

**VOYAGE** **au**  
**TEMPS**  
**des** **MOULINS**

**Par**  
**Wafa Kechad**  
**Hugo G. Lapierre**  
**Pierre-Luc Labelle**

# Table des matières

|  |    |
|--|----|
| Description sommaire de la situation d'apprentissage -----   | 3  |
| Contexte pédagogique général de l'apprentissage -----        | 4  |
| Conceptions anticipées -----                                 | 5  |
| Buts pédagogiques poursuivis par l'enseignant -----          | 7  |
| Domaines généraux de formation -----                         | 8  |
| Compétences transversales -----                              | 9  |
| Compétences disciplinaires -----                             | 11 |
| Contenu de formation -----                                   | 13 |
| Matériel -----   | 16 |
| Déroulement général -----                                    | 17 |
| Déroulement détaillé -----                                   | 18 |
| Réinvestissement éventuel -----                              | 25 |
| Évaluation prévue -----                                      | 26 |
| Références -----   | 29 |
| Notes réflexives personnelles «pour la prochaine fois» ----- | 30 |
| Annexes  |    |
| Mise en situation -----                                      | 31 |
| Cahier de l'élève -----                                      | 33 |

## Description sommaire de la situation d'apprentissage

Dans l'idée d'appliquer les principes de la réforme, la mise en place de nouvelles situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) est nécessaire. En se conformant au principe qu'une bonne situation d'apprentissage doit être contextualisée, ouverte et intégratrice, nous avons élaboré un modèle dans le domaine de la science et technologie. Dans le cadre de notre cours de didactique des sciences, nous avons été contraints, dans notre SAÉ, à développer la compétence disciplinaire 1, qui est : chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique, pour un cours de technologie.

Dans cette situation, les élèves, en équipes, devront concevoir un système capable de lever une charge, joignant un moulin, un treuil et un système de poulies actionné par l'énergie éolienne. Dans la mise en situation, les étudiants sont localisés au moyen âge. Ils doivent se servir du vent comme énergie afin de faire tourner un moulin relié à un treuil, qui leur permettra de remonter de l'eau d'un puits. Ainsi, ils apprennent non seulement à utiliser des machines simples, mais comprennent aussi le principe de transformation d'énergie. Nous sommes donc aptes à intégrer différents concepts prescrits appartenant à l'univers technologique et les relier à l'univers de la Terre et espace. Ils devront démontrer une bonne compréhension des machines simples tout en faisant preuve d'imagination.

## Contexte pédagogique général de l'apprentissage

*Voyage au temps des moulins* est une situation d'apprentissage et d'évaluation qui s'inscrit dans le premier cycle du **Programme de formation de l'école québécoise**. Elle cible les élèves de deuxième secondaire, mais pourrait toutefois être adaptée pour des élèves du deuxième cycle en y insérant une analyse plus qualitative.

Cette activité nécessite pratiquement tous les concepts prescrits relatifs à l'univers technologique (PFÉQ, p. 288) et c'est pourquoi nous suggérons cette situation d'apprentissage et d'évaluation comme activité synthèse. En effet, les concepts devront avoir été préalablement survolés par l'enseignant, pour qu'ensuite, les élèves puissent mettre directement en pratique la théorie vue en classe. De cette façon, les notions males comprises seront confrontées à la réalité et pourront être rectifiées.

D'un autre côté, il serait aussi possible d'ajouter quelques cours théorique relatifs aux différentes étapes. De cette façon, les notions technologiques seront plus fraîches dans la mémoire des élèves et assimilées directement après. Cependant, pour des raisons de cohérences, nous proposons ici une situation d'apprentissage et d'évaluation qui prend compte une certaine connaissance des notions théoriques par les élèves.

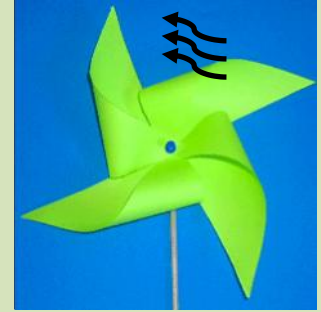
## Conceptions anticipées

Au cours de notre SAÉ, il faudra prendre en considération les préconceptions des élèves pour savoir à l'avance sur quel point il faut mettre de l'emphase. Pour notre projet, les conceptions anticipées font principalement parti des fondements scientifiques.

| <b>Conception anticipée</b>  | <b>Conception scientifique</b>  | <b>Comment « Voyage au temps des moulins » peut-il y changer quelque chose?</b>   |
|--|---|---|
| Difficulté d'intégration du concept d'énergie, car celle-ci n'est pas palpable directement.                                      | L'énergie est la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, de la lumière ou de la chaleur.       | Les élèves travailleront avec le concept d'énergie et remarqueront que l'énergie éolienne entraîne un mouvement des pales. Puisqu'ils pourront l'observer, ils vont sans doute mieux comprendre le principe.  |
| Seules certaines transformations d'énergie, telle que l'énergie électrique qui se transforme en énergie lumineuse, sont possible | Il y a transformation d'énergie lorsque l'énergie change de forme, soit dans un même système ou entre deux systèmes. Il en existe une multitude | Ils étudieront la transformation d'énergie éolienne en énergie mécanique. Ce projet leur permettra d'apprendre un nouveau genre de transformation d'énergie.  |
| Confusion entre poids et masse.  | La masse correspond à une quantité de matière alors que le poids est une force.   | Puisqu'ils auront une masse à soulevé, les étudiants devront utiliser le bon terme. Sinon, ils pourront s'aider entre coéquipiers ou demande au professeur.   |
| Une force est l'action d'un être vivant.   | La force est une interaction entre deux systèmes ou deux objets.  | La masse suspendue effectuera une force vers le bas sur la corde, la force sera déviée par les différentes poulies utilisées et transmise aux pales par le treuil. Avec cet exemple concret, ils comprendront qu'il existe, entre autre, la force gravitationnelle. |

### **Positionnement des pales du moulin**

Chacun des étudiants a déjà observé au moins une fois dans sa vie un moulin à vent. Nous avons donc tous une idée dans quelles directions doivent être les pales d'un moulin pour qu'elles soient efficaces. Par contre, est-ce que les élèves savent tous de quelle direction provient le vent sur un moulin? Il y aura sans doute des élèves qui vont essayer d'envoyer l'air du ventilateur sur le côté des



pales (à  $90^\circ$  par rapport à la face du moulin). Ce mauvais positionnement des pales aura pour conséquence une annulation de l'effet des pales supérieur et inférieur sur le mouvement du treuil. Cette conception provient sans doute de notre enfance. Lorsque nous avons un petit moulin à vent en papier et que nous soufflions perpendiculairement aux pales et seulement dans la partie supérieure du moulin, il est vrai qu'elle tournera plus vite que n'importe quelles autres situations. Par contre, dans notre cas, puisque le vent est constant sur l'intégralité du moulin, la rotation des pales sera nulle s'ils utilisent cette méthode.

