

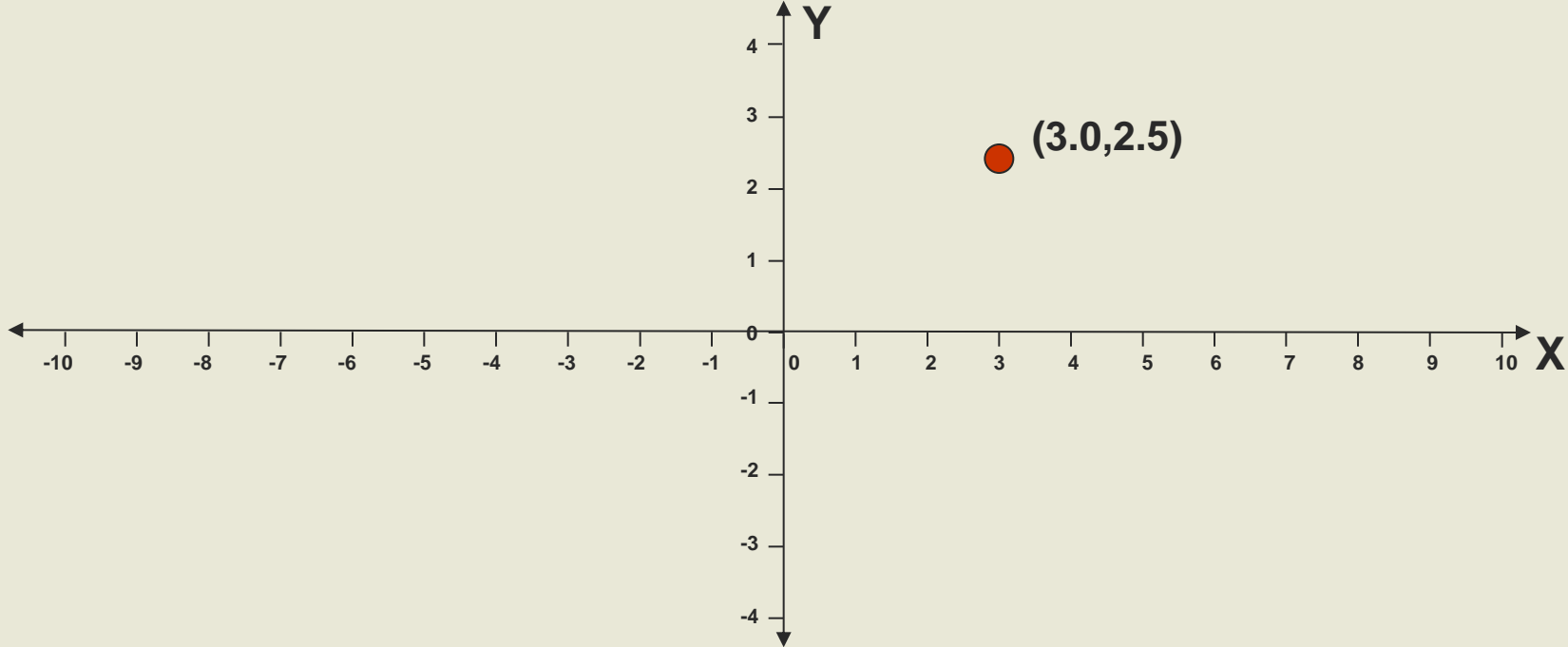
Introduction intensive à ArcGIS

3 – Systèmes de coordonnées et projections

Géoréférencement

Système de coordonnées cartésiennes

- La méthode de base pour **localiser** un point dans l'espace est de le situer dans un **système de coordonnées cartésiennes**

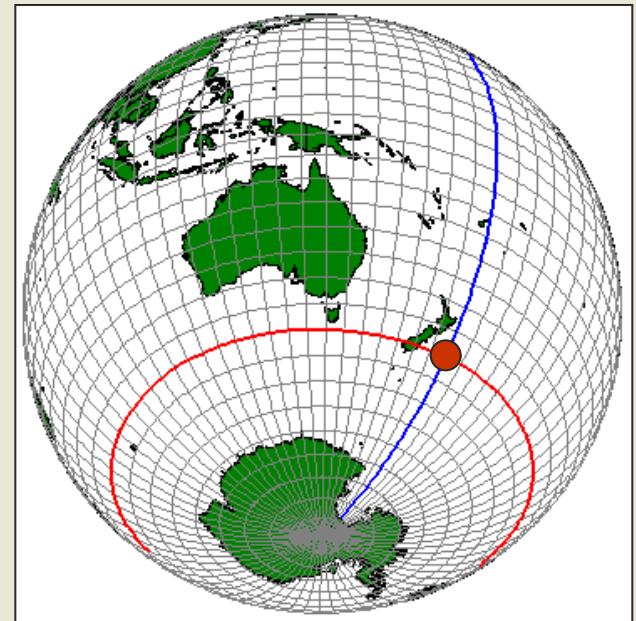


- Un système de localisation est toujours accompagné d'une **unité de mesure** (cm, m, km, etc...)

Géoréférencement

Système de coordonnées géographiques

- La méthode de base pour localiser un point sur la terre est de le localiser dans un **système de coordonnées géographiques (SCG)**
- Un SCG comprend une **unité de mesure**, un **premier méridien** et un **datum**
- Un SC géographique est différent d'un SC **projeté** parce qu'il ne conserve **aucune propriété géométrique** intéressante (*angle, aire, distance*)



Unité de mesure

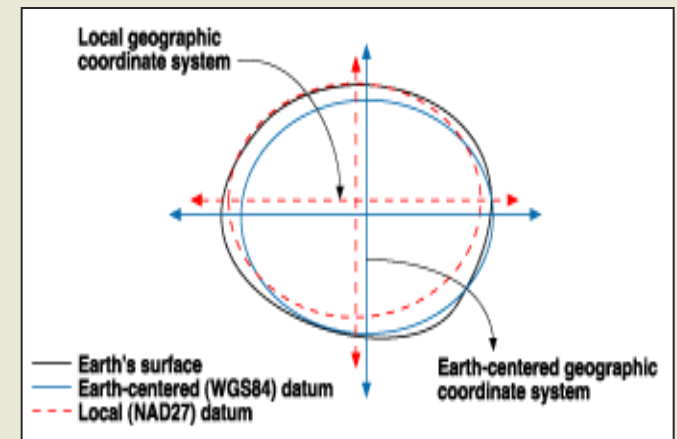
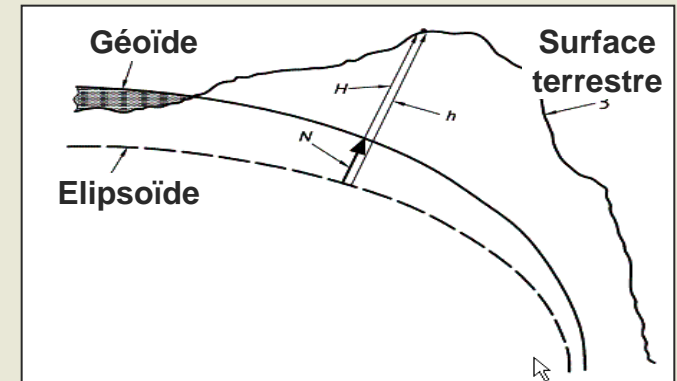
- L'unité de mesure dans un système de coordonnées géographiques est le **degré**
- Chaque degré est divisé en **60 minutes** et chaque minute est divisée **60 secondes**
- On peut aussi utiliser les **degrés décimaux**

