

Didactique de la science et de la technologie II

DID2590
Groupe 10

UN MOMENT ÉLECTRIQUE
Situation d'apprentissage

Travail remis à Patrice Potvin

Par :
Dany Gravel
Guillaume Pierre
Estelle Germain-Rouleau
Patrick Violette
Jean-René Wouters

18 avril 2006
Université du Québec à Montréal

TABLE DES MATIÈRES

Description sommaire de la situation d'apprentissage	4
Contexte pédagogique général de l'apprentissage	6
Conceptions anticipées	7
Déroulement général	9
Contextualisation (Cours 1)	9
Réalisation (Cours 2 à 7).....	9
Institutionnalisation (Cours 8)	9
Déroulement détaillé	10
1. Québec : producteur d'électricité pour les Énergivorus!	10
2. L'attaque du schéma	11
3. La revanche du schéma.....	12
4. Une nouvelle turbine.....	13
5. La turbine contre-attaque	14
6. Le retour de la turbine.....	15
7. On ferme le chantier.....	16
8. Le turbinator : le jugement dernier.	17
Domaines généraux de formation	18
Environnement et consommation	18
<i>Construction d'un environnement viable dans une perspective de développement durable</i>	18
<i>Conscience des aspects sociaux, économiques et éthiques du monde de la consommation</i>	18
Compétences transversales	19
Compétence 3 : Exercer son jugement critique	19
Compétence 4 : Mettre en œuvre sa pensée créatrice	19
Compétence 8 : Coopérer.....	19
Compétences disciplinaires	20
Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique.....	20
<i>Analyser ses résultats ou sa solution</i>	20
Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	20
<i>Dégager des retombées de la science et de la technologie</i>	20
Comprendre le fonctionnement d'objets techniques.....	21
Savoirs essentiels	23

Réinvestissement éventuel	26
Guide d'utilisation des grilles	27
Liste des principes de fonctionnement.....	27
Grille d'évaluation 1 : Analyse de l'objet technique	28
Grille d'évaluation 2 : Construction de l'objet technique.....	29
Grille d'évaluation 3 : Travail sur les retombées.....	30
Annexe 1 : Un monde d'énergie, d'électricité et de consommation	31
Annexe 2 : Cahier des charges de l'élève	33
Activité 1. Analyse d'un objet technique : la turbine	33
Activité 2. Travail de recherche : construction d'une centrale	35
Annexe 3 : Matériel	36
Matériel à se procurer/fabriquer par l'enseignant.....	36
Matériel à posséder pour le fournir aux élèves.	36
Annexe 4 : Schéma de principe d'un pédalier	37
Annexe 5 : Schéma de principe en exemple et identification des pièces	38
Annexe 6 : Webographie	39

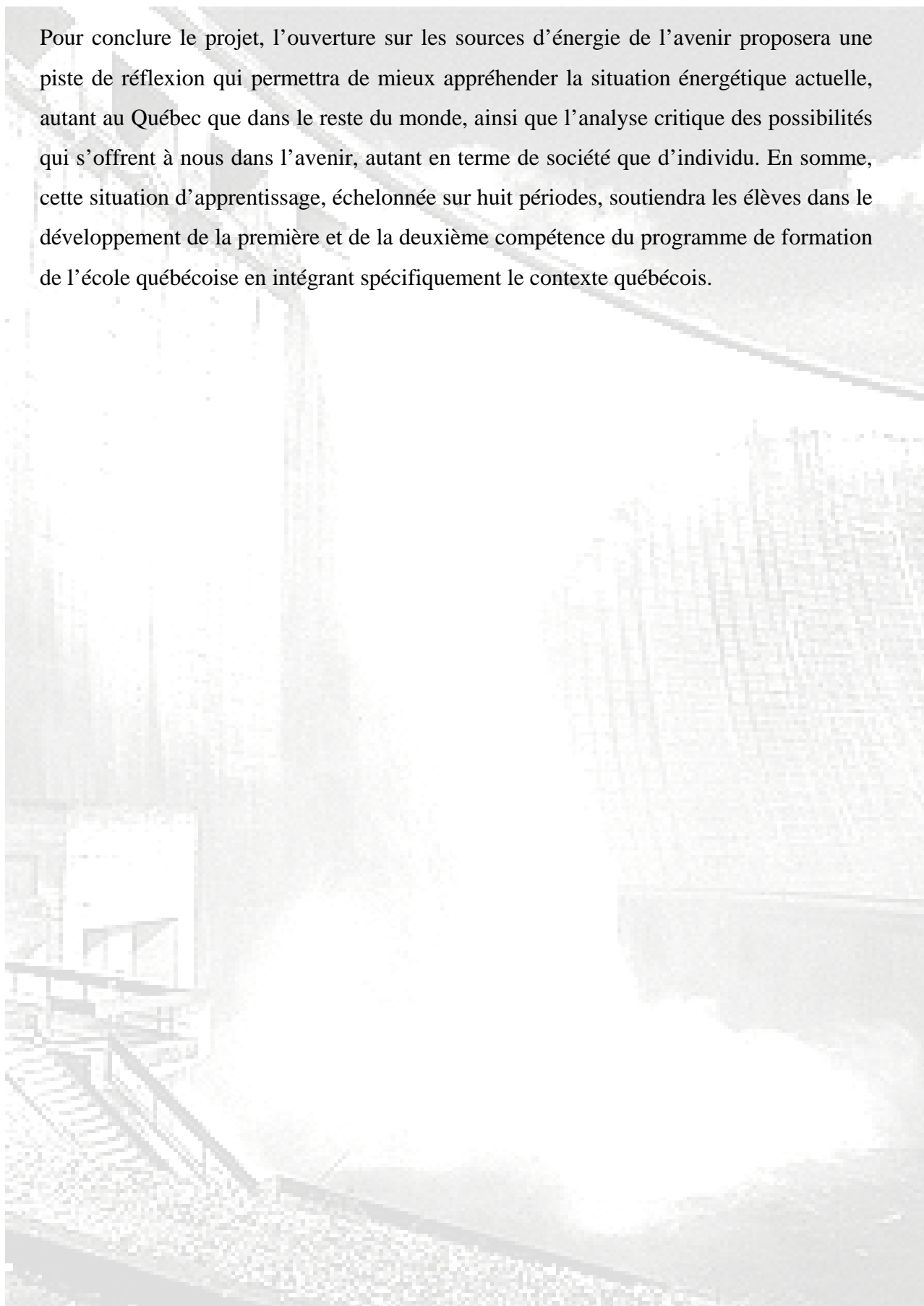
Description sommaire de la situation d'apprentissage

L'hydroélectricité a, sans conteste, réussi à se créer une place de choix dans l'univers québécois. Les ressources hydrauliques exceptionnelles de la province ont favorisé un développement rapide de ce secteur de l'énergie et ce, dès la première moitié du 20^e siècle. L'industrie a malheureusement eu des répercussions sur l'environnement lors de la construction des premiers barrages. Par contre, les côtés avantageux de la production hydroélectrique se sont traduits par des investissements financiers majeurs, permettant au Québec de développer des compétences de pointe dans ce créneau de la production d'énergie.

Les grands débats de l'heure sur le besoin de posséder des sources d'énergies propres ainsi que la demande sans cesse croissante de ces dernières, stimulent la société québécoise en entier à se questionner sur les différentes alternatives disponibles ou à développer pour rencontrer les besoins de l'avenir. Le débat sur l'énergie nucléaire a même refait surface avec le projet de la centrale du Surroi en 2004, précipitant une foule de militants dans les rues. Quoi penser du pétrole, des barrages hydroélectriques et des éoliennes? Les citoyens québécois doivent prendre position!

La situation d'apprentissage « Un moment électrique » veut offrir la possibilité à des élèves du premier cycle au secondaire de continuer à découvrir les différentes sources d'énergie qui s'offrent à notre société. Elle se propose d'aborder le sujet en replaçant le développement de cette industrie dans son contexte historique au Québec, ainsi que de situer ses retombées sociales, économiques et écologiques. L'enseignant se devra d'orchestrer les discussions sur le sujet afin de permettre aux élèves de faire les liens nécessaires entre les différents éléments qui ont amené la relation privilégiée que le Québec entretient avec l'hydroélectricité. L'enseignant devra également favoriser l'acquisition des notions de base sur les barrages hydroélectriques afin que les élèves soient en mesure d'apprécier le fonctionnement d'une turbine et de concevoir eux-mêmes un prototype fonctionnel.

Pour conclure le projet, l'ouverture sur les sources d'énergie de l'avenir proposera une piste de réflexion qui permettra de mieux appréhender la situation énergétique actuelle, autant au Québec que dans le reste du monde, ainsi que l'analyse critique des possibilités qui s'offrent à nous dans l'avenir, autant en terme de société que d'individu. En somme, cette situation d'apprentissage, échelonnée sur huit périodes, soutiendra les élèves dans le développement de la première et de la deuxième compétence du programme de formation de l'école québécoise en intégrant spécifiquement le contexte québécois.



Contexte pédagogique général de l'apprentissage

La situation d'apprentissage est destinée aux élèves du premier cycle du secondaire. Elle permet aux élèves de refaire des liens avec des contenus étudiés au troisième cycle du primaire. Ainsi, certaines notions préalables sur le cycle de l'eau et les différentes sources d'énergie peuvent être réinvesties et appliquées à la situation du Québec. Les élèves ont déjà un bagage de connaissances que l'enseignant peut utiliser pour les faire réfléchir sur les retombées de l'hydroélectricité au Québec.

Bien que certaines des composantes de cette situation soient dirigées, l'élève sera encouragé, par diverses activités, à utiliser et développer ses connaissances pour en arriver à organiser lui-même son travail. Il doit être assez autonome pour planifier sa démarche, même si le sujet est imposé. Lors des trois premières périodes, l'enseignant encadrera le cheminement des élèves. Une fois l'élève mieux armé, l'enseignant favorisera davantage la prise en main de la situation par celui-ci. En équipe, il se met alors pleinement en action pour concevoir le prototype.