### **Positionnement des poulies**

De plus, les étudiants auront besoin d'utiliser un système de poulie efficace pour pouvoir soulever un maximum de charge. Les élèves auront à leur disposition plusieurs poulies simples, ils devront les placer de manière à diminuer la force motrice sur notre système. Pour ce faire, l'agencement des poulies est primordial, ils ne doivent pas seulement rediriger la force motrice du système par rapport à la force résistante, mais bien faire en sorte que la force motrice exercée sur notre système soit bien plus petite que la force résistante. Il est certain que plusieurs étudiants ne comprendront pas comment placer adéquatement leurs poulies. Les gens ne comprennent pas qu'une poulie simple ne sert qu'à rediriger une force et que le positionnement de celle-ci a une très grande importance dans le système la transmission des forces dans un système.

## Buts pédagogiques poursuivis par l'enseignant

Les jeunes générations se fient beaucoup plus à la facilité et la praticité des nouvelles technologies plutôt qu'à leurs connaissances ou leur ingéniosité afin de résoudre des problèmes du quotidien. En les plaçant dans un contexte de survie, ils n'ont ici d'autre choix que de se faire confiance et d'appliquer et tester leurs connaissances antérieures. Les buts, autres que de développer des compétences disciplinaires, sont d'accroître leur confiance en soi et de stimuler leur débrouillardise. Il s'agit de développer chez les élèves le réflexe de se servir de ce qu'ils savent et ce qu'ils sont capables de faire pour répondre à un questionnement plutôt que d'appuyer sur un bouton ou de trouver la réponse sur internet. De plus, en leur permettant d'appliquer concrètement des notions théoriques acquises précédemment, ils maîtriseront les concepts de machines simples et de transformation d'énergie. Cela leur permettra de comprendre le fonctionnement de multiples appareils complexes de tous les jours qui sont des dérivés ou des assemblages de ces concepts. L'enseignant, grâce à cette activité, peut donc déployer leur savoir-faire et leurs habiletés personnelles en plus de transposer la matière apprise en classe au quotidien de ses étudiants.

## Domaines généraux de formation

Les domaines généraux de formation « Orientation et entrepreneuriat » (PFÉQ, p. 24) est très présent dans notre situation d'apprentissage et d'évaluation. En effet, les axes de développement « Conscience de soi, de son potentiel et de ses modes d'actualisation » et « Appropriation des stratégies liées à un projet » sont particulièrement contextualisés au sein de notre SAÉ. En lien avec ces axes de développements, l'étudiant :

- ◆ prendra connaissance de ses talents, de ses qualités, de ses champs d'intérêt et de ses aspirations personnelles et professionnelles
- ◆ aura de la motivation et le goût du défi
- ◆ sera satisfait à l'égard du travail bien fait en voyant le produit fini
- ◆ créera un projet en lien avec ses champs d'intérêts et ses aptitudes
- ◆ utilisera des stratégies associées aux diverses facettes de la réalisation d'un projet
- ◆ fera preuve de collaboration et de coopération

Tout au long de notre projet, les étudiants travailleront en équipe, la coopération et la collaboration des membres est donc primordiale. Pendant que les élèves répondront à la première page du cahier de l'élève, ils prendront conscience du défi qui leur est proposé et ça aura effet de les motiver. Tout au long de la création du projet, c'est-à-dire lors de la conception des différents schémas et lors de la construction du projet, l'étudiant utilisera différentes stratégies pour surmonter les différents problèmes dont il fait face et en apprendra beaucoup sur ce qui l'intéresse et le passionne. Finalement, quand leur fabrication sera terminée, les étudiants seront sans aucun doute très contents du travail effectué et il aura vraiment l'impression d'avoir bien travaillé.



## Compétences transversales

Cette situation d'apprentissage et d'évaluation aborde grand nombre de compétences transversales. En effet, exploiter de l'information, résoudre des problèmes, mettre en œuvre sa pensée créatrice, se donner des méthodes de travail efficaces et coopérer sont toutes des compétences possiblement mobilisables lors de cette situation. Cependant, les compétences 2 et 4 seront mises en évidence chacune sur deux des trois composantes vu que leur développement est plus accentué.

### Compétence transversale 2 : Résoudre des problèmes (PFÉQ, p.39)

- ◆ Analyser les éléments de la situation
- ◆ Mettre à l'essai des pistes de solution

La compétence transversale 2 est développée lors des quatre premières périodes de la situation d'apprentissage et lors de la septième. En effet, l'élève est **amené à analyser les éléments de la situation** durant le premier cours où la situation est présentée. Il doit donc cibler les éléments utiles et problématiques (section «Décortiquez le problème» du cahier de l'élève) pour être en mesure de résoudre le problème. De plus, durant les cours 2 à 4, l'élève doit se questionner à propos de solutions potentielles qu'il pourrait utiliser. Il doit **mettre à l'essai ces pistes de solution** de manière plus théorique en remplissant les sections «Élaboration de solution» et «Conception» du cahier de l'élève, où il sera amené à. Finalement, l'élève sera aussi en mesure de **mettre à l'essai ces pistes de solution** de manière plus concrète en testant son prototype avec une masse lors de la période 7.

Compétence transversale 4 : Mettre en œuvre sa pensée créatrice (PFÉQ, p.43)

- ◆ S'imprégner des éléments d'une situation
- ◆ S'engager dans l'exploration

La compétence transversale 4 est aussi mobilisée lors des quatre premières périodes de la situation d'apprentissage puisqu'il met réellement en œuvre sa pensée créatrice. Durant le premier cours, l'élève est appelé à **s'imprégner des éléments d'une situation**. Il cerne les objectifs, utilise son intuition et envisage différents scénarios. Cette composante correspond à la section «Décortique le problème» du cahier de l'élève. Ensuite, durant le cours 2 à 4, l'élève **s'engage dans l'exploration**. Il joue avec ses idées de conception, procède par tests et doit être réceptif aux nouvelles idées. L'élève développera majoritairement cette composante dans la section «Élaboration de solution» du cahier de l'élève.

Toutefois, bien que ces compétences soient des habiletés essentielles qu'un étudiant doit développer, elles ne feront pas partie de l'évaluation de notre situation d'apprentissage. En effet, ce sont plutôt les compétences disciplinaires qui feront objets d'évaluation.

## Compétences disciplinaires

Bien que cette situation d'apprentissage incorpore plusieurs composantes des trois compétences disciplinaires, la compétence 1 sera mise de l'avant vu l'importance de la possibilité de son développement. Cependant, la compétence 3 se trouve tout de même mobilisée, notamment lorsque l'élève est appelé à communiquer les résultats de son analyse.

