

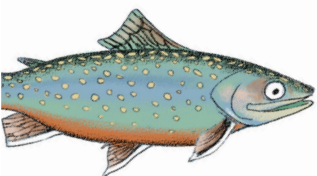
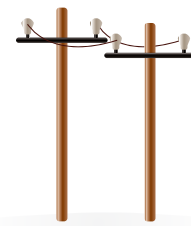


Trousse éducative

Élèves du 2^e cycle du primaire

ENVIRÖVOLT

GUIDE PÉDAGOGIQUE





C'est avec plaisir qu'Hydro-Québec vous propose une nouvelle édition de la trousse Envirovolt. Cette trousse permet aux jeunes de 3^e et 4^e année du primaire de devenir des apprentis-biologistes et de découvrir comment, dans le cadre de la construction et de l'exploitation d'un aménagement hydroélectrique et des lignes de transport et de distribution de l'électricité, on peut protéger les espèces vivantes et contribuer à préserver la biodiversité.

Diverses activités sont proposées : exercices d'observation et d'identification, jeu d'association, jeu de maquette, expérience scientifique et exercice de perception visuelle.

Nous remercions les enseignantes et enseignants, éditeurs et organismes qui ont participé de près ou de loin au développement de cette trousse.

Nous espérons que vos élèves en apprendront davantage sur l'hydroélectricité et l'environnement tout en s'amusant.

Table des matières

	PAGE
Message d'introduction	2
L'hydroélectricité en bref	2
Présentation de la trousse	3
Clientèle cible	3
Objectif	3
Approche pédagogique	3
Liens avec le <i>Programme de formation de l'école québécoise</i>	3
Scénario	4
Activités proposées	4
Vocabulaire	4
Contenu de la trousse	5
Guide pédagogique	5
Carnet de jeux	5
Matériel	5
Section 1 – ACTIVITÉS	7
ACTIVITÉ 1 – UNE CENTRALE S'INSTALLE!	9
• Étape 1 : Le milieu <i>Salle de classe</i>	10
• Étape 2 : Le milieu <i>Centrale hydroélectrique</i>	11
ACTIVITÉ 2 – BIOLOGISTES À L'ŒUVRE!	12
ACTIVITÉ 3 – LA BIODIVERSITÉ : UN TRÉSOR À PRÉSERVER	14
ACTIVITÉ 4 – LE BON NOMBRE DE PYLÔNES, AU BON ENDROIT	18
ACTIVITÉ 5 – LES MURS ONT DES OREILLES!	20
ACTIVITÉ 6 – DES POTEAUX CAMÉLÉONS	22
Section 2 – FICHES POUR LES ÉLÈVES (à photocopier)	27
Activité 1	29
Activité 2	33
Section 3 – FICHES DES SACS D'ÉCHANTILLONNAGE	35
Section 4 – ANNEXES	47
Annexe A – LISTE DU MATÉRIEL FOURNI	48
Annexe B – INFORMATION GÉNÉRALE SUR L'HYDROÉLECTRICITÉ AU QUÉBEC	49
Annexe C – AUTRES MESURES D'ATTÉNUATION MISES DE L'AVANT PAR HYDRO-QUÉBEC	50
Annexe D – GLOSSAIRE	51
Annexe E – BIBLIOGRAPHIE	53

Message d'introduction

L'électricité du Québec est presque entièrement produite à partir de sources renouvelables : 97 % provient de centrales hydroélectriques (certaines à réservoir et d'autres au fil de l'eau) et 3 % est généré par des parcs éoliens et des centrales thermiques.

Une centrale hydroélectrique est une installation qui utilise la force de l'eau pour produire de l'électricité.

L'implantation d'une telle installation modifie le milieu d'accueil. Il importe donc de mettre en place différentes mesures pour protéger l'environnement au moment tant de la construction que de l'exploitation d'un aménagement hydroélectrique. Les mesures d'atténuation permettent de réduire au minimum les changements apportés aux caractéristiques physiques du milieu de même que l'impact de ces changements sur les espèces vivantes.

La présente trousse pédagogique propose diverses activités qui permettent de faire ce qui suit :

- Découvrir ce qu'est un **milieu** (milieu de vie, milieu naturel) et ce qui le compose.
- Déterminer les **impacts sur l'environnement** de la construction d'une centrale hydroélectrique à réservoir, de la production de l'électricité et du transport de celle-ci jusqu'à la maison.
- S'informer sur les **mesures mises en place** par Hydro-Québec pour protéger les espèces, contribuer à préserver la biodiversité et réduire les impacts sur l'environnement.

L'hydroélectricité en bref

L'hydroélectricité est une forme d'énergie (invisible) produite par la force de l'eau. Elle doit franchir trois étapes avant qu'on puisse l'utiliser pour répondre à nos besoins quotidiens :

LA PRODUCTION

- Pour produire de l'hydroélectricité, on construit des **centrales à réservoir** et des **centrales au fil de l'eau**.
- Une **centrale à réservoir** est alimentée par l'eau qui s'accumule dans un lac artificiel créé au moyen d'un barrage. La forte dénivellation entre ce réservoir et la centrale qu'on appelle hauteur de chute, augmente considérablement la force de l'eau.
- Une **centrale au fil de l'eau** est alimentée directement par un cours d'eau et ne dispose pratiquement d'aucune réserve. Sa hauteur de chute est habituellement peu élevée; sa puissance varie donc suivant le débit du cours d'eau.
- Dans les deux cas, l'**eau** fait tourner la turbine plus ou moins vite selon le débit. À son tour, la turbine entraîne un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en électricité.

LE TRANSPORT

- L'électricité produite est transportée sur de longues distances dans des **lignes à haute tension**.
- Au départ de la centrale, la tension du courant est augmentée, puis réduite progressivement par des **postes de transformation**.
- Les lignes à haute tension sont supportées par des **pylônes**.

LA DISTRIBUTION

- La tension du courant est abaissée avant que l'électricité ne soit acheminée aux utilisateurs (maisons, écoles, commerces, hôpitaux, etc.). Cette réduction de tension se fait dans les postes satellites qui sont situés tout au long de la ligne de distribution.
- L'électricité est distribuée jusqu'aux maisons par des **lignes aériennes** soutenues par des **poteaux** ou par des **lignes souterraines** enfouies dans le sol.

> Pour plus d'information sur la production de l'hydroélectricité, voir l'**Annexe B** et visiter hydroquebec.com/comprendre.

Présentation de la trousse

Clientèle cible

Élèves du 2^e cycle du primaire.

Objectif

La trousse de jeu Envirovolt vise à améliorer les connaissances des élèves sur les activités environnementales menées par Hydro-Québec dans le cadre de ses projets de production, de transport et de distribution d'électricité.

Plus spécifiquement, la trousse de jeu Envirovolt permet de faire ce qui suit :

- Montrer que des préoccupations environnementales président à chaque étape de la construction d'une centrale hydroélectrique ainsi que pendant l'exploitation quotidienne du réseau de production, de transport et de distribution de l'électricité.
- Informer qu'il existe des mesures d'atténuation pour réduire les impacts, et ce, dans une perspective de développement durable.
- Éveiller la curiosité et l'intérêt pour les sciences associées à l'environnement et à l'hydroélectricité.
- Enseigner un vocabulaire spécialisé.

Approche pédagogique

Les activités proposées illustrent chacune une facette de la problématique environnementale soulevée.

- Elles appellent la participation active des élèves, en grand groupe ou en équipe.
- Elles incluent parfois une variable compétitive.
- Elles suscitent la réflexion et développent l'esprit critique.
- Elles allient l'apprentissage au plaisir.

Liens avec le Programme de formation de l'école québécoise

> COMPÉTENCES

Compétence d'ordre intellectuel

- Exploiter l'information.
- Résoudre des problèmes.
- Exercer son jugement critique.

Compétence d'ordre personnel et social

- Coopérer.

Compétence de l'ordre de la communication

- Communiquer de façon appropriée.

> DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Environnement et consommation

- Découvrir ce qu'est un environnement.
- Développer une distance critique à l'égard de l'exploitation de l'environnement et du développement technologique.

> DOMAINES D'APPRENTISSAGE

Matière

FRANÇAIS, LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Compétences disciplinaires

- Lire des textes variés.
- Communiquer oralement.

Progression des apprentissages

- Traiter efficacement les éléments d'information recueillis.
- Intégrer les informations nouvellement acquises.

Matière

SCIENCE ET TECHNOLOGIE et MATHÉMATIQUE

Voir le détail pour chaque activité.

Scénario

Le scénario est fictif, mais calqué sur la réalité :

Afin de répondre à la demande croissante d'électricité de la population du Québec, Hydro-Québec prévoit construire une centrale hydroélectrique à réservoir dans la région du Norais (région fictive).

Avant de déterminer l'emplacement de la future centrale, l'entreprise doit s'informer sur le milieu qui l'accueillera. Elle dépêche donc divers spécialistes, notamment les biologistes Julie Lapatience et Loïc Finregard, qui auront pour tâche de faire un inventaire des espèces vivantes qui s'y trouvent. Cet exercice permettra de prévoir les mesures d'atténuation à mettre en place afin de protéger les espèces vivantes et de réduire les impacts environnementaux (visuels, sonores, etc.) du projet.

Les élèves sont donc invités à devenir des apprentis biologistes afin de découvrir le travail de **réflexion** et de **collecte des données** qui précède la construction d'une centrale hydroélectrique à réservoir et des lignes de transport et de distribution de l'électricité. Ainsi, ils seront amenés à explorer les impacts environnementaux possibles d'un tel projet et à découvrir les mesures d'atténuation proposées par Hydro-Québec.

Activités proposées

La trousse Envirovolt propose six activités :

- Clés en main.
- Généralement indépendantes les unes des autres.
- Exigeant peu de préparatifs de la part de l'enseignant ou enseignante.

Activité 1

Une centrale s'installe!

Type d'activité : Exercice d'observation de différents milieux et de leurs caractéristiques environnementales.

Durée : Environ 50 minutes

Pages : 9 à 11

Activité 2

Biologistes à l'œuvre!

Type d'activité : Activité d'identification permettant de découvrir le métier de biologiste.

Durée : Environ 60 minutes

Pages : 12 à 13

Activité 3

La biodiversité : un trésor à préserver

Type d'activité : Jeu sur les mesures visant à réduire les impacts environnementaux de la construction et de l'exploitation d'un aménagement hydroélectrique.

Durée : Environ 60 minutes

Pages : 14 à 17

Activité 4

Le bon nombre de pylônes, au bon endroit

Type d'activité : Jeu de maquette permettant de découvrir les critères environnementaux de la construction d'une ligne de transport d'électricité.

Durée : Environ 60 minutes

Pages : 18 à 19

Activité 5

Les murs ont des oreilles!

Type d'activité : Expérience scientifique sur la réduction de l'impact sonore des postes de transformation.

Durée : Environ 30 minutes

Pages : 20 à 21

Activité 6

Des poteaux caméléons

Type d'activité : Exercice de perception visuelle d'une ligne de distribution d'électricité construite selon des critères environnementaux.

Durée : Environ 30 minutes

Pages : 22 à 23

Note : Si le temps manque, privilégier les activités suivantes :

- **Activité 1 : Introduction – Qu'est-ce qu'un milieu ?**
- **Activité 2 : Biologistes à l'œuvre!**
- **Activité 3 : La biodiversité : un trésor à préserver***

* *Note : **Les activités 2 et 3** sont fortement recommandées et sont complémentaires l'une de l'autre. Il importe de les **faire en continuité**.*

Vocabulaire

À l'**Annexe D** se trouve le glossaire dans lequel sont définis les termes touchant la production, le transport et la distribution de l'électricité, ainsi que l'écologie et les mesures d'atténuation.

Guide pédagogique

Le guide pédagogique se divise en quatre sections :

1. Activités

Cette section présente les détails et le déroulement de chacune des activités.

2. Fiches pour les élèves (à photocopier)

Pour les activités 1 et 2, l'enseignant ou enseignante devra photocopier des fiches à distribuer aux élèves. Celles-ci se trouvent dans la section 2 du présent guide.

3. Fiches des sacs d'échantillonnage (référence)

Cette section détaille le contenu des **sacs d'échantillonnage** qui servent à identifier dix espèces vivantes et qui seront utilisées à l'activité 2. Ces fiches regroupent les indices de la présence d'espèces vivantes, la ou les photos du lieu où les indices ont été relevés et les Notes du biologiste. Les fiches comportent aussi la description du contenu des **guides d'identification** des espèces.