L'élève devra faire preuve d'autonomie pour analyser correctement le problème en tenant compte des contraintes. Malgré tout, différents types de turbines pourront être proposés : l'élève devra faire preuve de créativité. Avant de s'aventurer dans une direction, les élèves devront évaluer la faisabilité de leurs idées en fonction du matériel et des ressources disponibles. En somme, même si la présente situation d'apprentissage peut être utilisée en début de cycle, les élèves devraient idéalement avoir déjà vécu des situations d'apprentissages ouvertes où ils avaient à structurer leur travail.

Conceptions anticipées

Bien que l'électricité fasse aujourd'hui partie du quotidien, l'élève n'est habituellement pas en mesure de définir précisément ce qu'est l'électricité. Même s'il l'utilise abondamment tous les jours, l'électricité représente toujours un phénomène qu'il n'est pas en mesure de bien expliquer. Ainsi, il fera volontiers le lien entre le concept de l'électricité et les éclairs, sans toutefois être en mesure d'explicitier l'association. Brancher un appareil fonctionnant à l'électricité dans une prise de courant est devenu un geste banal. Il le répétera à profusion dans le cadre de ses activités quotidiennes sans pour autant que n'y soit associé une réelle compréhension du principe. Il est ainsi possible de recueillir certaines conceptions en discutant avec des élèves, mais aussi en se référant à une liste de conceptions fausses disponible sur Internet.¹

Certains d'entre eux croient que les fils guident un fluide. Cette conception a tendance à disparaître lorsqu'ils manipulent un fil et qu'ils réalisent qu'il est plein, qu'il s'agit en fait d'un fil de métal : un fluide ne pourrait définitivement pas y circuler ! En réalité, l'électricité est davantage perçue comme une force, une forme d'énergie abstraite, qui circule, se déplace dans les fils. Le mouvement associé à cette énergie constitue le courant. Certains élèves parleront des fils de cuivre qui conduisent l'énergie. Malgré cela, ils ne sont pas en mesure d'expliquer pourquoi un métal conduit mieux l'électricité qu'un autre. Les élèves ne semblent pas maîtriser suffisamment certaines données, tels les modèles atomiques, pour aller jusqu'à associer l'électricité aux électrons. Certains mentionnent des interactions entre du positif et du négatif.

1. Liste de fausses conceptions; Département de l'instruction publique (1)

En ce qui a trait à la production de l'électricité, les connaissances sont souvent parcellaires, minimales. Plusieurs affirment que l'énergie de l'eau est utilisée, qu'elle est transformée dans la centrale en électricité. Les élèves font le lien entre une centrale hydroélectrique, un barrage et la production d'électricité, mais leurs représentations demeurent très vagues. Où s'en va l'eau qui traverse le bâtiment? Comment fonctionne un barrage hydroélectrique? D'où vient l'électricité? Ce sont des questions qui demeurent souvent sans réponse.

La présente situation d'apprentissage permet à l'élève de revisiter ses conceptions puisqu'il doit produire lui-même de l'électricité. Il pourra ainsi constater de visu, en permettant à la turbine d'être mise en mouvement par l'eau, comment les deux éléments sont associés dans le processus de création d'électricité. Ainsi, il pourra observer que l'eau ne s'infiltré pas dans les fils électriques, qu'elle ne sert en fait qu'à actionner la turbine, mais surtout, qu'elle ressort inchangée de son passage dans le barrage. L'électricité n'est donc pas quelque chose qui est déversé dans un fil et toute conception unifilaire du courant peut être ainsi remise en question.

Déroulement général

Contextualisation (Cours 1)

L'énergie

- Discussion avec les élèves sur les différents types d'énergie, leur mode de production ainsi que les questions environnementales, sociales et économiques reliées au secteur de l'énergie

Réalisation (Cours 2 à 7)

- Représentation schématique la turbine avec les élèves

Construction de la turbine

- Conception de la turbine en équipe de quatre selon certaines contraintes de construction (cahier des charges, matériel disponible) et validation de leur plan
- Construction de la turbine
- Essai des turbines et mesure, avec un voltmètre, de la tension générée, mesure de l'efficacité des turbines

Institutionnalisation (Cours 8)

Présentation

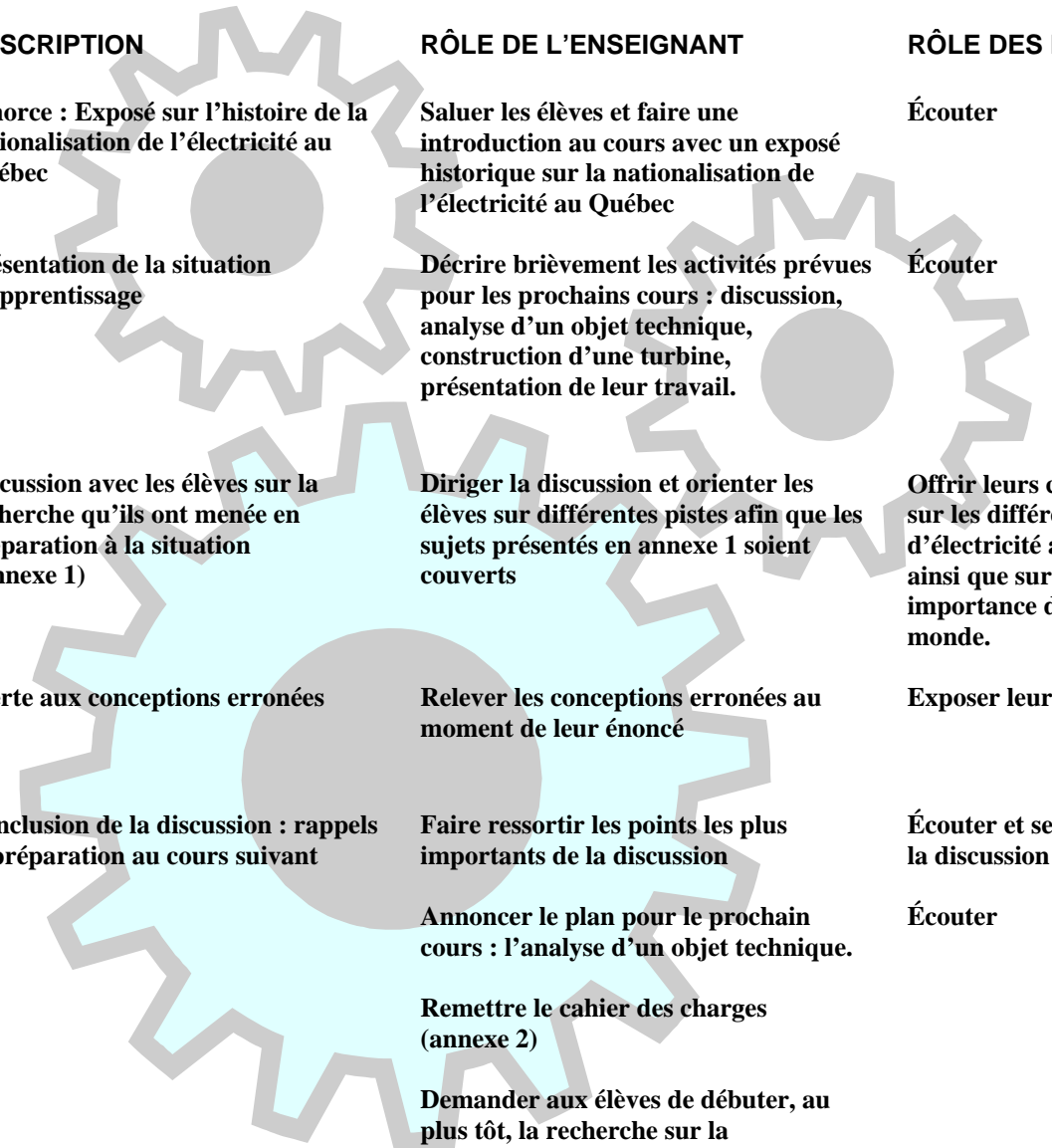
- Présentation de la turbine par les élèves au groupe: validation, conception et fonctionnement

Discussion

- Ouvrir une discussion avec les élèves sur les sources d'énergie en général et leurs impacts sur l'environnement à court et long terme