Compétence disciplinaire 1: Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique.

- ◆ Cerner un problème
- ◆ Choisir un scénario d'investigation ou de conception
- ◆ Concrétiser sa démarche
- ◆ Analyser ses résultats

À travers ses quatre composantes, la compétence 1 est entièrement mobilisée tout au long de cette situation d'apprentissage. En effet, vu que l'élève est confronté à un problème d'ordre scientifique, il doit nécessairement passer à travers toutes les étapes afin de trouver des solutions.

Tout d'abord, l'élève doit cerner le problème. Suite à la lecture de la mise en situation, il doit comprendre la problématique, puis la décortiquer. Pour se faire, il doit relever les informations clefs énoncées, identifier les concepts scientifiques et technologiques abordés pour ensuite formuler sa propre version du problème. Toutes ces étapes peuvent être suivies par l'enseignement à l'aide de la section «Décortiquez le problème» du cahier de l'élève.

Ensuite, l'élève doit choisir un scénario de conception afin de résoudre sa problématique. Encore une fois, le cahier de l'élève procure des pistes de solutions et permet à l'élève de concentrer ses efforts sur les différentes problématiques de conceptions auxquels il fera face, sans toutefois, lui donner directement des réponses. Il sera ensuite

appelé à justifier ses choix et à planifier sa démarche. Pour se faire, les sections «Élaboration de solutions et Conception» seront profitables.

Enfin, l'élève passera à la réalisation de l'appareil pouvant résoudre son problème. Il se basera alors sur les étapes effectuées précédemment afin de guider sa démarche. À ce niveau, l'enseignant doit absolument noter des observables utiles à l'évaluation de l'élève, puisque le seul élément tangible résultant sera l'appareil construit. Ainsi, il sera en mesure d'évaluer la concrétisation de la démarche de l'élève pour arriver au produit final et non seulement l'appareil lui-même.

Finalement, l'élève est amené à réfléchir sur les résultats obtenus lors de la mise à l'épreuve de l'appareil réalisé précédemment. Le cahier de l'élève fournira un encadrement pour la réflexion de l'étudiant face aux points positifs et négatifs de l'appareil, amélioration à apporter et face aux choix technologiques pris auparavant.

De plus, ici, la compétence 3 pourrait être d'avantage développer chez l'élève. En effet, l'enseignant pourrait exiger de l'élève une courte présentation oral portant sur les résultats obtenus, améliorations à apporter et conclusions suite à la mise à l'épreuve de l'appareil.

Somme toute, le cahier de l'élève permet une évaluation systémique de la compétence 1 et procure à l'enseignant des observables de qualité relatif aux deux premières composantes ainsi qu'à la dernière. Pour ce qui est de la troisième composante, l'enseignant doit amasser des observables lors de la mise en œuvre de l'élève.

## Contenu de formation

Afin de construire une situation d'apprentissage et d'évaluation intégrative, nous nous sommes basé sur tous les concepts généraux de l'univers technologique. Les étudiants développeront systématiquement les éléments de ce concept parce qu'ils sont soit évalués théoriquement dans le cahier de l'élève ou observés lors de la construction de leur engin en équipes. Les étudiants devront les développer parce qu'ils seront notés sur un grand nombre de concepts prescrits. Par leur travail, leur réflexion et leur construction, les éléments de l'univers technologique sont bien intégrés et peuvent donc être acquis par les élèves.

### Univers technologique (Noyau dur)

#### Ingénierie (PFÉQ, p. 288-289)

- Matériaux
- Matériel
- Schéma de principe
- Schéma de construction

Tout d'abord, dans le concept général de l'ingénierie, les étudiants seront appelés à travailler avec des matériaux tels que le bois, le carton mousse et pour fixer le tout, ils utiliseront de la colle chaude. Pour construire leur machine, ils devront se familiariser avec du nouveau matériel tel que le pistolet à colle chaude et le couteau exacto. Ils manipuleront aussi du matériel commun comme la règle, le rapporteur d'angle et le ciseau. De plus, pour construire leur prototype, ils auront à tracer un schéma de principe et de construction. Ces dessins sont très importants dans la fabrication de nouvelles inventions parce qu'ils permettent de comprendre les éléments pertinents d'un objet technique. Si jamais ils veulent construire une machine encore plus efficace que celle qu'ils ont construite en classe, ils peuvent se servir de leur schéma de principe et de construction dans le but d'améliorer leur engin et percevoir ce qu'ils doivent modifier.

## Systemes technologiques (PFÉQ, p. 289)

- Transformation de l'énergie
- Composantes d'un système
- Fonctions mécaniques élémentaires
- Système

Par la suite, notre grand projet intégrateur repose aussi sur le concept général des systèmes technologiques. Par exemple, le but premier de notre machine est de soulever une masse en fonctionnant avec l'énergie éolienne et de transformer cette énergie sous forme mécanique. En plus qu'il y ait transformation d'énergie, il y a aussi utilisation de système tel que le treuil et les poulies qui servent à augmenter l'efficacité générale de notre machine. Lorsque les jeunes construisent leur machine, ils devront utiliser les fonctions mécaniques élémentaires comme le guidage et les liaisons. Pour rendre leur système encore plus efficace, ils doivent être capables de minimiser la friction dans les guidages en translation et en rotation, puis faire des liaisons suffisamment solides pour pouvoir effectuer le travail.

## Forces et mouvements (PFÉQ, p. 289)

- Mécanismes de transformation de mouvement
- Types de mouvements
- Machines simples
- Effets d'une force
- Mécanismes de transmission de mouvement

Ensuite, les étudiants auront la chance d'en apprendre plus à propos du concept général des forces et des mouvements. Ils pourront donc observer directement sur leur prototype un mécanisme de transformation de mouvement puisque la rotation de du treuil entraîné par l'action du vent sur les pales du moulin sera transformé en mouvement de translation sur la masse à soulever. De ce fait même, ils verront deux types de mouvement, soit la rotation et la translation. Ayant construit deux machines simples différentes, ils seront appelés à en comprendre le fonctionnement et aussi à étudier l'effet des forces sur

chacune de leurs machines simples. Au sein d'un même système, ils pourront saisir le fonctionnement de transmission de mouvement grâce à leur étude des forces et des mouvements.