4. Annexes

La section 4 présente cinq annexes qui comprennent la liste du matériel fourni, de l'information générale sur l'hydroélectricité au Québec, des mesures d'atténuation mises de l'avant par Hydro-Québec pour protéger les espèces et contribuer à préserver la biodiversité, le glossaire et la bibliographie.

Carnet de jeux

En plus des activités présentées dans ce guide, animées par l'enseignant ou enseignante, une série d'**exercices de renforcement** est offerte dans le Carnet de jeux.

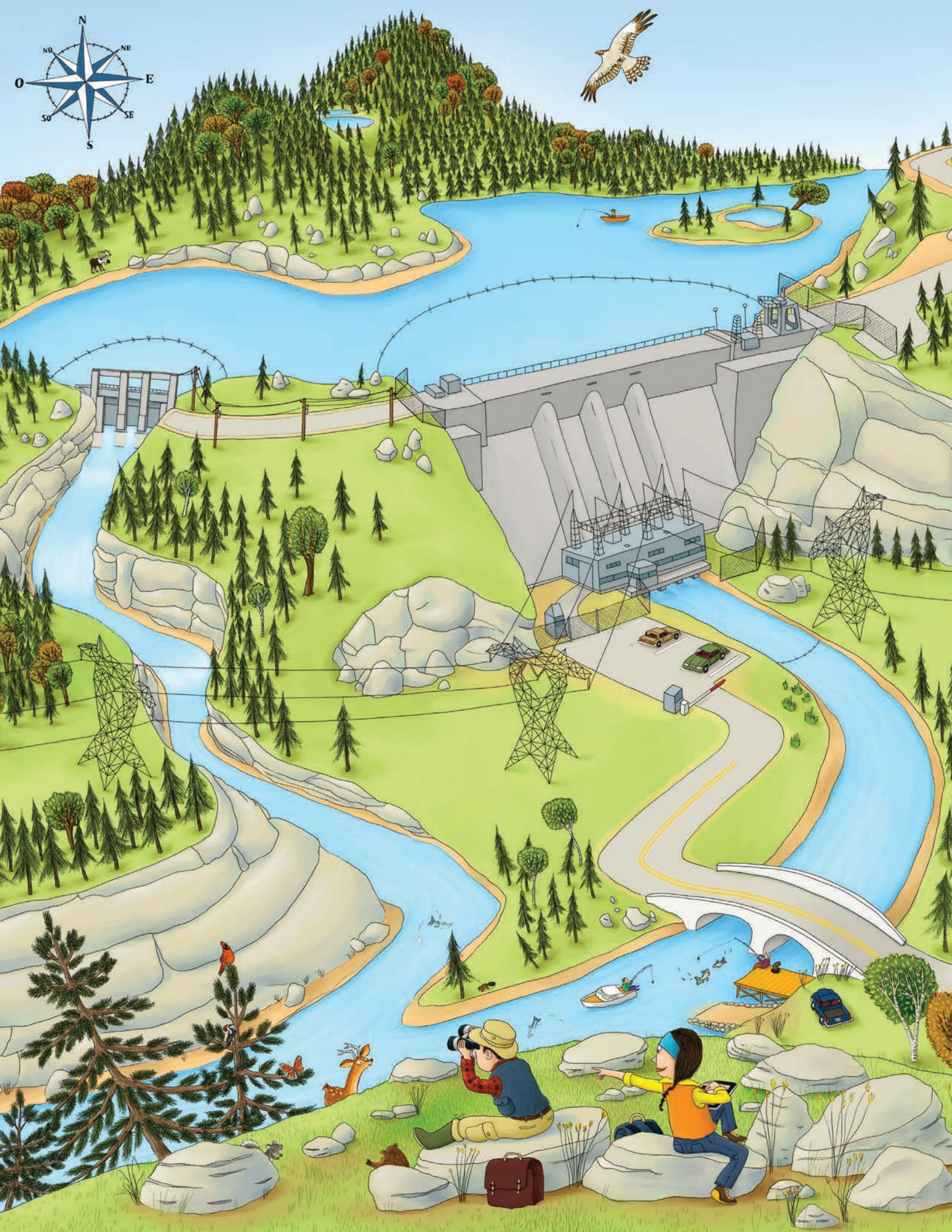
Les réponses se trouvent à la fin du Carnet de jeux.

À la fin de chacune des activités, remettre à chaque élève son Carnet de jeux respectif. Il est recommandé de **recupérer tous les carnets** pour les utilisations ultérieures.

Matériel

Le matériel nécessaire pour chacune des activités est indiqué dans sa description. La liste complète du matériel se trouve à l'**Annexe A**.

*Note : Afin de s'assurer que la trousse est complète, prière de remplir le **formulaire d'inventaire** du matériel fourni avant d'utiliser la trousse ET avant de la retourner au Conseil du loisir scientifique (CLS).*



Liste des activités



Activité 1 – Une centrale s’installe !

Qu’est-ce qu’un milieu ?

PAGE 9



Activité 2 – Biologistes à l’œuvre !

Qu’est-ce qu’un inventaire ?

PAGE 12



Activité 3 – La biodiversité : un trésor à préserver

La préservation de la biodiversité : essentielle au maintien de la vie ?

PAGE 14



Activité 4 – Le bon nombre de pylônes, au bon endroit

Comment réduire les impacts de l’installation d’une ligne de transport d’électricité ?

PAGE 18



Activité 5 – Les murs ont des oreilles !

Comment réduire l’impact sonore des postes de transformation ?

PAGE 20



Activité 6 – Des poteaux caméléons

Comment réduire l’impact visuel du réseau de distribution ?

PAGE 22

Conclusion

PAGE 25



Qu’est-ce qu’un milieu ?

La construction d’une centrale hydroélectrique s’inscrit dans un milieu qui a des caractéristiques environnementales particulières.

L’environnement consiste en tout ce qui nous entoure sur et dans le sol, dans l’eau et dans l’air. Lorsqu’on prévoit construire une centrale hydroélectrique, on choisit avec soin son emplacement, en tenant compte de tout ce qui s’y trouve. Pour faire le bon choix, on doit bien étudier l’**environnement** dans le milieu choisi.



Durée

50 minutes
(pour les deux étapes)



Objectifs

- Apprendre ce qu’est un milieu (milieu de vie, milieu naturel) et ce qui l’habite.
- Découvrir que modifier l’environnement peut avoir des impacts, mais qu’il est possible de les atténuer.

Liens avec le Programme de formation de l’école québécoise

DOMAINES D’APPRENTISSAGE

MATIÈRE	COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES	PROGRESSION DES APPRENTISSAGES
FRANÇAIS, LANGUE D’ENSEIGNEMENT	<ul style="list-style-type: none"> • Lire des textes variés. • Communiquer oralement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter efficacement les éléments d’information recueillis. • Intégrer les informations nouvellement acquises.
SCIENCE ET TECHNOLOGIE ET MATHÉMATIQUE	<ul style="list-style-type: none"> • Résoudre une situation problème de mathématiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tracer un plan de la salle de classe et faire des mesures.



Matériel

- Deux fresques de la région du Norais :
AVANT la construction de la centrale et
APRÈS la construction de la centrale
- 1 fiche : Description du milieu
Salle de classe (à photocopier)
- 1 fiche : Description du milieu AVANT
la construction de la centrale (à photocopier)
- 1 fiche : Description du milieu APRÈS
la construction de la centrale (à photocopier)



Mise en contexte

Pour découvrir ce qui caractérise l’environnement dans un milieu donné, l’activité 1 se divise deux étapes :

Étape 1 : Le milieu Salle de classe

Étape 2 : Le milieu Centrale hydroélectrique



Activité 1 – Une centrale s’installe !

EXERCICE D’OBSERVATION

Étape 1 Le milieu *Salle de classe*



Préparation

- Photocopier la fiche **Description du milieu *Salle de classe***, qui se trouve dans la deuxième section du guide, intitulée « Fiches pour les élèves (à photocopier) », page 29 (une copie par élève ou par équipe de deux ou trois).



Déroulement

- 1) Expliquer que le mot *milieu* peut avoir plusieurs sens. Entre autres, le dictionnaire Petit Robert le définit comme *ce qui entoure, ce dans quoi une chose ou un être se trouve*. Dans le site Web teteamodeler.com, on le définit comme *la partie du monde avec laquelle un être vivant est en contact [...] l'espace où vit et se développe un être vivant qu'il soit une bactérie, une plante, un animal ou un homme*.

Expliquer que la salle de classe constitue un milieu qui a des composantes environnementales.

- 2) Écrire le mot « environnement » au tableau.

- Demander aux élèves ce que le terme « environnement » évoque spontanément pour eux.
- Donner la définition : ce qui constitue le voisinage, l'entourage, le contexte, le décor.
- Que trouve-t-on dans un milieu ?
P. ex. : dans l'école, dans la ville, dans le parc, dans la forêt ?
- L'environnement est-il précieux ?
- Écrire au tableau tous les mots énoncés par les élèves et les catégoriser.
P. ex. :
 - Catégorie *Objets* : voitures, maisons, etc.
 - Catégorie *Faune et flore* : écureuil, poisson, gazon, fleur, arbre, etc.
 - Catégorie *Sons* : cloche d'école, klaxons, etc.

- 3) Faire remplir (individuellement ou en équipe) la fiche s'y rapportant.

Note : Préciser que nous ne sommes pas tous attentifs aux mêmes détails ; de ce fait, on a besoin des yeux de tous pour bien voir.

- Comparer brièvement les réponses des élèves.
- Faire dessiner le plan, à l'échelle, du milieu *Salle de classe* (facultatif).

- 4) Avant l'arrivée des élèves le matin (ou avec l'aide de deux ou trois élèves pendant la récréation), apporter un changement important à la salle de classe.

P. ex. :

- Disposer tous les pupitres en cercle.
- Enlever cinq ou six chaises d'élève.
- Installer le bureau ou la chaise de l'enseignant ou enseignante au milieu de la classe.

- 5) Susciter une réflexion chez les élèves au moyen des questions suivantes :

- Pourquoi a-t-on apporté ce **changement** à la salle de classe ?*
Réponses possibles : Pour favoriser la tenue d'un débat, pour organiser une activité spéciale, pour attirer l'attention des élèves, pour briser la routine, etc.
- Quels sont les **avantages** de ce changement ?*
Réponses possibles : Tous les élèves se voient, on brise la routine, on favorise l'entraide, etc.
- Quels sont les **inconconvénients** de ce changement ?*
Réponses possibles : Les bureaux sont plus serrés les uns contre les autres, le tableau n'est pas accessible à tous, certains élèves ne peuvent circuler aisément, etc.
- Quels sont les **moyens** que l'on pourrait utiliser pour réduire les inconconvénients du changement ?*
Réponses possibles : Inviter les élèves sans chaise à s'asseoir par terre, utiliser le tableau noir, aménager un espace pour faciliter la circulation des élèves, etc.

- 6) En conclusion de l'étape 1, expliquer que, lorsqu'on entreprend une activité ou un projet spécial, on doit parfois apporter des changements au milieu. Certains changements sont positifs ; d'autres nécessitent des ajustements.

C'est le cas pour des projets de construction d'un pont, d'une route, d'un centre commercial et d'une centrale électrique.

L'électricité qu'on consomme dans nos activités quotidiennes au Québec provient à 97 % de centrales hydroélectriques.



Étape 2

Le milieu Centrale hydroélectrique



Préparation

- Photocopier les fiches : **Description du milieu AVANT la construction de la centrale** et **Description du milieu APRÈS la construction de la centrale** (voir la section 2 du guide, pages 30 à 31).



Déroulement

- 1) Expliquer que la construction d’une centrale hydroélectrique à réservoir s’effectue dans un milieu ayant des caractéristiques environnementales particulières qu’il importe de bien connaître. De nombreux spécialistes (archéologues, géographes, biologistes, géologues, ingénieurs, sociologues, etc.) entrent en scène et se servent de leurs connaissances ainsi que de leur savoir-faire pour déterminer le meilleur endroit où construire la centrale.

> Afficher la fresque AVANT la construction de la centrale.

> Distribuer aux élèves la fiche Description du milieu AVANT la construction de la centrale.

- À l’aide de la fresque présentant le milieu de la région du Norais **avant** la construction de la centrale hydroélectrique, faire remplir (individuellement ou en équipe) la fiche s’y rapportant.