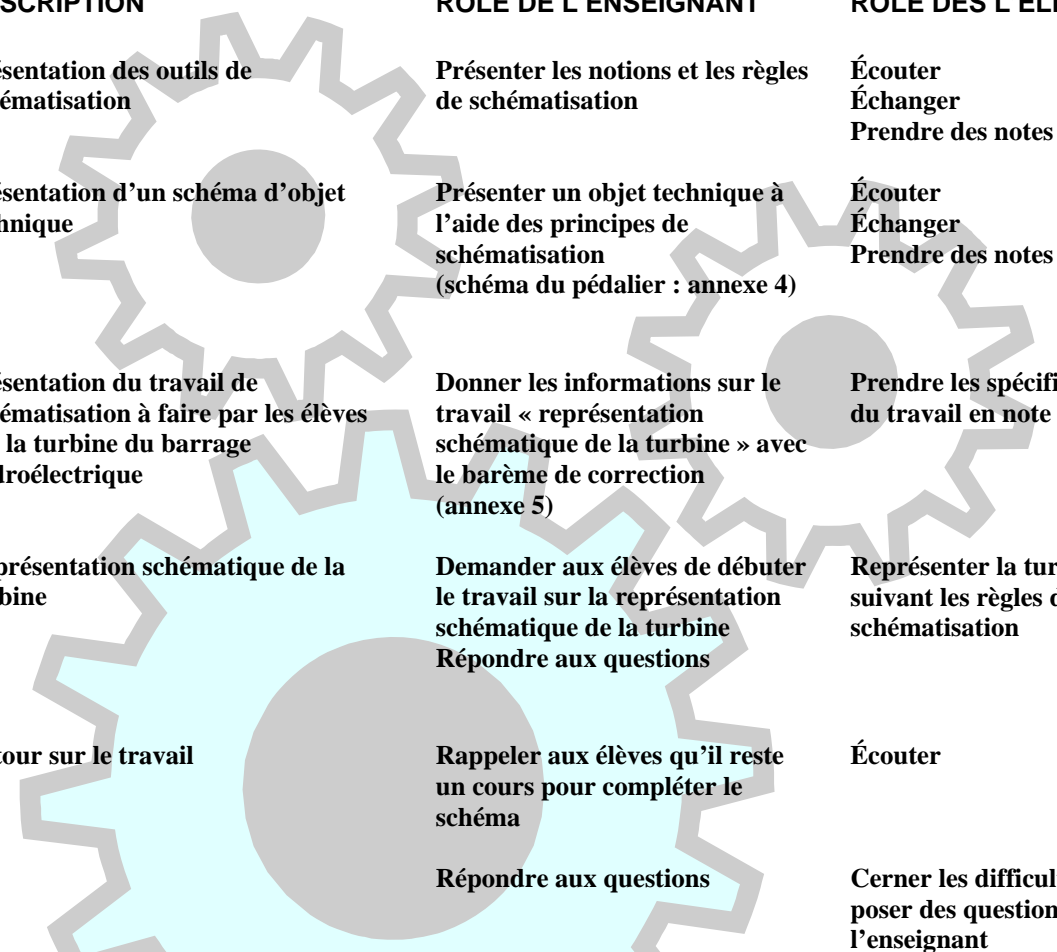
Déroulement détaillé

1. Québec : producteur d'électricité pour les Énergivorus!



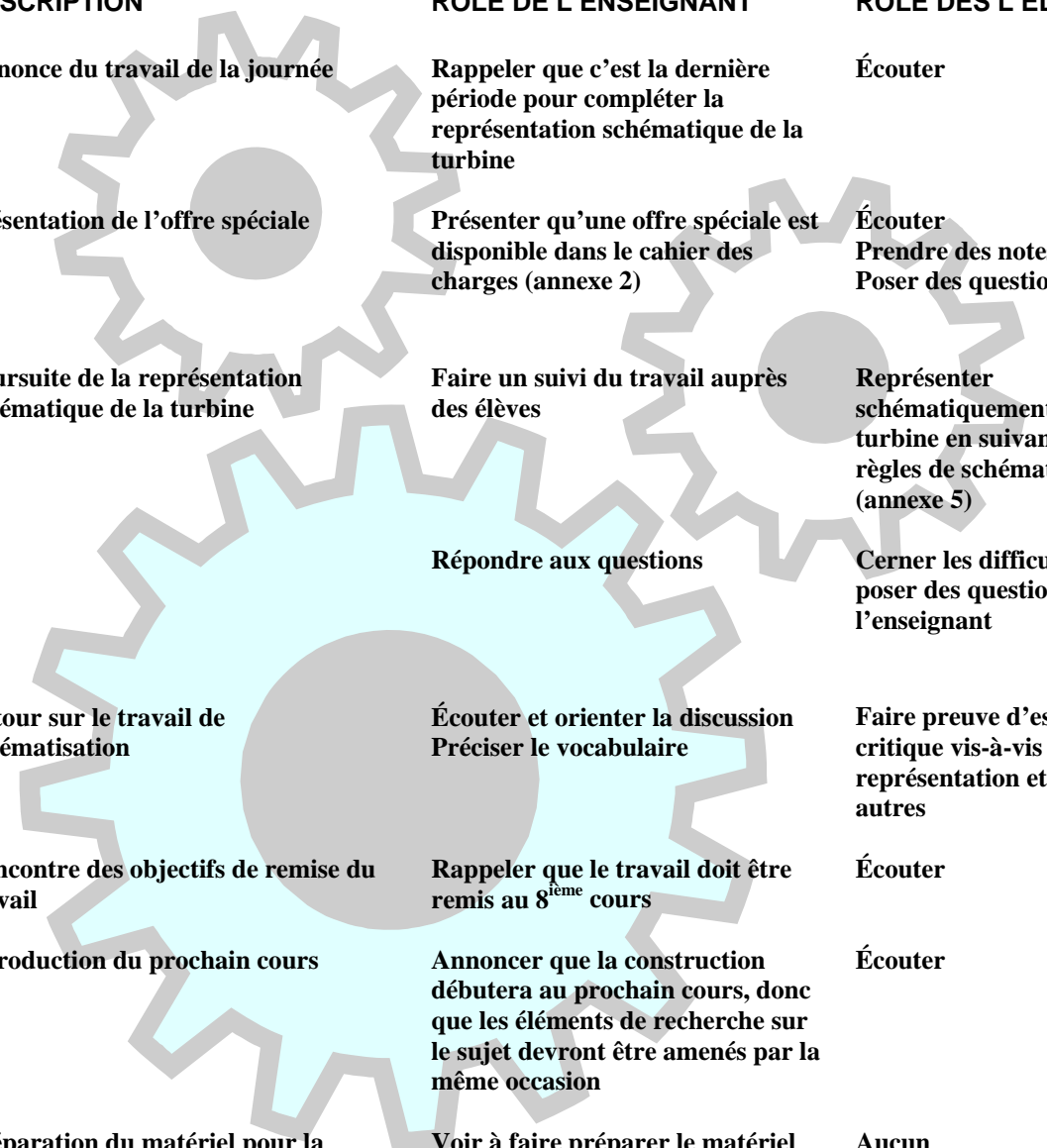
ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualisation	Amorce : Exposé sur l'histoire de la nationalisation de l'électricité au Québec	Saluer les élèves et faire une introduction au cours avec un exposé historique sur la nationalisation de l'électricité au Québec	Écouter	10 minutes
	Présentation de la situation d'apprentissage	Décrire brièvement les activités prévues pour les prochains cours : discussion, analyse d'un objet technique, construction d'une turbine, présentation de leur travail.	Écouter	5 minutes
Réalisation	Discussion avec les élèves sur la recherche qu'ils ont menée en préparation à la situation (Annexe 1)	Diriger la discussion et orienter les élèves sur différentes pistes afin que les sujets présentés en annexe 1 soient couverts	Offrir leurs connaissances sur les différentes sources d'électricité au Québec ainsi que sur leur importance dans le monde.	45 minutes
	Alerte aux conceptions erronées	Relever les conceptions erronées au moment de leur énoncé	Exposer leurs conceptions	
Institutionnalisation	Conclusion de la discussion : rappels et préparation au cours suivant	Faire ressortir les points les plus importants de la discussion	Écouter et se remémorer la discussion	7 minutes
		Annoncer le plan pour le prochain cours : l'analyse d'un objet technique.	Écouter	3 minutes
		Remettre le cahier des charges (annexe 2)		2 minutes
		Demander aux élèves de débiter, au plus tôt, la recherche sur la construction d'une turbine		3 minutes

2. L'attaque du schéma



ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualisation	Présentation des outils de schématisation	Présenter les notions et les règles de schématisation	Écouter Échanger Prendre des notes	15 minutes
	Présentation d'un schéma d'objet technique	Présenter un objet technique à l'aide des principes de schématisation (schéma du pédalier : annexe 4)	Écouter Échanger Prendre des notes	10 minutes
Réalisation	Présentation du travail de schématisation à faire par les élèves sur la turbine du barrage hydroélectrique	Donner les informations sur le travail « représentation schématique de la turbine » avec le barème de correction (annexe 5)	Prendre les spécifications du travail en note	5 minutes
	Représentation schématique de la turbine	Demander aux élèves de débiter le travail sur la représentation schématique de la turbine Répondre aux questions	Représenter la turbine en suivant les règles de schématisation	40 minutes
Institutionnalisation	Retour sur le travail	Rappeler aux élèves qu'il reste un cours pour compléter le schéma Répondre aux questions	Écouter Cerner les difficultés pour poser des questions à l'enseignant	5 minutes

3. La revanche du schéma



ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualisation	Annonce du travail de la journée	Rappeler que c'est la dernière période pour compléter la représentation schématique de la turbine	Écouter	2 minutes
	Présentation de l'offre spéciale	Présenter qu'une offre spéciale est disponible dans le cahier des charges (annexe 2)	Écouter Prendre des notes Poser des questions	5 minutes
Réalisation	Poursuite de la représentation schématique de la turbine	Faire un suivi du travail auprès des élèves	Représenter schématiquement la turbine en suivant les règles de schématisation (annexe 5)	40 minutes
		Répondre aux questions	Cerner les difficultés pour poser des questions à l'enseignant	
Institutionnalisation	Retour sur le travail de schématisation	Écouter et orienter la discussion Préciser le vocabulaire	Faire preuve d'esprit critique vis-à-vis de sa représentation et celles des autres	18 minutes
	Rencontre des objectifs de remise du travail	Rappeler que le travail doit être remis au 8 ^{ème} cours	Écouter	5 minutes
	Introduction du prochain cours	Annoncer que la construction débutera au prochain cours, donc que les éléments de recherche sur le sujet devront être amenés par la même occasion	Écouter	3 minutes
	Préparation du matériel pour la construction	Voir à faire préparer le matériel pour la construction de la turbine pour le prochain cours (annexe 3)	Aucun	2 minutes

4. Une nouvelle turbine.

ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualisation	Retour sur la représentation schématique de la turbine	Faire un retour sur la représentation schématique de la turbine	Écouter et parler de leur travail	5 minutes
Réalisation	Présentation du travail de construction de la turbine	Donner les directives du travail en rappelant le cahier des charges de construction de la turbine (annexe 2)	Prendre conscience des directives pour effectuer le travail et poser des questions en relation avec le travail	10 minutes
	Formation d'équipes de quatre élèves	Demander aux élèves de se regrouper en équipe de quatre élèves	Se placer en équipe de quatre élèves	2 minutes
	Développement d'un plan de construction de la turbine	Demander aux élèves d'établir un plan de la turbine à construire pour vérifier la faisabilité de la construction proposée	Faire l'ébauche d'un plan à présenter à l'enseignant avant débuter l'activité de construction	30 minutes
Institutionnalisation	Début de la construction de la turbine	Diriger les élèves pendant la construction de la turbine et répondre aux questions	Construire la turbine	20 minutes
	Retour sur les plans de la turbine et sur ce qui a été construit	Analyser la faisabilité des plans soumis et poser des questions aux élèves en retour sur les difficultés rencontrées en cours d'activité	Faire un retour sur le plan proposé et prendre conscience de la charge de travail qui les attend aux trois prochains cours	5 minutes
	Nettoyage du local	Demander aux élèves de nettoyer leur poste de travail	Nettoyer leur poste de travail	8 minutes