## Univers Terre et espace (Noyau Mou)

### Phénomènes géographiques et géophysiques (PFÉQ, p. 287)

- Manifestation naturel de l'énergie
- Ressources énergétiques renouvelables et non renouvelables
- Vents

Finalemment, la situation d'apprentissage et d'évaluation construite regroupe aussi le concept général des phénomènes géographiques et géophysiques faisant parti de l'univers Terre et espace. Ils ne seront pas directement évalués sur ce concept, mais ils seront amenés à en comprendre les éléments importants. Par exemple, ils utiliseront un type d'énergie renouvelable qui est le vent, donc l'énergie éolienne. De plus, ils pourront observer les manifestations naturelles de cette énergie puisque leur engin transformera l'énergie éolienne et énergie mécanique. Puisqu'ils peuvent l'observer à l'aide de leur moulin à vent, ils pourront plus facilement en comprendre son fonctionnement et son utilisation. La Terre renferme cette énergie et elle est peu sensible à l'activité humaine. Il est très intéressant de l'étudier par des expériences telles que celle-ci.

## Matériel

### Matériel par équipe

- 4 cartons mousses 8.5 x 11
- 1 tige de bois cylindrique de 30cm
- 1 ficelle de 2m
- 4 poulies simples

### Outils par équipe

- 4 serres en C
- 1 pistolet à colle chaude
- 1 rapporteur d'angle
- 1 règle
- 2 ciseaux
- 1 couteau exacto
- 1 planche à découper

### Matériel commun à la classe

- 3 ventilateurs
- 1 ensemble de masses



## Déroulement général

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Contextualisation</b>     | <p><b><u>Période 1</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction du projet</li> <li>- Présentation du cahier de l'élève</li> <li>- Formation des équipes de 4</li> <li>- Discussion en équipes</li> <li>- Répondre aux questions de la page 1</li> </ul>  |
| <b>Réalisation</b>           | <p><b><u>Période 2</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Répondre aux questions de la page 2</li> <li>- Réfléchir à la conception de l'appareil</li> <li>- Assistance du professeur</li> </ul> <p><b><u>Période 3</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaboration du schéma de principe de l'appareil en version brouillon</li> <li>- Approbation du professeur avant le dessin au propre</li> <li>- Élaboration du schéma de principe de l'appareil en version propre</li> </ul> <p><b><u>Période 4</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaboration du schéma de construction sans approbation du professeur</li> <li>- Énumération des matériaux et des dimensions des pièces</li> </ul> <p><b><u>Période 5 et 6</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction avec supervision du professeur</li> </ul> |
| <b>Institutionnalisation</b> | <p><b><u>Période 7</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Test des appareils</li> <li>- Prise de notes des élèves sur les points positifs et négatifs de toutes les équipes</li> </ul> <p><b><u>Période 8</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retour sur les résultats des tests par le professeur</li> <li>- Analyse des résultats dans le cahier des charges</li> <li>- Répondre aux questions dans la section conclusion dans le cahier de l'élève</li> </ul>   |

## Déroulement détaillé : cours 1

| Phase                 | Activité   | Rôle de l'enseignant   | Rôle de l'apprenant  | Durée approx. (min.) |
|-----------------------|--|--|--|----------------------|
| Contextualisation     | <b>Mise en situation</b>                                   | Lecture de la mise en situation avec les élèves et présentation du cahier de l'élève. Explication des critères d'évaluations.  | Écoute et questionne.  | 15                   |
|                       | <b>Formation des équipes</b>                               | Superviser la formation d'équipes de 4.  | Forme une équipe de 4 avec les camarades de son choix. Se trouver un nom d'équipe. | 5                    |
| Réalisation           | <b>Discussion</b>  | Propose aux équipes une courte discussion sur le but à accomplir et sur les moyens d'y arriver. Dirige les discussions en questionnant les équipes sur les méthodes qu'ils envisagent. | Discute avec ses trois camarades.  | 15                   |
|                       | <b>Cahier de l'élève</b> section «Décortiquez le problème» | Supervise le travail des équipes.  | Rempli la section «Décortiquez le problème» du cahier de l'élève en équipe.        | 30                   |
| Institutionnalisation | <b>Retour</b>  | Questionne toute la classe en conséquence des erreurs qu'il a pu observer durant le cours pour diriger les élèves.   | Écoute, répond et questionne.  | 5                    |
|                       | <b>tion du prochain cours</b>                              | Très bref questionnement sur les problèmes et solutions de conceptions visant la réflexion plutôt que des réponses.  | Écoute   | 5                    |

## Déroulement détaillé : cours 2

| Phase                 | Activité   | Rôle de l'enseignant  | Rôle de l'apprenant   | Durée approx. (min.) |
|-----------------------|--|---|---|----------------------|
| Contextualisation     | <b>Introduction</b>  | Rappel de la mise en situation. Explication des objectifs à atteindre lors de ce cours (terminer la section «Élaboration de solution»). | Écoute et questionne.   | 5                    |
| Réalisation           | <b>Cahier de l'élève</b> section «Élaboration de solution» | Supervise le travail des équipes. Répond à leurs questions.   | Rempli la section «Élaboration de solution» du cahier de l'élève en équipe. | 55                   |
| Institutionnalisation | <b>Retour</b>  | Questionne toute la classe en conséquence des erreurs qu'il a pu observer durant le cours pour diriger les élèves.                      | Écoute, répond et questionne.   | 10                   |
|                       | <b>Présentation</b> du prochain cours                      | Suggère aux élèves de réviser les notions du dessin techniques.   | Écoute.   | 5                    |

## Déroulement détaillé : cours 3

| Phase                 | Activité                                      | Rôle de l'enseignant  | Rôle de l'apprenant   | Durée approx. (min.) |
|-----------------------|---|---|---|----------------------|
| Contextualisation     | <b>Introduction</b>                           | Explication des objectifs à atteindre lors de ce cours (terminer le <u>schéma de principe</u> de leur appareil dans la section «Conception»). | Écoute et questionne.   | 5                    |
| Réalisation           | <b>Cahier de l'élève</b> section «Conception» | Supervise le travail des équipes. Propose aux équipes de faire des croquis. Approuve le schéma de principe final lorsque terminé.             | Élabore des croquis de schéma de principe. Rempli la section «Conception» du cahier de l'élève en équipe. | 55                   |
| Institutionnalisation | <b>Retour</b>                                 | Questionne toute la classe en conséquence des erreurs qu'il a pu observer durant le cours pour diriger les élèves.                            | Écoute, répond et questionne.   | 10                   |
|                       | <b>Présentation</b> du prochain cours         | Rappel aux élèves les restrictions du matériel, puisqu'aux prochain cours, ils élaboreront le schéma de construction et la liste de matériel. | Écoute.   | 5                    |

