

Éléments de base du climat

Pour commencer à comprendre les changements climatiques il nous faut comprendre quelques éléments de base comme, par exemple, la différence entre le climat et les conditions météorologiques ou le temps qu'il fait.

Le temps fait référence à la variation journalière de la température, des précipitations de neige et de pluie, des vents et des nuages se produisant à un endroit particulier. Les conditions météorologiques s'observent et se mesurent facilement grâce à des thermomètres, des pluviomètres, des baromètres et d'autres instruments.

Le climat fait référence aux conditions météorologiques moyennes touchant un endroit donné pendant une longue période de temps. L'étude du climat exige l'analyse des conditions météorologiques quotidiennes, mensuelles et annuelles pendant plusieurs décennies, plusieurs siècles ou même plus longtemps.

Le climat naturel de la Terre change constamment. Le climat tropical que nous associons souvent aux dinosaures, ou les périodes glaciaires cycliques, illustrent ces changements de manière

dramatique. Le climat est influencé par de lents changements se produisant dans les océans, la terre, les émissions d'énergie du soleil et l'atmosphère terrestre. En revanche, des événements majeurs comme l'éruption d'un volcan peut influencer notre climat de manière très rapide.

Notre atmosphère

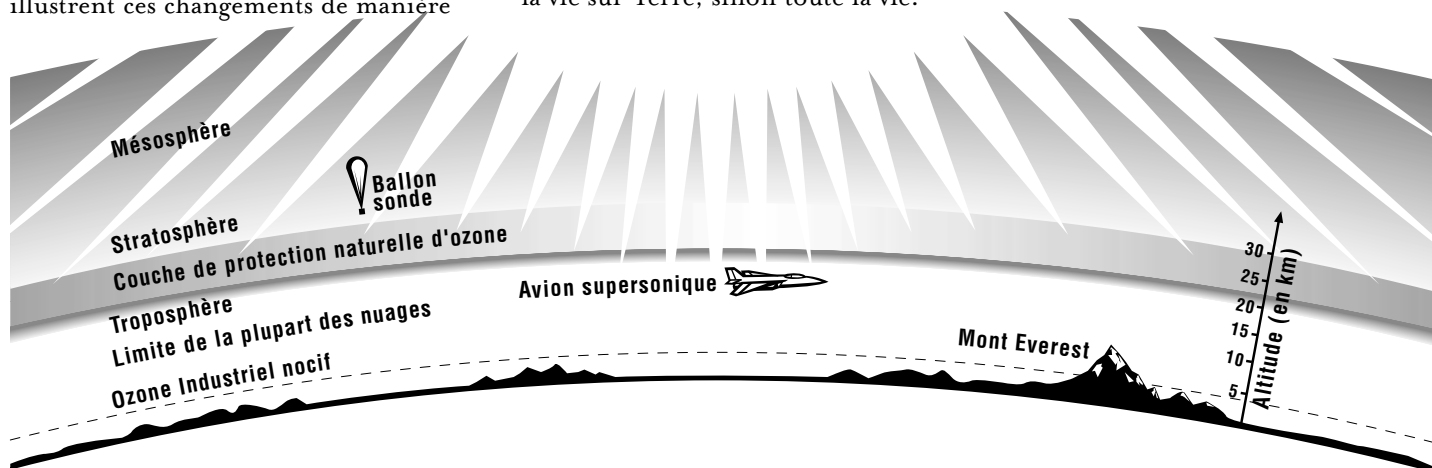
L'atmosphère de la Terre est constituée d'une couche de gaz de 100 km d'épaisseur enveloppant la planète, tenue en place par la pesanteur. Cette enveloppe se compose d'azote (78%), d'oxygène (21%), d'argon (0,9%), de gaz carbonique (0,03%) et de proportions variées de vapeur d'eau, d'hydrogène, d'ozone, de méthane, de monoxyde de carbone, d'hélium, de krypton et de xénon.

