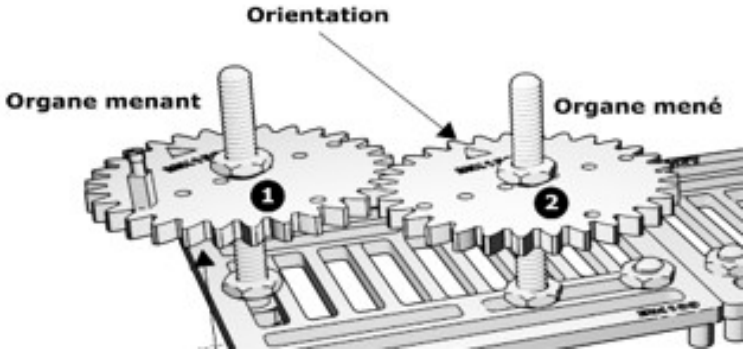
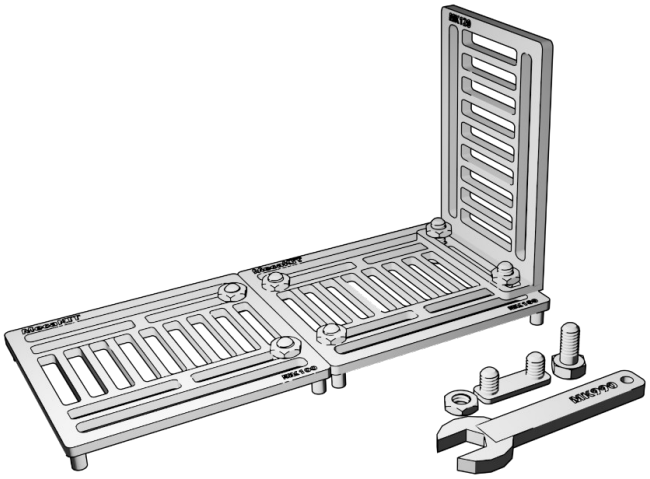
Activité #A1	**Les transmissions de mouvement**
Organes	**Les engrenages**
Notions	• Transmission de mouvement • Rapport des vitesses • Rapport du nombre de dents • Sens de rotation • Réversibilité • Glissement • Engrenage intermédiaire
Pièces	• Ensemble d'engrenages (MK150) • 2 bases principales • 1 base verticale • Boulons, écrous, attaches et goujons
Durée	75 minutes



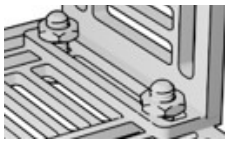
Partie 1 : Assemblage des bases

Réalisez le montage suivant :



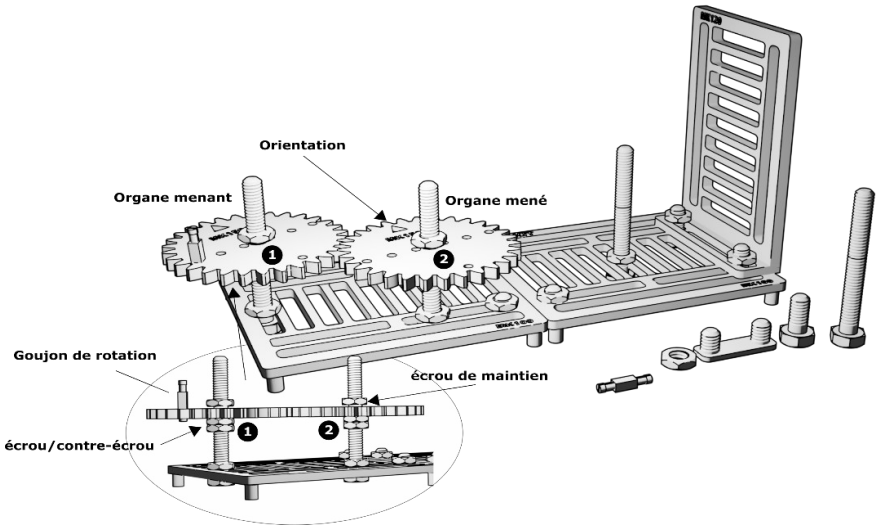
- MK100 X2
- MK120 X1
- MK101 X4
- MK985 X6
- MK900-20 X2
- MK990 X1

Ne serrez pas trop les écrous relatifs à la base verticale. Une fois le montage achevé, vous pouvez les serrer afin d'ajuster les différentes positions (en translation).



Partie 2 : Deux engrenages identiques

Réalisez le montage suivant :



- MK100 X2
- MK120 X1
- MK101 X14
- MK985 X6
- MK900-20 X2
- MK990 X1
- **MK150-30 X2**
- MK995 X1
- MK900-100 X2

Le système est composé de deux engrenages **MK150** : organe 1 et organe 2. (Les élèves peuvent choisir deux engrenages identiques, peu importe le rayon ou le nombre de dents.)