## Déroulement détaillé : cours 4

| Phase                 | Activité                                      | Rôle de l'enseignant   | Rôle de l'apprenant  | Durée approx. (min.) |
|-----------------------|---|--|--|----------------------|
| Contextualisation     | <b>Introduction</b>                           | Explication des objectifs à atteindre lors de ce cours (terminer le <u>schéma de construction</u> de leur appareil et la liste du matériel nécessaire dans la section «Conception»). | Écoute et questionne.  | 5                    |
| Réalisation           | <b>Cahier de l'élève</b> section «Conception» | Supervise le travail des équipes. Répond à leurs questions.  | Rempli la section «Conception» du cahier de l'élève en équipe. | 55                   |
| Institutionnalisation | <b>Retour</b>                                 | Questionne toute la classe en conséquence des erreurs qu'il a pu observer durant le cours pour diriger les élèves.   | Écoute, répond et questionne.                                  | 10                   |
|                       | <b>Présentation</b> du prochain cours         | Explication du fonctionnement et de l'emplacement du matériel pour le prochain cours de fabrication des appareils.   | Écoute.  | 5                    |

## Déroulement détaillé : cours 5 et 6

| Phase                 | Activité                              | Rôle de l'enseignant   | Rôle de l'apprenant              | Durée approx. (min.) |
|-----------------------|---------------------------------------|--|----------------------------------|----------------------|
| Contextualisation     | <b>Introduction</b>                   | Explication des objectifs à atteindre lors de ce cours (terminer la fabrication de leur appareil).   | Écoute et questionne.            | 5                    |
| Réalisation           | <b>Fabrication de l'appareil</b>      | Supervise le travail des équipes. Répond à leurs questions. Aide les élèves avec le matériel. Prend en note des observables pour l'évaluation des élèves pour le critère d'évaluation «mise en œuvre adéquate de la démarche». | Fabrique en équipe son appareil. | 65                   |
| Institutionnalisation | <b>Nettoyage</b> de la salle de cours | Alerte les élèves pour nettoyer la salle de cours.   | Nettoie.                         | 5                    |

## Déroulement détaillé : cours 7

| Phase                 | Activité   | Rôle de l'enseignant  | Rôle de l'apprenant   | Durée approx. (min.) |
|-----------------------|--|---|---|----------------------|
| Contextualisation     | <b>Mise en situation</b>   | Rappel des critères d'évaluation pour les tests. Explication du fonctionnement des tests des appareils.   | Écoute, questionne.   | 5                    |
| Réalisation           | <b>Test des appareils</b>  | Pige à tour de rôle les équipes pour qu'elles puissent tester leur engin. Positionne adéquatement les prototypes de chaque équipe. Place les masses dans le système pour pouvoir évaluer la charge maximale que l'appareil peut monter. | Aide le professeur à placer correctement leur prototype.  | 60                   |
|                       | <b>Prise de note des élèves sur chaque engin testé</b>                             | S'assure de la bonne prise de notes des élèves.   | Lorsqu'une équipe passe à l'avant pour tester son prototype, les autres élèves doivent noter les points forts et faibles de chaque engin. |                      |
| Institutionnalisation | <b>Retour en classe</b> sur les événements qui se sont produits lors de la période | Questionne les élèves en synthétisant les éléments importants observés lors des tests.  | Participe aux échanges en répondant aux questions   | 10                   |

## Déroulement détaillé : cours 8

| Phase                        | Activité  | Rôle de l'enseignant  | Rôle de l'apprenant   | Durée approx. (min.) |
|------------------------------|---|---|---|----------------------|
| <b>Contextualisation</b>     | <b>Introduction</b>   | Retour sur les résultats des tests du cours précédent. Explication des objectifs à atteindre lors de ce cours (Terminer de répondre à toutes les questions du cahier de l'élève). | Écoute et questionne  | 5                    |
| <b>Réalisation</b>           | <b>Cahier de l'élève</b><br>section « Analyse des résultats » | Supervise le travail des équipes. Répond à leurs questions.   | Répond aux questions « Analyse des résultats » dans le cahier de l'élève en équipe. | 30                   |
|                              | <b>Cahier de l'élève</b><br>section « Conclusion »            | Supervise le travail des équipes. Répond à leurs questions.   | Répond aux questions « Conclusion » dans le cahier de l'élève en équipe.            | 30                   |
| <b>Institutionnalisation</b> | <b>Clôture du projet</b>                                      | Félicite les élèves pour leur bon travail tout au long du projet. Demande aux élèves les éléments à améliorer et à conserver.   | Écoute. Donne leurs commentaires sur la SAE.  | 10                   |



## Réinvestissement éventuel

### **Proposition pour l'amélioration de notre SAE**

- Donner plusieurs types de matériaux pour que les élèves puissent construire une machine le plus efficace possible en utilisant les propriétés des matériaux.
- Donner plusieurs cours théoriques avant la schématisation pour que leur prototype soit à son meilleur.
- Les élèves pourraient présenter leur solution de construction à la classe avant les tests sous forme d'exposé oral.
- Les élèves pourraient toujours refaire le schéma de principe et de construction pour mettre en application ce qu'ils ont appris durant la SAÉ.
- Suite au dernier point, ils pourraient aussi construire cette nouvelle machine améliorée pour pouvoir comparer les deux prototypes.
- Donner aux élèves une recherche à faire sur les éoliennes pour solidifier leur base en énergie renouvelable.
- Suite aux commentaires des étudiants, modifier le cahier de l'élève ou les interventions du professeur.
- Inviter un spécialiste de l'énergie éolienne à venir discuter des différents types d'éoliennes.
- Nous pourrions offrir une récompense à l'équipe gagnante, de cette manière, les étudiants vont être plus motivés.
- Développer un esprit de compétition entre les équipes pourrait aussi les amener à se dépasser.
- Nous pourrions faire aussi un concours d'efficacité des pales, du treuil et du système de poulies séparément.

### **Propositions d'activités postérieures**

- Étudier les différents types de machines simples
- Faire un travail de recherche sur les types d'énergie renouvelable

| Critères d'évaluation                                   | Indicateur   | Élève expert  | Élève habile  | Élève moyen  | Élève en échec   |
|---|--|---|---|--|--|
|   |  | A   | B   | C  | D-E  |
| Représentation adéquate la situation                    | Compréhension du problème  | A cerné tous les aspects du problème :<br>- reformulation claire et complète<br>- reconnaît les informations clés<br>- comprend qu'il devra utiliser : moulin, treuil et système de poulie double | A cerné les aspects important du problème :<br>- bonne reformulation<br>- reconnaît la majorité des informations clés<br>- comprend qu'il devra utiliser : moulin et treuil | A cerné certains aspects du problème :<br>- reformulation suffisante<br>- reconnaît certaines informations clé<br>- comprend qu'il doit utiliser le moulin et une autre machine simple, mais ne conçoit pas laquelle | Cerne partiellement le problème :<br>- reformulation incomplète<br>- ne reconnaît pas les informations clé<br>- croit que le moulin satisfera à résoudre le problème |
| Élaboration d'une démarche pertinente pour la situation | Justification du choix de la variable : moulin par rapport au vent     | Justifie de manière claire et complète son choix de la variable   | Justifie correctement son choix de la variable  | Justifie suffisamment son choix de la variable   | Justifie de manière incohérente son choix de la variable   |
|   | Justification du choix de la variable : angles d'inclinaison des pales | Justifie de manière claire et complète son choix de la variable   | Justifie correctement son choix de la variable  | Justifie suffisamment son choix de la variable   | Justifie de manière incohérente son choix de la variable   |
|   | Justification du choix de la variable : nombre de pales                | Justifie de manière claire et complète son choix de la variable   | Justifie correctement son choix de la variable  | Justifie suffisamment son choix de la variable   | Justifie de manière incohérente son choix de la variable   |