> Afficher la fresque APRÈS la construction de la centrale.

> Distribuer aux élèves la fiche Description du milieu APRÈS la construction de la centrale.

- À l’aide de la fresque présentant la région du Norais **après** la construction de la centrale hydroélectrique, faire remplir (individuellement ou en équipe) la fiche s’y rapportant.

- Ensuite, faire comparer les deux milieux – **avant** et **après** la construction de la centrale hydroélectrique :

Poser la question aux élèves :

Quelles différences remarque-t-on ?

- 2) Demander aux élèves s’ils ont déjà vu ou visité une centrale hydroélectrique ?

Questions pour alimenter la discussion (en référence au texte *L’hydroélectricité en bref...* dans le message d’introduction) :

- Où est-elle située ?
- Y a-t-il des pylônes aux alentours ? À quoi servent-ils ?
- Y a-t-il des pylônes ou des poteaux électriques près de leur maison ? Sont-ils de la même taille ?

Pour en savoir plus, visiter hydroquebec.com/visitez.

- 3) Préciser que, lorsque des changements surviennent dans un milieu, les animaux doivent s’adapter et parfois **modifier** leurs habitudes de vie.

- Plusieurs ont une bonne capacité d’adaptation :

- Lorsque son barrage est endommagé par un orage, le castor le répare.
- Lorsque son nid est détruit par un prédateur, l’oiseau le reconstruit ailleurs.
- Lorsque son territoire est incendié, l’ours se déplace et en adopte un nouveau.

- 4) Expliquer que la construction d’une centrale hydroélectrique implique que l’on apporte des changements au milieu, mais que :

- Des **mesures d’atténuation** concrètes permettent d’en réduire les impacts négatifs au minimum :

- Ces mesures sont conçues, développées et mises en place par des scientifiques compétents et expérimentés.
- Elles sont présentées à l’**activité 3** de la trousse pédagogique.



LE CARNET DE JEUX

À la fin de l’Activité 1, remettre à chaque élève un Carnet de jeux sur lequel il ou elle doit indiquer son nom. Les élèves font par eux-mêmes les exercices de renforcement présents dans le Carnet de jeux.

Ne pas oublier de récupérer les carnets à la fin de la période pour utilisation ultérieure.



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION

Qu'est-ce qu'un inventaire ?

Avant de construire une centrale hydroélectrique, il est important de bien connaître la faune et la flore de la région. Pour ce faire, des biologistes effectuent un inventaire des espèces vivantes qui y sont présentes. Toutefois, la tâche n'est pas toujours facile, car plusieurs animaux se cachent le jour. Nos fins détectives Julie Lapatience et Loïc Finregard sont donc à la recherche des moindres indices révélant leur existence !



Durée

Environ 60 minutes



Objectif

- S'informer sur le métier de biologiste et découvrir ce qu'est un inventaire.

Liens avec le Programme de formation de l'école québécoise

DOMAINES D'APPRENTISSAGE

MATIÈRE	COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES	PROGRESSION DES APPRENTISSAGES
FRANÇAIS, LANGUE D'ENSEIGNEMENT	<ul style="list-style-type: none"> • Communiquer oralement. • Lire des textes variés (Fiches sur les espèces vivantes). • Écrire des textes variés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traiter efficacement les éléments d'informations recueillis. • Intégrer les informations nouvellement acquises. • Utiliser du vocabulaire en lien avec les animaux et les végétaux selon leurs caractéristiques.
SCIENCE ET TECHNOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Communiquer à l'aide des langages utilisés en science. 	<ul style="list-style-type: none"> • Classer les êtres vivants. • Reconnaître des caractéristiques de l'univers vivant : caractéristiques physiques, habitat, comportements, besoins, relations entre les vivants.



Matériel

- Fresque AVANT la construction de la centrale.
- Fiche de l'apprenti biologiste (à photocopier).
- Illustrations des biologistes à l'œuvre sur le terrain, Julie Lapatience et Loïc Finregard.
- 10 sacs d'échantillonnage numérotés de 1 à 10.
- 10 guides d'identification numérotés de 1 à 10.



Mise en contexte

Montrer les images des biologistes et lire le texte suivant aux élèves :

« Je m'appelle Julie Lapatience et voici mon collègue, Loïc Finregard. Nous sommes biologistes et nous nous passionnons pour les plantes et les animaux. Pour faire ce métier, il faut avoir des yeux de lynx, une ouïe de chauve-souris et une patience de castor. Voilà qui nous ressemble ! »

« Avant de construire une centrale hydroélectrique et les lignes de transport et de distribution d'électricité qui l'accompagnent, il est important de faire un **inventaire** des espèces vivantes de la région. Un inventaire ? Hum ! Savez-vous ce que c'est et à quoi ça sert ? »



Préparation

- Photocopier la **Fiche de l'apprenti biologiste** (voir la section 2 du guide, page 33) (une copie par élève).



Déroulement

1) Décrire brièvement le métier de biologiste aux élèves.

C'est un ou une scientifique qui :

- étudie les espèces vivantes ;
- cherche à comprendre comment les espèces vivantes :
 - se nourrissent ;
 - s'abritent et se protègent contre leurs prédateurs ;
 - se reproduisent ;
 - se développent et grandissent ;
- utilise des outils spécifiques (pelle, trappe, jumelles, GPS, etc.) pour étudier les espèces vivantes et pour repérer des indices de leur présence (empreintes, marques de griffes ou de dents, plumes, œufs, nids, etc.) et prélever sur le terrain des échantillons qu'il intègre à l'inventaire ;
- travaille en laboratoire ou sur le terrain.

2) Expliquer que les biologistes Julie Lapatience et Loïc Finregard ont relevé des indices de la présence d'espèces vivantes dans la région du Norais qui accueillera la centrale hydroélectrique. Ils ont besoin de l'aide d'apprentis biologistes (les élèves) pour identifier ces espèces et effectuer l'inventaire.

3) Former dix équipes de deux ou trois élèves.

4) Remettre à chaque équipe un sac d'échantillonnage. Il contient :

- les Notes du biologiste ;
- des indices de la présence d'espèces vivantes (p. ex. : moulage, dent, morceau de fourrure, photo, œuf, etc.) ;
- une ou des photos du lieu où les indices ont été relevés.

5) Remettre à chaque équipe le guide d'identification qui correspond à son sac d'échantillonnage (ils ont le même numéro). Le guide d'identification comprend :

- deux fiches d'information de deux espèces vivantes (p. ex. : le castor du Canada et le porc-épic d'Amérique) ;
- des tableaux d'identification de différentes espèces.

6) Demander à chaque équipe de bien prendre connaissance de l'information (visuelle et textuelle) en sa possession et d'identifier l'espèce vivante à laquelle correspondent les indices.

Note : Les tableaux d'identification portent sur des espèces vivantes qui se ressemblent, mais qui présentent des différences. Les élèves auront donc à faire un travail de comparaison et d'analyse des données.

7) Remettre à chaque membre de l'équipe une Fiche de l'apprenti biologiste. Lui demander de remplir leur fiche en inscrivant :

- le nom de l'espèce ;
- trois indices ou informations qui ont permis à l'équipe d'identifier l'espèce vivante ;
- l'information sur l'espèce vivante qui a le plus retenu son attention.

8) Pour vérifier l'exactitude des réponses des élèves, se référer à la troisième section du guide, intitulée « Fiches des sacs d'échantillonnage ».

9) Demander à chaque équipe de présenter brièvement à la classe le fruit de son travail d'analyse.

Inviter les élèves à se déplacer pour aller voir le contenu des sacs d'échantillonnage des autres équipes (facultatif).

10) En conclusion, expliquer que l'inventaire aidera ultérieurement à cibler les mesures d'atténuation à mettre en place dans la région du Norais pour :

- protéger les espèces vivantes ;
- continuer à répondre à leurs besoins (se nourrir, s'abriter, se reproduire, se développer et grandir) ;
- préserver la biodiversité.

Ces mesures sont présentées en détail à l'Activité n° 3 : La biodiversité : un trésor à préserver.



LE CARNET DE JEUX

À la fin de l'Activité 2, remettre à chaque élève son Carnet de jeux dûment identifié à son nom. Les élèves font par eux-mêmes les exercices de renforcement présents dans le Carnet de jeux.

Ne pas oublier de récupérer les carnets à la fin de la période pour utilisation ultérieure.



Activité 3 – La biodiversité : un trésor à préserver

JEU LINNGO

La préservation de la biodiversité : essentielle au maintien de la vie ?

Lors de la construction d'une centrale hydroélectrique et d'un réseau de transport et de distribution d'électricité, Hydro-Québec met en place des mesures qui permettront de réduire au minimum les impacts de ses activités sur la faune et la flore. C'est ce qu'on appelle des **mesures d'atténuation**. Elle s'assure ainsi de **protéger les espèces** animales et végétales et contribue par le fait même à **préserver la biodiversité**.



Durée

Environ 60 minutes



Objectifs

- Apprendre ce qu'est la biodiversité.
- S'informer sur les mesures mises en place par Hydro-Québec pour la préserver.
- Découvrir comment celles-ci profitent aux espèces vivantes.

Liens avec le Programme de formation de l'école québécoise

DOMAINES D'APPRENTISSAGE

MATIÈRE	COMPÉTENCE DISCIPLINAIRE	PROGRESSION DES APPRENTISSAGES
SCIENCE ET TECHNOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Communiquer à l'aide des langages utilisés en science. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les besoins essentiels au métabolisme des êtres vivants. • Classer des êtres vivants selon leur règne. • Identifier des habitats ainsi que les populations animales et végétales qui y sont associées. • Décrire comment les animaux satisfont leurs besoins fondamentaux à l'intérieur de leur habitat. • Décrire des impacts des activités humaines sur l'environnement.



Matériel

- Fresque APRÈS la construction de la centrale
- Plateau de jeu Linngo¹ grand format avec un crayon effaçable
- Carnets de jeux des élèves, p. 14 : Activité 3, **Jeu Linngo**
- **Note importante** : le Jeu Linngo n'est pas un exercice de renforcement, mais l'élément principal de l'Activité 3.
- 16 cartes Espèce vivante
- Affiche accordéon Mesures d'atténuation
- 9 jetons illustrant chacun une mesure d'atténuation, à placer sur la fresque **APRÈS la construction de la centrale**

MATÉRIEL NON FOURNI

- Gomme



Déroulement

1) Expliquer aux élèves ce qu'est la biodiversité :

- Il s'agit de la diversité des espèces vivantes (p. ex. : les animaux – mammifères, oiseaux, insectes – et les végétaux – arbres, plantes, fougères).
- Elle définit la richesse d'un environnement (p. ex. : une forêt ou un lac).
- Elle varie selon les écosystèmes (p. ex. : le désert possède une faible biodiversité comparativement à la forêt tropicale).
- Elle procure oxygène et nourriture aux espèces vivantes en plus de contribuer à la régulation climatique.

1. Ce jeu a été nommé en l'honneur du biologiste suédois, Carl von Linné, né en 1707, qui a défini la classification des animaux et des végétaux, ainsi que leur nomenclature en latin.

2) Expliquer pourquoi il faut préserver la biodiversité :

- Parce que la qualité de vie, voire la survie de l'espèce humaine, en dépend.
- Parce qu'elle détermine le milieu de vie des espèces vivantes.
- Parce qu'elle permet la reproduction de la vie.
- Parce que les espèces vivantes sont interdépendantes et ont besoin les unes des autres pour survivre.

P. ex. :

- Les fleurs des plantes produisent du nectar, que les abeilles utilisent pour produire le miel qui les nourrira durant l'hiver. En butinant de fleur en fleur, les abeilles aident à la pollinisation des plantes en dispersant les grains de pollen qui restent accrochés à leurs poils.
- Les abeilles pollinisent un grand nombre d'espèces végétales qui produisent des fruits et des légumes (p. ex. : pommes, bleuets, fraises).

- Parce que le déséquilibre entre les espèces peut avoir des répercussions sur l'écosystème et sur notre qualité de vie à tous.

À chacune des étapes de la construction d'une centrale hydroélectrique et du réseau de transport et de distribution de l'électricité, Hydro-Québec cherche à protéger les espèces et à préserver la biodiversité. Une attention particulière est portée aux espèces vulnérables.

