

ArcGIS pour les Nuls

1. Introduction à la géomatique

PLAN

- Qu'est-ce qu'un SIG?
- Vocabulaire géographique
- Modèle vectoriel
- Modèle matriciel
- Géoréférence et systèmes de coordonnées

QU'EST-CE QU'UN SIG?

- C'est un système d'information composé de :
 - Ordinateurs et périphériques
 - Logiciels spécialisés
 - Données numériques
 - Personnel qualifié
 - Utilisateurs



Qui gère de l'information de nature géographique

- C'est un système informatique permettant :
 - l'acquisition
 - la gestion
 - l'analyse
 - la visualisation de données géographiques numériques

Pour étudier les phénomènes se produisant sur la terre

POURQUOI UTILISER UN SIG?

- Pour intégrer des données multi-sources (cartes, photos, images, ...)
- Pour faire des requêtes et visualiser les résultats
- Pour faire de l'analyse spatiale
- Pour faire de l'analyse de réseau
- Pour faire de l'interpolation spatiale
- ...

VOCABULAIRE GÉOGRAPHIQUE

- Données:

Collection de faits et d'observations recueillies sur des choses, des phénomènes, des lieux ... représentés sous la forme de valeurs numériques

- Information:

Résulte du traitement des données présenté sous une forme utile à l'utilisateur

- Connaissance:

Compréhension d'un phénomène résultant de l'analyse de l'information


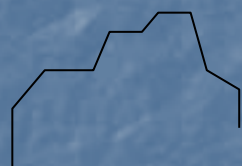
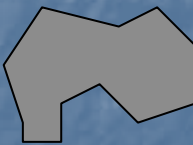
VOCABULAIRE GÉOGRAPHIQUE

- Un SIG permet d'intégrer et d'analyser des données dans le but de générer de l'information et des connaissances.
- Espace géographique: système continu, en 3D, dynamique dans le temps et dans l'espace et trop vaste pour être approché dans sa totalité ➤ il faut donc modéliser selon deux structures de données de base

MODÈLE VECTORIEL

- Structure qui permet de manipuler et de représenter les données graphiques d'après les coordonnées de points individuels auxquels on peut ajouter des attributs.
- On distingue trois principaux types de composantes: point, ligne, polygone

MODÈLE VECTORIEL

| Composante | Représentation graphique | Représentation dans un fichier |
|------------|--|--|
| point |  | id,x,y |
| ligne |  | id, N x_1, y_1 x_2, y_2 ... x_N, y_N x_1, y_1 est différent de x_N, y_N |
| polygone |  | id, N x_1, y_1 x_2, y_2 ... x_N, y_N x_1, y_1 est identique à x_N, y_N |

Banque de données alphanumériques reliées aux éléments vectoriels

| Identificateur (id) | Attribut #1 (Ex. Nom) | Attribut #2 (Ex. Population) |
|---------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1 | Montréal | 1 800 000 |
| 2 | Westmount | 25 000 |
| ... | ... | ... |

id : identificateur
 N : nombre de points définissant l'objet

MODÈLE VECTORIEL

- Distribution irrégulière des entités spatiales
- Représentation géométrique des entités
- Frontières explicites
- Localisation précise et unique
- Attributs et entités reliés par un numéro d'identification
- Représentation très efficace de la topologie

MODÈLE MATRICIEL

- Structure qui permet de manipuler et de représenter l'information cartographique à partir d'une matrice de cellules (pixels) qui possèdent certains attributs de teinte et de couleur.
- L'espace géographique se trouve subdivisé de façon régulière en cellules de même forme et de même dimension.

- La localisation est définie par la position en ligne et en colonne dans la matrice, les coordonnées géographiques ou projetées d'un point de référence et la dimension de la cellule (informations contenues dans le "header")
- La valeur numérique attribuée à chaque cellule correspond à la valeur d'attribut (**un seul**)
- Les démarcations se produisant aux limites des ensembles de cellules de même valeur ne correspondent pas nécessairement aux frontières des entités sur le terrain

Matrice (raster)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |

Table de couleurs

| Valeurs de la matrice | Couleur (r,v,b) |
|-----------------------|-----------------|
| 0 | (255,255,255) |
| 1 | (128,128,128) |
| 2 | (64,64,64) |

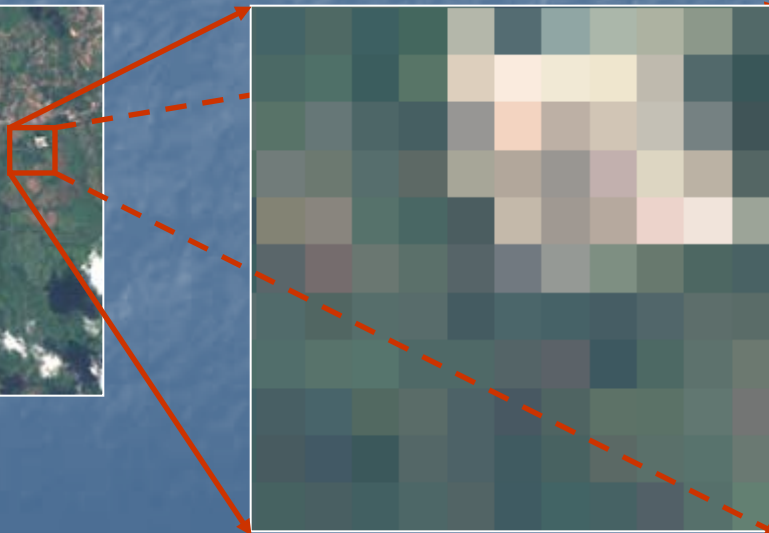
Table d'attributs (légende ...)

| Valeurs de la matrice | Attribut |
|-----------------------|------------------|
| 0 | |
| 1 | Municipalité "A" |
| 2 | Municipalité "B" |

Essentiellement une **matrice de valeurs** ou une **image** (ou raster) formée de **pixels** (une valeur par pixel)