| Critère d'évaluation                                    | Indicateur   | Élève expert  | Élève habile   | Élève moyen   | Élève en échec  |
|---|--|---|--|---|---|
|   |  | A   | B  | C   | D-E   |
| Élaboration d'une démarche pertinente pour la situation | Justification du choix de la variable : système de poulie double                   | Justifie de manière claire et complète son choix de la variable   | Justifie correctement son choix de la variable   | Justifie suffisamment son choix de la variable  | Justifie de manière incohérente son choix de la variable  |
|   | Conception d'un schéma de principe   | Schéma de principe clair, complet et organisé en utilisant les bonnes conventions du dessin technique   | Schéma de principe clair, complet et organisé avec quelques erreurs au niveau des conventions du dessin technique        | Schéma de principe clair avec une mauvaise utilisation des conventions du dessin technique      | Schéma de principe inadéquat pour la réalisation de l'appareil ne tenant pas compte des conventions du dessin technique     |
|   | Conception d'un schéma de construction   | Schéma de construction claire, complet et organisé en utilisant les bonnes conventions du dessin technique  | Schéma de construction claire, complet et organisé avec quelques erreurs au niveau des conventions du dessin technique   | Schéma de construction claire avec une mauvaise utilisation des conventions du dessin technique | Schéma de construction inadéquat pour la réalisation de l'appareil ne tenant pas compte des conventions du dessin technique |
|   | Élaboration de la liste du matériel nécessaire à la construction et des dimensions | Planifie le matériel et les dimensions de manière logique, organisée et réaliste en tenant compte du matériel disponible et des objectifs que l'appareil doit atteindre | Planifie le matériel et les dimensions de manière logique, organisée et réaliste en tenant compte du matériel disponible | Planifie le matériel et les dimensions de manière logique et organisée.                         | Planifie le matériel et les dimensions de manière illogique et incomplète.  |

| Critère d'évaluation                                    | Indicateur                           | Élève expert  | Élève habile  | Élève moyen  | Élève en échec  |
|---|--------------------------------------|---|---|--|---|
|   |                                      | A   | B   | C  | D-E   |
| Mise en œuvre adéquate de la démarche                   | Construction de l'appareil en classe | Suit de manière cohérente et rigoureuse les étapes de sa planification et s'ajuste au besoin.   | Respecte les étapes de sa planification et s'ajuste au besoin.                        | Respecte quelques étapes de sa planification et improvise pour d'autres.                           | Reproduit les étapes aléatoirement et de manière incohérente.                                     |
|   |                                      | Travaille de façon efficace et sécuritaire.   | Travaille de façon efficace et sécuritaire.   | Travaille de façon sécuritaire.  | Ne travaille pas de façon sécuritaire   |
| Élaboration d'explication et de conclusions pertinentes | Analyse et conclusion                | Comprend le fonctionnement de son prototype.  | Comprend le fonctionnement de son prototype.  | Comprend partiellement le fonctionnement de son prototype.   | Ne comprend pas ou très peu le fonctionnement de son prototype.                                   |
|   |                                      | Reconnait les erreurs et les forces de conception de toutes les équipes.                        | Reconnait la majorité des erreurs et forces de conception réalisées.                  | Ne reconnaît que quelques erreurs et forces de conception réalisées.                               | Reconnait les erreurs et les forces de conception de toutes les équipes.                          |
|   |                                      | Établie des liens cohérents entre la performance du prototype et les solutions de construction. | Établie des liens entre la performance du prototype et les solutions de construction. | Établie des liens insuffisants entre la performance du prototype et les solutions de construction. | Incapable d'établir des liens entre la performance du prototype et les solutions de construction. |
|   |                                      | Propose des améliorations pertinentes.  | Propose des améliorations pertinentes.  | Propose des améliorations.   | Propose des améliorations inappropriées.  |

## Références

THOUIN, Marcel. (1996) *Les Conceptions des élèves et les activités d'apprentissage en science de la nature au primaire*. Montréal, Collection rapports de recherche, 162 pages.

THOUIN, Marcel. (2001) *Notions de culture scientifique et technologique*. Montréal, Édition MultiMondes, 418 pages.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. (2004). *Programme de formation de l'école québécoise, Enseignement secondaire, Premier cycle*. Québec: Ministère de l'Éducation.

BOUDREAULT, Martin. (2007). *Grille descriptive qui permet d'évaluer l'élève*. Disponible sur : [www.csportneuf.qc.ca](http://www.csportneuf.qc.ca) (consulté le 18 mars 2011)

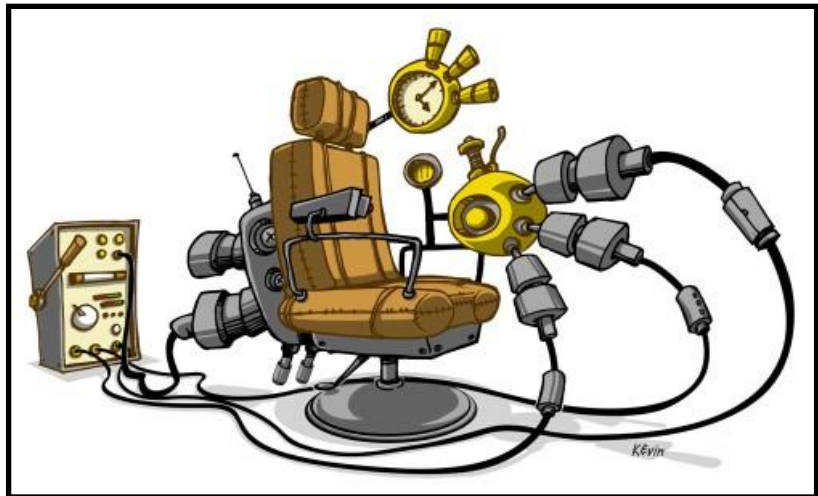
Notes réflexives personnelles « pour la prochaine fois »

**Annexe 1 : Mise en situation**  
(version directement imprimable pour les élèves)

## Mise en situation

Vous avez découverts l'atelier secret de votre professeur de sciences au sous sol de l'école. Un soir, après la fermeture, vous décidez de rester et d'aller voir ce qu'il mijote. Vous découvrez une machine à remonter le temps! Aventuriers que vous êtes, vous y entrez et **SHAZAM**, vous voilà au moyen âge dans un village abandonné.