3) Indiquer aux élèves les principaux besoins de la flore et de la faune :

- Se nourrir.
- S'abriter (tout en se protégeant contre les prédateurs).
- Se reproduire.
- Se développer et grandir.
- Demander aux élèves de définir leurs propres besoins (facultatif) : *Et vous, quels sont vos besoins ? Sont-ils les mêmes ? Comment les comblez-vous ?*

4) Fixer au mur l'affiche Mesures d'atténuation. À l'aide de celle-ci, présenter une série de mesures mises de l'avant par Hydro-Québec pour protéger des espèces vivantes dans le cadre de ses projets de production, de transport et de distribution de l'électricité.

Pour construire une centrale hydroélectrique et un réseau de transport et de distribution de l'électricité, il faut apporter des **changements** au milieu qui peuvent avoir des impacts sur l'environnement et sur certains animaux et végétaux. Exemples d'actions :

> MODIFIER LA CONFIGURATION DE LA RIVIÈRE (NIVEAU D'EAU ET DÉBIT)

Pourquoi ? Pour construire le barrage.

MESURES D'ATTÉNUATION :

- **Création de frayères** : On aménage des frayères en ajoutant du sable, du gravier ou des pierres au fond des rivières et des ruisseaux peu profonds. Les poissons y déposent et y fécondent leurs œufs.

- **Installation d'échelles à poissons** : On construit des escaliers dans la rivière qui permettent aux poissons de franchir un obstacle (chute, barrage) et de poursuivre leur route.

> OUVRIR UN CHANTIER DE CONSTRUCTION

Pourquoi ? Pour construire le barrage et la centrale hydroélectrique et pour créer le réservoir.

MESURE D'ATTÉNUATION :

- **Pose de colliers émetteurs** : On pose un collier muni d'un émetteur à certains animaux pour suivre leurs déplacements et pour mieux connaître leurs habitudes de vie (alimentation, mise bas, etc.).

> ENNOYER CERTAINS MILIEUX HUMIDES

Pourquoi ? Pour créer un réservoir.

MESURE D'ATTÉNUATION :

- **Création de milieux humides** : On crée de nouveaux milieux humides pour favoriser le développement de végétaux et permettre à certains animaux de retrouver un habitat.

> ENNOYER DES ARBRES

Pourquoi ? Pour créer un réservoir.

MESURE D'ATTÉNUATION :

- **Installation de nichoirs** : On installe des nichoirs autour du nouveau réservoir pour les canards arboricoles (p. ex. : garrot d'Islande, garrot à œil d'or et grand harle).

> COUPER DES ARBRES

Pourquoi ? Pour construire une centrale hydroélectrique et des lignes de transport et de distribution de l'électricité.

MESURES D'ATTÉNUATION :

- **Formation d'andains** : On forme sur le sol des tas de débris de feuilles et de branches. Les petits animaux s'y cachent, s'y nourrissent et s'y reproduisent.
- **Maintien de chicots** : On laisse debout des troncs d'arbres morts ou abattus. Les champignons y poussent, et les oiseaux, les insectes, les petits rongeurs, etc. s'y cachent et s'y nourrissent.
- **Aménagement de plateformes de nidification** : On installe en hauteur des plateaux de bois sur lesquels les oiseaux de proie construisent leur nid.
- **Transplantation de végétaux** : On transplante les espèces végétales rares (p. ex. : la matteuccie fougère-à-l'autruche, l'ail des bois, la verge d'or) dans une forêt adjacente.

En coupant des arbres, on crée des corridors qu'on appelle emprises de lignes. Ces milieux ouverts renferment une grande biodiversité et sont très appréciés de certaines espèces dont les papillons, les rainettes faux-grillons, les chevreuils, les verges d'or.

Note : D'autres mesures d'atténuation mises en place par Hydro-Québec sont présentées à l'**Annexe C**.



Activité 3 – La biodiversité : un trésor à préserver

JEU LINNGO

5) Inviter les élèves à jouer au jeu Linngo.

BUT DU JEU

Associer aux espèces vivantes les mesures mises en place par Hydro-Québec pour aider ces espèces à s'adapter aux changements et pour contribuer à préserver la biodiversité.

















DÉROULEMENT DU JEU

- Fixer le plateau de jeu Linngo grand format sur le tableau, à titre de référence visuelle.
 - Remettre aux élèves leur carnet de jeux et leur demander de l'ouvrir à la page Jeu Linngo (p. 14) et de se munir d'un crayon pour y inscrire leurs réponses.
 - Placer en une pile les cartes Espèce vivante.
 - Piger celle du dessus et lire à voix haute la question inscrite.
 - Demander à chaque élève de trouver, à la lumière de l'information donnée, la ou les mesures qui semblent venir en aide à l'espèce vivante nommée. Faire mettre un X dans la case du tableau (dans le Carnet de jeux) qui correspond à la mesure qui semble la plus probable.
- Note : Plusieurs solutions peuvent venir en aide à une même espèce vivante.*
- Lire à voix haute les informations sous « Le savais-tu ? ».
 - Piger une autre carte Espèce vivante, poser la question à voix haute, laisser le temps aux élèves d'inscrire un X dans une ou plusieurs cases correspondantes et lire les informations sous « Le savais-tu ? ».
 - Procéder ainsi jusqu'à l'épuisement des cartes.
 - Corriger les réponses des élèves à l'aide du tableau suivant (voir aussi l'affiche Mesures d'atténuation).
 - Discuter avec les élèves de leurs choix de réponses.

EXEMPLE DE CARTE
ESPÈCE VIVANTE



CORRIGÉ DU JEU

																
Transplantation de végétaux	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Maintien de chicots	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formation d'andains	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Création de frayères	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aménagement de plateformes de nidification	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Installation d'échelles à poissons	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Création de milieux humides	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pose de colliers émetteurs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Installation de nichoirs	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



LE CARNET DE JEUX

À la fin de l'Activité 3, inviter les élèves à faire les exercices de renforcement présents dans le Carnet de jeux.

Ne pas oublier de récupérer les carnets à la fin de la période pour utilisation ultérieure.

- j. Avec de la gommette, faire placer les jetons montrant les mesures d'atténuation aux emplacements possibles sur la fresque **APRÈS la construction de la centrale** (voir tableau ci-dessous).
- k. En conclusion, expliquer que les mesures mises en place par Hydro-Québec contribuent à protéger les espèces vivantes et à préserver la biodiversité lors de la construction d'une centrale hydroélectrique ou d'une ligne de transport ou de distribution de l'électricité. Elles sont particulièrement utiles aux espèces rares ou plus sensibles.

LISTE DES MESURES D'ATTÉNUATION	EMPLACEMENTS POSSIBLES
TRANSPLANTATION DE VÉGÉTAUX Déplacement des espèces rares.	Dans le milieu naturel à proximité des aménagements hydroélectriques et des emprises de lignes de transport et de distribution.
MAINTIEN DE CHICOTS Conservation de troncs d'arbres morts ou coupés. Les champignons y poussent et les oiseaux, les insectes, les petits rongeurs, etc. s'y cachent et s'y nourrissent.	Dans les emprises de lignes de transport et de distribution.
FORMATION D'ANDAINS Création de tas de débris de feuilles et de branches. Les petits animaux s'y cachent, s'y nourrissent et s'y reproduisent.	Dans les emprises de lignes de transport et de distribution.
CRÉATION DE FRAYÈRES Constitution de lits de sable, de gravier ou de roches au fond des rivières et des ruisseaux peu profonds. Les poissons y déposent et y fécondent leurs œufs.	Dans la rivière ou le réservoir, près des aménagements hydroélectriques.
AMÉNAGEMENT DE PLATEFORMES DE NIDIFICATION Construction de plateaux de bois en hauteur où de gros oiseaux construisent leur nid.	À proximité du réservoir et des emprises de lignes de transport et de distribution.
INSTALLATION D'ÉCHELLES À POISSONS Positionnement d'escaliers dans la rivière qui permettent aux poissons de franchir un obstacle (chute, barrage) et de poursuivre leur route.	Dans la rivière, à la hauteur de la centrale hydroélectrique.
CRÉATION DE MILIEUX HUMIDES Remplacement des milieux humides qui ont été ennoyés et pour accueillir certains animaux qui ont perdu leur habitat.	À proximité du réservoir.
POSE DE COLLIERS ÉMETTEURS Utilisation de colliers munis d'un émetteur que l'on fixe à certains animaux pour suivre leurs déplacements et ainsi mieux connaître leurs habitudes de vie.	À proximité des aménagements hydroélectriques et dans les emprises de lignes de transport.
INSTALLATION DE NICHIRS Fixation de cabanes à des arbres et à des poteaux pour aider à la nidification des oiseaux.	En bordure du réservoir.

➤ Pour connaître d'autres mesures d'atténuation mises de l'avant par Hydro-Québec, voir l'Annexe C.



Activité 4 – Le bon nombre de pylônes, au bon endroit

JEU DE MAQUETTE

Comment réduire les impacts de l'installation d'une ligne de transport d'électricité ?

Une fois la centrale hydroélectrique construite, il faut transporter l'électricité jusqu'aux lieux de consommation. Les pylônes remplissent cette fonction. Mais attention, on ne les installe pas n'importe où !



Durée

Environ 60 minutes



Objectifs

- Apprendre comment on transporte l'électricité sur de longues distances depuis la centrale hydroélectrique jusqu'à la maison, l'école, etc.
- Découvrir comment on réduit l'impact des lignes de transport sur l'environnement.

Liens avec le Programme de formation de l'école québécoise

DOMAINES D'APPRENTISSAGE

MATIÈRE	COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES	PROGRESSION DES APPRENTISSAGES
SCIENCE ET TECHNOLOGIE	<ul style="list-style-type: none">• Proposer des solutions à des problèmes d'ordre scientifique.• Communiquer à l'aide des langages utilisés en science.	<ul style="list-style-type: none">• Décrire les impacts de l'activité humaine sur l'environnement.
MATHÉMATIQUE	<ul style="list-style-type: none">• Résoudre une situation problème mathématique.	<ul style="list-style-type: none">• Tracer un plan et faire des mesures.• Effectuer des opérations de repérage dans un plan.



Matériel

- Fresque APRÈS la construction de la centrale
- 10 maquettes avec les éléments suivants :
 - Cours d'eau
 - Montagne
 - Parc national
 - Zone agricole
 - Zone d'habitation
 - Points de départ et d'arrivée de la ligne de transport
- Modèles à découper :
 - Arbres
 - Maisons
 - Montagne
 - Pylônes

MATÉRIEL NON FOURNI

- Ciseaux



Mise en contexte

Expliquer ce qu'est une **ligne de transport d'électricité** et sa fonction :

- Les **lignes à haute tension** servent à transporter l'électricité sur de longues distances, depuis la centrale jusqu'aux centres de consommation. Elles sont soutenues par des supports verticaux : les pylônes.
- L'électricité passe par des **postes de transformation** qui réduisent successivement la tension du courant. Ensuite, elle est acheminée par des **lignes de distribution** jusqu'aux lieux de consommation (maisons, écoles, commerces, industries, fermes, etc.).
- À son départ de la centrale, l'électricité est transportée dans des lignes à une haute tension pouvant atteindre 735 kV (735 000 volts). À son arrivée à la maison, la tension a été réduite, à 120 ou à 240 volts, grâce aux **transformateurs**.
- Lorsqu'on construit une ligne de transport, on doit tenter de réduire les impacts sur l'environnement en trouvant **le meilleur tracé possible** et en **tenant compte de plusieurs composantes sensibles du milieu** : boisé rare, paysages valorisés, secteurs habités, etc.



Au début des années 1960, **Jean-Jacques Archambault**, jeune diplômé de l'École Polytechnique de Montréal et ingénieur à Hydro-Québec, propose une solution audacieuse pour réussir à transporter d'énormes quantités d'énergie à la fois : des lignes à 735 kV. Du jamais vu !

Cette découverte, mondialement reconnue et reprise dans d'autres pays, permet l'exploitation de l'immense potentiel hydroélectrique du nord québécois et entraîne une foule d'innovations technologiques.

Cet exploit est reconnu comme l'une des dix plus importantes innovations technologiques du XX^e siècle.



Déroulement

DÉFI À RELEVER

Installer sur la maquette du territoire du Norais une ligne de transport à 735 kV qui reliera les points A et B. Les jeunes devront choisir le meilleur tracé pour la ligne de transport, c'est-à-dire un tracé court et bien intégré au milieu.

1) Diviser les élèves en dix équipes et leur remettre une maquette et les modèles à découper : pylônes, maisons et montagnes.