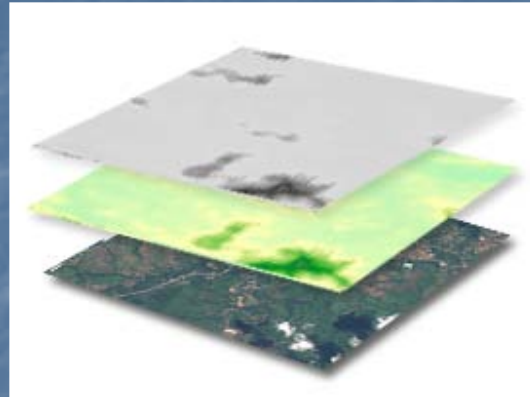
Modélisation de l'**information continue** (structures difficilement identifiable à l'œil, champs)

Photos, élévation, température, etc...



| | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 38 | 44 | 34 | 38 | 100 | 47 | 80 | 95 | 96 | 78 | 46 |
| 42 | 44 | 33 | 49 | 123 | 139 | 134 | 133 | 106 | 46 | 32 |
| 49 | 57 | 43 | 39 | 84 | 135 | 105 | 116 | 109 | 65 | 36 |
| 63 | 60 | 48 | 52 | 93 | 99 | 85 | 108 | 123 | 104 | 47 |
| 73 | 76 | 48 | 41 | 42 | 109 | 89 | 101 | 131 | 134 | 87 |
| 50 | 65 | 59 | 51 | 48 | 63 | 83 | 70 | 58 | 43 | 41 |
| 45 | 45 | 48 | 49 | 38 | 42 | 39 | 39 | 45 | 52 | 50 |
| 45 | 49 | 48 | 44 | 44 | 47 | 51 | 34 | 43 | 52 | 60 |
| 40 | 40 | 46 | 50 | 43 | 40 | 44 | 52 | 51 | 54 | 64 |
| 40 | 37 | 33 | 47 | 43 | 36 | 40 | 51 | 50 | 49 | 59 |
| 39 | 41 | 37 | 43 | 46 | 35 | 37 | 39 | 46 | 48 | 55 |

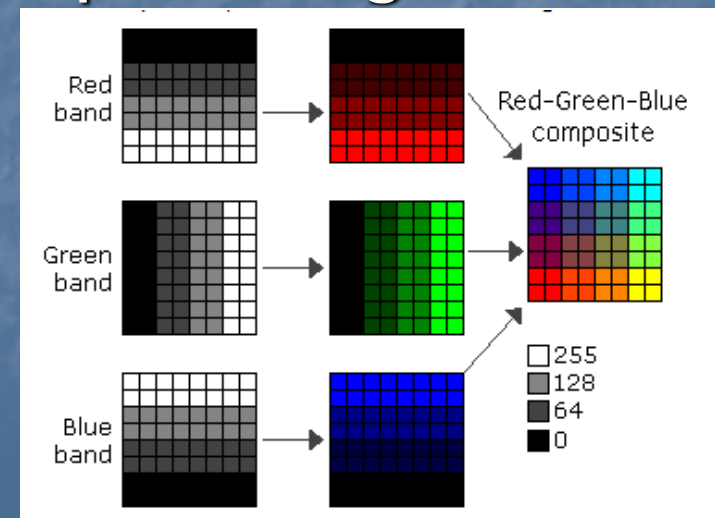
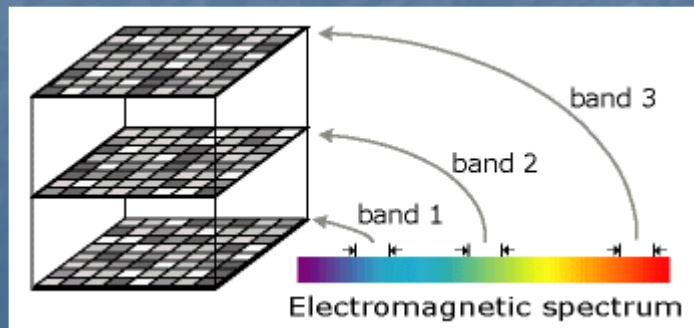
- Une image = un fichier = une variable = une couche



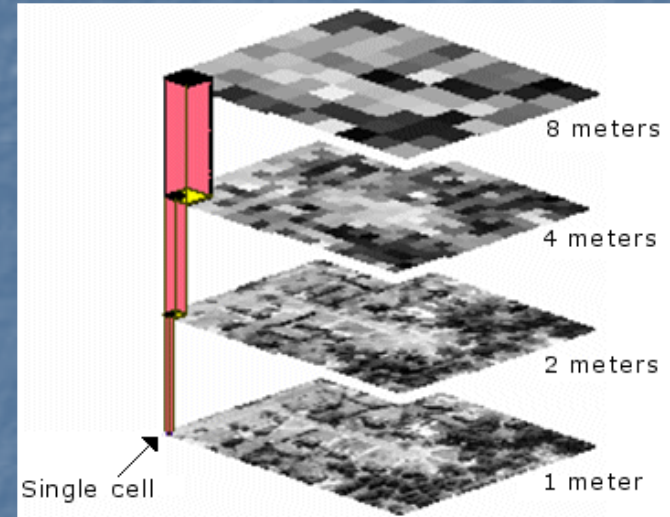
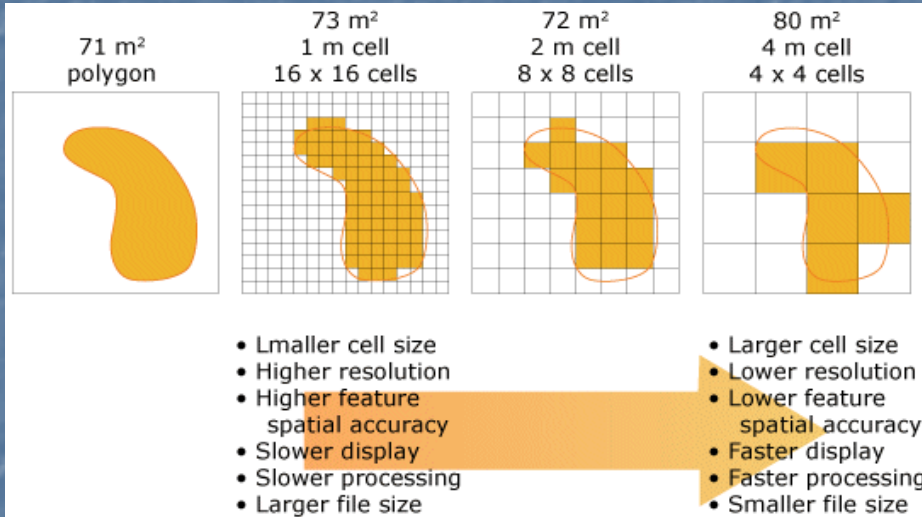
- Image1 - Température
- Image2 - Élévation
- Image3 - Photo