Vous vous empressez de retourner dans la machine mais un message d'erreur indique : recharge activée, prochaine utilisation disponible dans 30 jours. Vous devez donc vous trouver des moyens de survivre pendant ce mois. Il



Il y a une forêt et des armes de chasse à proximité, vous pouvez donc vous nourrir. Pour ce qui est de l'eau, vous trouvez un puits non fonctionnel que vous devez perfectionner. Afin d'optimiser votre temps de chasse, votre puits doit fonctionner de lui-même.

Vous remarquez qu'au niveau du puits le vent souffle très fort. Après consultation, vous décidez d'utiliser cette énergie et de construire un moulin. Mais attention, il devra être conçu de manière à permettre une remontée par jour, sans assistance. Vous disposez de matériel limité : 4 cartons mousses 8.5 x 11, 1 tige de bois cylindrique de 30cm, 1 ficelle de 2m, 4 poulies simples, 4 serres en C, des pistolets à colle chaude, des rapporteurs d'angle, des règles, des ciseaux, des couteaux exacto et des planches à découper. Le vent (ventilateur) souffle à une hauteur de 40 cm et le puits a une profondeur de 50 cm.

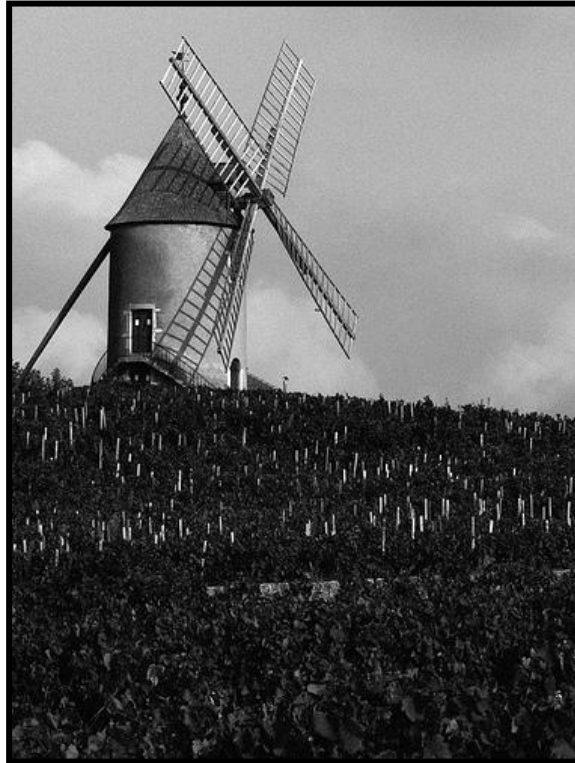
Votre temps de survie est calculé en fonction de la masse maximale soulevée, du temps de remontée et de l'esthétisme de votre appareil.



**Annexe 2 : Cahier de l'élève**  
(version directement imprimable pour les élèves)



# Cahier de l'élève



## *Voyage au temps des moulins*

Nom de l'équipe : \_\_\_\_\_

Noms des coéquipiers : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Décortique le problème

Reformule la problématique présentée :

---

---

---

Que devez-vous accomplir :

---

---

---

Quels sont les informations clés du problème :

---

---

---

Quels éléments scientifiques vu en classe vous seront utiles :

---

---

---

Quels moyens allez-vous utiliser afin d'amplifier l'énergie du vent :

---

---

---



## Élaboration de solutions

Comment allez-vous placer les pales du moulin par rapport au vent?  
Expliquez.

---

---

---

Quel angle d'inclinaison des pales sera optimal? Expliquez.

---

---

---

Combien de pales ferez-vous? Expliquez.

---

---

---

Quelle machine simple utiliseriez-vous pour transformer le mouvement  
de rotation en mouvement de translation? Expliquez.

---

---

---

Quelle machine simple utiliseriez-vous pour augmenter l'efficacité  
du monte-charge?