$90^{\circ}30'$ (90 degrés 30 minutes) =
 90.5° (90.5 degrés décimaux)

Géoréférencement

Système de coordonnées géographiques

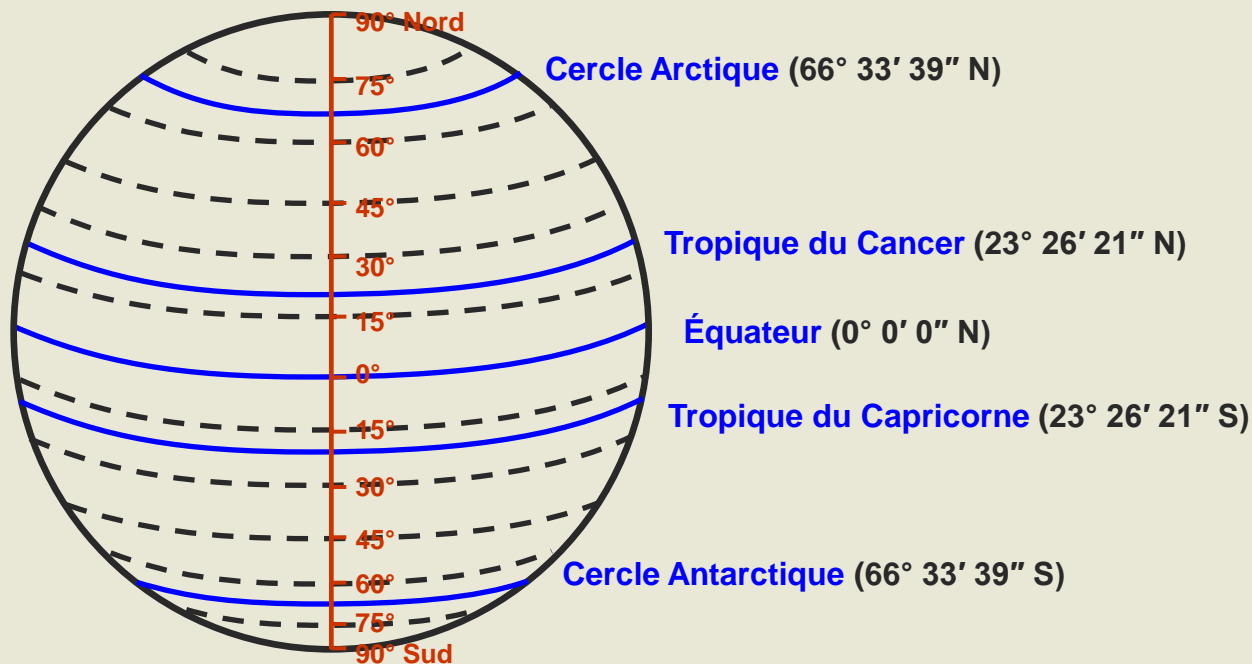
- Le **datum** d'un SCG sert à **approximer la surface quasi-sphérique de la terre**
 - S'appuie sur une équation mathématique décrivant un **sphéroïde** (ou ellipsoïde) centré sur le centre de gravité de la terre.
 - Un **datum** modifie la position du centre du **sphéroïde** pour mieux correspondre avec la surface de certaines parties du globe.
- Plusieurs **datums** basés sur différents sphéroïdes et géoïdes ont été élaborés au cours des ans:
 - North American Datum of 1927 (NAD 1927)
 - Geodetic Reference system of 1980 (GRS 80)
 - North American Datum of 1983 (NAD 83)
 - World Geodetic System of 1984 (WGS 84)
 - Clarke 1880 (pour plusieurs pays africains)



Géoréférencement

Système de coordonnées géographiques

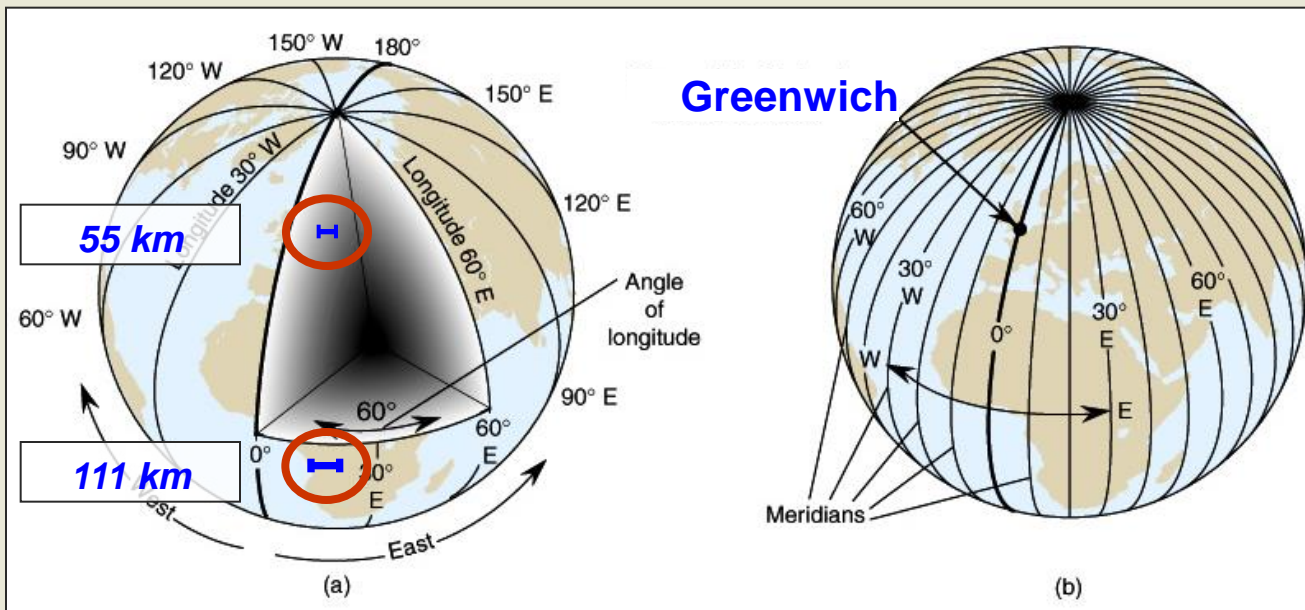
- Deux mesures sont nécessaires pour localiser un point sur la terre: une **latitude** et une **longitude**
- La **latitude** mesure la distance du point par rapport à la **parallèle** appelé **équateur**
- Les latitudes vont de **90° Nord** à **90° Sud**