Manipulation :

1. Les deux organes sont fixés sur le plateau et doivent s'engrener parfaitement. Une fois la position souhaitée atteinte, serrez bien les écrous de maintien des deux engrenages.
2. Pour chaque engrenage : mesurez le diamètre et notez le nombre de dents.
3. Complétez le tableau suivant :

	Diamètre en mm	Nombre de dents
Organe 1	**90**	**30 (l'élève peut choisir un autre engrenage)**
Organe 2	**90**	**30 (l'élève peut choisir un autre engrenage)**

4. Repérez les deux triangles d'orientation. Au départ, les deux orientations doivent être identiques. Vous pouvez choisir par exemple un angle de référence de **0°**.
5. À l'aide du goujon, faites tourner l'organe **menant 1** de **360°**, de telle sorte qu'il revienne à sa position initiale.
6. Observez le mouvement de l'organe **mené 2**.
7. Complétez le tableau suivant :

Organe menant 1	Organe mené 2
Position initiale = 0°	Position initiale = 0°
Position finale = 360°	Position finale = **360°**
V_1 = 1 tour/élément de temps	V_2 = **1 tour/élément de temps**
Le rapport des vitesses est égal à : V_2/V_1 = **1**	
Le rapport des nombres de dents est égal à : N_1/N_2 = **1**	
On en déduit que : **les deux rapports sont égaux (on peut aussi évoquer le fait que le rapport des diamètres est égal à 1)**	

8. Complétez la phrase suivante :
   Lorsque l'organe menant 1 fait un tour complet, alors l'organe mené 2 ***fait aussi un tour complet****. On en déduit que les deux organes font un angle de rotation* ***identique****. Donc les deux organes ont la même* ***vitesse****.*

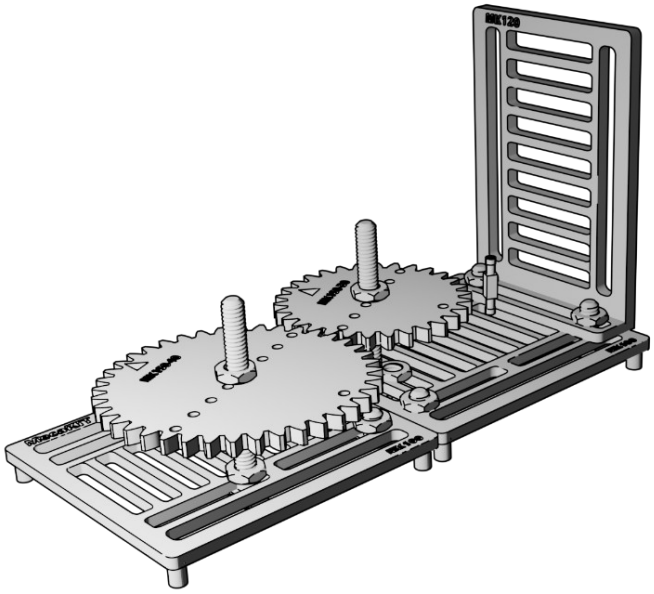
9. Répétez l'expérience et observez le sens de rotation des deux organes. On parlera de sens horaire et de sens anti-horaire. Complétez le tableau suivant :

Organe menant 1	Organe mené 2
Sens de rotation : horaire	Sens de rotation : **anti-horaire**
Sens de rotation : anti-horaire	Sens de rotation : **horaire**