---

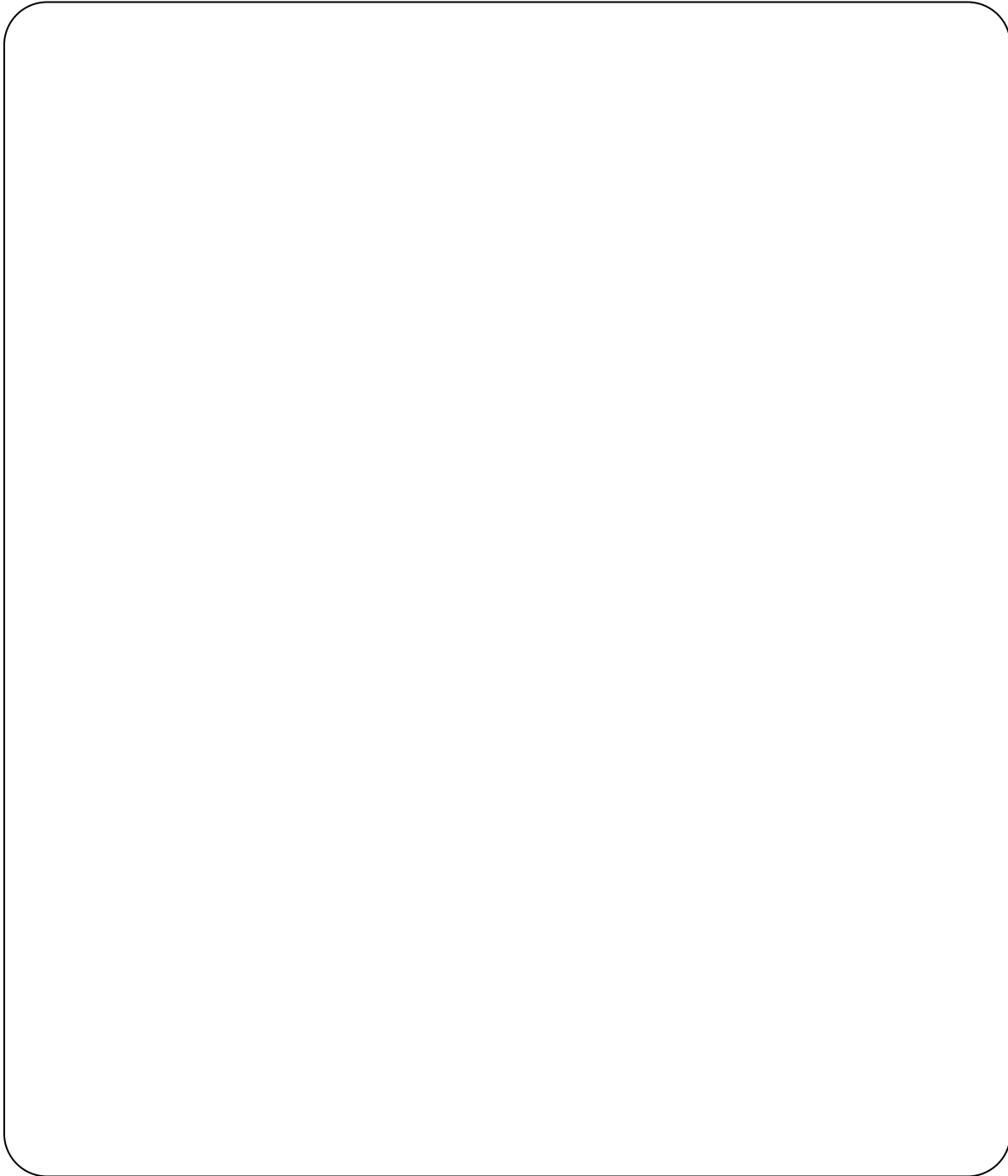
---

---



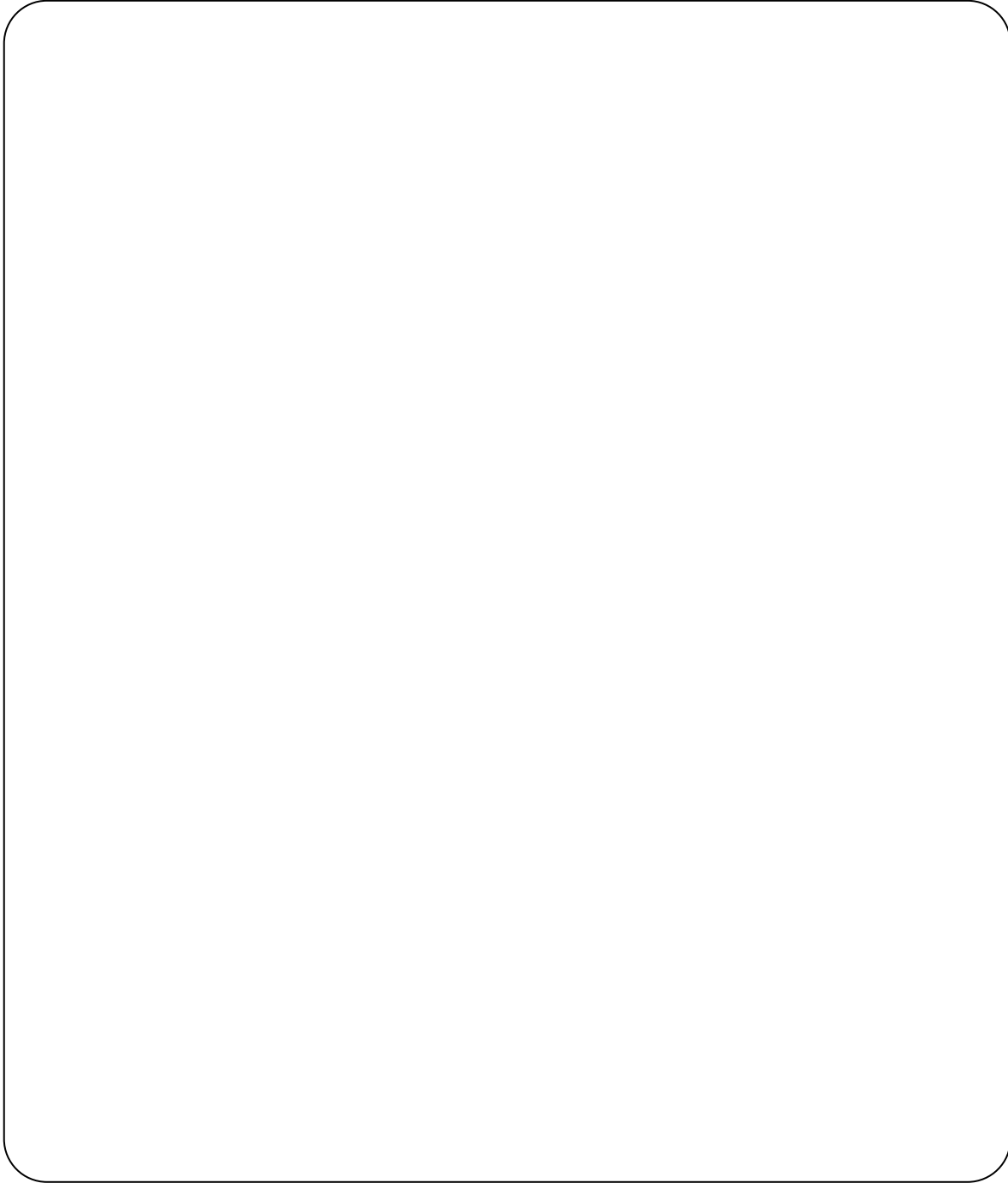
## Conception

Élaborez le schéma de principe de votre moulin. Dessinez-le de profil.



## Conception

Élaborez le schéma de construction de votre moulin. Dessinez-le de profil.



## Conception

Maintenant que votre schéma de construction est fait, dressez la liste précise du matériel que vous utiliserez. Détaillez chacune des pièces et assurez-vous d'avoir suffisamment de ressources pour réaliser l'ensemble de votre machine.

| # de pièce | Type du matériel utilisé | Dimensions |
|------------|--------------------------|------------|
| 1          |                          |            |
| 2          |                          |            |
| 3          |                          |            |
| 4          |                          |            |
| 5          |                          |            |
| 6          |                          |            |
| 7          |                          |            |
| 8          |                          |            |
| 9          |                          |            |
| 10         |                          |            |
| 11         |                          |            |
| 12         |                          |            |
| 13         |                          |            |
| 14         |                          |            |
| 15         |                          |            |



**Vous pouvez maintenant passer à la construction!**



## Analyse des résultats

Charge maximale soulevée : \_\_\_ g

Relevez les points positifs observés lors de la mise à l'épreuve de votre appareil :

---

---

---

---

---

---

---

Relevez les points négatifs observés lors de la mise à l'épreuve de votre appareil :

---

---

---

---

---

---

---

Si vous aviez à reconcevoir votre appareil, que modifieriez-vous?

---

---

---

---

---

---

---

## Conclusion

Quelle(s) conclusion(s) pouvez-vous tirer par rapport aux pales du moulin?

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelle(s) conclusion(s) pouvez-vous tirer par rapport au treuil?

---

---

---

---

---

---

---

---

Quelle(s) conclusion(s) pouvez-vous tirer par rapport aux systèmes de poulies?

---

---

---

---

---

---

---

---