Géoréférencement

Système de coordonnées géographiques

- La **longitude** mesure la distance du point par rapport au **méridien de Greenwich** qui est généralement le **Premier méridien** d'un SCG
- Les longitudes vont de **180° Ouest à 180° Est**



Il existe d'autres
Premier méridiens

*Bern
Bogota
Paris*

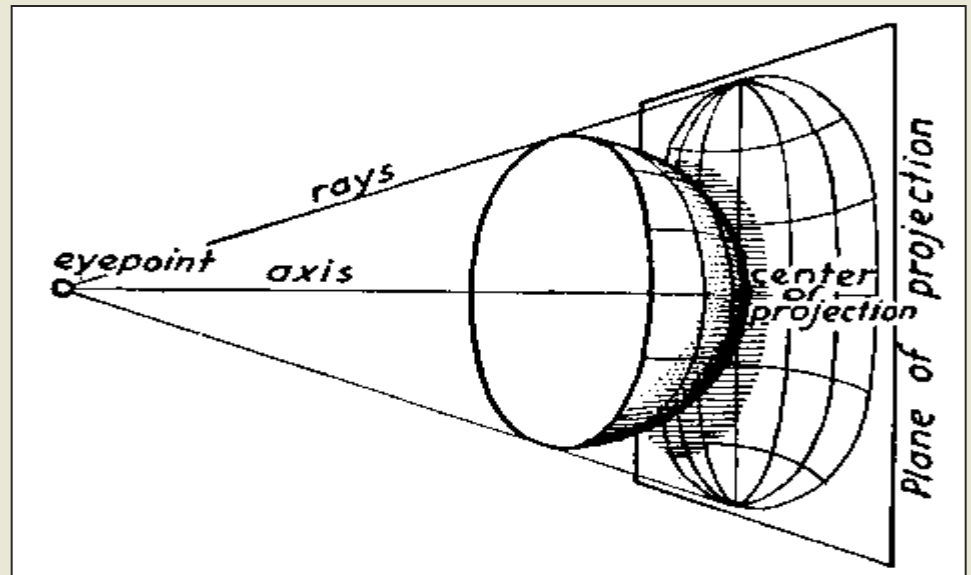
- Plus on se **rapproche des pôles**, plus les distances entre deux degrés de longitude **diminuent**. Ceci fait que lorsque l'on représente un SCG sur un plan, les **formes** sont **distordues** et il est **impossible** de **mesurer correctement** des **aires** et des **distances**.

Géoréférencement

Système de coordonnées projetées

- Pour éviter les inconvénients d'un SCG (formes distordues et mesures impossibles) on utilise un **système de coordonnées projetées (SCP)** qui tente de **rétablir** mathématiquement certaines caractéristiques importantes

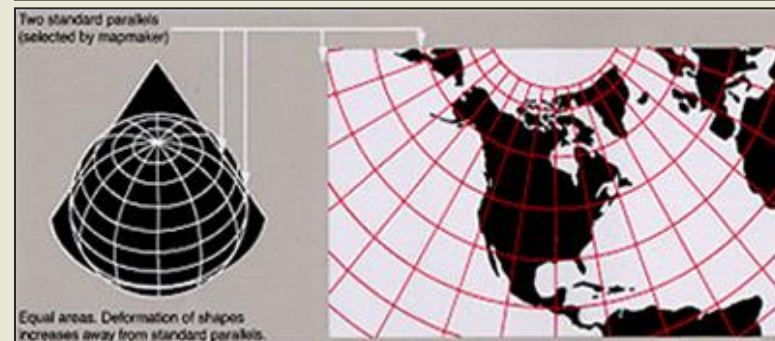
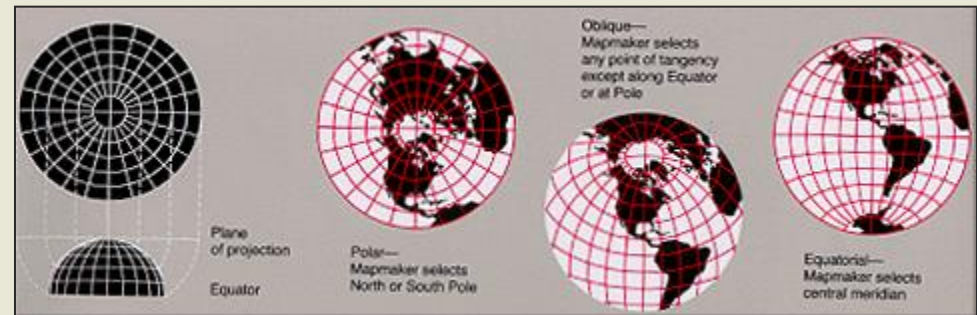
Le principe général d'un SCP est de projeter les points du globe sur un plan comme un ombrage.



Géoréférencement

Système de coordonnées projetées

- On distingue les SCP selon **le type de plan** sur lequel les points sont projetés
 - Les projections **azimutales** projettent sur un **plan plat**
 - Les projections **coniques** projettent sur un **cône**
 - Les projections **cylindriques** projettent sur un **cylindre**