2) Expliquer le défi aux élèves et préciser les consignes à respecter selon Hydro-Québec; écrire les mots clés au tableau :

- Choisir le tracé le **plus court** et le **mieux intégré** au milieu naturel.
- Installer **le moins de pylônes possible** pour réduire les coûts associés à leur achat et à leur installation.
- Respecter la **distance maximale** permise entre deux pylônes à l'aide du gabarit indiqué sur une planche de modèles de pylônes à découper.
- **Éviter**, dans la mesure du possible, de traverser les **cours d'eau**.
- En milieu agricole, faire passer la ligne **en bordure des terres**.
- Dans la mesure du possible, suivre **le flanc** ou **le pied** des montagnes, ou encore les vallées.
- **Éviter les zones urbaines**.
- **Contourner les parcs nationaux** et les espaces naturels protégés.
- **IMPORTANT** : Les équipes ne respectant pas la distance maximale entre les pylônes sont éliminées.

3) Expliquer que l'équipe gagnante sera celle qui aura respecté ces consignes et planifié le tracé le moins coûteux.

Le coût de la ligne est fixé par :

- le coût des matériaux (pylônes);
- le coût environnemental (perturbation des milieux naturel et humain).

4) Cibler les erreurs commises (p. ex. : Votre ligne traverse-t-elle un milieu urbain) et faites calculer les points d'amende pour chacune.

CALCUL DU COÛT DE LA LIGNE DE TRANSPORT (POINTS D'AMENDE)

Nombre de pylônes = 1 point par pylône
 Traversée d'un cours d'eau = 1 point
 Passage à travers une terre agricole = 2 points
 Passage au sommet d'une montagne = 3 points
 Passage en milieu urbain = 5 points
 Passage interdit dans un parc national = 10 points
 Distance maximale entre les pylônes non respectée = élimination

5) Déterminer l'équipe gagnante qui aura accumulé le moins de points d'amende. Plusieurs maquettes peuvent obtenir le même pointage (plus d'une équipe gagnante).

6) Alimenter une discussion à l'aide des questions suivantes :

- Pourquoi est-il préférable d'éviter les zones habitées ?
- Pourquoi n'installe-t-on pas de pylônes dans les parcs nationaux ?



LE CARNET DE JEUX

À la fin de l'Activité 4, remettre à chaque élève son Carnet de jeux dûment identifié à son nom. Les élèves font par eux-mêmes les exercices de renforcement présents dans le Carnet de jeux.

Ne pas oublier de récupérer les carnets à la fin de la période pour utilisation ultérieure.



Activité 5 – Les murs ont des oreilles !

EXPÉRIENCE SCIENTIFIQUE

Comment réduire l'impact sonore des postes de transformation ?

Sur son parcours vers les centres de consommation, l'électricité passe par une série de postes de transformation. Ceux-ci contiennent des équipements, notamment les transformateurs, qui peuvent être bruyants. Heureusement, il existe des solutions pour atténuer leur impact sonore.



Durée

Environ 30 minutes



Objectifs

- Apprendre que des matériaux isolent du bruit et que certains y parviennent mieux que d'autres.
- Découvrir comment les murs coupe-son sont utilisés pour réduire le bruit.

Liens avec le Programme de formation de l'école québécoise

DOMAINE D'APPRENTISSAGE

MATIÈRE	COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES	PROGRESSION DES APPRENTISSAGES
SCIENCE ET TECHNOLOGIE	<ul style="list-style-type: none">• Proposer des solutions à des problèmes d'ordre scientifique.• Communiquer à l'aide des langages utilisés en science.	<ul style="list-style-type: none">• Reconnaître les impacts sonores de l'activité humaine sur l'environnement.



Matériel

- Boîte de carton
- Photo d'un poste de transformation
- Minuterie
- Matériaux de remplissage :
 - 1 sac de terre
 - 1 sac de gravier
 - 1 sac de pépites de styromousse
 - 1 sac de morceaux de tissu
- Photo d'un mur coupe-son
- 5 sacs en plastique transparent contenant du gravier, du sable, des pépites de styromousse, du tissu et du papier

MATÉRIEL NON FOURNI

- Boulettes de papier journal



Mise en contexte

Les postes de transformation peuvent être construits de façon à réduire le bruit associé aux équipements qui servent à élever ou à réduire la tension (montrer la photo du poste de transformation).



Déroulement

DÉFI À RELEVER

Dans le cadre d'une expérience scientifique réalisée par l'enseignant ou enseignante, déterminer :

- si tous les matériaux isolent du bruit de la même façon ;
- quel est le matériau le plus efficace pour réduire le son d'une minuterie placée dans une boîte de carton.

1) Diviser les élèves en équipes de quatre et expliquer le défi.

2) Dans le but de répondre à la question suivante, faire circuler dans la classe les sacs de plastique contenant les matériaux de remplissage.

3) Demander aux équipes de formuler une hypothèse en réponse à la question suivante :

Quel matériau insonorisera le mieux la boîte de carton : la terre, le tissu, le gravier, les pépites de styromousse ou les boulettes de papier journal ?

4) Écrire au tableau l'hypothèse de chaque équipe :

Je pense que le matériau qui insonorisera le mieux la boîte est _____ parce que _____

5) Devant la classe, régler la minuterie de manière à ce qu'elle sonne dans 30 secondes, la placer dans la boîte de carton, la couvrir d'un des matériaux de remplissage autre que le gravier et refermer la boîte. Demander aux élèves d'être attentifs au bruit de la sonnerie (intensité, clarté, etc.) afin de tester l'insonorisation.

6) Procéder de la même façon avec chacun des matériaux de remplissage (au total : cinq matériaux, cinq essais). **Important : faire l'essai avec le gravier en dernier.**

7) À la fin des cinq essais, demander aux équipes de déterminer quel matériau a le mieux insonorisé la boîte, et de justifier leur choix.

8) Valider les réponses et annoncer les équipes gagnantes.

Réponse : Le matériau qui insonorise le mieux est le **gravier**.

> Pourquoi le gravier assure-t-il la meilleure insonorisation ?

L'insonorisation consiste à utiliser des matériaux absorbants ou isolants pour réduire le bruit qui entre dans une pièce ou qui en sort. Le gravier est un matériau poreux qui absorbe le son (les ondes s'introduisent et se perdent dans les espaces entre les pierres).

Dans l'expérience scientifique, les propriétés absorbantes du gravier ont permis de réduire le bruit de la sonnerie de la minuterie.

> Que pourrait-on faire pour étouffer le son encore plus ?

- Bloquer la transmission des vibrations sonores. Le **béton**, qui est un matériau lourd, a cette propriété.
- Empêcher les fuites, en plaçant, par exemple, la boîte dans un coffret de béton.

Une bonne isolation acoustique exige une **étanchéité** parfaite, car le son se déplace comme l'eau et peut s'infiltrer dans la moindre ouverture.

9) Expliquer qu'Hydro-Québec utilise des équipements **réducteurs de bruit** pour insonoriser les postes de transformation.

- Quels sont les matériaux ou aménagements utilisés pour insonoriser ces postes ? Faire voter les élèves :
 - Buttes de terre ?
 - Murs de métal ?
 - Murs de béton ?
 - Buissons ?
 - Clôtures en bois ?
 - Arbres ?
 - Murs de plastique ?
 - Forêts ?

RÉPONSES :

- Hydro-Québec entoure les transformateurs de **murs coupe-son en béton** (comme ceux érigés en bordure des autoroutes) et **en métal**. Elle cherche également à utiliser des équipements moins bruyants.
- Pour dissimuler ces murs coupe-son, l'entreprise réalise des aménagements paysagers : **buttes de terre** et **rideaux de buissons** ou d'arbres.

Montrer la photo du mur coupe-son.



LE CARNET DE JEUX

À la fin de l'Activité 5, remettre à chaque élève son Carnet de jeux dûment identifié à son nom. Les élèves font par eux-mêmes les exercices de renforcement présents dans le Carnet de jeux.

Ne pas oublier de récupérer les carnets à la fin de la période pour utilisation ultérieure.



Activité 6 – Des poteaux caméléons

EXERCICE DE PERCEPTION VISUELLE

Comment réduire l'impact visuel du réseau de distribution ?

Lorsque la tension du courant a été réduite dans les postes de transformation, l'électricité peut être distribuée jusqu'aux maisons par des fils soutenus par des poteaux ou enfouis dans le sol.



Durée

Environ 30 minutes



Objectif

- Apprendre qu'Hydro-Québec respecte des critères précis d'esthétique au moment de localiser puis d'installer les poteaux et les appareils tout au long de ses lignes de distribution.

Liens avec le Programme de formation de l'école québécoise

DOMAINE D'APPRENTISSAGE

MATIÈRE	COMPÉTENCE DISCIPLINAIRE	PROGRESSION DES APPRENTISSAGES
SCIENCE ET TECHNOLOGIE	<ul style="list-style-type: none"> • Proposer des solutions à des problèmes d'ordre scientifique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître les impacts de l'activité humaine sur l'environnement.



Matériel

- 10 jeux de 7 pièces de casse-tête



Mise en contexte

Comment Hydro-Québec peut-elle réduire l'impact visuel des fils électriques qui transportent l'électricité jusqu'à la maison ? En établissant et en respectant certains critères d'installation.



Déroulement

1) Expliquer qu'il existe différents types de milieu pour lesquels des critères esthétiques précis s'appliquent au moment de l'installation des lignes électriques sur le territoire.

- Rural : installer la ligne d'un seul côté de la route.
- Urbain : éviter que les fils électriques traversent une rue.
- Patrimonial : enfouir les fils à proximité des bâtiments ou des sites d'intérêt patrimonial (église, musée, etc.).
- Résidentiel aérien : ne pas entraver la vue depuis les balcons, les fenêtres, etc. ; installer un poteau près de la limite d'un lot ; éviter les parcs.
- Résidentiel souterrain : installer des transformateurs de couleur verte ; les installer de façon à préserver l'apparence des terrains devant les bâtiments.

En respectant ces critères, Hydro-Québec s'assure que les lignes électriques, les transformateurs et les autres équipements sont moins visibles et qu'ils s'intègrent mieux au paysage.

2) Former des équipes de deux à quatre élèves.

3) Remettre à chaque équipe les pièces du casse-tête.

Note : Une face de chaque pièce montre le mauvais choix de disposition des fils électriques et l'autre, le bon.

4) Demander aux équipes de placer du bon côté chacune des pièces du casse-tête en tenant compte des critères esthétiques de localisation.



LE CARNET DE JEUX

À la fin de l'Activité 6, remettre à chaque élève son Carnet de jeux dûment identifié à son nom. Les élèves font par eux-mêmes les exercices de renforcement présents dans le Carnet de jeux.

Ne pas oublier de récupérer les carnets à la fin de la période pour utilisation ultérieure.

- 5) Faire placer les sept pièces correctement bout à bout, à la manière d'un casse-tête linéaire. L'image reconstituée représente la meilleure intégration possible du réseau de distribution dans le paysage (voir le corrigé ci-dessous).
- 6) Discuter avec les élèves des solutions adoptées par Hydro-Québec pour faciliter l'intégration visuelle des lignes électriques.

> Informations utiles

Pour aider à intégrer les lignes électriques au paysage, Hydro-Québec accorde une attention particulière :

- au relief et à la configuration des routes;
- au choix des arbres et à la façon de les tailler;
- à l'emplacement des poteaux;
- à la couleur de l'équipement.

La meilleure solution demeure l'enfouissement des lignes électriques, mais il coûte... trois fois plus cher que l'intégration des lignes aériennes!

MILIEU	RECTO (MAUVAIS CHOIX)		VERSO (BON CHOIX)	
Rural	Une ligne de chaque côté de la route		Une ligne d'un seul côté de la route	
Patrimonial	Une rue dans laquelle les fils forment une toile d'araignée		Une rue que les fils ne traversent pas	
Patrimonial	Un poteau devant un site d'intérêt patrimonial		Une ligne qui est enfouie à proximité d'un bâtiment ou d'un site d'intérêt patrimonial	
Résidentiel avec réseau aérien	Un poteau devant une fenêtre		Un poteau qui n'entrave pas la vue depuis les balcons, les fenêtres, etc. Un poteau près de la limite d'un lot	
Résidentiel avec réseau aérien	Une ligne qui traverse un parc		Une ligne qui contourne un parc	
Résidentiel avec réseau souterrain	Un transformateur de couleur orange fluo		Un transformateur de couleur verte	
Résidentiel avec réseau souterrain	Un transformateur dans une rocaille devant une fenêtre		Un transformateur qui n'est pas placé devant la maison	

Conclusion

Divers moyens sont mis en œuvre pour protéger les espèces animales et végétales et préserver la biodiversité lors de la construction et pendant l'exploitation d'un réseau électrique.