Les gaz à effet de serre et l'effet de serre

Plusieurs gaz présents dans l'atmosphère ont pour fonction d'isoler et de chauffer la surface du globe terrestre. Ce procédé est souvent appelé l'effet de serre. Dans notre atmosphère, la vapeur d'eau, le gaz carbonique, le méthane et l'oxyde d'azote sont considérés comme gaz à effet de serre car ils retiennent la chaleur du soleil. Sans eux, la température moyenne de la Terre serait -18°C au lieu de $+15^{\circ}\text{C}$ comme aujourd'hui. Les gaz à effet de serre règlent la température de la Terre et la rendent capable de supporter la vie. Sans ces gaz, la Terre serait une planète glacée et la vie n'existerait pas telle que nous la connaissons aujourd'hui.

Ozone

L'ozone est un autre gaz qui joue un rôle vital dans la santé de la planète : il absorbe les rayonnements ultraviolets nocifs (UV) du soleil et protège ainsi la surface de la Terre. La couche d'ozone mesure environ 10 km d'épaisseur et est située de 20 à 30 km au-dessus de la surface de la Terre. Sans la protection de la couche d'ozone, les rayonnements UV du soleil détruiraient quasiment toute la vie sur Terre, sinon toute la vie.



Que sont les changements climatiques et par quoi sont-ils causés ?

La locution changements climatiques fait référence à un changement généralisé des conditions météorologiques telles que la température, les précipitations et le vent. Nous entendons des termes comme réchauffement planétaire, effet de serre, appauvrissement de l'ozone, trou dans la couche d'ozone, qui font en fait référence à différents aspects des changements climatiques ou des processus environnementaux pouvant influencer le climat.

Aujourd'hui, le climat semble changer de manière radicale, rapidement et sur une grande échelle. Bien que de nombreuses questions demeurent sans réponse et que de nombreuses recherches doivent encore être effectuées, les scientifiques croient généralement que ces changements ne font pas partie de l'évolution naturelle du climat et qu'il faut s'en inquiéter.

Le climat tropical qu'on associe aux dinosaures et la période glaciaire des mammoths laineux ne sont que deux exemples de changements climatiques naturels qui ont pris place au fil de milliers ou de millions d'années. Le saviez-vous ?

- Le 20^e siècle a été le plus chaud des 1200 dernières années.
- Les années 1980 et 1990 ont été les plus chaudes décennies des annales.
- Les premiers 10 mois de l'an 2000 ont été les plus chauds des annales pour la période visée. Les annales sont tenues depuis 1895.

Le réchauffement planétaire

Le réchauffement planétaire pose problème car il est lié aux changements de quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère que causent les activités humaines. Au fil des 10 000 dernières années, ces gaz sont demeurés assez stables. Depuis la Révolution industrielle à la fin du 18^e siècle, nous avons constaté des augmentations importantes de :

- gaz carbonique: 30 %
- méthane: 145 %
- oxyde d'azote: 15 %.

La quantité des gaz à effet de serre a augmenté à cause de la combustion des carburants fossiles tels que le bois, l'huile, le gaz et le charbon pour satisfaire aux demandes d'énergie toujours plus grandes pour chauffer les maisons, faire avancer nos véhicules et faire fonctionner nos usines et nos entreprises.

Le déboisement fait augmenter aussi la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En déboisant les forêts, nous empêchons les arbres de remplir leur rôle dans le cycle du carbone, celui de capter le CO₂, et nous rejetons dans l'atmosphère le carbone qui était emmagasiné dans la végétation et le sol de la forêt.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, les gaz à effet de serre permettent à la Terre de demeurer chaude et y rendent la vie possible. Bien qu'ils ne constituent qu'une petite partie de l'atmosphère, ces gaz absorbent très bien la chaleur. Des augmentations même infimes de la concentration de ces gaz peuvent avoir des répercussions sur la température de la planète.

Selon les estimations scientifiques, la température moyenne de l'air à la surface de la Terre aura augmenté de 1 °C à 6 °C d'ici 2100. Les pays nordiques comme le Canada pourraient connaître un réchauffement plus important, peut-être aussi grand que 4 °C à 8 °C.

Mais pourquoi s'inquiéter du réchauffement planétaire ?