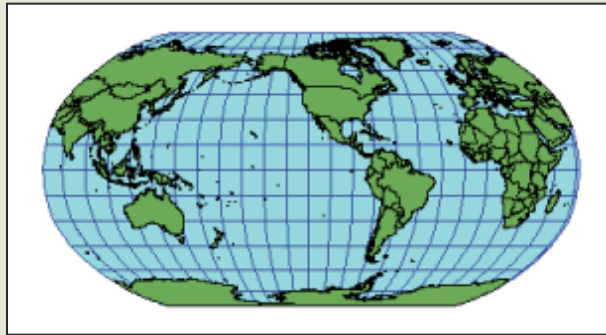


Géoréférencement

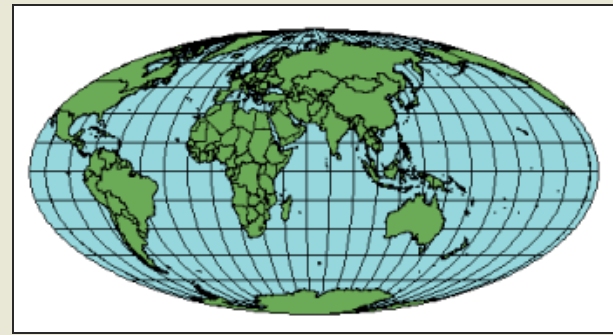
Système de coordonnées projetées

Quelques SCP pour les cartes du monde

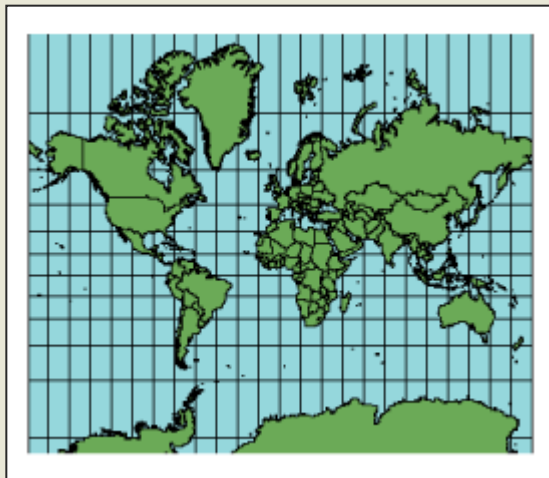
Robinson



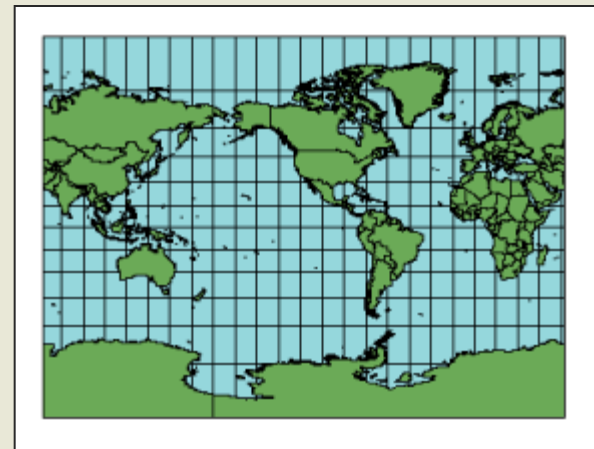
Mollweide



Mercator



Miller cylindrique



Géoréférencement

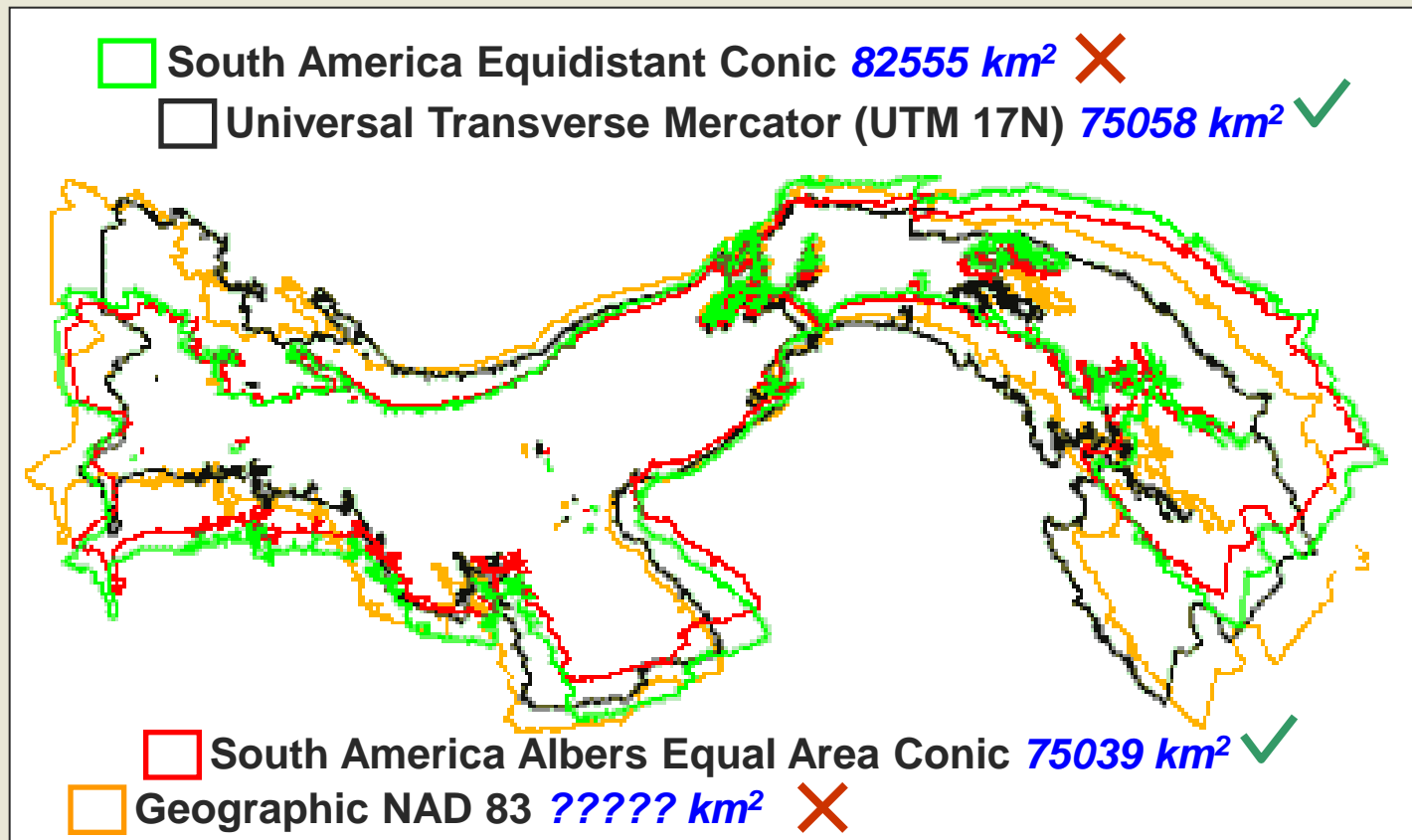
Système de coordonnées projetées

- Aucun SCP ne permet de préserver correctement les **formes**, les **distances** et les **surfaces** en même temps
- Les SCP **conformes** conservent les **formes et les angles**
 - Mercator, Transverse Mercator, UTM, Lambert Conformal Conic
- Les SCP **équidistants** conservent les **distances**
 - Azimuthal Equidistant, Equidistant Conic, Equidistant Cylindrical
- Les SCP **équivalents** (equal area) conservent les **aires**
 - Alber's equal area, Lambert equal area
- Même si un SCP **ne peut conserver les trois caractéristiques en même temps**, elle peut offrir de bon **compromis**
- Certains SCP ne conservent **rien** mais sont utiles à d'autres usages