5. La turbine contre-attaque

ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualisation	Bilan de la construction	Rappeler aux élèves qu'il ne reste plus que trois périodes pour construire la turbine et qu'il leur faut bien valider leur parcours à l'aide du cahier de charge	Réfléchir au(x) moyen(s) à mettre en œuvre pour mener leur œuvre à bon terme	5 minutes
Réalisation	Poursuite de la construction de la turbine	Orienter les élèves pendant la construction de la turbine et répondre aux questions	Construire la turbine	57 minutes
Institutionnalisation	Retour sur la construction	Faire un retour sur l'activité et sur les problèmes rencontrés	Faire le point sur le projet et poser des questions	5 minutes
	Nettoyage du local	Demander aux élèves de nettoyer leur poste de travail	Nettoyer leur poste de travail	8 minutes

6. Le retour de la turbine

ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualisation	Bilan de la construction	Rappeler qu'il reste deux périodes pour construire la turbine et demander de bien prendre le temps de valider le travail à l'aide du cahier des charges (annexe 2)	Réfléchir au(x) moyen(s) à mettre en œuvre pour mener leur œuvre à bon terme	5 minutes
Réalisation	Poursuite de la construction de la turbine	Orienter les élèves pendant la construction de la turbine et répondre aux questions	Construire la turbine	57 minutes
Institutionnalisation	Retour sur la construction	Faire un retour sur l'activité et sur les problèmes rencontrés	Faire le point sur le projet et poser des questions	5 minutes
	Nettoyage du local	Demander aux élèves de nettoyer leur poste de travail	Nettoyer leur poste de travail	8 minutes

7. On ferme le chantier

ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualisation	Bilan de la construction	Rappeler qu'il reste une période pour construire la turbine et demander de bien prendre le temps de valider le travail à l'aide du cahier des charges (annexe 2)	Réfléchir au(x) moyen(s) à mettre en œuvre pour mener leur œuvre à bon terme	5 minutes
Réalisation	Poursuite de la construction de la turbine	Orienter les élèves pendant la construction de la turbine et répondre aux questions	Construire la turbine	52 minutes
Institutionnalisation	Retour sur la construction	Faire un retour sur l'activité et sur les problèmes rencontrés	Faire le point sur le projet et poser des questions	5 minutes
	Rappel que tous les travaux doivent être remis au prochain cours	Rappeler que les travaux suivants doivent être remis au prochain cours : la représentation schématique, le rapport écrit ainsi que le texte explicatif sur les retombées sociales, économiques et écologiques	Écouter	5 minutes
	Nettoyage du local	Demander aux élèves de nettoyer leur poste de travail	Nettoyer leur poste de travail	8 minutes

8. Le turbinator : le jugement dernier.

ÉTAPE	DESCRIPTION	RÔLE DE L'ENSEIGNANT	RÔLE DES L'ÉLÈVES	TEMPS
Contextualiation	Réception de tous les travaux	Récupérer les travaux sur la représentation schématique, le rapport écrit ainsi que le texte explicatif sur les retombées sociales, économiques et écologiques	Remettre les différents travaux	5 minutes
Réalisation	Présentation et test des modèles de turbine	Évaluer le fonctionnement de la turbine ainsi que les explications fournies par les élèves sur le fonctionnement de leur modèle de turbine	Présenter et expliquer le fonctionnement de chaque composante de leur système et donner un compte-rendu succinct des difficultés rencontrées lors de la construction ainsi que les moyens mis en place pour les résoudre	60 minutes
Institutionnalisation	Félicitations et remerciements	Remercier les élèves et les féliciter de leur travail	Se voir féliciter et féliciter les autres	5 minutes
	Rapport final	Demander aux élèves de produire un rapport en prenant appui sur les éléments qui suivent : <ul style="list-style-type: none"> la centrale est fonctionnelle, c'est-à-dire qu'elle produit de l'électricité : proposer des modifications qui augmenteraient la production d'électricité; la centrale n'est pas fonctionnelle: fournir une explication plausible de ce qui devrait être modifié/accomplir pour la rendre fonctionnelle. 	Prendre note du travail à accomplir	5 minutes

Domaines généraux de formation

Environnement et consommation

La situation s'inscrit dans le domaine général de formation « Environnement et Consommation » en visant le développement d'un *regard critique sur la consommation* (PFEQ, p.25) de l'hydroélectricité ainsi que sur *l'impact de sa production sur l'environnement*. De plus, elle permet d'explicitier *les répercussions économiques et sociales* de la ressource hydroélectrique sur le plan de notre société.

Construction d'un environnement viable dans une perspective de développement durable

L'élève sera amené à faire *le lien entre les besoins d'énergie de la société et le développement du territoire* (PFEQ, p.26). Il devra porter un regard sur la *protection de l'environnement* face à ce besoin d'électricité et *l'utilisation rationnelle de la ressource* hydroélectrique. Il pourra *comprendre les besoins individuels et collectifs de notre société* en électricité ainsi que l'impact de ce choix de méthode de production d'énergie dans une perspective de développement durable.

Conscience des aspects sociaux, économiques et éthiques du monde de la consommation

L'élève prendra conscience de l'impact social de l'hydroélectricité sur la société québécoise en étudiant la *distribution et la répartition de la ressource* (PFEQ, p.26) hydroélectrique sur le territoire québécois et son impact économique sur d'autres secteurs de l'économie.

Compétences transversales

Compétence 3 : Exercer son jugement critique

L'élève devra **construire son opinion** (PFEQ, p.41) sur l'utilisation de l'hydroélectricité, tout en abordant les enjeux sociaux, économiques et environnementaux s'adressant à d'autres méthodes de production d'électricité. Il devra prendre conscience des bons comme des mauvais côtés liés à la production et à la consommation de cette énergie.

De plus, il aura à **relativiser son opinion** (PFEQ, p.41) en la **confrontant à celle des autres**, puisque la situation créée utilise surtout le travail d'équipe pour réaliser le projet de construction. À l'intérieur de ces activités, l'élève sera donc mis en contact avec différents points de vue sur la production, la consommation et l'impact environnemental de l'hydroélectricité, en plus d'être amené à établir des comparaisons avec d'autres méthodes de production d'électricité.

Compétence 4 : Mettre en œuvre sa pensée créatrice

L'élève devra construire une maquette fonctionnelle de turbine hydraulique. Il devra donc se **représenter différents scénarios possibles** (PFEQ, p.43) pour la fabrication de celle-ci. Il mettra à profit sa pensée créatrice dans l'élaboration et la confection du montage en utilisant entre autre des matériaux recyclés ou recyclables.

Compétence 8 : Coopérer

Pour la construction de la turbine hydraulique, l'élève sera amené à coopérer à l'intérieur d'une équipe. Il devra alors collaborer avec ses partenaires pour la réalisation du projet en **planifiant et répartissant les tâches entre les membres de l'équipe** (PFEQ, p.51), tout en **gérant les conflits inhérents au travail de groupe**. L'élève saura concilier différents points de vue pour la réalisation du projet en développant des comportements positifs vis-à-vis le travail d'équipe.

Compétences disciplinaires

Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique.

Analyser ses résultats ou sa solution

L'élève **procédera à la mise à l'essai de son prototype** (PFEQ, p.277) et **analysera ses résultats**. Dans le cas où le prototype n'est pas fonctionnel (ne produit pas d'électricité), l'élève devra être en mesure d'expliquer de façon pertinente ce qui est responsable de cet état de fait. Si le prototype est fonctionnel (produit de l'électricité), l'élève saura **proposer des moyens pertinents pour améliorer** l'efficacité de celui-ci.

Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques

Dégager des retombées de la science et de la technologie

L'élève **abordera les retombées** des choix énergétiques au Québec. Il pourra ainsi considérer leur **impact à court et long terme sur la société, l'économie et l'environnement** (PFEQ, p.279). Il prendra conscience des choix de société consentis pour produire et consommer de l'hydroélectricité. Il sera mis en contact avec différents points de vue en ce qui a trait à la disponibilité en énergie pour la population et les besoins et contraintes générés par cette demande sur l'environnement et l'univers social. Il sera amené à parcourir le concept d'efficacité énergétique de la production hydroélectrique tout en explorant aussi les autres choix de production d'électricité. Il pourra alors relativiser le choix de l'hydroélectricité au Québec comme méthode de production d'énergie.

Dans leur travail de recherche sur l'hydroélectricité, l'élève sera en mesure d'identifier différentes retombées. Il parviendra alors à établir des liens entre les retombées envisagées et les retombées historiques.

Comprendre le fonctionnement d'objets techniques

L'élève devra être en mesure de pouvoir ***expliquer le fonctionnement*** (PFEQ, p.279) de son montage (la turbine) en le représentant de façon schématique. Il lui faudra également apprécier les différences entre le fonctionnement de celui-ci et le fonctionnement d'une turbine de barrage hydroélectrique telle que rencontrée dans les ouvrages actuels. Il pourra ***identifier les matériaux*** nécessaires à la construction d'une turbine ainsi que ***reconnaître les systèmes et sous-système de l'objet technique***. Il devra être en mesure d'identifier les pièces par leur nom respectif et d'utiliser les pictogrammes appropriés dans l'élaboration de leur schéma technique.

La compréhension du concept de la turbine, pour produire de l'énergie hydroélectrique, est centrale à la situation d'apprentissage. L'élève sera également amené à considérer le fonctionnement du barrage hydroélectrique dans son ensemble.

Buts pédagogiques poursuivis par l'enseignant

Quel est l'impact de l'invention de l'électricité sur nos vies, notre façon de vivre? En cas de catastrophe empêchant la production/livraison de l'énergie électrique, quelles possibilités avons-nous de maintenir nos activités quotidiennes? La situation d'apprentissage s'articule autour d'un processus de consignation des questions, des idées, des solutions, et, en ce qui a trait à la partie manipulations, du plan de travail, des validations nécessaires, des modifications des conceptions, des théories, dans un journal de bord. Nous favoriserons donc la mise en place d'un temps de réflexion où l'élève peut librement s'exprimer et où il pourra produire une trace permettant de mesurer son parcours. Cette trace, le cahier de bord en question, sera suggérée mais non exigée.