Au cœur de l'hiver au Canada, on peut probablement penser que le réchauffement planétaire n'est peut-être pas une mauvaise idée. Selon les chercheurs, les changements climatiques auront toutefois des conséquences graves sur nos vies, comme par exemple :

- des sécheresses, des tempêtes hivernales et des tornades
- des inondations plus fréquentes et une aggravation de l'érosion des littoraux
- de plus grands dangers causés par les parasites, les maladies et les incendies
- la quantité et la qualité de l'eau
- les effets sur la santé de l'homme



L'appauvrissement de la couche d'ozone

Au cours des années 1970, les scientifiques ont découvert que lorsque les chlorofluorocarbures (CFC), des substances que l'on pensait inoffensives, atteignent la stratosphère 20 ou 30 ans après avoir été émis sur Terre, ils sont décomposés par les rayonnements ultraviolets du soleil. Ce processus fait relâcher des atomes de chlore qui réagissent avec l'ozone et le changent en d'autres substances incapables de bloquer les rayons UV du soleil. Depuis lors, les scientifiques ont identifié plusieurs autres produits chimiques pouvant avoir le même effet.

Des problèmes connus causés par la perte d'ozone

Au fur et à mesure que la couche d'ozone s'appauvrit, l'intensité des rayonnements UV frappant la Terre augmente. Si les rayonnements UV permettent de créer de l'ozone dans l'atmosphère, ils peuvent avoir des effets sérieux quand ils touchent la surface terrestre. Deux des trois types de rayonnements UV (UVA et UVB) frappent la surface de notre planète, et ils peuvent avoir de nombreux effets dont les suivants sur :

- **La santé des gens et des bêtes** — L'exposition au soleil devient de plus en plus dangereuse et cause des brûlures graves, le cancer de la peau chez les humains et les animaux, des maladies des yeux (cataracte et tumeurs de la rétine et de la cornée), et diminue la résistance aux maladies chez les humains et possiblement les animaux.
- **Les plantes et l'approvisionnement en denrées alimentaires** — Des essais effectués sur plus de 200 types de plantes alimentaires montrent que plus de 60 % d'entre elles réagissent à une augmentation des rayonnements UVB. Ces derniers ralentissent le processus de photosynthèse des plantes alimentaires comme l'avoine et le blé et tueront probablement l'algue bleu-vert nécessaire à la transformation de l'azote en forme utilisable par les plants de riz. La production de riz pourrait chuter de manière spectaculaire.
- **L'équilibre écologique des océans** — Les rayonnements UV diminuent la productivité du phytoplancton, une des sources alimentaires de base de l'océan, ce qui pourrait avoir des effets profonds sur toutes les formes de vie dans les océans.
- **Les forêts** — On ignore la portée des effets potentiels sur les forêts mais on sait que les UVB ont des effets sur la photosynthèse, l'action des hormones des plantes et les réactions chimiques à l'intérieur des cellules des feuilles.

Pour en savoir plus sur les changements climatiques

On peut visiter le site Web d'Environnement Canada à www.ec.gc.ca/climate pour y trouver des explications détaillées de la science des changements climatiques et des effets potentiels à long terme.

L'ouvrage de William A. Andrews, PhD (DC Heath, 1994), *Protecting the Ozone Layer*, fournit de la documentation de fond, des explications scientifiques et des suggestions d'activités pour les élèves, sur la couche d'ozone.

Une brève histoire de ce que nous croyons savoir sur la couche d'ozone

1974 : Introduction de la première théorie suggérant que les CFC endommagent la couche d'ozone.

De 1978 à 1980 : un boycott des consommateurs entraîne une diminution spectaculaire de la vente des produits contenant des CFC. Le Canada, les États-Unis et d'autres pays interdisent les CFC dans les vaporisateurs, mais pas dans d'autres usages.

1985 : On découvre que la couche d'ozone est «trouée» au-dessus de l'Antarctique. Une analyse des données recueillies précédemment par satellite indique que ce trou existait déjà au milieu des années 1970.

1986 : L'organisme américain Administration nationale des océans et de l'atmosphère (National Oceanic and Atmospheric Administration) recherche l'existence d'un lien entre les CFC et le trou dans l'ozone de l'Antarctique. Des recherches postérieures de la NASA et d'autres organismes confirment le lien avec les CFC.

1992 : Le trou dans l'ozone au-dessus de l'Antarctique est aussi grand que l'Amérique du Nord. La concentration de l'ozone est à 40 % de son niveau normal.