Géoréférencement

Système de coordonnées projetées

Quatre systèmes de coordonnées différents pour le Panama (*75 517 km²*)



Les distorsions sont plus évidentes
aux **extrémités** du plan de projection

Géoréférencement

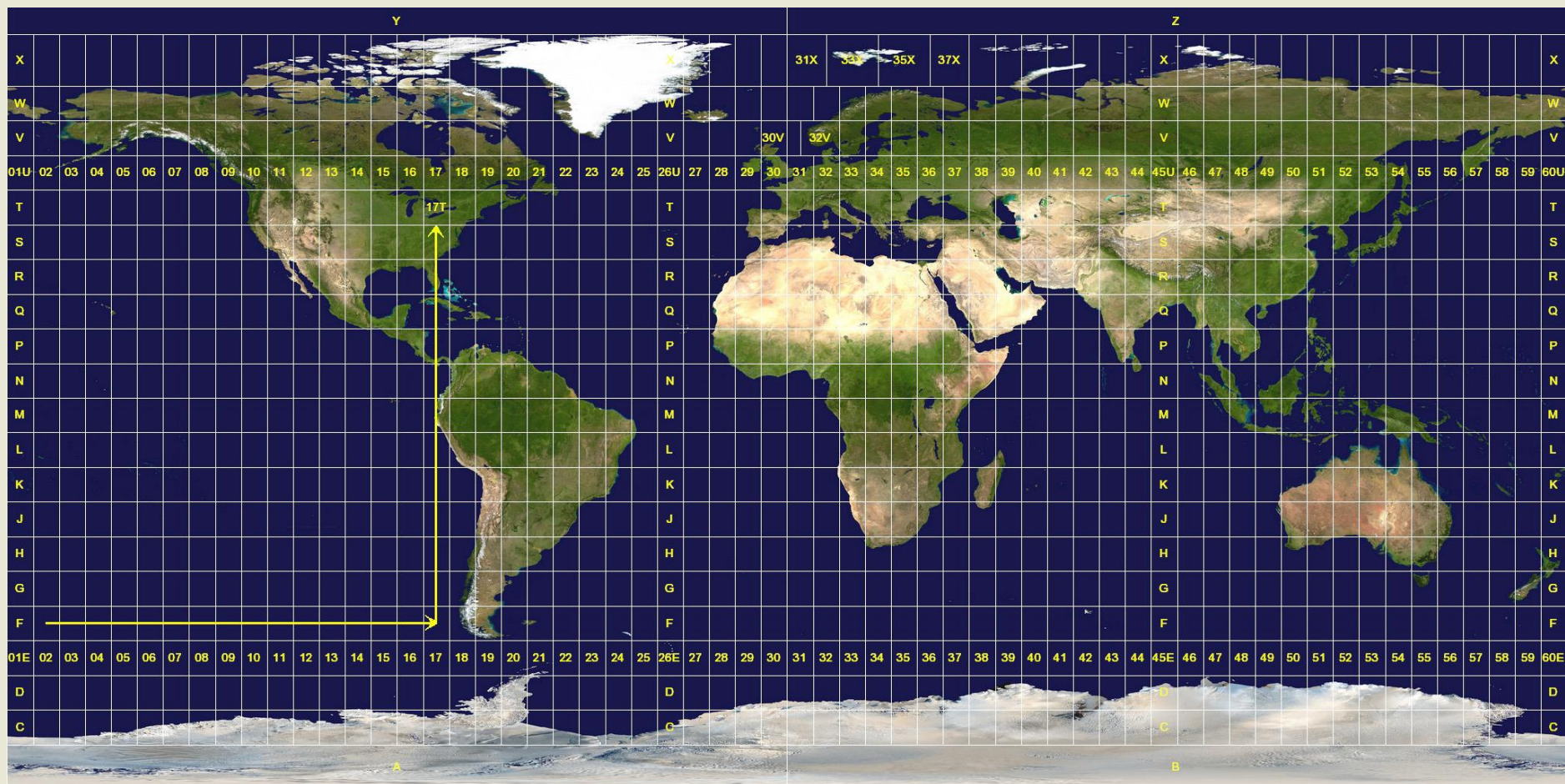
Système de coordonnées projetées

- **Aucun** SCP utilisant les **mètres** comme unité de mesure n'est **équivalent** sur de grandes surface, c'est pourquoi **certains SCP** ont été développés spécifiquement pour **certaines régions du globe**.
- Le SCP **MTM** (Modified Transverse Mercator) et **Québec Lambert** ont, par exemple, été développés spécialement pour le Québec
- Le SCP **UTM** (Universal Transverse Mercator) est divisé en zones qui couvrent toutes les régions du monde.
 - **60 zones nord et sud de 6° de longitude**
 - **Chaque région du monde doit être projetée dans sa propre zone. Les régions à l'extérieur de cette zone présenteront de fortes distorsions.**
 - **Conforme et distorsions minimales sur les aires à l'intérieur de la zone.**

Si l'on doit calculer des aires sur une carte,
il est **TRÈS** important que celle-ci soit projetée dans un SCP
le plus régional et le plus équivalent possible.