En plus de visiter la notion d'énergie, la situation d'apprentissage amènera l'élève à apprécier que celle-ci peut prendre bien des formes en lui permettant de constater le comment et le pourquoi derrière le processus de transfert d'une énergie d'une forme à une autre. Elle lui permettra d'engager une réflexion critique sur l'utilisation quotidienne et/ou sociétale de l'énergie ainsi que d'apprécier les raisons qui font que nos efforts sont surtout centrés sur la production d'électricité. Une analyse du coût environnemental relié à la production d'énergie sera également menée pour permettre de favoriser le développement d'un citoyen lucide et critique des technologies (PFEQ, p. 279).

Les médiums d'expression et d'analyse permettant la mise en commun des idées, tels le croquis et le forum scientifique, seront largement favorisés,. Cette dynamique aura l'heur de produire une émulation des valeurs fondamentales de la science et de la communication en permettant la validation par les pairs, le partage et le débat d'idées autour des conceptions, de la construction du dispositif et des différents écrits et représentations qui en découleront (PFEQ, p 281). Nous croyons fermement que le partage d'idées multiplie le nombre ainsi que la qualité de ces dernières.

Savoirs essentiels

La situation d'apprentissage vise le développement du concept de l'énergie, de la force nécessaire pour en produire et du travail qu'elle permettra d'effectuer. Même si ces notions font partie d'un curriculum habituellement plus avancé dans le parcours académique, les activités proposées permettront d'élargir la conception initiale de ce type de réalité sans pour autant chercher à l'étayer par l'utilisation trop lourde de relations mathématiques.

La situation d'apprentissage débutera avec une activité de recherche visant en tout premier lieu à revisiter des concepts couverts dans le troisième cycle du primaire. Cette réactualisation passera par des concepts gravitant autour de plusieurs questionnements (présentés en annexe 1 : thèmes d'ouverture sur l'activité « Un moment électrique ») rattachés au monde de l'énergie, de l'électricité et de la consommation. Cette réappropriation sera conduite par le biais d'une discussion animée par l'enseignant.

Basée sur ces différents éléments, la situation d'apprentissage voudra d'abord favoriser un questionnement sur la façon dont est produite l'énergie que nous consommons : « *La terre reçoit de l'énergie du soleil* », « *Transfert de l'énergie à la terre se fait par plusieurs processus* », pour ensuite progresser vers des éléments de technologie propre à transformer cette énergie ainsi que les coûts environnementaux et sociaux liés à cette production (PFEQ, p. 278).

Une énergie est disponible dans le relief même de la Terre. Cette énergie est le fait de l'existence de forces s'appliquant sur toute matière située à la surface ou au pourtour de la Terre. Cette énergie est renouvelable par le biais de cycle vu antérieurement : cycle de l'eau. Seront favorisés les concepts de force appliquée sur une surface, et l'utilisation de cette pression dans la production d'un travail récupérable sous la forme d'une énergie.

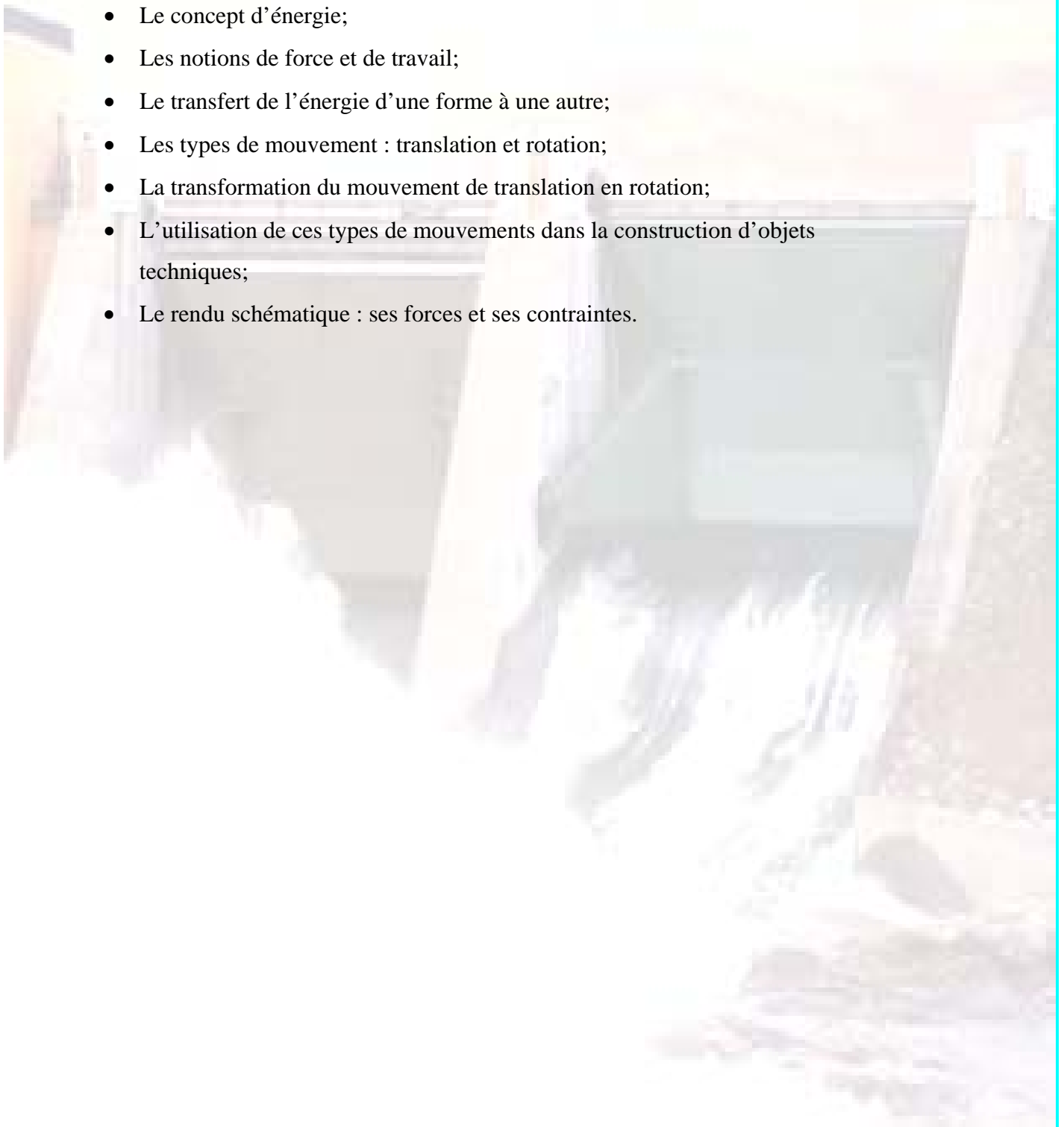
L'utilisation d'objets technologiques a, de tout temps, permis de décupler le résultat d'efforts engagés à l'accomplissement d'une tâche : voile pour un bateau, la roue et le chariot pour le transport de marchandises, etc. Dans le cadre de cette situation d'apprentissage, l'élève pourra expérimenter l'utilisation d'un objet technique, pour récupérer et transformer une énergie renouvelable qui, à l'échelle du monde, s'appuie sur une combinaison de caractéristiques terrestres (relief) et planétaires (présence du soleil).

L'analyse de cet objet technique (PFEQ, p. 278) permettra de développer les capacités de schématisation et de dessin (PFEQ, p. 280). La production de dessins, sous des formes plus ou moins standardisées, exige une observation rigoureuse, une analyse serrée de la réalité observée. L'analyse collective d'un schéma, la comparaison de plusieurs productions permettront de conduire les élèves à formuler des remarques, à émettre des questions sinon à partager un questionnement. Cette approche permettra de continuer la démarche de méthodologie de la mesure, la pratique de l'instrumentation en même temps que de donner un sens à ces activités (PFEQ, p. 280). Le genre d'analyse demandée permettra de multiplier les situations où une mesure intervient pour déterminer une quantité, suivre l'évolution d'un facteur, préciser l'influence d'un paramètre, mettre quantitativement en relation deux grandeurs; les élèves pourront ainsi reconnaître le rôle indispensable qu'elle tient dans les activités scientifiques : repérer, mesurer pour analyser, étudier et reproduire.

À ce cheminement est greffé la réalité incontournable de disposer d'un vocabulaire précis et adapté, avec un but avoué : permettre l'abstraction et la communication en maîtrisant un langage spécialisé (PFEQ, p.280). C'est en situation, par nécessité, que l'on pourra introduire ce vocabulaire.

Seront vus/revus au cours de cette situation d'apprentissage :

- Le concept d'énergie;
- Les notions de force et de travail;
- Le transfert de l'énergie d'une forme à une autre;
- Les types de mouvement : translation et rotation;
- La transformation du mouvement de translation en rotation;
- L'utilisation de ces types de mouvements dans la construction d'objets techniques;
- Le rendu schématique : ses forces et ses contraintes.