1993 : La concentration de l'ozone au-dessus de l'Antarctique atteint son plus faible niveau des annales. Soixante dix pour cent de l'ozone au-dessus du Pôle Sud est maintenant appauvri.

Les forêts canadiennes et les changements climatiques

Le Canada abrite environ 10 % des terres forestières du monde. Environ la moitié de la superficie de notre pays, 400 millions d'hectares, sont couverts de forêts. Les forêts jouent un rôle clé, bien que mal compris, dans la préservation de la santé de notre planète et dans les changements climatiques au niveau planétaire.

Les poumons de la planète

On a beaucoup discuté sur le rôle que jouent les forêts de la Terre et toutes les plantes pour fournir de l'oxygène. Quoique l'oxygène ne constitue qu'un cinquième environ de nos réserves d'air, les animaux et les plantes épuiseront tôt ou tard cette réserve si ce n'était pour l'oxygène produit par la photosynthèse des plantes et des arbres. Mais les forêts remplissent de nombreuses autres fonctions que l'on ne devrait pas sous-estimer, notamment quand on traite de changements climatiques.

BORÉAL: Ce mot a pour origine Boreas, le dieu grec du vent du Nord. Il fait référence à la forêt à feuillage persistant qui fait le tour de la Terre sous des latitudes nordiques comprises entre 43 °N et 65 °N. Elle recouvre entre 16 et 20 millions de km².

Stockage du carbone

Le carbone joue un rôle important dans la formation du gaz carbonique, un des gaz à effet de serre.

On trouve les forêts boréales (taïga) dans la plupart des régions du Canada et des régions nordiques de l'Europe et de l'Asie. Ces forêts, et les forêts non tropicales similaires de l'hémisphère sud, ne constituent que 21 % des terres forestières de la Terre, mais jouent un rôle critique dans le cycle du carbone car elles séquestrent 56 % de tout le carbone emmagasiné dans la végétation et les sols de la planète.

Les études montrent qu'une concentration croissante de CO₂ influencera le climat mondial. Les changements principaux devraient se produire sous les latitudes les plus élevées (de 45 °N à 65 °N) et à l'intérieur des continents. Ces effets pourraient comprendre des augmentations importantes des températures estivales et hivernales, ce qui mènerait à des étés plus longs, plus chauds et plus secs et des sécheresses plus fréquentes. Ces changements climatiques influenceraient probablement les caractéristiques de la forêt boréale, notamment les essences d'arbres qui y survivraient et leur taux de croissance. Ces écosystèmes étant toutefois complexes, les changements dans la forêt agiront sur la quantité de carbone emmagasiné ou rejeté par la forêt ainsi que le fonctionnement du cycle des bioéléments. L'étude BOREAS (Boreal Ecosystem-Atmosphere Study) est l'un des nombreux programmes à s'être penché sur les relations entre les forêts, les changements climatiques planétaires et la séquestration du carbone (voir page 10) au milieu des années 1990. Le programme BERMS (Boreal Ecosystem Research and Monitoring Sites) continue actuellement les recherches entamées dans le cadre de BOREAS.

Affiches sur les effets des changements climatiques

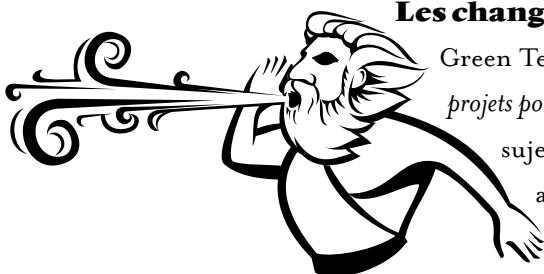
Ressources naturelles Canada a produit pour les élèves des écoles secondaires une série de sept affiches sur les effets des changements climatiques au niveau régional au Canada. Chaque affiche de 90 cm sur 150 cm présente une conception unique et une orientation régionale.

