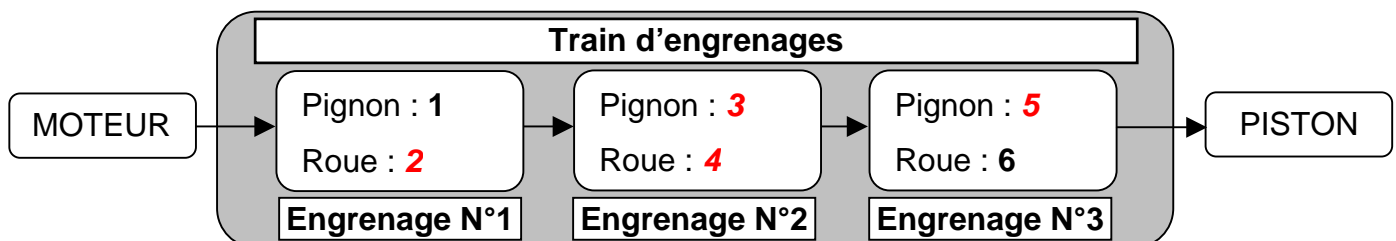
Repère sur les pièces réelles	Nom dans l'arbre de création	Repère sur les pièces réelles	Nom dans l'arbre de création
A	Moteur	J	Pignon 2-3 (violet)
B	Pignon 4-5	K	Pignon 1
C	Prise	L	Pignon 6
D	Corps	M	Couvercle
E	Ressort_pf	N	Vis M2,5 x 7
F	Barrette	O	Arbre moteur
G	Ecrou	P	Axe
H	Capot	Q	Carte
I	Piston		

**ACTIVITE 6 : MANIPULATION DE LA MAQUETTE + ¾ DE ROBINET**

✍ 6-1) Etat du robinet en fonction du sens de rotation du moteur (ou de la molette) :

SENS DE ROTATION DU MOTEUR	ETAT DU ROBINET	
	OUVERTURE	FERMETURE
+		
-		

✍ 6-2) Repère du pignon et de la roue de chaque engrenage :



✍ 6-3) Type des trois engrenages à denture droite : **Engrenages PARALLELES**

**ACTIVITE 7 : ETUDE DE L'ENGRENAGE N°1**

✍ 7-1) Signes des sens de rotation de la roue dentée (2) en fonction du pignon (1) :

Roue dentée	1	2
Sens de rotation	+	-
	-	+

✍ 7-2) Roue dentée menante : **1** Roue dentée menée : **2**

✍ 7-3) Le contact entre ces deux roues est **Extérieur**

- ✍ **7-4) Le sens de rotation est-il conservé entre l'entrée 1 et la sortie 2 ? : **NON****
- ✍ **7-5) Nombre de tour(s) effectué par le pignon (1) pour 1 tour de la roue (2) : **4,5 env****
- ✍ **7-6)** $\frac{\text{Nombre de tour de (2)}}{\text{Nombres de tours de (1)}} = \frac{1}{4,5} = \dots\dots\dots 0,222$
- ✍ **7-7) Ce rapport est-il constant ? : **OUI****
- ✍ **7-8) SANS CALCUL :** $\frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{4,5} = \dots\dots\dots 0,222$ Valeur réelle $n_2/n_1 = 0,226$
- ✍ **7-9) ✗** $\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$ $d_1/d_2 = 0,226$ $d_2/d_1 = 4,43$
- ✍ **7-10) ✗** $\frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$ $z_1/z_2 = 0,226$ $z_2/z_1 = 4,43$
- ✍ **7-11) Expression analytique de $r(2/1)$. Valeur sans calcul :**
- $$r(2/1) = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

$r(2/1) = 0,226$
- ✍ **7-12) Calcul de la vitesse de rotation n_2 sachant que $n_1 = 120$ tr/mn :**
- $$r(2/1) = (n_2/n_1)$$
$$n_2 = n_1 \times r(2/1) = 120 \times 0,226 = 27,12 \text{ tr/mn}$$

$n_2 = 27,12 \text{ (tr/mn)}$

**ACTIVITE 8 : ETUDE DE L'ENGRENAGE N°2**

- ✍ **8-1) Signes des sens de rotation de la roue (4) en fonction du pignon (3)**

Roue dentée	3	4
Sens de rotation	-	+
	+	-

- ✍ **8-2) Roue dentée menante : **3**** **Roue dentée menée : **4****
- ✍ **8-3) Le contact entre ces deux roues est **Extérieur****
- ✍ **8-4) Le sens de rotation est-il conservé entre l'entrée 3 et la sortie 4 ? : **NON****