10. Quelle est la nature du mouvement de l'organe 1 ? *L'organe 1 a un mouvement de* **rotation**.
11. Quelle est la nature du mouvement de l'organe 2 ? *L'organe 2 a un mouvement de* **rotation**.
12. Dans ce cas, s'agit-il d'une transmission ou d'une transformation de mouvement ?
    Il s'agit d'un système de transmission de mouvement puisque la nature du mouvement (rotation) n'a pas changé de l'organe menant vers l'organe mené.
13. Complétez la phrase suivante :
    Lorsque l'organe menant 1 tourne dans le sens horaire, alors l'organe mené 2 tourne dans le sens ***anti-horaire****. Et inversement, lorsque l'organe menant 1 tourne dans le sens anti-horaire, alors l'organe mené 2 tourne dans le sens* ***horaire****. On en déduit que les deux organes tournent dans deux sens* ***opposés****. On dit que l'organe 1 entraîne l'organe 2 dans le sens* ***opposé****.*
14. Détachez le goujon de l'organe 1 et placez-le sur l'organe 2. Dans ce cas, nous allons considérer que l'organe 2 est menant et que l'organe 1 est mené.
15. Faites tourner l'organe 2 d'un angle quelconque. Comment se comporte l'organe mené 1 ?
    On constate le même comportement en termes de vitesses et de sens de rotation. On dit que le système est réversible.
16. Donnez une définition d'un système réversible.
    Un système est dit réversible lorsque l'organe menant et l'organe mené peuvent permuter de rôle : le menant devient mené et inversement.
17. Remettez le goujon sur l'organe 1 (l'organe 1 redevient ici un organe menant). Maintenez le goujon avec votre main de façon à bloquer la rotation de l'organe 1. Avec l'autre main, essayez de faire tourner l'organe mené 2. Que constatez-vous ?
    On constate que l'organe 2 est aussi bloqué. Il est impossible de glisser.
18. Vous pouvez répéter cette partie en utilisant d'autres types d'engrenages. Gardez toujours deux engrenages identiques. Comparez les résultats avec ceux obtenus précédemment.
    L'élève tirera les mêmes conclusions.
19. Les dimensions (diamètre ou nombre de dents) de deux engrenages identiques influent-elles sur le sens de rotation, la nature du mouvement ou la réversibilité ?
    Non. Pour deux engrenages identiques, les sens de rotation et les vitesses sont indépendants du choix des dimensions ou du nombre de dents.
20. D'après vous, quels changements peut-on observer si les engrenages étaient différents ?
    L'élève peut émettre des hypothèses sur le changement de vitesse et le sens de rotation : le rapport va changer, mais les sens de rotation restent toujours opposés.

Partie 3 : Deux engrenages différents

Enlevez un des deux engrenages et remplacez-le par un engrenage différent, en suivant le montage illustré ci-dessous :



- MK100 X2
- MK120 X1
- MK101 X14
- MK985 X6
- MK900-20 X2
- MK990 X1
- **MK150-40 X1**
- **MK150-30 X1**
- MK995 X1
- MK900-100 X2

L'organe **menant 1** est l'engrenage **MK150-40** et l'organe **mené 2** est l'engrenage **MK150-30**.

21. Complétez le tableau suivant :

	Diamètre en mm	**Nombre de dents**
Organe 1	**120**	**40**
Organe 2	**90**	**30**

22. Repérez les deux triangles d'orientation (référence **0°**). À l'aide du goujon, faites tourner l'organe **menant 1** de **360°** et observez l'organe **mené 2**.
23. Complétez le tableau suivant :

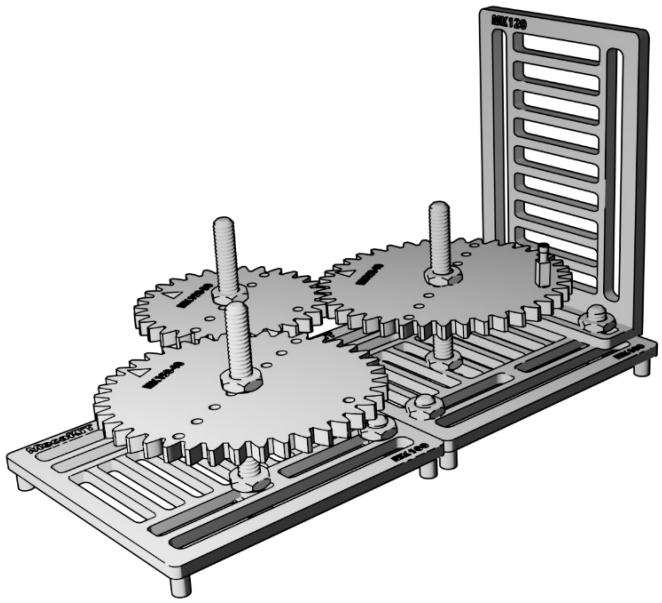
Organe menant 1	**Organe mené 2**
Position initiale = 0°	Position initiale = 0°
Position finale = 360°	Position finale = **480° = 360° + 120°**
V_1 = 1 tour/élément de temps	V_2 = **480/360 ≈ 1,33 tour/élément de temps**
Le rapport des vitesses est égal à : V_2/V_1 = **1,33**	
Le rapport des nombres de dents est égal à : N_1/N_2 = **40/30 = 4/3 ≈ 1,33**	
On en déduit que : **$V_2/V_1 = N_1/N_2$**	

24. Complétez la phrase suivante :
    *Lorsque l'organe menant 1 fait un tour complet, alors l'organe mené 2 fait **4/3 de tour**. On en déduit que les deux organes font un angle de rotation **différent**.*
25. Le système est-il réversible ?
    Oui.
26. Le système peut-il glisser ?
    Non.

    Remarque pour l'enseignant : l'élève peut choisir un organe menant plus petit que l'organe mené. Dans ce cas, le rapport des nombres de dents est de 3/4 = 0,75 et l'angle final est de 270°, soit un tour complet de 360° moins 90°. Il pourra toujours vérifier que $V_2/V_1 = N_1/N_2$. Tenir compte des engrenages effectivement utilisés par l'élève.

