

1^{er} jour :

- 08.00 – 08.15 **Accueil des élèves**, écriture des badges/étiquettes
- 08.15 – 08.20 **Défi** qui donne une idée pour les deux journées :
“A l’époque préhistorique, l’homme ne pouvait utiliser que la force de son propre corps pour manier des outils. Au néolithique, après avoir réussi à domestiquer l’animal, il a utilisé la force du bœuf, de l’âne, du chameau... bien supérieure à la sienne. Dès l’Antiquité (empire romain), pour faire fonctionner des machines, il a eu l’idée d’utiliser les forces naturelles “gratuites”, essentiellement celle de l’eau. C’est à ce moment qu’on voit apparaître des moulins.
Des moulins, on en trouve partout, dans presque tous les pays depuis 2000 ans, certains fonctionnent encore... mais comment ? Nous allons découvrir ensemble à quoi servaient tous ces moulins et comment ils fonctionnaient. ”
- 08.20 – 08.30 **Discussion :**
“Qui a déjà vu des moulins ? Que savez-vous déjà à leur sujet ?”
 Le maître note quelques mots-clefs / questions au TN, sans commentaires.
- 08.30 – 08.40 **Consigne n° 1 :**
“Individuellement, sur la 1^{ère} FE, dessinez un moulin au crayon gris. Vous avez seulement 10 minutes.”
 Le maître s’assure que chaque enfant ose dessiner, se met tout de suite à la tâche. Pendant ce temps, le maître distribue un dossier rapide à chacun.
- 08.40 – 09.00 **Consigne n° 2 :**
“Vous vous mettez en groupes de 3-4. Vous devez comparer vos dessins, discuter des éléments essentiels et dessiner, avec des feutres sur une grande feuille java, un moulin à eau où on voit l’intérieur. Vous pouvez écrire des explications sur votre dessin. Pour cela, je vous laisse 20 minutes. A 9 heures, vous afficherez votre production contre les murs.”
 Le maître s’assure que dans chaque groupe les enfants échangent ; il capte au passage des questions, hypothèses, désaccords qu’il utilisera dans la synthèse pour relancer le débat. Il peut, par une question au groupe (*“A quoi sert ton moulin ? Je ne comprends pas comment ça tourne, etc.”*), recentrer le travail sur l’intérieur (usage et mécanisme).
- 09.00 – 09.30 **Synthèse n° 1 :**
 Chaque (porte-parole du) groupe présente son affiche. Il dit la question essentielle que le groupe se pose ou la découverte.
 Le maître lance deux questions systématiquement : *Comment est construite la roue ? A quoi sert ce moulin ?* et il classe au TN en deux catégories :
- | Types de roues | Usages du moulin |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Dessins | moudre, presser... |
| Taille | puiser de l’eau... |
| formes des aubes | scier, actionner des soufflets... |
| arrivée de l’eau | broyer, marteler ... |
- 09.30 – 09.40 **Constat n° 1 et retour sur les dessins individuels**

Un moulin est formé de deux parties : un système pour capter l’énergie de l’eau (roues) et un système pour transformer cette énergie et adapter le mouvement à différents usages.

Un moulin sert à moudre et presser, puiser, scier et actionner des soufflets, marteler et écraser, ...

“Vous utilisez les 10 dernières minutes pour retravailler votre croquis personnel (sans tout effacer, plutôt en rajoutant des éléments oubliés (arrivée de l'eau, ...))”

10.00 – 10.20

Iconographie 1 :

Les reproductions A3 montrant divers moulins (série 1 : roues et usages) sont affichés pendant la récréation tout autour de la classe.

“Vous vous déplacez librement et vous observez la diversité des roues et des usages. A la fin, vous choisissez trois images (numéros) que vous voudrez conserver dans votre dossier, mais vous dites les raisons de votre choix.”

10.20 – 10.40

Constats n° 2 :

Les élèves et le maître valident certaines observations / hypothèses et le maître demande à chaque élève de dessiner sur sa FE 2 4 types de roues différentes et de compléter par écrit la rubrique de constats n° 2.

Les roues peuvent être verticales ou horizontales.
L'eau peut arriver en dessous, par dessus, avec ou sans pression...
Les pales peuvent être simples, obliques, en godets, ...
La taille des roues (diamètre, largeur) et des aubes peut grandement varier.
Hypothèse : chaque type réagit différemment (quantité d'eau, vitesse, force).