■ Souvent plusieurs bandes par images

Les images couleurs, par exemple, sont composées d'une bande de rouge, une bande de vert et une bande de bleu



Précision défini par la résolution – «cell size»



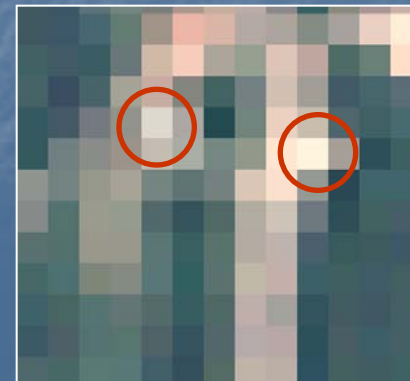
Quickbird (0.6m)



Landsat ETM+
Pansharpened (15m)



Landsat ETM+ (30m)



QUEL MODÈLE UTILISER?

- Les modèles vectoriel et matriciel offrent deux représentations distinctes et complémentaires du monde réel, chacun devant être adapté à l'application particulière de l'utilisateur
- Deux critères principaux doivent guider le choix du modèle :
 - le type d'analyse à réaliser
 - l'échelle d'étude

QUEL MODÈLE UTILISER?

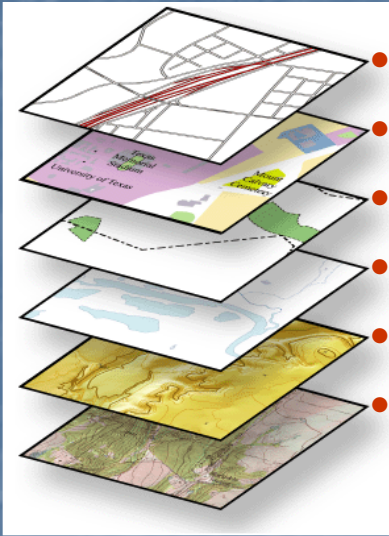
Vectoriel

- localisation précise des données
- description topologique exhaustive
- gère les réseaux
- présentation graphique supérieure
- volume réduit des données (espace disque)
- structure plus ou moins complexe
- mise à jour aisée (édition facile)
- la réalisation d'opérations nécessitant la superposition de plusieurs planches d'information requiert des calculs complexes
- mal adapté aux analyses et simulations
- convient généralement mieux aux études à échelle locale

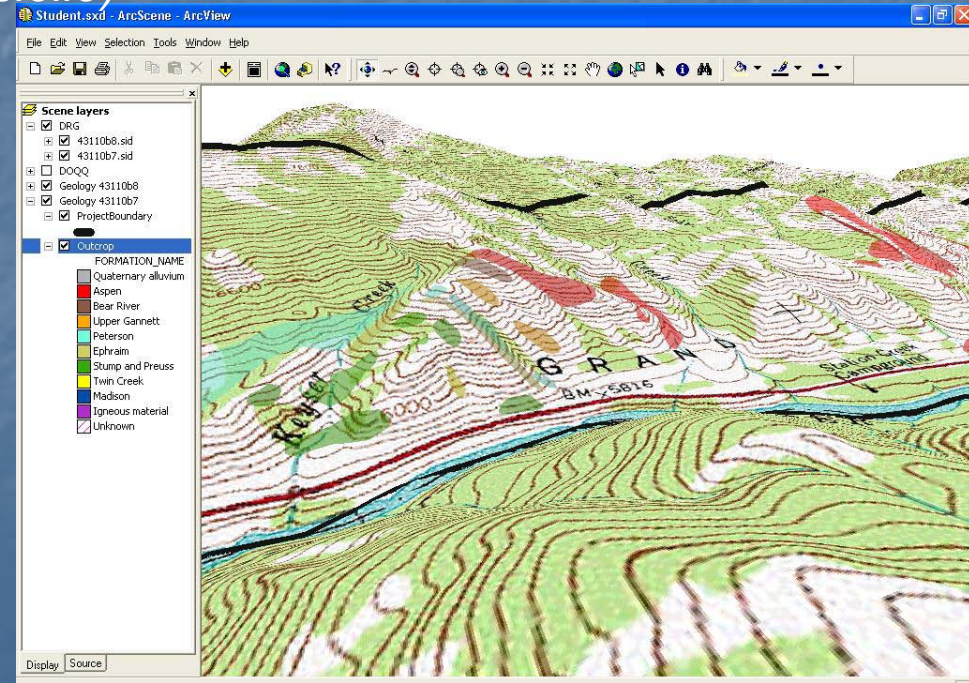
Matriciel

- localisation liée à la dimension de la cellule.
- aucune description topologique
- structure inadéquate pour les réseaux
- représentation graphique liée à la dimension de la cellule (pixel). Lorsque la taille de la cellule est importante, on observe un effet d'escalier sur la représentation graphique.
- volume important des données (espace disque)
- mise à jour complexe (édition longue et pénible)
- structure simple
- superposition aisée des diverses planches d'information
- très bien adapté aux analyses et simulations (analyse de coût/poids)
- convient mieux à l'étude synoptique de phénomènes régionaux ou globaux

PEUT-ON COMBINER LES 2?