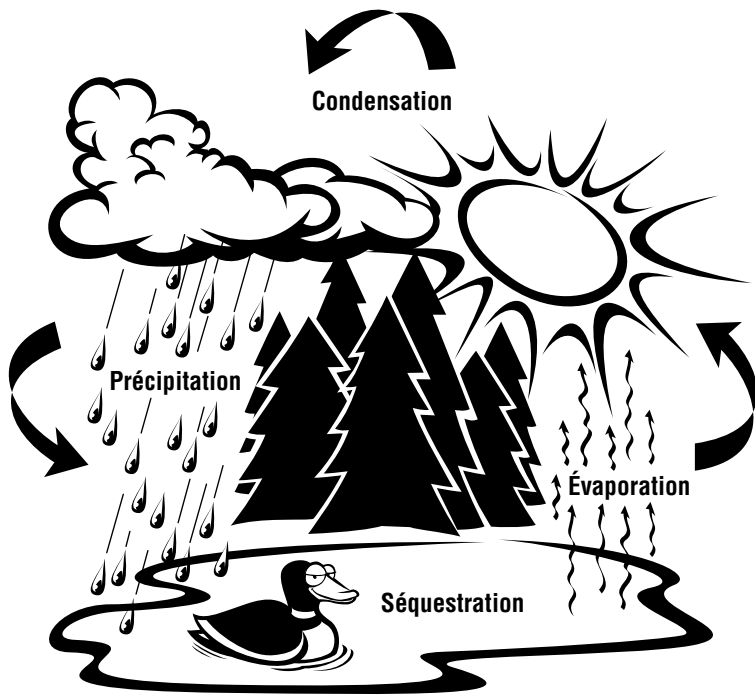
<http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/posters/>

Les changements climatiques comme outil pédagogique

Green Teacher a publié un livre intitulé *Des idées fraîches à l'école: activités et projets pour contrer les changements climatiques*. Ce livre permet d'aborder le sujet complexe des changements climatiques grâce à diverses activités pour l'école, la maison et la collectivité.

www.greenteacher.com





Cycle de l'eau

Sans eau, la vie sur Terre disparaîtrait. Il est important de ne pas oublier le rôle que jouent les arbres et les forêts dans la sauvegarde de notre approvisionnement en eau. Dans le cycle de l'eau ou cycle hydrologique, les forêts absorbent l'eau par leurs racines et la relâchent dans l'air où elle se condense tôt ou tard, tombe sous forme de pluie ou de neige pour entrer dans nos rivières, nos ruisseaux et les eaux souterraines. Mais les arbres donnent aussi de l'ombre à l'eau et aux sols, réduisant ainsi l'évaporation et permettant à l'eau de s'accumuler et de nourrir les autres plantes et la faune.

La protection des sols

Les forêts protègent les sols contre la sécheresse et l'érosion par l'eau ou le vent. Le sol détermine la croissance de la plupart des plantes. Sans sol sain, les plantes ne survivraient pas et ne pourraient pas remplir leurs fonctions dans l'atmosphère et pour la survie de la planète.

Les forêts influencent les conditions météorologiques et climatiques au niveau local

Quiconque a déjà traversé une plage de sable sous un soleil de plomb ou s'est protégé du soleil à l'ombre d'un arbre, a un certain sens des diverses façons dont la couverture forestière peut influencer les conditions météorologiques et climatiques au niveau local. La couverture forestière influence la quantité de rayonnements solaires absorbés ou reflétés par la surface terrestre. Les forêts peuvent abaisser les températures au niveau local, réduire la perte d'hydratation, influencer la configuration des vents, et changer le climat local de nombreuses différentes manières.

Cette trousse offre plusieurs exemples, tant dans les secteurs urbains que ruraux.

Les effets possibles des changements climatiques sur les forêts canadiennes

Des températures plus élevées et une concentration plus forte de CO₂ pourraient augmenter l'étendue et le taux de croissance des forêts canadiennes. Il faudrait toutefois du temps, de plusieurs décennies à plusieurs siècles, pour que les forêts s'adaptent aux nouvelles conditions climatiques. Certaines régions pourraient aussi mieux s'ajuster ou s'adapter plus rapidement que d'autres. Durant cette période de changement, les forêts devraient connaître les changements suivants:

- **Des phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents** (tempêtes, vent, pluie, sécheresse, vagues de chaleur);
- **Augmentation de dégâts causés par des infestations de nouvelles espèces d'insectes** que les hivers moins rigoureux ne maîtrisent plus.
- **Fréquence plus élevée de maladies** et apparition possible de maladies nouvelles dans cette région.
- **Fréquence plus élevée des feux de forêts** à cause de conditions plus sèches et plus chaudes et des orages.
- **Perte d'habitat de la faune vivant** dans les forêts.
- **Changement de la distribution de la faune** reflétant les nouveaux habitats forestiers.
- **Changement d'espèces d'arbres** dans certaines régions forestières, notamment la concurrence d'espèces pouvant gêner l'équilibre naturel d'un écosystème et peut-être la valeur commerciale de son bois.

Les changements climatiques: planifier l'avenir

Les questions touchant les changements climatiques sont d'envergure mondiale et ne peuvent être réglées avec succès par une ou quelques nations agissant seules. Nous avons vu l'influence importante que les forêts canadiennes semblent avoir sur l'atmosphère terrestre et sur de nombreuses facettes des changements climatiques mondiaux. Les gens s'entendent généralement sur le fait que les changements climatiques sont effectivement en train de se produire et que nous devons agir pour contrer l'ampleur et la rigueur de leurs impacts.

La dimension et la complexité de ce problème exige qu'on l'attaque sur plusieurs fronts. Au Canada, des organismes nationaux, provinciaux, territoriaux et régionaux participent à la recherche et à l'élaboration de pratiques d'aménagement forestier tenant compte des changements climatiques. Certains de ces organismes et partenariats sont mentionnés ici. On décrit ainsi en page 39 des initiatives au niveau international comme le **Protocole de Kyoto** (pour réduire les émissions de gaz à effet de serre) et le **Protocole de Montréal** (pour supprimer les produits chimiques appauvrissant l'ozone comme les CFC et les gaz qui s'y rattachent).

L'Accord canadien sur les forêts et la Stratégie nationale sur les forêts

Signé par les ministres du Canada, des territoires et des provinces chargés des forêts et par des représentants de 15 organismes non gouvernementaux, l'Accord canadien sur les forêts déclare que:

«Notre objectif est de maintenir et de renforcer la santé à long terme de nos écosystèmes forestiers, pour qu'en jouissent tous les êtres vivants, tant aux niveaux national que planétaire, tout en offrant des opportunités environnementales, économiques, sociales et culturelles aux générations actuelles et à venir.» (Traduction libre)

La Stratégie nationale sur les forêts, qui identifie divers moyens d'atteindre de tels objectifs, s'applique à son tour à des stratégies forestières aux niveaux provincial et local. <http://npsc.forest.ca/homex.html>

L'Accord ontarien sur les forêts

L'Accord ontarien sur les forêts est un exemple de démarche au niveau provincial. Il représente un élément majeur du Patrimoine vivant de l'Ontario. Cet accord est un partenariat novateur entre le gouvernement, le secteur industriel et les organismes de défense de l'environnement, qui travaillent de concert à promouvoir la salubrité à long terme et l'utilisation durable des ressources naturelles de la province.

Ce partenariat a permis de créer une série de nouveaux parcs et de secteurs protégés dans la province. Ces espaces aideront à maintenir la biodiversité et à fournir des secteurs d'étude permettant de surveiller les effets des changements climatiques en Ontario. www.ontarioslivinglegacy.com/ollhome.cfm?lang=FR

Les centres de recherche du Service canadien des forêts

Le Service canadien des forêts (SCF) est le plus grand organisme canadien centré sur les forêts. Si la responsabilité de l'aménagement des forêts échoit aux provinces, le SCF joue un rôle essentiel pour entreprendre et appuyer les recherches sur la science et la technologie forestières. Le siège du SCF à Ottawa et ses cinq centres de recherche sur les forêts travaillent de concert sur divers aspects de la recherche dans l'aménagement des forêts au Canada.