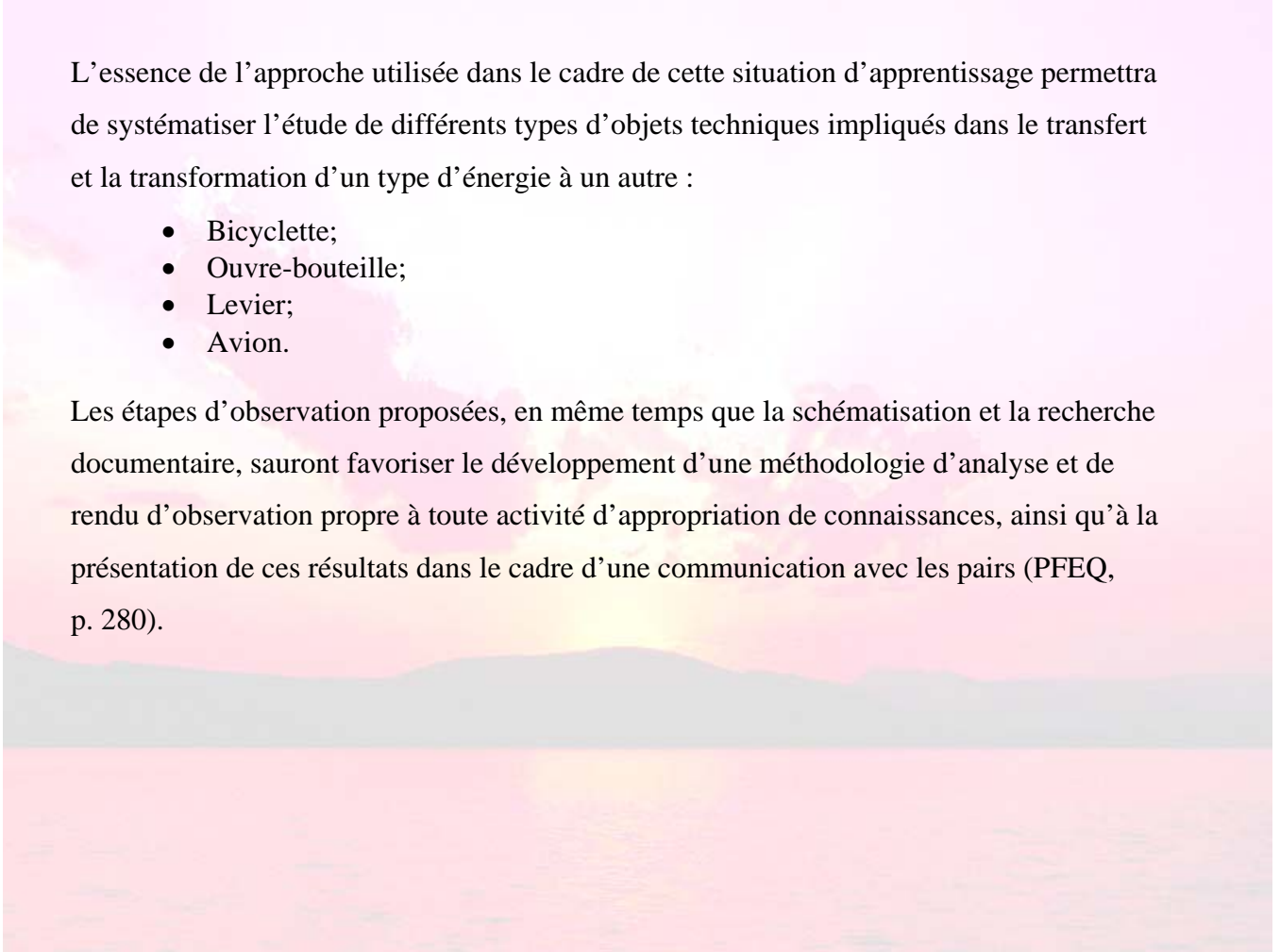


Réinvestissement éventuel

L'essence de l'approche utilisée dans le cadre de cette situation d'apprentissage permettra de systématiser l'étude de différents types d'objets techniques impliqués dans le transfert et la transformation d'un type d'énergie à un autre :

- Bicyclette;
- Ouvre-bouteille;
- Levier;
- Avion.

Les étapes d'observation proposées, en même temps que la schématisation et la recherche documentaire, sauront favoriser le développement d'une méthodologie d'analyse et de rendu d'observation propre à toute activité d'appropriation de connaissances, ainsi qu'à la présentation de ces résultats dans le cadre d'une communication avec les pairs (PFEQ, p. 280).



Guide d'utilisation des grilles

- Les trois grilles sont utilisées de la même manière;
- Dès le premier cours, les élèves ont accès aux grilles dans le cahier des charges remis;
- Les grilles sont utilisées lors de l'évaluation par l'enseignant;
- Cette évaluation a lieu lorsque le prototype est testé et lorsque tous les travaux ont été remis, puisque certains points se basent sur des observables présents dans ces rapports;
- La lecture des grilles doit se faire de haut en bas, c'est-à-dire que l'on vérifie d'abord si l'élève satisfait aux exigences de l'échelon A avant de passer à la vérification des critères présentés à l'échelon B, et ainsi de suite;
- Le seuil de réussite pour chacune des grilles est C;
- La stratégie envisagée vise l'évaluation finale à la fin de la situation d'apprentissage. Les élèves ont également la possibilité de remettre un cahier de bord à la fin de chaque période. Celui-ci servira à consigner autant les problèmes rencontrés que les pistes de solutions envisagées. Il permettra à l'enseignant de faire un suivi plus serré des questions des élèves en permettant de resituer rapidement le travail de l'élève dans le cadre des trois critères.

Liste des principes de fonctionnement

(à utiliser lors de l'évaluation – voir grille 1)

- transmission de mouvement en translation dans la conduite forcée;
- transmission du mouvement direct entre l'eau et la roue à ailette de la turbine;
- transformation du mouvement de translation à rotation par la roue;
- transmission du mouvement de rotation de la roue à l'alternateur par l'axe;
- transformation du mouvement en énergie dans l'alternateur;
- mention du champ magnétique.

Grille d'évaluation 1 : Analyse de l'objet technique

Composante retenue: Comprendre le fonctionnement d'objets techniques.

L'élève doit être capable de représenter schématiquement l'objet technique, d'identifier les pièces et utiliser les pictogrammes appropriés. Il doit également être en mesure d'expliquer les principes scientifiques derrière l'objet et son fonctionnement.

Échelon	Appréciation
A	<p>Le schéma de l'élève comprend toutes les pièces et au moins la moitié des pièces sont identifiées correctement; on y retrouve les pictogrammes appropriés. L'élève est capable d'expliquer de façon sommaire au moins la moitié des principes scientifiques régissant le mode d'opération de l'objet ainsi que le fonctionnement de celui-ci. (liste des principes dans le guide d'utilisation des grilles; liste des pièces en annexe 3)</p>
B	<p>Le schéma de l'élève comprend toutes les pièces et au moins la moitié des pièces sont identifiées correctement ; on y retrouve des pictogrammes ou pas. L'élève est en mesure d'expliquer de façon sommaire moins de la moitié des principes scientifiques régissant le mode d'opération de l'objet ainsi que son fonctionnement OU L'élève est en mesure d'expliquer de façon sommaire au moins la moitié des principes sans pouvoir expliquer son fonctionnement.</p>
C	<p>Le schéma de l'élève comprend toutes les pièces et moins de la moitié des pièces sont identifiées correctement OU Le schéma de l'élève n'est pas complet (il manque 1 ou 2 pièces) au moins la moitié des pièces présentes sont identifiées correctement; on y retrouve des pictogrammes ou pas. OU L'élève est en mesure d'expliquer moins de la moitié des principes scientifiques régissant le fonctionnement de l'objet ainsi que son fonctionnement OU L'élève est en mesure d'expliquer au moins la moitié des principes sans pouvoir expliquer son fonctionnement.</p>
D	<p>Le schéma ne comprend pas toutes les pièces et moins de la moitié des pièces sont identifiées correctement; on y retrouve des pictogrammes ou pas. L'élève est capable d'expliquer de façon sommaire moins de la moitié des principes scientifiques qui régissent le fonctionnement de l'objet et n'est pas capable d'expliquer son fonctionnement.</p>

Grille d'évaluation 2 : Construction de l'objet technique

Composante retenue : Analyser ses résultats ou sa conclusion

À la fin du temps alloué pour la réalisation du projet, l'élève est en mesure d'offrir un prototype. Si celui-ci n'est pas fonctionnel, l'élève peut présenter des explications pertinentes pour permettre d'expliquer le pourquoi du processus incomplet. Si le prototype est fonctionnel, l'élève est capable de proposer des moyens pertinents pour améliorer l'efficacité du processus de production d'électricité.

Échelon	Appréciation
A	À la fin du temps alloué, l'élève est en mesure de présenter un prototype que l'on peut mettre à l'essai. Si le prototype est fonctionnel (produit de l'électricité), l'élève est en mesure de proposer des améliorations pour augmenter l'efficacité de production d'électricité. Si le prototype n'est pas fonctionnel (ne produit pas d'électricité), l'élève est capable d'expliquer ce qui manque au prototype pour être opérationnel.
B	À la fin du temps alloué, l'élève est en mesure de présenter un prototype que l'on peut mettre à l'essai. Si celui-ci est fonctionnel (produit de l'électricité), l'élève n'est pas capable de proposer des améliorations ou n'est pas en mesure d'expliquer ce qui cause le manque de fonctionnalité de son prototype (ne produit pas d'électricité).
C	À la fin du temps alloué, l'élève n'est pas en mesure de présenter un prototype que l'on peut mettre à l'essai. L'élève est tout de même capable d'expliquer ce qu'il faudrait compléter pour que le système soit fonctionnel (produit de l'électricité).
D	À la fin du temps alloué, l'élève n'est pas en mesure de présenter un prototype que l'on peut mettre à l'essai. Il n'est pas non plus en mesure de dire ce qu'il faudrait réaliser pour que le système puisse être testé.

Grille d'évaluation 3 : Travail sur les retombées

Composante retenue : Dégager les retombées de la science ou de la technologie

L'élève est en mesure de reconnaître les retombées possibles d'un projet technologique d'un point de vue écologique, sociale et économique. Il est également en mesure d'établir des liens entre les retombées prédites et des faits historiques les appuyant.

Échelon	Appréciation
A	L'élève est capable d'identifier au moins une retombée pertinente de chacun des types étudiés (écologique, sociale, économique). Il est aussi capable de faire le lien avec des faits historiques pour au moins une des retombées.
B	<p>Parmi les trois types de retombées étudiées (écologique, sociale, économique), l'élève est en mesure d'identifier au moins une retombée pertinente par type, sans être en mesure d'établir de liens avec des faits historiques</p> <p>OU</p> <p>Parmi les trois types de retombées étudiées (écologique, sociale, économique), l'élève est en mesure d'identifier au moins une retombée pertinente par type pour deux des trois types, en établissant un lien avec des fait historiques pour au moins une des retombées.</p>
C	<p>Des trois types de retombées étudiées (écologique, sociale, économique), l'élève est capable d'identifier au moins une retombée pertinente par type dans deux des trois types sans faire le lien avec des fait historiques</p> <p>OU</p> <p>Des trois types de retombées étudiées (écologique, sociale, économique), l'élève est capable d'identifier au moins une retombée pertinente dans un des trois types en faisant le lien avec des faits historiques.</p>
D	L'élève n'est capable d'identifier des retombées que dans un des trois types étudiés (écologique, sociale, économique), sans être capable d'appuyer ses prédictions par des faits historiques.