- **Routes** (vectorielle)
- **Zonage** (vectorielle)
- **Limites administratives** (vectorielle)
- **Hydrographie** (vectorielle)
- **Élévation** (matricielle)
- **Photo du terrain** (matricielle)



FORMATS DE DONNÉES

Vectoriel

- Shape
 - Format propriétaire d'ESRI (ArcView, ArcGIS)
- Geodatabase
 - Nouveau format d'ArcGIS, mais peu adopté
- Coverage
 - Format ancien de ArcInfo
- E00 (ungenerate)
 - Format d'Import/Export d'ArcInfo
- MID/MIF (MapInfo Interchange File)
 - Format d'Import/Export de MapInfo
- DLG (Digital Line Graphs)
 - Utilisé pour les cartes topographiques (USGS)
- DXF (Data Exchange Format)
 - Format d'Import/Export d'Autocad

FORMATS DE DONNÉES



Shapefile (fichiers de formes)

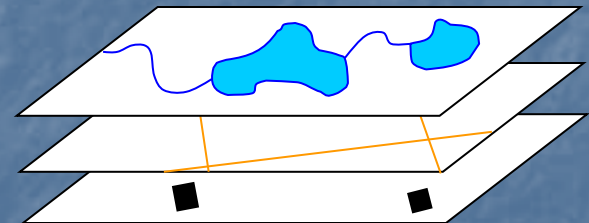
- `feux_7211.dbf` ➤ données attributaires
- `feux_7211.prj` ➤ info sur projection
- `feux_7211.sbn` ➤ fichier index
- `feux_7211.sbx` ➤ fichier index
- `feux_7211.shp` ➤ données spatiales (topologie)
- `feux_7211.shx` ➤ fichier index

*Attention à avoir tous les fichiers pour exporter!

FORMATS DE DONNÉES

Couches

- Une couche de données est un ensemble d'entités spatiales avec leurs localisation, topologie (point, ligne, polygone) et attributs



Ces trois couches se superposeront parfaitement dans la mesure où leurs données respectives sont **géoréférencées** avec la même précision

FORMATS DE DONNÉES



Matriciel

- GRID
 - Format standard des matrices d'ESRI
- BMP (Bitmap)
 - Standard d'image dans les applications MicroSoft Windows
- TIFF (Tag Image File Format)
 - Utilisé pour le stockage d'images numériques
- GEOTIFF
 - Extension du format TIFF qui contient de l'information sur la géoréférence des données facilitant ainsi leur échange entre différents SIG
- GIF, JPEG
 - Utilisés pour la transmission d'images sur le WEB

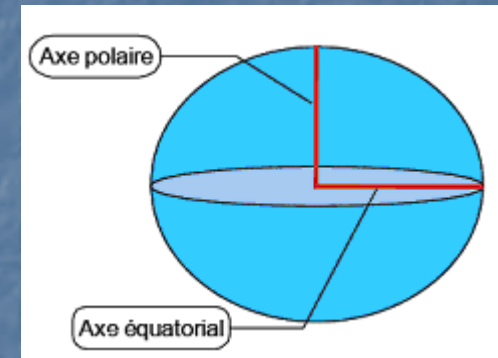
MÉTADONNÉES

- Données sur la données
- Description et détails sur le jeu de données. Devrait contenir l'origine, l'auteur, les détails de sa structure (codes, lexique, abréviations)...
- Permet à d'autres utilisateurs de comprendre et d'utiliser la donnée

SYSTÈMES DE COORDONNÉES

Deux types:

- Géographique
- Projetée (ou plane)



Basé sur un **ellipsoïde** (ou sphéroïde ou datum) qui est la surface de référence pour déterminer la position horizontale (coordonnées latitude-longitude), calculée à partir de mesures de la différence entre le rayon équatorial moyen et le rayon polaire de la terre (sphère aplatie)

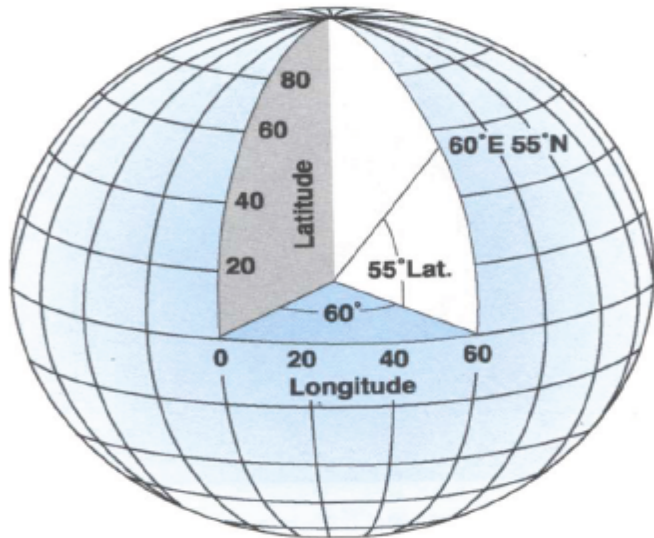
Ex. Datum NAD27, NAD83, GRS80, WGS84

Un **géοïde** est la surface de référence pour déterminer la position verticale (altitude par rapport au nmm)

COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

- Le globe est divisé en **méridiens** (nord-sud) dont l'origine (0 degrés) est à Greenwich, UK et en **parallèles** (est-ouest) dont l'origine (0 degrés) est à l'équateur (voir fig).
- Une coordonnée géographique se veut un calcul d'angle par rapport à l'origine.
- La **latitude** est donnée pour exprimer la position par rapport à l'équateur (ex. 45° S ou -45°). Elle se divise en 60 minutes et 60 secondes.
- La **longitude** est donnée pour exprimer la position par rapport à Greenwich (ex. 75° W ou -75°). Elle se divise en 60 minutes et 60 secondes.
- Une coordonnée est donc donnée ainsi :
 $45^{\circ} 20' 15''$ N; $75^{\circ} 35' 50''$ W

COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES



Meridiens et parallèles

- Position exacte (à l'erreur commise par l'approximation mathématique près) à la surface du globe
- Unité de mesure NON UNIFORME : 1 degré de latitude diffère généralement de 1 degré de longitude
- La distance représentée par 1 degré varie en fonction de la position

EX: Avec le sphéroïde de Clarke (1866)

1 degré de longitude à l'équateur:

111.321 km

1 degré de longitude à 60 degré de latitude:

55.802 km

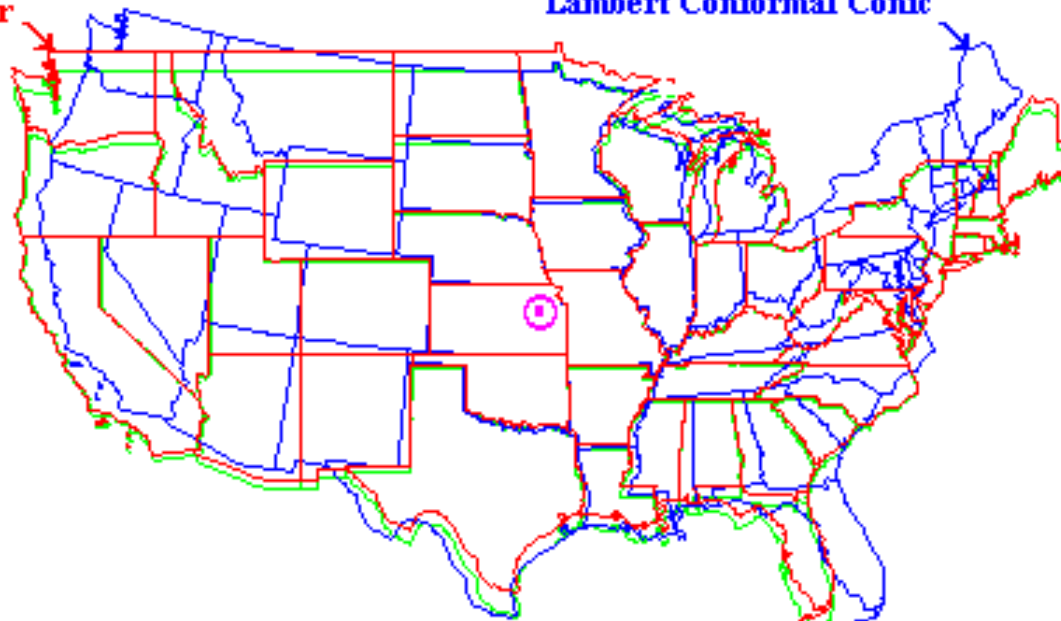
PROJECTIONS

- Les coordonnées planes obtenues par **transformations mathématiques** permettent des mesures directes sur la carte (angles, surfaces)
- Les projections sont des tentatives de représenter la surface « ronde » de la terre sur une surface plane (3D vs 2D). Différentes formes de **distorsion** découlent de ce procédé : conformité, distance, direction, échelle, surface, angles... mais pas toutes pour tous ces points. En dépit des problèmes liés à la distorsion, toutes les projections conservent un élément important, c'est-à-dire la précision de la localisation.