Chacun peut aussi contribuer à sa façon à assurer une bonne qualité de vie dans un environnement sain. Une des façons est de consommer l'énergie de façon responsable.

Demander aux élèves quels gestes poser pour réduire leur consommation d'électricité : à la maison, à l'école, dans leurs loisirs ?

Voici quelques gestes :

- *J'éteins la lumière en quittant une pièce.*
- *Je prends une douche courte plutôt qu'un bain.*
- *Je ferme rapidement la porte du réfrigérateur.*
- *J'éteins l'ordinateur dès que j'ai fini de l'utiliser.*
- *J'évite de monter le thermostat au moindre frisson. J'enfile plutôt un bon chandail.*



Fiches pour les élèves (à photocopier)



Activité 1 – Une centrale s’installe !

Étape 1

PAGE

FICHE : Description du milieu *Salle de classe* 29

Étape 2

FICHE : Description du milieu AVANT la construction de la centrale 30

FICHE : Description du milieu APRÈS la construction de la centrale 31



Activité 2 – Biologistes à l’œuvre !

Fiche de l’apprenti biologiste 33



Activité 1 – Une centrale s’installe !

QU’EST-CE QU’UN MILIEU ?



Description du milieu



Coche les éléments présents dans ta salle de classe :

Date de l’observation		
Heure		
Saison	<input type="radio"/> été	<input type="radio"/> automne <input type="radio"/> hiver <input type="radio"/> printemps
Population	Nombre d’adultes : _____	Nombre d’enfants • Filles : _____ • Garçons : _____
Mobilier	<input type="radio"/> Bureau de l’enseignant ou enseignante <input type="radio"/> Table de billard <input type="radio"/> Bibliothèque <input type="radio"/> Table <input type="radio"/> Pupitres <input type="radio"/> Chaises <input type="radio"/> Armoire	Autres : _____ _____ _____
Animaux	<input type="radio"/> Rongeurs (lapin, hamster, etc.) <input type="radio"/> Poissons <input type="radio"/> Tortues <input type="radio"/> Oiseaux <input type="radio"/> Ourson en peluche	Autres : _____ _____ _____
Végétaux	<input type="radio"/> Plantes <input type="radio"/> Saule pleureur <input type="radio"/> Cactus <input type="radio"/> Fleurs	Autres : _____ _____ _____
Éclairage	<input type="radio"/> Luminaires au plafond <input type="radio"/> Lampes <input type="radio"/> Veilleuses	Autres : _____ _____ _____
Appareils électriques	<input type="radio"/> Radio <input type="radio"/> Ordinateur <input type="radio"/> Barre d’alimentation <input type="radio"/> Enregistreuse <input type="radio"/> Tableau blanc interactif <input type="radio"/> Télévision <input type="radio"/> Lecteur de CD <input type="radio"/> Lecteur de DVD <input type="radio"/> Lecteur de VHS	Autres : _____ _____ _____ _____
Système de chauffage	<input type="radio"/> Radiateurs à eau <input type="radio"/> Plinthes électriques <input type="radio"/> Couvertures	Autres : _____ _____ _____
Environnement sonore	<input type="radio"/> Musique <input type="radio"/> Chants d’oiseaux <input type="radio"/> Gazouillis de bébé <input type="radio"/> Automobiles	Autres : _____ _____ _____



Activité 1 – Une centrale s’installe !

QU’EST-CE QU’UN MILIEU ?



Description du milieu AVANT la construction de la centrale



En observant bien **la fresque**, coche les éléments présents dans le milieu avant la construction de la centrale hydroélectrique :

Date de l’observation			
Heure			
Saison	<input type="radio"/> été	<input type="radio"/> automne	<input type="radio"/> hiver <input type="radio"/> printemps
Terrains avoisinants	<input type="radio"/> Parc <input type="radio"/> Stationnement <input type="radio"/> Terres agricoles <input type="radio"/> Colline, montagne	<input type="radio"/> Camping <input type="radio"/> Terrain de soccer <input type="radio"/> Terrain de golf	Autres : _____ _____ _____
Réseau routier avoisinant	<input type="radio"/> Rues <input type="radio"/> Boulevards <input type="radio"/> Autoroutes	<input type="radio"/> Pistes cyclables <input type="radio"/> Sentiers de randonnée	Autres : _____ _____
Installations liées à l’électricité	<input type="radio"/> Réservoir <input type="radio"/> Barrage <input type="radio"/> Pylônes électriques <input type="radio"/> Poteaux électriques	<input type="radio"/> Postes de transformation <input type="radio"/> Centrales <input type="radio"/> Éoliennes	Autres : _____ _____ _____
Habitations	<input type="radio"/> Maisons <input type="radio"/> Chalets	<input type="radio"/> Tentés <input type="radio"/> Igloos	Autres : _____ _____
Quartiers	<input type="radio"/> Résidentiel <input type="radio"/> Commercial	<input type="radio"/> Rural <input type="radio"/> Industriel	Autres : _____ _____
Faune	<input type="radio"/> Oiseaux <input type="radio"/> Mammifères <input type="radio"/> Poissons <input type="radio"/> Insectes	<input type="radio"/> Amphibiens <input type="radio"/> Reptiles	Autres : _____ _____ _____
Flore	<input type="radio"/> Arbres <input type="radio"/> Plantes au sol (herbacées)	<input type="radio"/> Fleurs <input type="radio"/> Buissons, haies	Autres : _____ _____
Cours d’eau	<input type="radio"/> Rivières <input type="radio"/> Fleuve	<input type="radio"/> Lacs <input type="radio"/> Ruisseaux	Autres : _____ _____
Environnement sonore	<input type="radio"/> Musique <input type="radio"/> Chants d’oiseaux	<input type="radio"/> Chants de baleines <input type="radio"/> Automobiles	Autres : _____ _____



Activité 1 – Une centrale s’installe !

QU’EST-CE QU’UN MILIEU ?



Description du milieu *APRÈS* la construction de la centrale



En observant bien **la fresque**, coche les éléments présents dans le milieu après la construction de la centrale hydroélectrique :

Date de l’observation			
Heure			
Saison	<input type="radio"/> été	<input type="radio"/> automne	<input type="radio"/> hiver <input type="radio"/> printemps
Terrains avoisinants	<input type="radio"/> Parc <input type="radio"/> Stationnement <input type="radio"/> Terres agricoles <input type="radio"/> Colline, montagne	<input type="radio"/> Camping <input type="radio"/> Terrain de soccer <input type="radio"/> Terrain de golf	Autres : _____ _____ _____
Réseau routier avoisinant	<input type="radio"/> Rues <input type="radio"/> Boulevards <input type="radio"/> Autoroutes	<input type="radio"/> Pistes cyclables <input type="radio"/> Sentiers de randonnée	Autres : _____ _____
Installations liées à l’électricité	<input type="radio"/> Réservoir <input type="radio"/> Barrage <input type="radio"/> Pylônes électriques <input type="radio"/> Poteaux électriques	<input type="radio"/> Postes de transformation <input type="radio"/> Centrales <input type="radio"/> Éoliennes	Autres : _____ _____ _____
Habitations	<input type="radio"/> Maisons <input type="radio"/> Chalets	<input type="radio"/> Tentés <input type="radio"/> Igloos	Autres : _____ _____
Quartiers	<input type="radio"/> Résidentiel <input type="radio"/> Commercial	<input type="radio"/> Rural <input type="radio"/> Industriel	Autres : _____ _____
Faune	<input type="radio"/> Oiseaux <input type="radio"/> Mammifères <input type="radio"/> Poissons <input type="radio"/> Insectes	<input type="radio"/> Amphibiens <input type="radio"/> Reptiles	Autres : _____ _____ _____
Flore	<input type="radio"/> Arbres <input type="radio"/> Plantes au sol (herbacées)	<input type="radio"/> Fleurs <input type="radio"/> Buissons, haies	Autres : _____ _____
Cours d’eau	<input type="radio"/> Rivières <input type="radio"/> Fleuve	<input type="radio"/> Lacs <input type="radio"/> Ruisseaux	Autres : _____ _____
Environnement sonore	<input type="radio"/> Musique <input type="radio"/> Chants d’oiseaux	<input type="radio"/> Chants de baleines <input type="radio"/> Automobiles	Autres : _____ _____



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



FICHE DE L'APPRENTI BIOLOGISTE

Mon nom :

Date :

Nom de l'espèce vivante étudiée :

Les trois indices qui m'ont permis d'identifier l'espèce vivante :

1. _____

2. _____

3. _____

Information sur l'espèce vivante qui a le plus retenu mon attention
(différente des indices ci-dessus) :



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



FICHE DE L'APPRENTI BIOLOGISTE

Mon nom :

Date :

Nom de l'espèce vivante étudiée :

Les trois indices qui m'ont permis d'identifier l'espèce vivante :

1. _____

2. _____

3. _____

Information sur l'espèce vivante qui a le plus retenu mon attention
(différente des indices ci-dessus) :



Fiches des sacs d'échantillonnage



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

Liste des espèces visées par les sacs d'échantillonnage :

PAGE

1. Caribou des bois	36
2. Orignal	37
3. Castor du Canada	38
4. Canard noir	39
5. Garrot à œil d'or	40
6. Grand pic	41
7. Balbuzard pêcheur	42
8. Omble de fontaine	43
9. Matteuccie fougère-à-l'autruche	44
10. Chouette laponne	45



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre!

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Caribou des bois

Indices de présence :

- Moulage d'empreinte
- Photo de crottins
- Morceau de fourrure

Photos du lieu où les indices ont été relevés :

- Forêt d'épinettes
- Piste de caribou

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : FORÊT BORÉALE (SURTOUT DES CONIFÈRES)

Notes : TRACES DE PAS DANS LE LICHEN.
INDICES DE BROUTAGE DE CHAMPIGNONS ET DE PETITS FRUITS.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **Le caribou des bois**
- Fiche d'information **L'original**
- Tableau d'identification des empreintes, page **Animaux à sabots**
- Tableau d'identification des **crottins**
- Tableau d'identification des **fourrures**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE
Original

Indices de présence :

- Moulage d'empreinte
- Crottins
- Morceau de fourrure

Photos du lieu où les indices ont été relevés :

- Forêt mixte de conifères et de feuillus, près d'un lac
- Empreinte dans la boue près d'un marais

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : FORÊT MIXTE AVEC DES SAPINS ET DES BOULEAUX BLANCS. UN ÉTANG CONTENANT DE NOMBREUSES PLANTES AQUATIQUES.

Notes : INDICES DE BROUTAGE DU FEUILLAGE DES ARBRES, NOMBREUSES PLANTES COUPÉES. QUELQUES TRACES D'UN ANIMAL SOLITAIRE AU BORD DE L'EAU.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **Le caribou des bois**
- Fiche d'information **L'original**
- Tableau d'identification des empreintes, page **Animaux à sabots**
- Tableau d'identification des **crottins**
- Tableau d'identification des **fourrures**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre!