Géoréférencement Référencement UTM

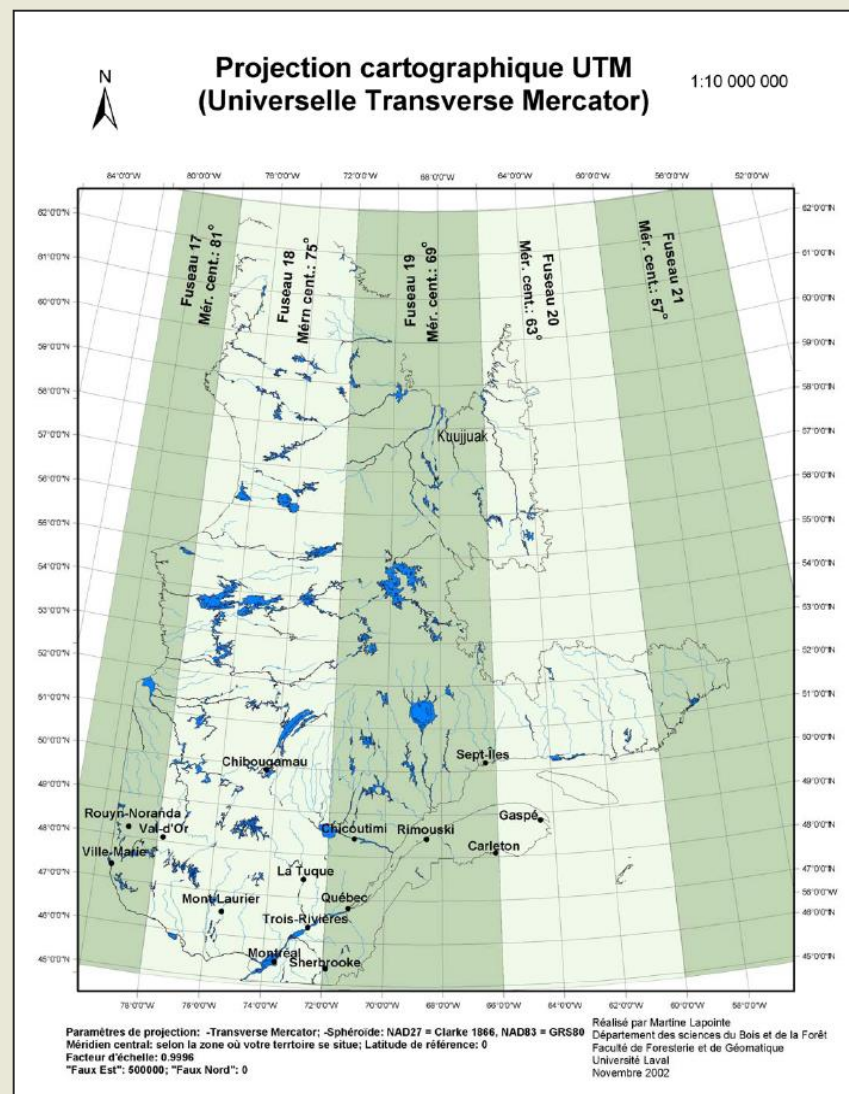
- Chaque zone UTM couvre **6°** de longitude



Géoréférencement

Référencement UTM

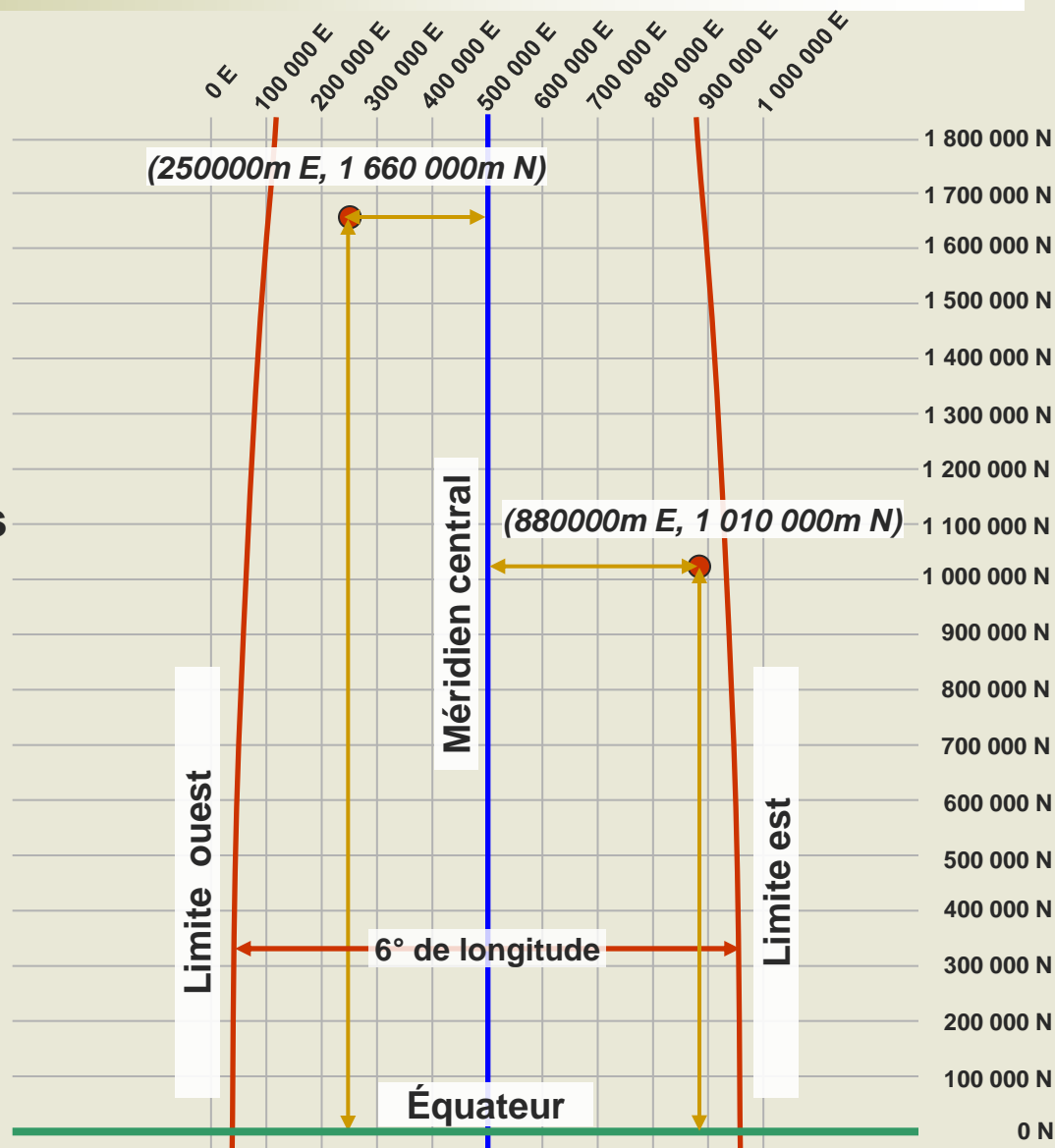
- Il y a donc **5 zones** pour le Québec
- Numérotées de 17 à 21