Annexe 1 : Un monde d'énergie, d'électricité et de consommation

Économiser l'énergie

- Utilisation quotidienne de l'énergie;
- Besoins en énergie poussent les humains à remplacer les énergies fossiles par des énergies renouvelables, comme les énergies géothermique, éolienne, hydroélectrique et solaire;
- Richesses énergétiques canadiennes et leur consommation.

Consommation d'énergie : possible ou impossible

- Consommation mondiale d'énergie augmente : quelles sont les solutions disponibles;
- Qu'arrivera-t-il au phénomène quand les pays en voie de développement se seront développés;
- L'électricité devient de plus en plus importante. On la dit propre, malgré le fait que la majorité de cette énergie est encore produite à l'aide de pétrole et de charbon;
- Moteur automobile plus économique mais consommation de pétrole augmente : comment expliquer le phénomène?
- Réserves d'énergie fossile diminue : la solution réside-t-elle dans la recherche de nouvelles réserves?
- Réchauffement de la planète causé par les gaz à effet de serre ainsi que la présence de smog augmentent : que pouvons-nous y faire?

Qui doit porter la responsabilité

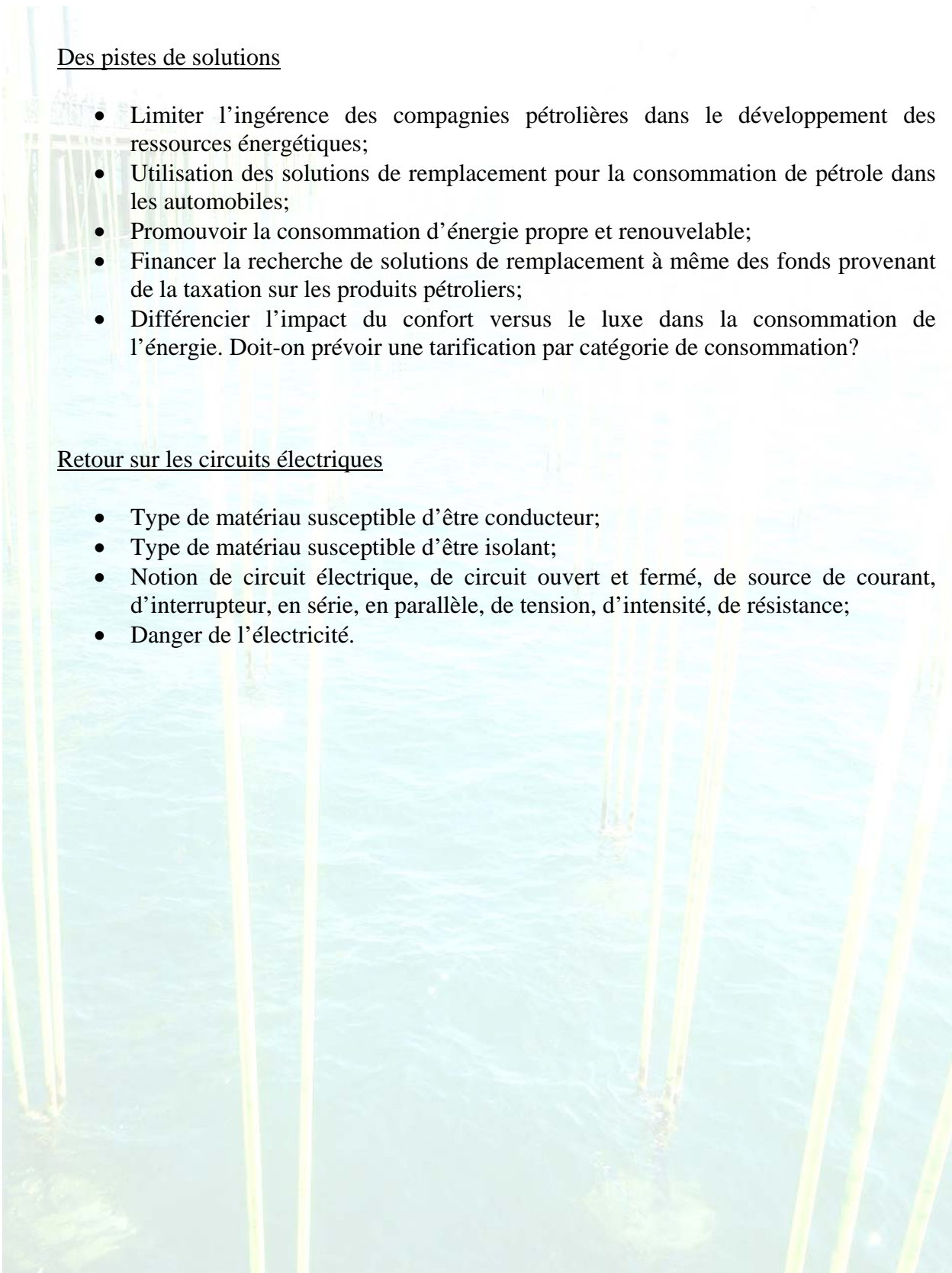
- Construction d'appareils énergivores : la technologie peut-elle répondre à ces limitations?
- Consommation effrénée de ces produits : nos habitudes sont-elles en cause?
- Multiplication des sources d'éclairage : est-ce une idée lumineuse?
- Trop grand nombre d'autos/trop peu de personnes par auto : pourquoi boude-t-on le transport en commun?
- Éclairage de structures/paysage urbain : modifier notre environnement sans tenir compte de notre environnement!

Des pistes de solutions

- Limiter l'ingérence des compagnies pétrolières dans le développement des ressources énergétiques;
- Utilisation des solutions de remplacement pour la consommation de pétrole dans les automobiles;
- Promouvoir la consommation d'énergie propre et renouvelable;
- Financer la recherche de solutions de remplacement à même des fonds provenant de la taxation sur les produits pétroliers;
- Différencier l'impact du confort versus le luxe dans la consommation de l'énergie. Doit-on prévoir une tarification par catégorie de consommation?

Retour sur les circuits électriques

- Type de matériau susceptible d'être conducteur;
- Type de matériau susceptible d'être isolant;
- Notion de circuit électrique, de circuit ouvert et fermé, de source de courant, d'interrupteur, en série, en parallèle, de tension, d'intensité, de résistance;
- Danger de l'électricité.



Annexe 2 : Cahier des charges de l'élève

Activité 1. Analyse d'un objet technique : la turbine

Mise en Situation

Pendant la soirée du réveillon chez tes grands-parents, ton cousin Paul est convaincu qu'il est impossible de créer de l'électricité chez soi.

« *Pourquoi les gens paieraient-ils pour obtenir une chose qu'ils pourraient eux-mêmes produire?* », dit-il!

Toujours prêt à relever un défi tu lui paries que tu es capable de « créer » un courant électrique chez toi. Tu penses tout de suite aux grandes centrales hydroélectriques et tu te dis que c'est sur ce modèle que tu vas te baser pour réussir cet exploit.

Seras-tu en mesure de relever le défi?

Mandat

- Représenter schématiquement la turbine;
- Dans un rapport écrit, répertorier les principes de fonctionnement d'une turbine du même genre que celles retrouvées dans les centrales hydroélectriques du Québec;
- Faire taire ton cousin en construisant un modèle réduit d'une centrale hydroélectrique (turbine);
- Dans le cadre d'un prototype fonctionnel (ta centrale produit réellement de l'électricité), proposer, dans un rapport écrit, des modifications qui augmenteraient la production d'électricité. Dans le cas d'un prototype non opérationnel (ne produit pas d'électricité), expliquer, dans un rapport écrit, ce qu'il faudrait changer pour qu'il fonctionne.

Contraintes

- Tu dois travailler en équipe de quatre personnes;
- Ta centrale devra produire une différence de potentiel entre 0,5 à 2 volts;
- Tu dois prévoir un endroit pour mettre un tuyau d'arrosage (entrée) et un autre tuyau de plomberie d'un diamètre de deux pouces (sortie);
- Tu dois prévoir l'installation de fils électriques pour y brancher un voltmètre;
- En cas de fuite d'eau, le test est automatiquement arrêté pour empêcher l'inondation du local;
- La production des schémas se fera sur une base individuelle;
- Le rapport du travail pourra être finalisé en groupe;
- Ce rapport devra être d'une longueur minimale d'une page et maximale de trois pages.

Matériel Recommandé

- Clous, vis;
- Colles diverses (colle à bois, colle chaude, etc.);
- Ruban électrique;
- Matériaux de recyclage divers (bois, plastique, métaux);
- Tuyau de plomberie en polychlorovinyl de différents diamètres;
- Aimants de tailles et de formes diverses;
- Outils.

Échéancier

- Au 8^{ième} cours : remise des schémas, mise à l'essai du prototype
- Au 9^{ième} cours : rapports écrits sur les explications demandées plus haut.

Offre Spéciale

Vous avez toute liberté pour tenir un journal de bord dans lequel vous consignerez questions, schémas, idées, hypothèses sur le fonctionnement et les principes, etc. À la fin des cours 3,4, 5 et 6, vous pourrez remettre ce cahier et s'il est remis à chacun des cours avec des hypothèses sur les principes et le fonctionnement, des plans de vos constructions de la journée et des questions/commentaires pertinents, votre équipe montera d'un échelon dans la grille d'évaluation 2, en plus d'avoir une meilleure idée des explications à fournir dans le rapport écrit à remettre au 8^{ième} cours.

ATTENTION, l'enseignant ne répondra probablement pas aux questions auxquelles votre équipe pourrait, avec un minimum de recherche, trouver elle-même la solution, mais dirigera plutôt votre recherche sur des pistes qui vous mèneront à la réponse cherchée.

Activité 2. Travail de recherche : construction d'une centrale

Mise en Situation

Tu entends parler d'un projet de construction d'un barrage hydroélectrique sur la rivière Rimouski. Ton cousin, encore un peu frustré que tu lui aies donné tort, te demande ceci : « *Maintenant que tu es rendu un expert en hydroélectricité, expliques-moi donc quels genres de retombées ce projet pourraient bien avoir pour le Québec!* »

Mandat

Produire un texte explicatif qui fera ressortir au moins une retombée de type social, économique et écologique.