Three Map Projections Centered at 39 N and 96 W

Mercator

Lambert Conformal Conic

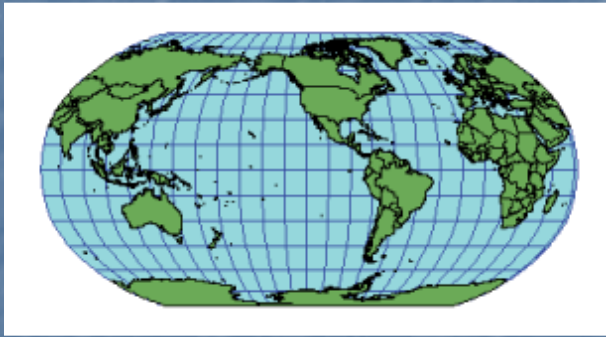


Un-Projected Latitude and Longitude

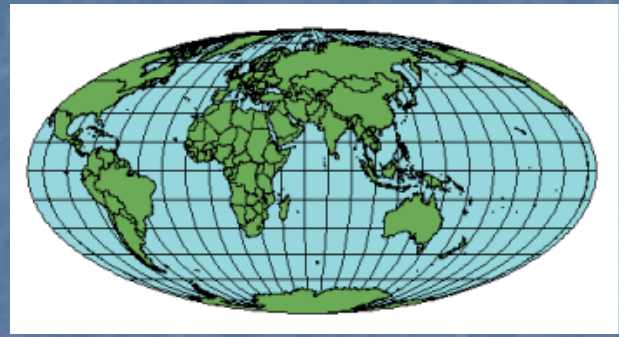
Peter H. Dana 6/23/97

Quelques projections pour les cartes du monde

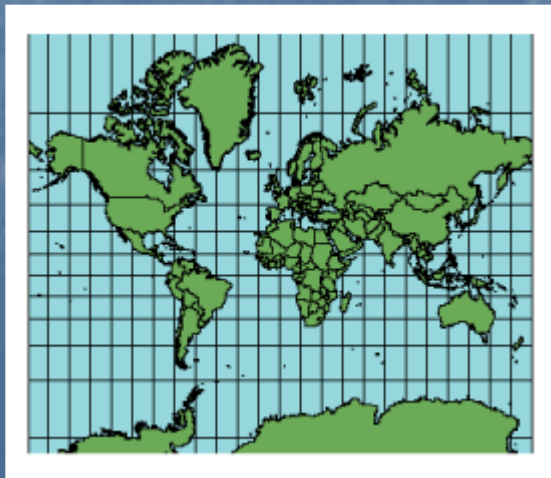
Robinson



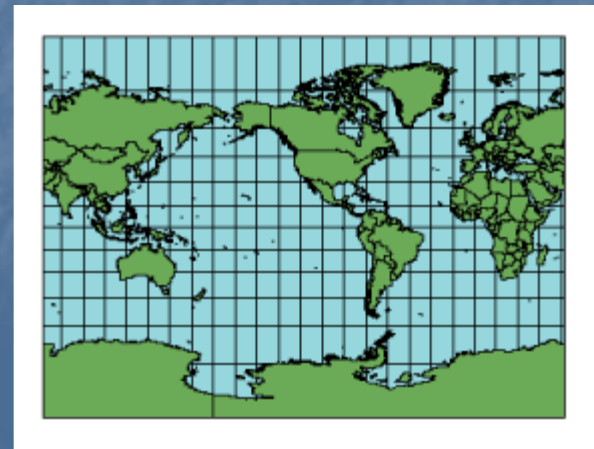
Mollweide



Mercator

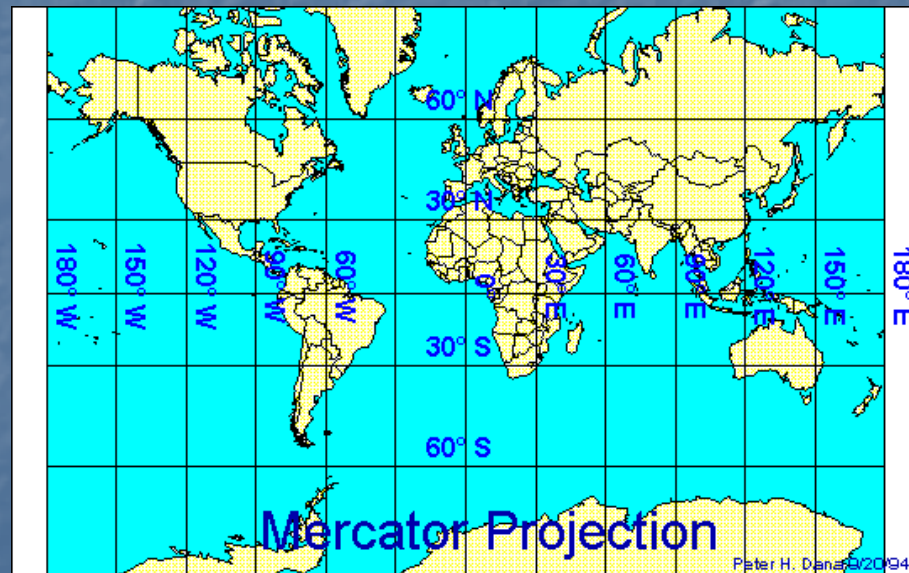


Miller cylindrique



EX. DE PROJECTIONS

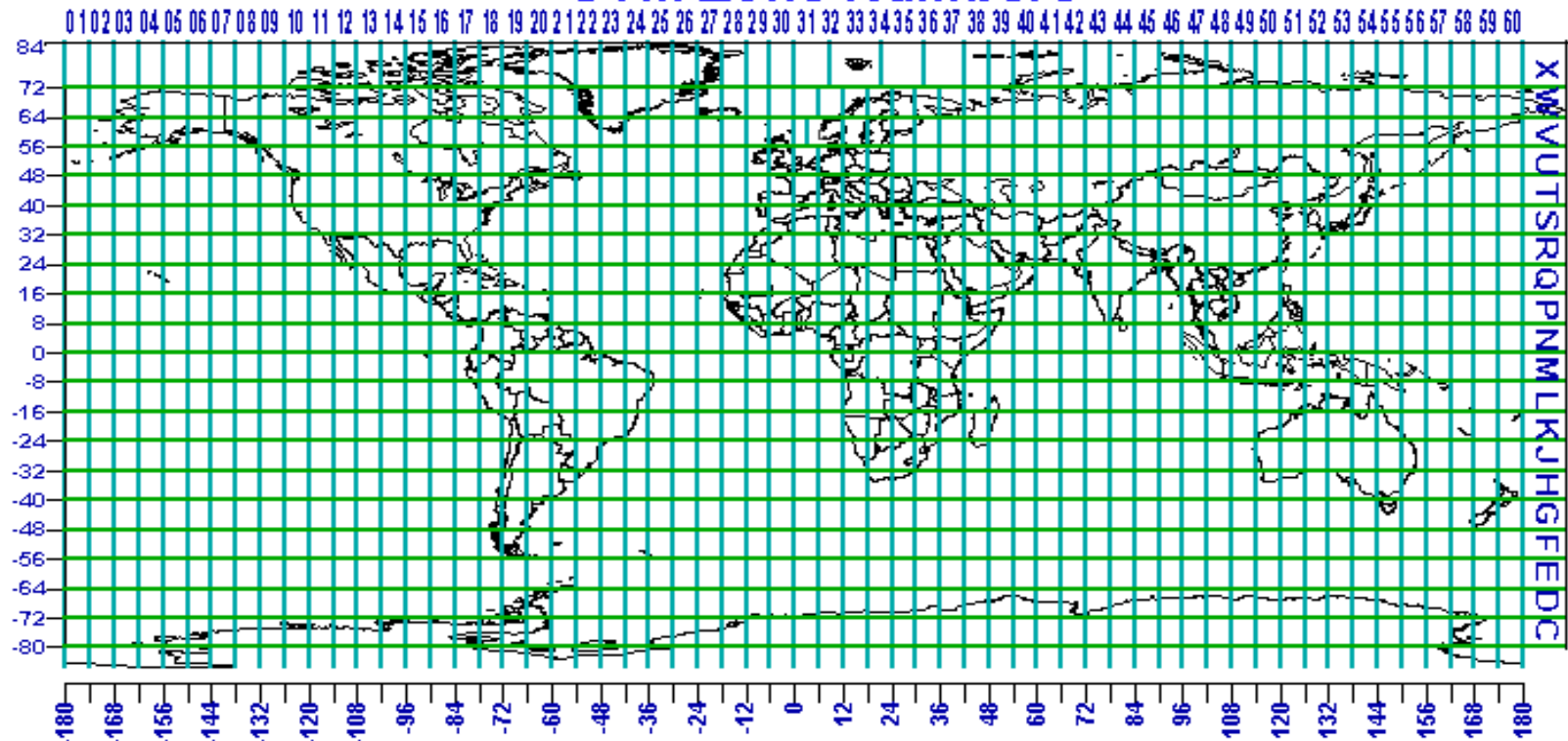
- Cylindriques : populaire, mais avec grande distorsion aux pôles
 - Mercator



Projection Mercator-Tranverse-Universelle (UTM)

- Le globe est divisé en 60 zones de 6° de longitude de large (360 km).
- Les numéros de zones croissent d'ouest en est à partir du méridien 180° , allant de 1 à 60.
- Chacune des zones est centrée sur un méridien de façon à ce qu'il y ait 3° de chaque côté de ce méridien central.
- Les longitudes *Eastings* sont données en mètres en prenant pour origine le méridien central, celui-ci est considéré comme ayant une coordonnée en x de 500000m. Si l'on est à l'ouest de ce méridien central on soustrait de 500000 la distance (en mètres) à laquelle on se trouve du méridien. Si l'on est à l'est de ce méridien central on additionne à 500000 la distance (en mètres) à laquelle on se trouve du méridien.
- Les latitudes *Northings* sont données en mètres en prenant pour origine l'équateur. Pour l'hémisphère nord, la valeur de y à l'équateur est 0 et on additionne la distance (en mètres) à laquelle on se trouve de l'équateur. Pour l'hémisphère sud, la valeur de y à l'équateur est 10000000 et on soustrait de cette valeur, la distance à laquelle on se trouve de l'équateur.
- Cette projection est utilisée pour la production des cartes topographiques de la plupart des pays.