Géoréférencement

Référencement UTM

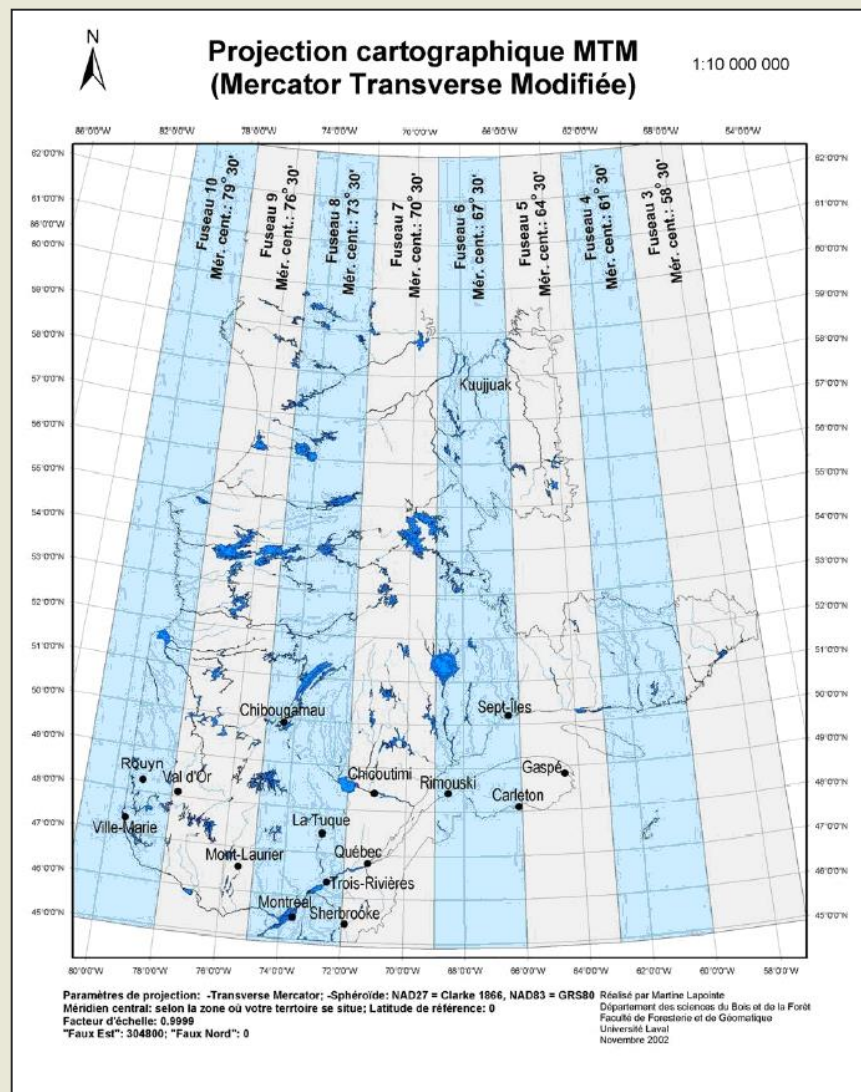
- Chaque zone UTM couvre **6°** de longitude
- Les **premières coordonnées** (X) d'une position vont de **0m E à 1 000 000m E**
- La coordonnée du **méridien central** d'une zone est toujours à **500 000m E**
- Dans l'hémisphère nord, les **deuxièmes coordonnées** (Y) vont de **0m N** (équateur) à **10 000 000m N**
- Dans l'hémisphère sud, les **deuxièmes coordonnées** (Y) vont de **0m N** à **10 000 000m N** (équateur)



Géoréférencement

Référencement MTM

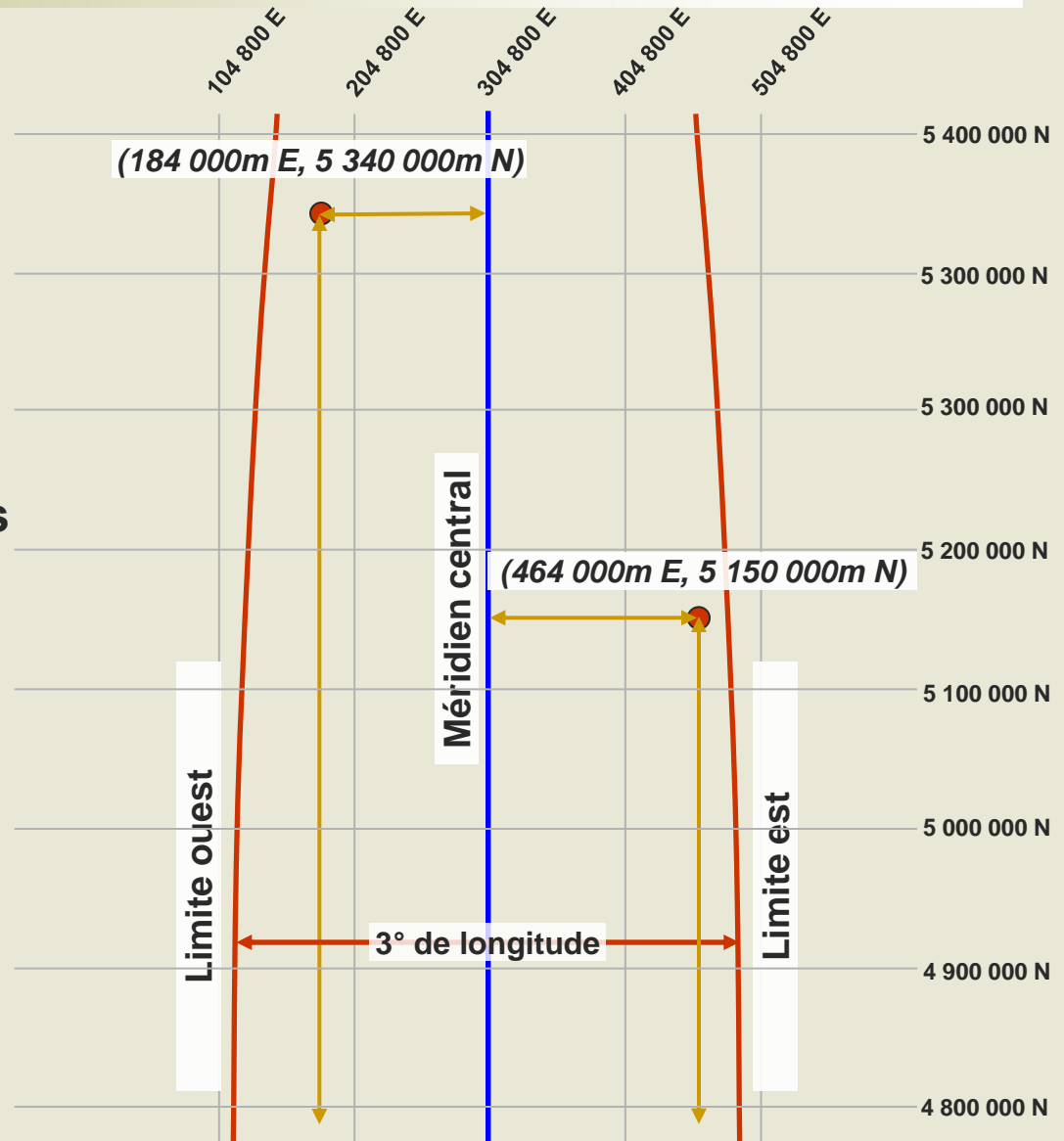
- Chaque zone MTM couvre **3°** de longitude
- Il y a donc **8 zones** pour le Québec