10.40 – 11.00

Élaboration du dispositif d'expérimentation :

Le maître explique ce qu'on fera cet après-midi : construire des roues différentes et les essayer pour voir leur “ efficacité ”.

“Que faut-il observer et/ou mesurer ?”

Il note au tableau noir les différents éléments susceptibles de varier (nombre d'aubes, grandeur de la roue, débit de l'eau, vitesse de rotation, force, ...)

“Comment allons-nous nous y prendre ?”

Il note au tableau noir les différentes idées (fixation, arrivée de l'eau, matériau, dispositifs de mesures, ...) et présente/explique ce que les enseignants ont prévu/préparé : châssis en caisses maraîchères, roues en bois préparées, matériel de récupération, enroulement d'un fil sur l'axe, bouteilles-poids...)

11.00 – 11.25

Consigne n° 3 :

“Par groupes de 3-4, dessinez chacun le plan le plus précis possible de la roue de moulin que vous voudrez construire et essayer cet après midi.”

Travail individuel ou à deux-trois sur la FE 3

11.25 – 11.30

Rangements dossiers personnels et local.

13.30 – 14.30

Construction de roues diverses.

Utilisation de matériel récupéré et/ou préfabriqué (bois, boîtes de conserve, plastique, ...) et éventuellement de modèles proposés comme base de départ.

Chaque groupe prépare une roue qui peut être montée sur le châssis déjà prêt.

A la récréation, les roues à expérimenter doivent être terminées. A défaut, on utilisera quelques-unes des roues préparées par les enseignants, afin de disposer d'un matériel d'expérimentation adéquat.

- 14.45 – 15.15 **Préparation des formulaires d'expérimentation (tableaux) :**
 “ Quels critères allons-nous mesurer ? Préparez sur votre FE 4 les éléments à observer et les mesures à prendre. ”
 Rappel de la discussion de 10.40
- 15.15 – 15.55 **Expérimentation des roues construites.**
 Utilisation de matériel récupéré et/ou préfabriqué (bois, boîtes de conserve, plastique, ...) et éventuellement de modèles proposés comme base de départ.
 Les résultats bruts seront analysés le deuxième jour.
- 15.55 – 16.00 **Rangement des dossiers, du matériel et du local**

2^e jour :

08.00 – 08.10 **Accueil des élèves**, vérification du matériel

08.10 – 08.40 **Mise en commun et discussion / synthèse :**

“Qu’avez-vous observé/remarqué hier ? Qu’avez-vous pu mesurer ?”

Le maître note quelques types de données au TN. Par des questions ciblées, il tente de regrouper les informations par catégories pour leur donner sens et pouvoir établir des liens entre les données, formuler des hypothèses. Il propose des tableaux à double entrée :

Diamètre des roues	Vitesse de rotation
Nombre et forme des pales	Force (poids soulevé)
Type d’arrivée/conduite de l’eau	Régularité du mouvement
Débit et hauteur de chute d’eau	Economie d’eau
... ?	... ?

08.40 – 09.00 **Consigne n° 4 :**

“Sur la 3^e FE, dessinez trois roues de moulin du même type mais avec des variantes (taille, nombre de pales, conduite de l’eau). Pour chacune d’elles, indiquez ce que le changement apporte en efficacité.”

Le maître s’assure que chaque enfant effectue la tâche, éventuellement associe deux ou plusieurs élèves.

09.00 – 09.10 **Constat n° 3 :**

En fonction des observations, on pourra écrire des phrases comme :

- ◆ Lorsque l’eau passe par-dessous (fleuve), la force augmente avec la taille de la roue, la forme et le nombre de pâles changent peu.
- ◆ Lorsque l’eau peut arriver avec pression (jet dirigé), un nombre élevé et la forme des pâles «en cavité» donne plus de force.
- ◆ Lorsque l’eau tombe par dessus (gouttière), il faut entourer la roue d’un coffrage pour que l’eau agisse à la fois par sa vitesse et par son poids.
- ◆ ...

09.10 – 09.40 Il n’est pas impossible que le groupe veuille **procéder à des compléments d’expérimentation / mesures**. Ce temps le permet. Sinon :

Retour à l’iconographie et observation des modèles d’engrenages présentés sur la table (et préparés par l’enseignant : mécano, bois, carton...).