UTM Zone Numbers



UTM Zone Designators

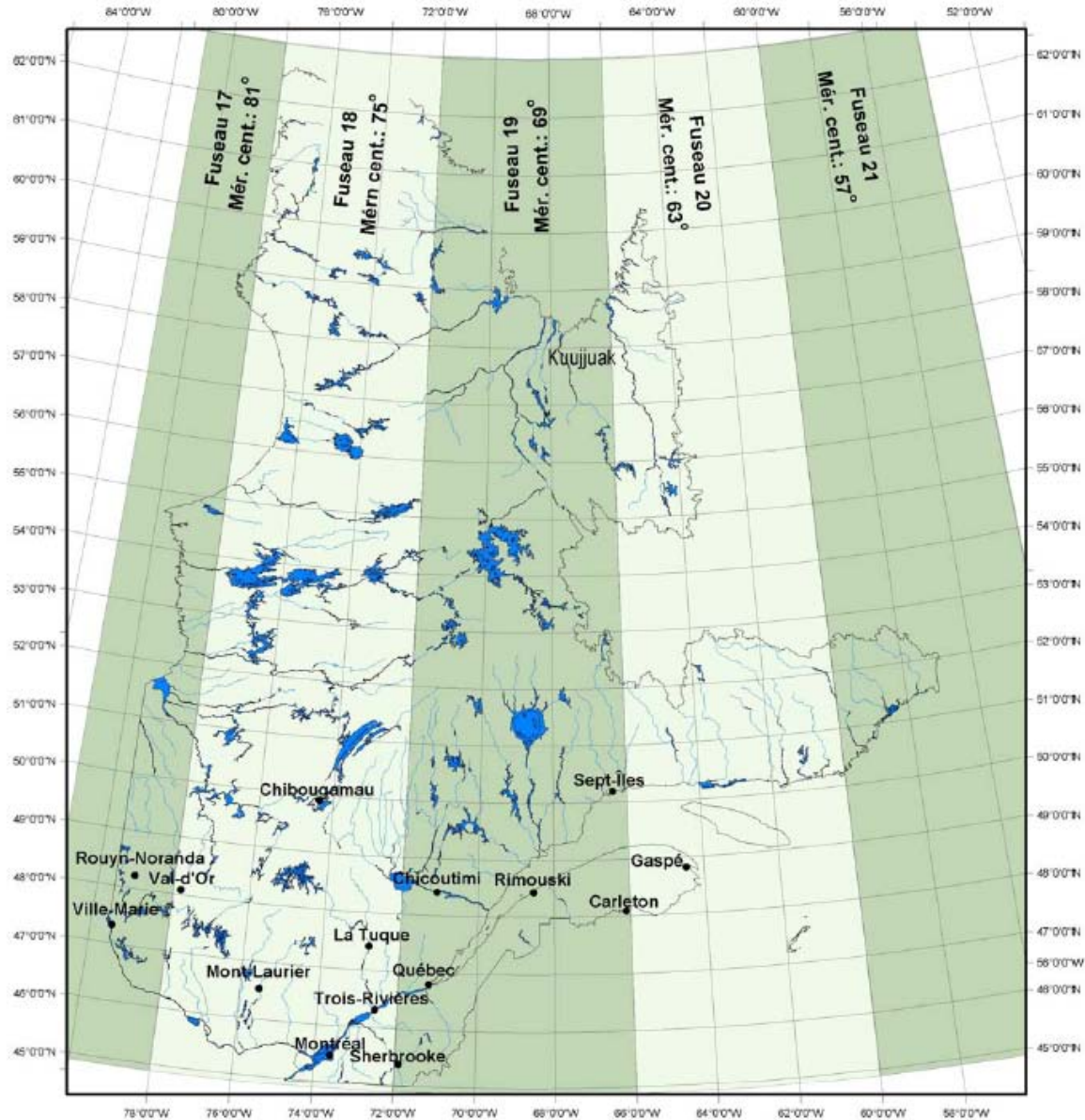
Universal Transverse Mercator (UTM) System

Peter H. Dana 9/7/94



Projection cartographique UTM (Universelle Transverse Mercator)

1:10 000 000



Paramètres de projection: -Transverse Mercator; -Sphéroïde: NAD27 = Clarke 1866, NAD83 = GRS80
Méridien central: selon la zone où votre territoire se situe; Latitude de référence: 0
Facteur d'échelle: 0.9996

Réalisé par Martine Lapointe
Département des sciences du Bois et de la Forêt
Faculté de Foresterie et de Géomatique
Université Laval