**ACTIVITE 9 : ETUDE DE L'ENGRENAGE N°3**

- ✍ **9-1) Signes des sens de rotation de la roue (6) en fonction du pignon (5)**

Roue dentée	5	6
Sens de rotation	+	-
	-	+

- ✍ **9-2) Roue dentée menante : **5**** **Roue dentée menée : **6****
- ✍ **9-3) Le contact entre ces deux roues est **Extérieur****
- ✍ **9-4) Le sens de rotation est-il conservé entre l'entrée 5 et la sortie 6 ? : **NON****


ACTIVITE 10 : ETUDE DU TRAIN D'ENGRENAGES

✍ **10-1) Type de contact qui inverse le sens de rotation entre deux roues : *Extérieur***

✍ **10-2) Justification de p = nombre de contacts extérieurs du train d'engrenages :**

Si p = 1 contact (p est impair) : $(-1)^p < 0$. Par définition si $(-1)^p < 0$: Le sens de rotation de la roue de sortie est inverse à celui de l'entrée. Comme 1 contact extérieur inverse le sens de rotation, p = Le nombre de contacts extérieurs.

✍ **10-3) Nombre total de contacts extérieurs du train d'engrenages : p = 3**

✍ **10-4) Calcul de $(-1)^p$:** $(-1)^p = \dots -1 \dots$

✍ **10-5) Conclusion sur le sens de rotation de (6) par rapport à celui de (1) :**

La roue (6) tourne dans le sens inverse du pignon (1)

✍ **10-6) Expression analytique des raisons en fonction des nombres de dents :**

$$r(2/1) = \frac{z_{..1..}}{z_{..2..}}$$

$$r(4/3) = \frac{z_{..3..}}{z_{..4..}}$$

$$r(6/5) = \frac{z_{..5..}}{z_{..6..}}$$

✍ **10-7) Expression analytique de r(6/1) en fonction des nombres de dents :**

$$r(6/1) = \frac{n_6}{n_1} = \dots -1 \dots \times \left(\frac{z_1 \times z_3 \times z_5}{z_2 \times z_4 \times z_6} \right)$$

Résultat de $(-1)^p$

✍ **10-8) Expression générale d'une raison (r) :**

$$r = \frac{n(\text{sortie})}{n(\text{entrée})} = (-1)^p \times \left(\frac{\text{produit nombre de dents des roues} \dots \text{ME NANTES}}{\text{produit nombre de dents des roues} \dots \text{MENEES}} \right)$$

✍ **10-9) Calcul de la valeur de r(6/1) :**

$$r(6/1) = -1 \times (14 \times 22 \times 17) / (62 \times 65 \times 52)$$

$$r(6/1) = -0,025$$

$$r(6/1) = -0,025$$

✍ **10-10) Calcul de la vitesse de sortie n6 sachant que la vitesse du moteur n1 = 120**

tr/mn :

$$r(6/1) = (n_6/n_1)$$

$$n_6 = n_1 \times r(6/1) = 120 \times -0,025 = -3 \text{ tr/mn}$$

$$n_6 = -3 \text{ (tr/mn)}$$

Classe : Date :	<p style="text-align: center;"><i>TP</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Transmission de mouvement par Engrenages</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>Fiche d'évaluation</i></p>
--------------------------------	---	--

CRITERES D'EVALUATION	Groupe :		Groupe :	
	Nom :	Nom :	Nom :	Nom :

RESULTAT DES ACTIVITES

Activité N°3 Chargement du modèle virtuel	/0,5				
Activité N°5 Relation Réel / Virtuel	/1				
Activité N°6	/1				
Activité N°7 Questions 7-1 à 7-8 Questions 7-9 à 7-12	/2 /1				
Activité N°8	/0,5				
Activité N°9	/0,5				
Activité N°10 Questions 10-1 à 10-8 Questions 10-9 à 7-10	/2 /0,5				
RESULTAT DES ACTIVITES	/9				

AUTONOMIE

Prise en main du poste de travail (N°0, N°1 et N°2)	/1				
Maîtrise de l'outil informatique (N°3, 4, 5 et 11)	/2				
Autonomie lors des manipulations (N°6, 7, 8, 9, 10)	/2				
AUTONOMIE	/5				

QUALITE DES TRAVAUX

Soin du compte-rendu des travaux	/1,5				
Etat du poste de travail en fin de TP (Activité N°12)	/1,5				
QUALITE DES TRAVAUX	/3				

COMPORTEMENT

COMPORTEMENT (Ponctualité, bruit, motivation, apport à l'équipe)	/3				
---	-----------	--	--	--	--

NOTE du TP	/20				
-------------------	------------	--	--	--	--