10.00 – 10.30 **Consigne n° 5 :**

Dans le constat n° 1, nous avons observé plusieurs usages du moulin : moudre, presser, puiser, scier, actionner des soufflets, marteler, écraser... Mais l’axe du moulin, lui, entraîné par le (grande) roue ne fait que tourner régulièrement et toujours dans le même sens. Il est donc nécessaire de transformer le mouvement.

*Quelles sont les trois-quatre grandes **transformations de mouvement** que vous avez observées ?*

Mettez-vous par groupe de deux et sur votre 4^e FE, indiquez par un croquis comment cela se passe (différents états / positions du mécanisme).

10.30 – 10.40

Constat n° 4 :

Petite mise en commun de ce que les élèves ont trouvé, et synthèse :

On peut transformer un mouvement circulaire...
... en un autre mouvement circulaire, sur le même «plan»
... en un autre mouvement circulaire, sur un autre «plan» (à angle droit)
... en un mouvement de va-et-vient alternatif
... en un mouvement par saccades, par à-coups

De plus, on peut...
- augmenter la vitesse (diminuer la force)
- réduire la vitesse (augmenter la force)
- changer le sens de rotation

10.40 – 11.30

Construction de mécanismes de transformation du mouvement

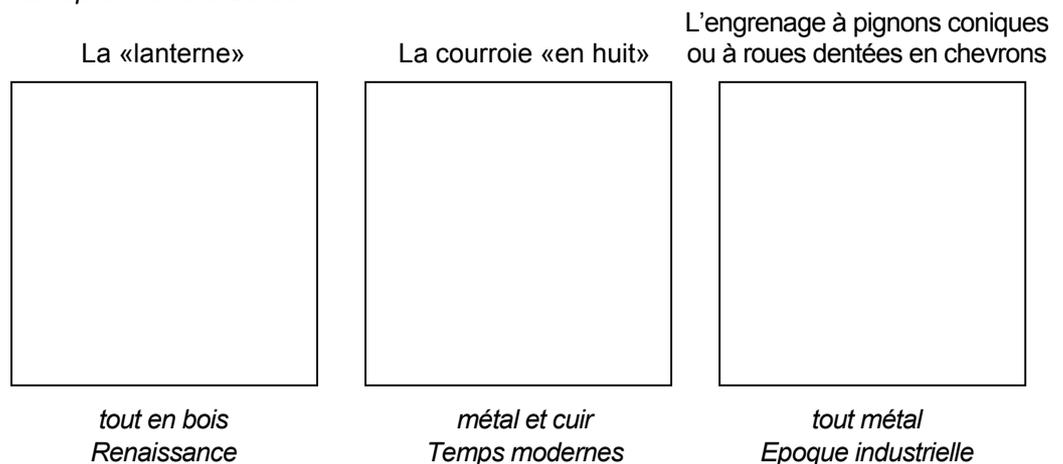
Librement ou en prenant appui sur les modèles proposés, chaque élève construit un mécanisme (martinet, bielle, changement de vitesse) sur une base en carton.

- Attention aux diamètres (choix libre... mais raisonnable !)
- Aux frottements (à minimiser)
- Aux articulations (libres mais solides !)

13.30 – 14.30

L'engrenage en lanterne : observation et dessin

Un des mécanismes les plus utiles... mais les plus difficiles à réaliser est celui qui permet de transmettre une force entre deux axes à angle droit. Dans l'histoire des techniques, on peut repérer trois stades :



En vous aidant de l'iconographie ou en observant les modèles, sur la 5^e FE, dessinez de façon schématique mais précise comment ces mécanismes fonctionnent.

Discussion sur les éléments qui posent problème à l'artisan ou à l'ingénieur :

- les diamètres respectifs (surtout s'ils sont différents)
- les espacements des dents (lanterne + engrenage)
- les formes et grandeur des dents (lanterne + engrenage)
- la «fermeture» et la tension des courroies...

14.50 – 15.30

Finition des mécanismes et mise en ordre des dossiers.

- ◆ S'assurer que chaque élève ait terminé au moins un mécanisme (à intégrer au dossier). Demander de l'entraide aux élèves avancés.
- ◆ Vérifier que chaque élève ait choisi et intégré dans son dossier trois-cinq images ; éventuellement, les faire annoter...
- ◆ Lire, corriger et faire compléter les constats.

15.30 – 16.00

Auto-évaluation et discussion sur le vécu des deux journées :

Chaque élève complète la fiche d'évaluation et la joint au dossier