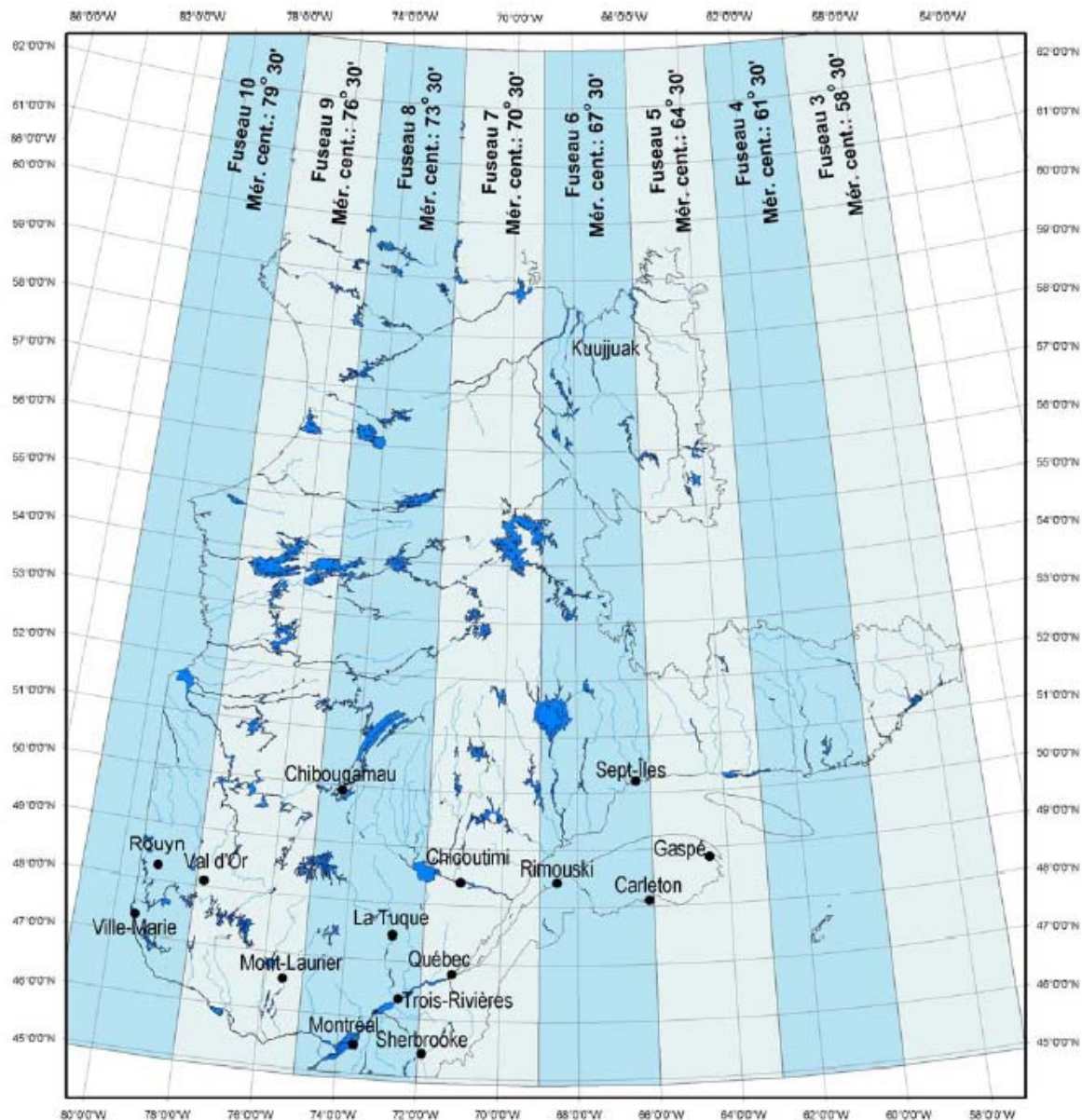
Projection Mercator Transverse Modifiée (MTM)

- Il s'agit d'un système de projection utilisé seulement au Québec.
- Le territoire est divisé en 8 zones de 3° de longitude de large (180 km).
- Les zones sont numérotées de 3 à 10 débutant aux Iles-de-la-Madeleine et se terminant en Abitibi.
- Chacune des zones est centrée sur un méridien de façon à ce qu'il y ait $1,5^\circ$ de chaque côté de ce méridien.
- L'origine en x est située sur le méridien central et possède une valeur de 304800m.
- L'origine en y est située sur l'équateur et possède une valeur de 0 pour l'hémisphère nord.
- Le calcul des positions relatives des objets s'effectue de la même façon que pour le système UTM.



Projection cartographique MTM (Mercator Transverse Modifiée)

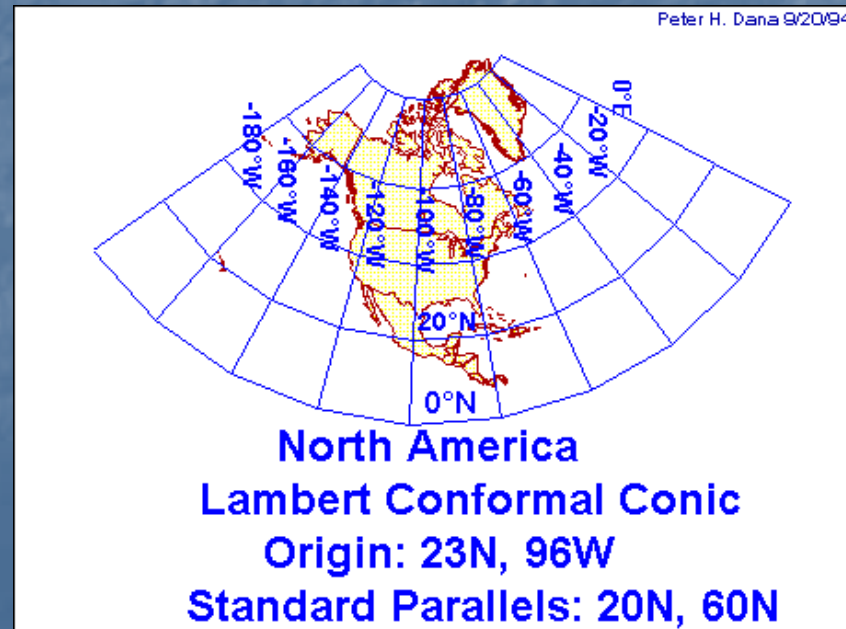
1:10 000 000



Paramètres de projection: -Transverse Mercator; -Sphéroïde: NAD27 = Clarke 1866, NAD83 = GRS80 Réalisé par Martine Lapointe
Méridien central: selon la zone où votre territoire se situe; Latitude de référence: 0 Département des sciences du Bois et de la Forêt
Facteur d'échelle: 0.9999 Faculté de Foresterie et de Géomatique
"Faux Est": 304800; "Faux Nord": 0 Université Laval
Novembre 2002

EX. DE PROJECTIONS

- Coniques: très utiles pour l'hémisphère nord
 - Albers conique
 - Lambert conique conforme : utile pour calculer les grandes distances, surtout en Amérique du Nord



EX. DE PROJECTIONS

- Azimutales: très utiles pour les pôles
 - Lambert azimutale