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Castor du Canada

Indices de présence :

- Moulage d'empreinte
- Moulage de la moitié de la mâchoire inférieure
- Morceau de fourrure
- Petit bout de branche rongée

Photos du lieu où les indices ont été relevés :

- Arbre fraîchement coupé à 50 cm du sol
- Secteur boisé, près d'un étang

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : ÉTANG DANS UN BOIS

Notes : BEAUCOUP D'ARBRES COUPÉS DANS LE SECTEUR ET DE BRANCHES EMPILÉES DANS L'EAU. BEAUCOUP D'EMPREINTES DE PATTES PALMÉES DANS LA BOUE SÉCHÉE.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **Le castor du Canada**
- Fiche d'information **Le porc-épic d'Amérique**
- Tableau d'identification des empreintes, page **Gros rongeurs**
- Tableau d'identification des **fourrures**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Canard noir

Indices de présence :

- Photo d'un œuf
- Patte
- Photo de plume grandeur nature

Photo du lieu où les indices ont été relevés :

- Nid avec des œufs

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : BORD D'UN ÉTANG

Notes : NID FAIT D'HERBES ET DE FEUILLES MORTES, CONTENANT 8 OEUFS. TROUVÉ QUELQUES PLUMES AUTOUR ET DES EMPREINTES DE PATTES PALMÉES.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **Le canard noir**
- Fiche d'information **Le canard colvert**
- Tableau d'identification des œufs, page **Canards barboteurs**
- Tableau d'identification des plumes, pages **Canard noir** et **Canard colvert**
- Tableau d'identification des empreintes, page **Oiseaux palmés**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Garrot à œil d'or

Indices de présence :

- Coquille de moule
- Photo de plume grandeur nature
- Photo du garrot à œil d'or en noir et blanc

Photo du lieu où les indices ont été relevés :

- Nid dans le trou d'un arbre

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : GRAND SAPIN MORT, PROCHE D'UN LAC

Notes : TROU BIEN ROND DANS L'ARBRE, À ENVIRON 2 MÈTRES AU-DESSUS DU SOL. DANS LE TROU, UN NID AVEC 8 OEUFs DE 60 MM. TROUVÉ UNE PLUME AU PIED DE L'ARBRE.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **Le garrot à œil d'or**
- Fiche d'information **Le garrot d'Islande**
- Tableau d'identification des œufs, page **Canards plongeurs**
- Tableau d'identification des plumes, pages **Garrot à œil d'or** et **Garrot d'Islande**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Grand pic

Indices de présence :

- Photo d'un œuf
- Larve d'insecte
- Grosse éclisse de bois

Photos du lieu où les indices ont été relevés :

- Forêt mature
- Trou dans un arbre mort

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : VIEILLES FORÊTS AVEC DE VIEUX ARBRES, PLUSIEURS ARBRES MORTS

Notes : TROUVÉ PLUSIEURS TROUS DE FORME ALLONGÉE DANS UN ARBRE MORT, TRÈS GROS ÉCLATS DE BOIS AU SOL ET QUELQUES PLUMES. PLUSIEURS OEUFS BLANCS DANS UN TROU CREUSÉ DANS L'ARBRE. TROU ASSEZ GRAND POUR ENTRER UNE MAIN.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **Le grand pic**
- Fiche d'information **Le pic flamboyant**
- Tableau d'identification des œufs, page **Pics**
- Tableau d'identification des plumes, pages **Grand pic** et **Pic flamboyant**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Balbuzard pêcheur

Indices de présence :

- Œuf de taille réelle
- Photo de plume taille réelle
- Morceau de ruban
- Paille

Photos du lieu où les indices ont été relevés :

- Nid en branchages sur une grosse branche d'arbre
- Trois œufs blancs tachetés

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : PRÈS D'UN GRAND LAC, FORÊT DE GRANDS CONIFÈRES MATURES

Notes : LE NID ÉTAIT TRÈS HAUT ET TRÈS GROS. FAIT DE BRANCHES ET D'OBJETS BIZARRES COMME DES CLOUS ET DES MORCEAUX DE PLASTIQUE.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **Le balbuzard pêcheur**
- Fiche d'information **La buse à queue rousse**
- Tableau d'identification des œufs, page **Rapaces**
- Tableau d'identification des plumes, pages **Balbuzard pêcheur, Busard Saint-Martin et Buse à queue rousse**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Omble de fontaine

Indices de présence :

- Photo de poisson prise furtivement dans son habitat
- Réplique d'un omble de fontaine
- Gravier
- Fiole contenant des répliques d'œufs d'omble de fontaine

Photo du lieu où les indices ont été relevés :

- Rivière à fond de gravier, traversée par un courant modéré

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : PETITE RIVIÈRE À COURANT MODÉRÉ

Notes : EAU TRÈS CLAIRE. GRAVIER AU FOND.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **L'omble de fontaine**
- Fiche d'information **Le saumon de l'Atlantique**
- Tableau d'identification des **poissons**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Matteuccie fougère-à-l'autruche

Indices de présence :

- Fronde (feuille) (comme dans une page d'un herbier)
- Photo de la plante avec échelle
- Chenille

Photo du lieu où les indices ont été relevés :

- Érablière

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : EN BORDURE D'UN MILIEU HUMIDE, PLANTES SE DÉVELOPPENT À L'OMBRE DE FEUILLUS ET PRÉSENCE DE CHENILLES SUR CERTAINS PLANTS

Notes : PRÉLÈVEMENT D'UNE FRONDE STÉRILE. PRÉSERVATION PAR SÉCHAGE ENTRE DEUX FEUILLES DE PAPIER.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **La matteuccie fougère-à-l'autruche**
- Fiche d'information **La fougère à moustache**
- Tableau d'identification des **fougères**



Activité 2 – Biologistes à l'œuvre !

ACTIVITÉ D'IDENTIFICATION



ESPÈCE

Chouette laponne

Indices de présence :

- Photo d'un œuf
- Photo de plume grandeur réelle
- Boulette de régurgitation

Photos du lieu où les indices ont été relevés :

- Forêt de conifères
- Plumes et boulettes régurgitées trouvées au pied d'un grand arbre cassé

Notes du biologiste :

Date d'échantillonnage : 13 SEPTEMBRE

Lieu : FORÊT DE LA RÉGION DU NORAIS

Description de l'habitat : FORÊT DE CONIFÈRES, À PROXIMITÉ D'UNE TOURBIÈRE

Notes : PLUSIEURS PLUMES ACCUMULÉES AU PIED D'UN GRAND ARBRE CASSÉ, AINSI QUE PLUSIEURS BOULETTES RÉGURGITÉES.

Biologistes : JULIE LAPATIENCE ET LOÏC FINREGARD

Guide d'identification :

- Fiche d'information **La chouette laponne**
- Fiche d'information **La chouette rayée**
- Tableau d'identification des œufs, page **Chouettes**
- Tableau d'identification des plumes, pages **Chouette laponne** et **Chouette rayée**



Annexes

A – Liste du matériel fourni

PAGE 48

B – Information générale sur l'hydroélectricité au Québec

PAGE 49

C – Autres mesures d'atténuation mises de l'avant par Hydro-Québec

PAGE 50

D – Glossaire

PAGE 51

E – Bibliographie

PAGE 53

Liste du matériel fourni

Matériel général pour l'enseignant ou enseignante

- Guide pédagogique
- CD Compilation pour les enseignants
- 30 carnets de jeux que les élèves pourront conserver

Matériel pour l'activité 1 Une centrale s'installe !

- Fresques de la région du Norais : AVANT la construction de la centrale et APRÈS la construction de la centrale
- Fiche Description du milieu *Salle de classe* (guide pédagogique, p. 29)
- Fiche Description du milieu AVANT la construction de la centrale (guide pédagogique, p. 30)
- Fiche Description du milieu APRÈS la construction de la centrale (guide pédagogique, p. 31)

Matériel de l'activité 2 Biologistes à l'œuvre !

- Fresque AVANT la construction de la centrale
- Fiche de l'apprenti biologiste (guide pédagogique, p. 33)
- Illustrations des biologistes à l'œuvre sur le terrain, Julie Lapatience et Loïc Finregard
- 10 sacs d'échantillonnage numérotés de 1 à 10
- 10 guides d'identification numérotés de 1 à 10
- Notes du biologiste numérotées de 1 à 10

Matériel pour l'activité 3 La biodiversité : un trésor à préserver

- Fresque APRÈS la construction de la centrale
- Plateau de jeu Linngo grand format avec un crayon effaçable
- Carnets de jeux des élèves, p. 14 : Activité 3, Jeu Linngo
Note importante : le Jeu Linngo n'est pas un exercice de renforcement, mais l'élément principal de l'Activité 3.
- 16 cartes Espèce vivante
- Affiche accordéon Mesures d'atténuation
- 9 jetons illustrant chacun une mesure d'atténuation, à placer sur la fresque APRÈS la construction de la centrale

MATÉRIEL NON FOURNI

- Gomme

Matériel pour l'activité 4 Le bon nombre de pylônes, au bon endroit

- 10 maquettes avec les éléments suivants :
 - Cours d'eau
 - Montagne
 - Parc national
 - Points de départ et d'arrivée de la ligne de transport
 - Zone agricole
 - Zone d'habitation
- Modèles à découper :
 - Arbres
 - Maisons
 - Montagne
 - Pylônes

MATÉRIEL NON FOURNI

- Ciseaux

Matériel pour l'activité 5 Les murs ont des oreilles !

- Boîte de carton
- Photo d'un poste de transformation
- Minuterie
- Matériaux de remplissage :
 - un sac de terre
 - un sac de gravier
 - un sac de pépites de styromousse
 - un sac de morceaux de tissu
- Photo d'un mur coupe-son
- 5 sacs en plastique transparent contenant du gravier, du sable, des pépites de styromousse, du tissu et du papier

MATÉRIEL NON FOURNI

- Boulettes de papier journal

Matériel pour l'activité 6 Des poteaux caméléons

- 10 jeux de 7 pièces de casse-tête

Information générale sur l'hydroélectricité au Québec

Le Québec est l'une des régions les plus riches en eau dans le monde. On y dénombre plus de 4 500 rivières et plus de 500 000 lacs. Pas étonnant que 97 % de l'électricité produite au Québec provienne de centrales hydroélectriques. Le reste est fourni par des centrales thermiques ou provient d'autres sources renouvelables comme le vent et la biomasse (déchets organiques).

Pour produire de l'électricité, Hydro-Québec utilise 75 des 4 500 rivières du Québec, soit moins de 2 %. L'eau utilisée pour produire de l'électricité retourne intacte à la rivière. Elle ne subit aucune modification ni aucune transformation et n'est pas polluée.

L'eau est une source d'énergie renouvelable qui, contrairement à d'autres sources telles que le charbon (qui n'est pas utilisé au Québec) et le pétrole, contribue très peu au réchauffement de la planète. Chaque térawattheure produit par Hydro-Québec génère 60 fois moins d'émissions de gaz à effet de serre qu'un térawattheure produit par une centrale au charbon et 35 fois moins qu'un térawattheure généré par une centrale au gaz naturel.

Le Québec, avec une production d'électricité à 97 % d'origine hydraulique, contribue donc grandement à freiner les problèmes environnementaux liés aux gaz à effet de serre et au réchauffement de la planète. L'hydroélectricité est une énergie renouvelable. Mentionnons que, près de nous, les centrales thermiques se trouvent majoritairement dans les six États de la Nouvelle-Angleterre, dans l'État de New York de même que dans les provinces de l'Ontario et du Nouveau-Brunswick.

Production de l'électricité

Les centrales hydroélectriques utilisent la force de l'eau pour produire de l'électricité. L'eau fait tourner d'énormes turbines couplées à des alternateurs. Chaque alternateur comprend un rotor (des électroaimants) et un stator (un enroulement de barres de cuivre). Lorsque le rotor tourne dans le stator, les électrons *vibrent*. Ce mouvement des électrons crée un courant électrique qui est ensuite transporté par des conducteurs (des câbles et des fils).

Une centrale au fil de l'eau est alimentée directement par un cours d'eau. Une centrale à réservoir est installée en surface ou sous terre, près d'un barrage qui accumule de l'eau en amont pour augmenter la hauteur de chute.

L'énergie éolienne est une autre énergie verte. Toutefois, les éoliennes ne peuvent produire d'électricité lorsqu'il ne vente pas, lorsque les vents sont trop forts ou lorsqu'il fait extrêmement froid.

Transport de l'électricité

Peu importe la source utilisée pour la produire (eau, vent, charbon, pétrole ou gaz naturel), l'électricité doit se rendre jusqu'à son utilisateur : une maison, une usine, une école... Comme le lieu de production de l'hydroélectricité est souvent éloigné de l'utilisateur, on transporte l'électricité le long de lignes à haute tension supportées par des pylônes. Le développement du transport de l'électricité à très haute tension a permis de réduire au minimum les pertes d'énergie et de maintenir la tension constante lorsque la demande varie.

Distribution de l'électricité

Pour que l'électricité soit utilisable aux lieux de consommation, on utilise des postes de transformation qui abaissent la tension électrique par étapes, jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau voulu. De façon générale, des baisses successives permettent de passer de 735 000 volts à 25 000 volts. L'électricité est ensuite distribuée à l'aide de conducteurs supportés par des poteaux ou enfouis dans le sol.

Dans les rues, la tension des conducteurs est de 25 000 volts. Certains poteaux de distribution ont un transformateur qui abaisse la tension à 120/240 volts et c'est cette tension qui entre dans la maison.