Dans le cadre de sa mission, le SCF a lancé un programme de recherche sur les changements climatiques au niveau national qui étudie le cycle du carbone dans la forêt, les effets des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers, les perturbations par le feu et les insectes, et les éléments socio-économiques reliés aux forêts. Ce programme a pour mission d'offrir «l'expertise canadienne de pointe dans le domaine des répercussions du changement climatique sur les forêts et les écosystèmes forestiers...» <http://www.rncan.gc.ca/cfs-scf/>



Le Réseau des forêts modèles du Canada

RÉSEAU DE
FORÊTS MODÈLES
MODEL FOREST
NETWORK

Mis sur pied en
1992 par le Service
canadien des forêts,
le réseau canadien
de Forêts modèles

s'étend des forêts pluviales tempérées
de la Colombie-Britannique aux forêts
boréales de Terre-Neuve et du Labrador.
On compte 11 Forêts modèles couvrant
plus de 22 millions d'acres et représentant
toutes les régions forestières du Canada.

- Forêt modèle Long Beach
(Colombie-Britannique)
- Forêt modèle McGregor
(Colombie-Britannique)
- Forêt modèle Foothills (Alberta)
- Forêt modèle Prince Albert
(Saskatchewan)
- Forêt modèle du Manitoba (Manitoba)
- Forêt modèle du Lac Abitibi (Ontario)
- Forêt modèle de l'est de l'Ontario
(Ontario)
- Forêt modèle de Waswanipi (Québec)
- Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent
(Québec)
- Forêt modèle de Fundy
(Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse)
- Forêt modèle Western Newfoundland
(Terre-Neuve)

Les forêts modèles s'attachent à accentuer
l'aménagement forestier durable qui fait
participer un vaste réseau de partenariats.
Ce livret présente deux articles sur le
sujet: «La tempête de verglas incite les
partenaires de la Forêt modèle de l'est
de l'Ontario à se serrer encore plus les
coudes», et «Le rôle naturel du feu»
(voir en pages 12 et 19).

www.modelforest.net

ECOLEAP

Effort Concerté pour Lier l'Écophysiologie À la Productivité

ECOLEAP est un projet multidisciplinaire dont le but est d'identifier
l'action des facteurs environnementaux (température, fertilité, etc.) sur le
fonctionnement des processus physiologiques (photosynthèse, respiration, etc.)
et de lier ces facteurs à la productivité forestière. ECOLEAP fait participer les
trois centres de recherche du SCF au Canada de l'Est et travaille sur des sites
du Québec, de l'Ontario et des provinces de l'Atlantique.

<http://www.cfl.forestry.ca/ECOLEAP/accueil.html>

BOREAS

Boreal Ecosystem-Atmosphere Study

BOREAS est un vaste programme international et coopératif établi pour
mener des recherches scientifiques sur la relation existant entre l'écosystème
forestier boréal et les changements climatiques au niveau mondial. Entre 1994
et 1997, une équipe multidisciplinaire de 300 scientifiques de cinq pays a mené
des recherches sur deux vastes secteurs du Canada: un site méridional près du
Parc national de Prince Albert en Saskatchewan et un site nordique à l'ouest
de Thompson au Manitoba. La télédétection par satellite a joué un rôle
important dans ce projet à cause de l'étendue des terres participant à cette
étude. Pour en savoir davantage sur le projet BOREAS et l'analyse continue
de ses recherches, veuillez visiter le site Web de la NASA.

http://www-eosdis.ornl.gov/BOREAS/bhs/BOREAS_Home.html

Autres organismes

Les changements climatiques nous posant le problème environnemental le plus
vital du jour, un grand nombre d'organismes se penchent sur divers aspects de
ce phénomène. Le gouvernement du Canada offre un site Web officiel sur les
changements climatiques www.changementsclimatiques.gc.ca et distribue aussi
de la documentation par plusieurs ministères dont Environnement Canada
et sa Voie verte www.ec.gc.ca. Assurez-vous de visiter ces sites.

De nombreux organismes non gouvernementaux et groupes de défense
de l'environnement abordent les changements climatiques de différentes
manières. Certains se concentrent sur le militantisme, alors que d'autres
s'efforcent de contrer les effets des changements climatiques grâce à des projets
de plantations d'arbres et de verdissement de cours d'école. D'autres encore
concentrent leurs activités sur la sensibilisation du public. Tous ces organismes
veulent atteindre le même objectif : réduire les effets négatifs des changements
climatiques. www.changementsclimatiques.gc.ca