Partie 4 : Trois engrenages (engrenage intermédiaire)

Ajoutez l'engrenage qui a été enlevé et réalisez le montage suivant :



- MK100 X2
- MK120 X1
- MK101 X14
- MK985 X6
- MK900-20 X2
- MK990 X1
- **MK150-40 X2**
- **MK150-30 X1**
- MK995 X1
- MK900-100 X3

L'organe **menant 1** (MK150-40) entraîne l'organe **intermédiaire 2** (MK150-30), qui entraîne l'organe **mené 3** (MK150-40).

27. Repérez les trois triangles d'orientation (référence **0°**). À l'aide du goujon, faites tourner l'organe **menant 1** de **360°**.
28. Observez le mouvement de l'organe **intermédiaire 2**, puis celui de l'organe **mené 3**.
29. Complétez le tableau suivant :

Organe menant 1	Organe intermédiaire 2	Organe mené 3
Position initiale = 0°	Position initiale = 0°	Position initiale = 0°
Position finale = 360°	Position finale = **480° = 360° + 120°**	Position finale = **360°**
V_1 = 1 tour/élément de temps	V_2 = **480/360 ≈ 1,33 tour/élément de temps**	V_3 = **1 tour/élément de temps**
Rapports des vitesses : V_2/V_1 = **4/3** et V_3/V_2 = **3/4**		
Rapports des nombres de dents : N_1/N_2 = **40/30 = 4/3** et N_2/N_3 = **30/40 = 3/4**		
On en déduit que (relation entre les organes 1 et 3) : **$V_3/V_1 = (N_1/N_2) \times (N_2/N_3) = N_1/N_3 = 1$**		

30. Le système est-il réversible ?
    Oui.
31. Le système peut-il glisser (si un des engrenages est bloqué) ?
    Non.
32. Observez le sens de rotation des trois organes et complétez le tableau suivant :

Organe menant 1	Organe intermédiaire 2	Organe mené 3
Sens de rotation : horaire	Sens de rotation : **anti-horaire**	Sens de rotation : **horaire**
Sens de rotation : anti-horaire	Sens de rotation : **horaire**	Sens de rotation : **anti-horaire**

33. Tirez une conclusion relative au **rôle de l'organe intermédiaire**.
    L'organe intermédiaire a permis de garder le sens de rotation de l'organe menant 1 vers l'organe mené 3.
34. Comparez les deux montages (sans et avec l'organe intermédiaire 2).
    L'organe intermédiaire n'exerce aucune influence sur le rapport des vitesses entre l'organe menant 1 et l'organe mené 3 : il ne fait que transmettre le mouvement et changer le sens de rotation final. L'élève peut ajouter deux organes intermédiaires pour voir la différence ; on peut conclure sur le nombre pair ou impair d'engrenages utilisés.

Partie 5 : Perspectives — autres combinaisons à explorer

Prévoyez le résultat par le calcul, puis vérifiez par la manipulation (un tour complet du menant). Engrenages : MK150-10, MK150-20, MK150-30 et MK150-40 (10, 20, 30 et 40 dents).

N°	Engrenage menant	Intermédiaire(s)	Engrenage mené	Rapport $V_{mené}/V_{menant}$	Angle du mené	Sens du mené
1	MK150-10	—	MK150-40	**10/40 = 1/4**	**90°**	**Opposé**
2	MK150-40	—	MK150-10	**40/10 = 4**	**1440° (4 tours)**	**Opposé**
3	MK150-20	—	MK150-30	**20/30 = 2/3**	**240°**	**Opposé**
4	MK150-30	—	MK150-20	**30/20 = 3/2**	**540°**	**Opposé**
5	MK150-20	MK150-10	MK150-40	**20/40 = 1/2**	**180°**	**Même sens**
6	MK150-40	MK150-30 et MK150-20	MK150-10	**40/10 = 4**	**1440°**	**Opposé**

35. **Défi 1** : quelle combinaison permet d'obtenir un mené qui tourne **trois fois plus vite** que le menant, **dans le même sens** ?

    Menant MK150-30, un engrenage intermédiaire quelconque, mené MK150-10 : rapport 30/10 = 3, même sens grâce à l'intermédiaire.

36. **Défi 2** : énoncez une règle qui donne le sens de rotation du dernier engrenage en fonction du nombre total d'engrenages en ligne.

    Avec un nombre pair d'engrenages, le dernier tourne en sens opposé au premier ; avec un nombre impair, il tourne dans le même sens.

37. Citez deux objets du quotidien qui utilisent des engrenages.

    Horloge mécanique, boîte de vitesses, batteur à œufs, perceuse, vélo (roues dentées et chaîne), ouvre-boîte.