Les fils conducteurs guident l'électricité jusqu'au compteur de chaque maison. Ce compteur calcule la consommation. L'électricité passe ensuite par un interrupteur principal et un tableau de distribution, point de départ des circuits électriques de la maison : des centaines de fils cachés dans les murs qui aboutissent dans les prises de courant.

Hydroélectricité et environnement

L'électricité est produite et transportée partout au Québec, une immense région abritant divers écosystèmes. Construire une centrale hydroélectrique et un barrage ainsi que des routes pour y accéder, envoyer un secteur pour créer un réservoir, mettre sur pied une ligne de transport croisant ou traversant une forêt... la production d'hydroélectricité transforme et modifie l'environnement.

Pour évaluer les impacts, il faut d'abord connaître les espèces animales et végétales présentes sur le territoire. Pour ce faire, on effectue des échantillonnages et des inventaires en utilisant différentes méthodes (écoutes de chants de grenouilles et d'oiseaux, survols en hélicoptère, observations d'empreintes et d'excréments d'animaux, pêches expérimentales, etc.).

Des mesures sont prises pour limiter les impacts sur l'environnement. Par exemple, on aménage de nouveaux milieux humides pour remplacer ceux qui sont ennoyés et on construit des passes migratoires pour certains poissons. Des études sont donc menées non seulement avant, mais aussi pendant et après la réalisation d'un projet hydroélectrique.

Autres mesures d'atténuation mises de l'avant par Hydro-Québec pour préserver la biodiversité

Plusieurs mesures d'atténuation s'ajoutent à celles qui sont présentées dans le jeu Linngo, notamment :

Évitement de l'emplacement des héronnières

Il arrive que des héronnières soient situées dans des secteurs où une ligne de transport est projetée. On installe alors la ligne de transport à une certaine distance de façon à ne pas perturber les secteurs de nidification de cette espèce aviaire.

Protection des milieux humides

Préalablement aux travaux de maîtrise de la végétation, on effectue des inventaires pour recenser les milieux humides présents dans les emprises de lignes. On peut ainsi déployer des stratégies d'intervention pour les protéger.

Restauration de sites perturbés

La construction et la maintenance du réseau de transport et de distribution d'électricité peuvent perturber le milieu, notamment près des cours d'eau et des milieux humides. L'utilisation de mélanges de semences herbacées permet de restaurer ces milieux et d'inhiber la croissance des arbres dans les emprises de lignes.

Protection de la rainette faux-grillon

Pour protéger la rainette faux-grillon de l'ouest et son habitat, Hydro-Québec évite d'intervenir dans les milieux humides durant la période de reproduction de cette grenouille. Seule la coupe manuelle d'entretien des lignes électriques est alors autorisée, et la circulation des véhicules motorisés est limitée aux chemins d'accès.

Coupe sélective manuelle

Les îles de la Couvée, sur la rive sud du Saint-Laurent à la hauteur de Montréal, constituent un refuge d'oiseaux migrants. Pour éviter de les déranger, Hydro-Québec effectue l'entretien par coupe sélective manuelle, en dehors de la période de nidification. De plus, seule la circulation en véhicules tout-terrain est permise à cette période de l'année.

Note : Cette liste n'est pas exhaustive.

Glossaire

ALTERNATEUR

Génératrice tournante qui fournit de l'énergie électrique sous forme de courant alternatif lorsque le rotor est entraîné par une machine primaire (turbine ou moteur).

AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE

Ensemble des ouvrages (centrale, barrage, évacuateur de crues, poste de transformation) destiné à la production hydroélectrique.

ANDAIN

Petit monticule de branchages, de feuillages et de résidus laissés sur le sol pour permettre à certaines espèces vivantes de s'y nourrir et de s'y abriter, ceci en vue de préserver la biodiversité.

ANTHROPOLOGUE

Spécialiste qui s'intéresse aux particularités physiques, sociales, politiques, religieuses et culturelles des êtres humains.

ARCHÉOLOGUE

Spécialiste qui étudie les vestiges matériels de civilisations anciennes découverts lors de fouilles.

BARRAGE

Ouvrage construit en travers d'un cours d'eau pour retenir l'eau et, dans le cas d'une centrale hydroélectrique, créer un lac artificiel et augmenter la hauteur de chute afin d'alimenter la centrale.

BIODIVERSITÉ

Diversité des espèces vivantes.

BIOLOGISTE

Spécialiste des êtres vivants.

BOTANISTE

Spécialiste des végétaux.

CENTRALE À RÉSERVOIR

Centrale alimentée par l'eau accumulée dans un lac artificiel créé au moyen d'un barrage.

CENTRALE AU FIL DE L'EAU

Centrale alimentée directement par un cours d'eau et ne disposant pratiquement d'aucune réserve. Sa puissance varie donc suivant le débit du cours d'eau.

CHICOT

Arbre mort ou mourant, mais encore debout, qui peut abriter de nombreuses espèces de plantes, de champignons et d'oiseaux. Ces espèces vivantes s'y cachent, s'y nourrissent et s'y reproduisent.

COLLIER ÉMETTEUR

Collier muni d'un émetteur que l'on fixe au cou de certains mammifères (caribou, etc.) afin de suivre leurs déplacements et d'ainsi mieux connaître leurs habitudes de vie.

DÉBOISEMENT SÉLECTIF (OU COUPE SÉLECTIVE)

Coupe des arbres pouvant nuire au réseau et maintien des arbustes qui ne risquent pas, en poussant, d'atteindre les conducteurs électriques.

ÉCHELLE À POISSONS (OU PASSE À POISSONS)

Dispositif permettant aux poissons de franchir un obstacle créé par un aménagement hydroélectrique.

ÉLAGAGE

Mesure mise en place en vue de maîtriser la végétation et d'ainsi sécuriser le réseau électrique.

ÉOLIENNE

Structure en hauteur qui utilise la force du vent pour produire de l'électricité.

ÉTUDE D'IMPACT (SUR L'ENVIRONNEMENT)

Étude spécifique réalisée pour déterminer, mesurer et évaluer différentes incidences d'un projet donné sur l'environnement.

FAUNE

Ensemble des animaux.

FLORE

Ensemble des végétaux.

FRAYÈRE

Lieu de reproduction des poissons.

GÉOGRAPHE

Spécialiste étudiant la Terre, ses caractéristiques, son évolution et ses habitants.

GÉOLOGUE

Spécialiste de la Terre qui s'intéresse à la formation, à la composition et à l'évolution du globe.

HYDROÉLECTRICITÉ

Électricité produite au moyen de l'eau.

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Incidence d'un projet sur l'environnement (fait l'objet d'une étude).

INGÉNIEUR FORESTIER

Spécialiste qui veille à concilier les préoccupations des utilisateurs de la forêt et le bon développement du milieu forestier.

KILOVOLT

Unité de mesure de la tension électrique : 1 kilovolt (kV) correspond à 1 000 volts.

KILOWATTHEURE

Unité de mesure de l'énergie. Énergie produite en une heure par un moteur d'une puissance de 1 000 watts.

LIGNE HAUTE TENSION

Ligne transportant de l'électricité à une tension supérieure à 50 000 volts.

MILIEU HUMIDE

Plan d'eau qui accueille certaines espèces vivantes et se caractérise notamment par la présence de plantes aquatiques.

MUR COUPE-SON

Mur (souvent en béton) installé en vue de réduire ou de *couper* le son (produit par les postes de transformation dans le cas d'Hydro-Québec).

PLATEFORME DE NIDIFICATION

Plateforme installée en hauteur où viennent nicher certains gros oiseaux.

POSTE

Partie d'un réseau électrique regroupant les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des bâtiments, souvent des dispositifs de sécurité et de conduite du réseau et, dans certains cas, des transformateurs.

POSTE DE TRANSFORMATION

Poste où sont regroupés des transformateurs permettant l'interconnexion de réseaux électriques à des tensions différentes. Les postes de transformation sont appelés abaisseurs lorsqu'ils servent à réduire la tension, et élévateurs lorsqu'ils servent à l'augmenter.

PYLÔNE

Support métallique généralement constitué par un assemblage de membrures formant un treillis et destiné à la plupart des lignes de transport. Les principaux types de pylônes sont les pylônes classiques, les pylônes Mae West, les pylônes haubanés (pylône en V, pylône à chaînette, etc.).

QUARTIER COMMERCIAL

Partie d'une ville ou d'un village où sont concentrés des commerces de tous genres.

QUARTIER RÉSIDENTIEL

Partie d'une ville ou d'un village où sont concentrées des habitations (maison, appartements).

RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Ensemble d'installations réunissant des équipements destinés à la distribution de l'électricité.

RÉSERVOIR

Lac artificiel créé au moyen d'un barrage et destiné au stockage de l'eau.

SOCIOLOGUE

Spécialiste qui étudie tout ce qui se rapporte à la société humaine.

TÉRAWATTHEURE

Unité de mesure de l'énergie : 1 térawattheure (TWh) correspond à un milliard de kilowattheures (kWh) et à un billion de wattheures (Wh).

TRANSFORMATEUR

Appareil destiné à augmenter ou à réduire la tension du courant électrique.

TURBINE

Dispositif constitué d'une roue qui tourne sous la poussée d'un fluide liquide comme l'eau ou gazeux (vapeur, air, gaz de combustion), et qui transforme l'énergie de ce fluide en énergie mécanique.

VOLT

Unité de mesure de la tension.

WATT

Unité de mesure de la puissance électrique.

WATTHEURE

Unité de mesure de l'énergie : l'énergie consommée ou fournie par un système d'une puissance de 1 watt (W).

Bibliographie

Ouvrages de référence

- BERNATCHEZ, Louis et Marie GIROUX. *Les Poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'Est du Canada*, 2012, 350 p.
- BRÛLOTTE, Suzanne. *Les oiseaux du Québec, guide d'initiation*, Broquet, 2001, 288 p.
- DESROCHES, Jean-François et Isabelle PICARD. *Poissons d'eau douce du Québec et des Maritimes*, Éditions Michel Quintin, 2013, 472 p.
- ELBROCH, Mark. *Traces d'animaux du Québec*, Guide Éclair Broquet, 2009.
- MURIE, Olaus J. et Marl ELBROCH. *Animal Tracks*, Peterson Field Guides, troisième édition, 2005, pages 166, 285, 298 et 303.
- PETERSON, Roger Tory. *Les oiseaux de l'Est de l'Amérique du Nord*, Les guides Peterson, Broquet, 1989, 388 p.
- PRESCOTT, Jacques et Pierre RICHARD. *Mammifères du Québec et de l'Est du Canada*, Guide Nature Quintin, Éditions Michel Quintin, 1996, 400 p.

Sites Web consultés et suggérés

- www.hydroquebec.com/comprendre
- www.hydroquebec.com/romaine
- www.hydroquebec.com/vegetation/protection-environnement
- www.hydroquebec.com/a-propos-hydro-quebec/developpement-durable
- www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/vertebree/liste/famille_liste.asp
- www.2.gnb.ca/content/gnb/fr/gateways/A_propos_du_NB/information_amusante.html
- luthiers-huriel.com/timothee.jean/violons.timothee.jean/violon.5.cordes.html
- monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=74389&demande=desc
- www.florelaurentienne.com/flore/Groupes/Pteridophytes/007_Polypodiacees/15_Matteuccia/struthiopteris.htm
- www.2.ville.montreal.qc.ca/biodome/fiches_v/dessins/v076dfs.jpg
- espacepoulavie.ca/flore-biodome/dryopteride-du-hetre-fougere-moustache
- www.francini-mycologie.fr/LA_CHANTERELLE/COMPTE_RENDUS_SORTIES/Fougères_Diosaz_Me_11_juin_2014.html
- www.repertoirequebecnature.com/vasculaires/Thelypteris_phegopteris.html
- www.florealpes.com/fiche_pheconectil.php
- www.furminator.net/fr/knowledge-faq/knowledge/knowledge/hair-structure-and-types
- www.pc.gc.ca/fra/nature/eep-sar/itm3/eep-sar3caribou.aspx
- www.pourvoirie100lacs.com/chasse-a-loriginal/
- www.sepaq.com/parcs-quebec/blogue/article.dot?id=88a4871d-80ff-441b-ac3d-efafb6025459

ENVIROVOLT

Hydro-Québec

Produit par la Direction – Communication et affaires publiques

Janvier 2015