ATTENTION : Les retombées devront être pertinentes!!

Contraintes

- Cette partie du travail est entièrement INDIVIDUELLE. Chaque élève devra remettre son propre rapport.
- Ce travail doit être d'une longueur d'une à deux pages.

Échéancier :

Au 8ième cours : Remise du travail de recherche sur les retombées.

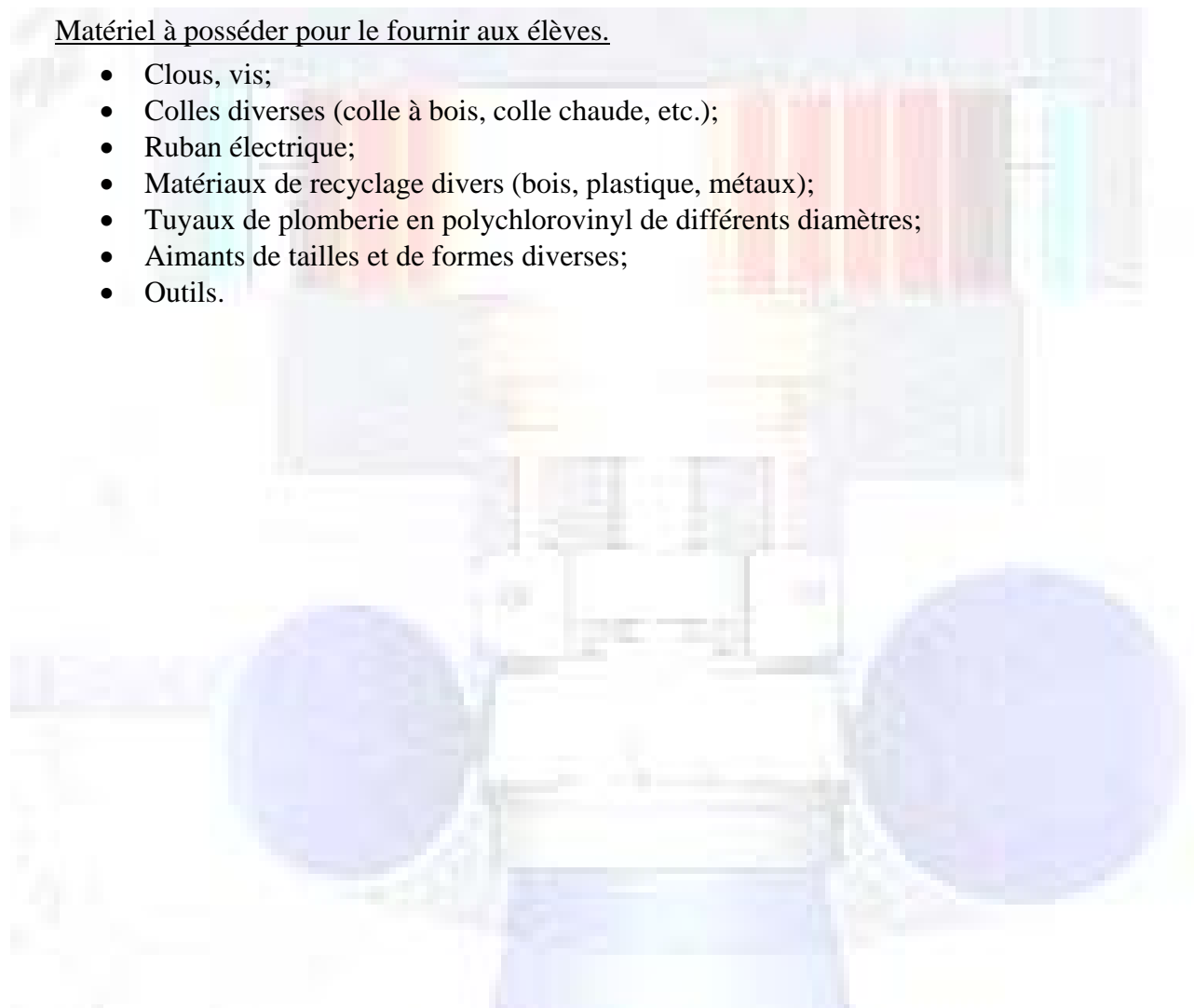
Annexe 3 : Matériel

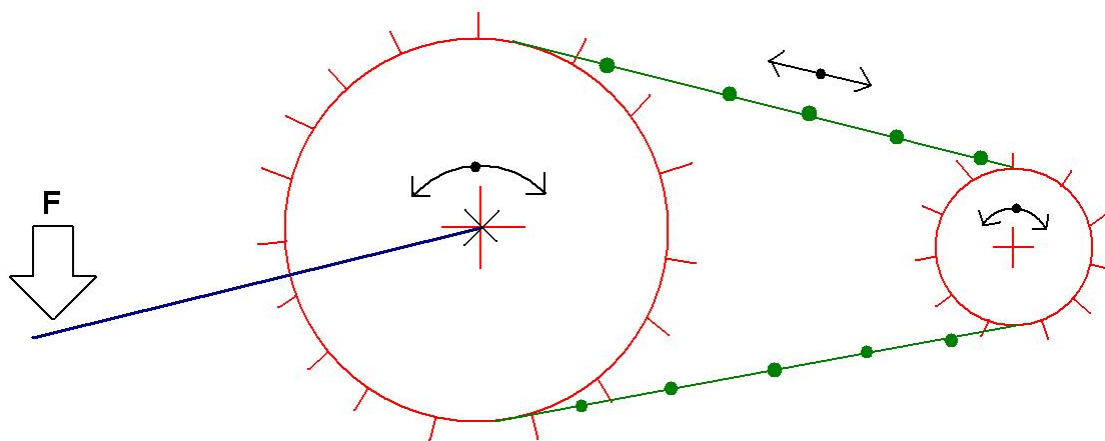
Matériel à se procurer/fabriquer par l'enseignant

- Voltmètre : préférable d'en avoir un par équipe pour mener les tests de fonctionnalité;
- Cordons de raccordement mixtes avec une pince alligator à une extrémité et une fiche banane à l'autre (pour le branchement du voltmètre au montage);
- Fil à électro-aimant
- Tuyau d'arrosage avec connecteur pour robinet;
- Tuyaux de plomberies pour raccorder la sortie d'eau du montage à l'égout : doit contenir un connecteur pour tuyau de plomberie d'un diamètre de deux pouces;
- Une dynamo de bicyclette que les élèves peuvent démonter.

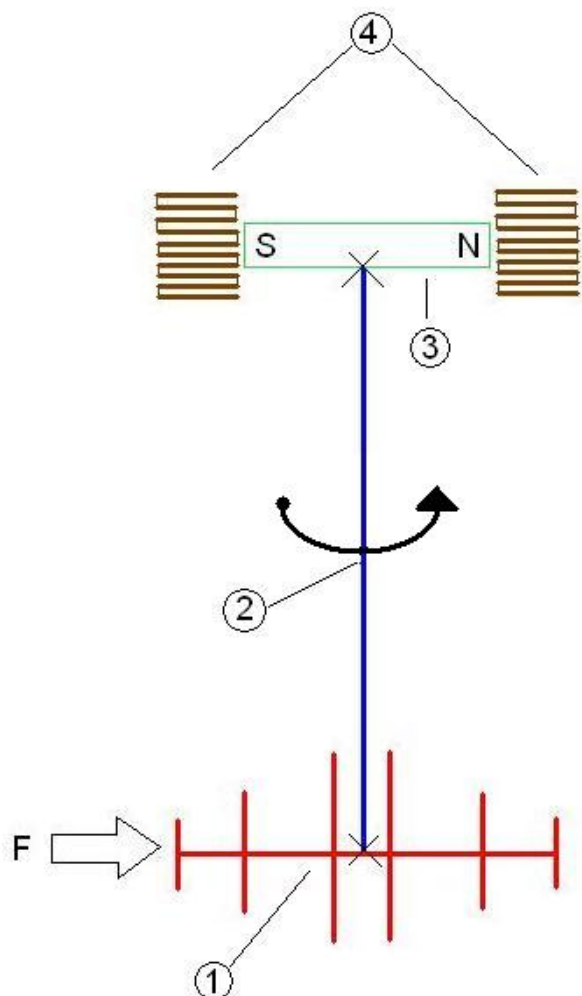
Matériel à posséder pour le fournir aux élèves.

- Clous, vis;
- Colles diverses (colle à bois, colle chaude, etc.);
- Ruban électrique;
- Matériaux de recyclage divers (bois, plastique, métaux);
- Tuyaux de plomberie en polychlorovinyl de différents diamètres;
- Aimants de tailles et de formes diverses;
- Outils.



Annexe 4 : Schéma de principe d'un pédalier

Annexe 5 : Schéma de principe en exemple et identification des pièces



Liste des pièces à identifier

(À utiliser lors de l'évaluation – voir grille 2)

1. Roue à ailettes, roue de la turbine, roue à pales
2. Axe, essieu
3. Aimant, rotor, partie mobile de l'alternateur
4. Bobines de fils conducteurs, stator, partie fixe de l'alternateur

Ce schéma est un outil très pratique lors du retour sur les schémas de principes fait avec les élèves. Il peut être dessiné au tableau ou présenté sous forme d'acétate. Sur celui-ci, seront retrouvés les pictogrammes appropriés de la schématisation tels que présentés par M. Denis Fyfe du Centre de Développement Pédagogique dans son document sur la schématisation.²

2. Centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie
Février 2006 (2)

Annexe 6 : Webographie

1. Liste de fausses conceptions
Département de l'instruction publique
Site officiel de l'enseignement de la physique de l'enseignement secondaire
Genève - Suisse
<http://bdp.ge.ch/webphys/enseigner/situations/html/listefaussesconceptions.html#electricite>
(site visité le 4 avril 2006)
2. Centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie
Février 2006
<http://www.cslaval.qc.ca/cdp/telechargement/schematisation.pdf>