Géoréférencement

Référencement MTM

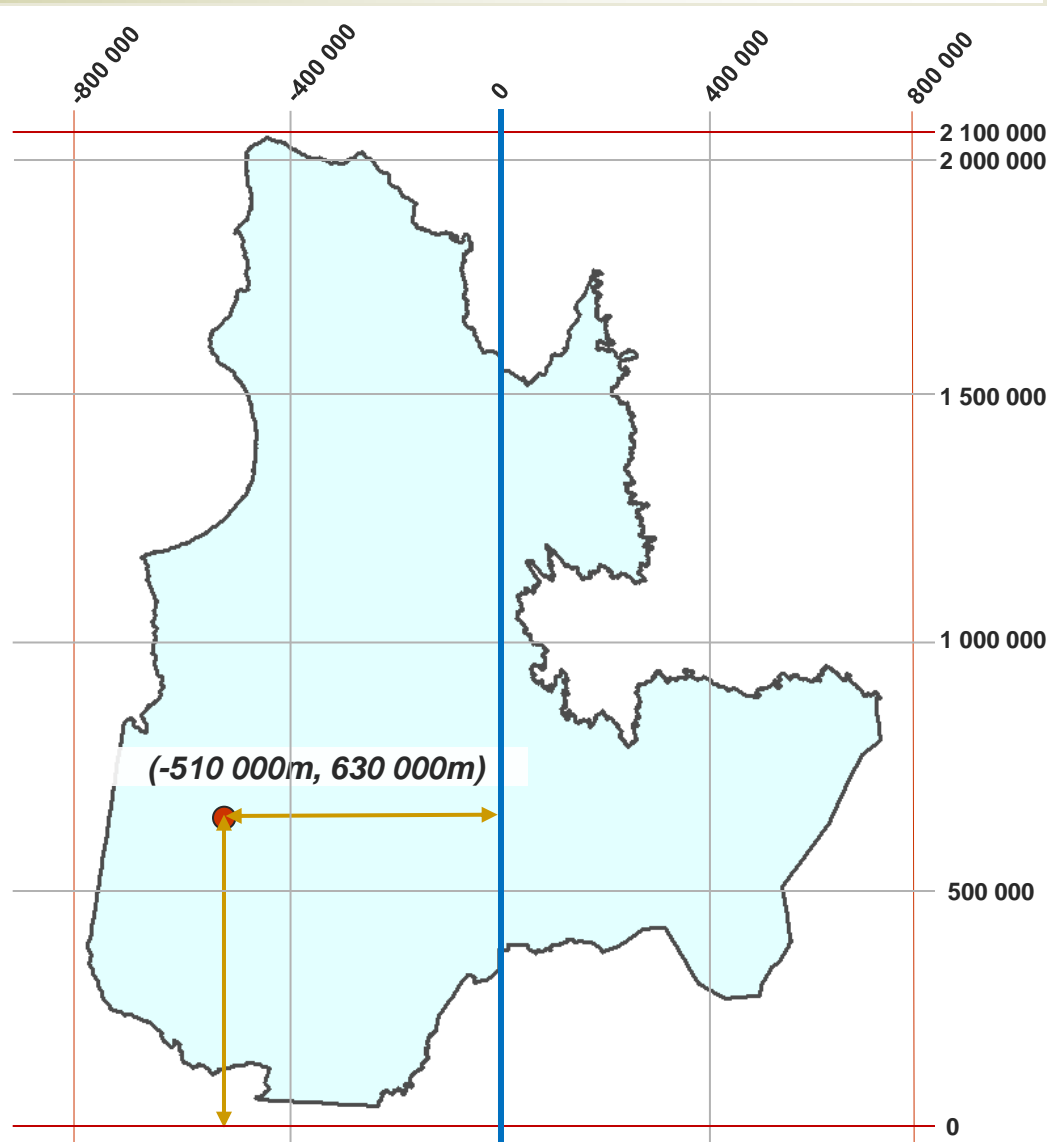
- Chaque zone MTM couvre **3°** de longitude
- Les **premières coordonnées** (X) d'une position vont de **0m E à 554 000m E**
- La coordonnée du **méridien central** d'une zone est toujours à **304 800m E**
- Au Québec, les **deuxièmes coordonnées** (Y) vont de **4 800 000m N à 6 900 000m N**



Géoréférencement

Référencement Québec Lambert

- Bon pour projeter l'ensemble du Québec
- Les **premières coordonnées (X)** d'une position vont de **-800 000m à 800 000m**
- La coordonnée du **méridien central** est à **0m**
- Les **deuxièmes coordonnées (Y)** vont de **0m à 2 100 000m**



Identification des systèmes de coordonnées de référence

- Chaque SCR a un numéro standard établie par différents organismes
 - **EPSG** - European Petroleum Survey Group
 - **IGNF** - Institut Géographique National de France
 - **OSGEO** - Open Source Geospatial Foundation
- Quelques SCR fréquemment utilisés
 - **EPSG: 4326** - WGS 84
 - **EPSG: 4269** - NAD83
 - **EPSG: 26901 à 26923** - NAD83 / UTM zones 1N à 23N
 - **EPSG: 3347** - NAD83 / Statistics Canada Lambert
 - **EPSG: 32181 à 32197** - NAD83 / MTM zones 1 à 17
 - **EPSG: 32198** - NAD83 / Quebec Lambert
 - **ESPG: 32726 à 32739** - WGS 84 / UTM zones 26S à 39S pour l'Afrique

Définition et reprojection de couches dans ArcCatalog

- Je veux définir la projection lorsque:
 - je connais le système de coordonnées de la couche (shapefile ou raster), mais le système ne le connaît pas (« Unknow »)
 - il n'y a donc pas de fichier .prj associé au .shp

J'utilise « **Define Projection** »

.prj

GEOGCS["GCS_North_American_1983",
etc...

.shp

-71.34,45.32,-71.12,45.30,-71.34,45.56,
-71.23, 45.67,-71.32, 45.27,-71.61,45.76,
-71.34, 45.55,-71.87,46.40,-70.75,46.72,
-70.12,46.62,-71.34,46.73,-71.12,45.80,
-71.34,45.38,-71.12,45.30,-71.34,45.82,
-71.12,45.79, etc...



- Je veux reprojeter la couche lorsque:
 - la couche (shapefile ou raster) est dans un système de coordonnées connu par le système (et par moi)
 - il y a donc un fichier .prj associé
 - je veux changer le système de coordonnées pour effectuer des mesures ou des opérations impliquant des mesures

J'utilise « **Project** »

.prj

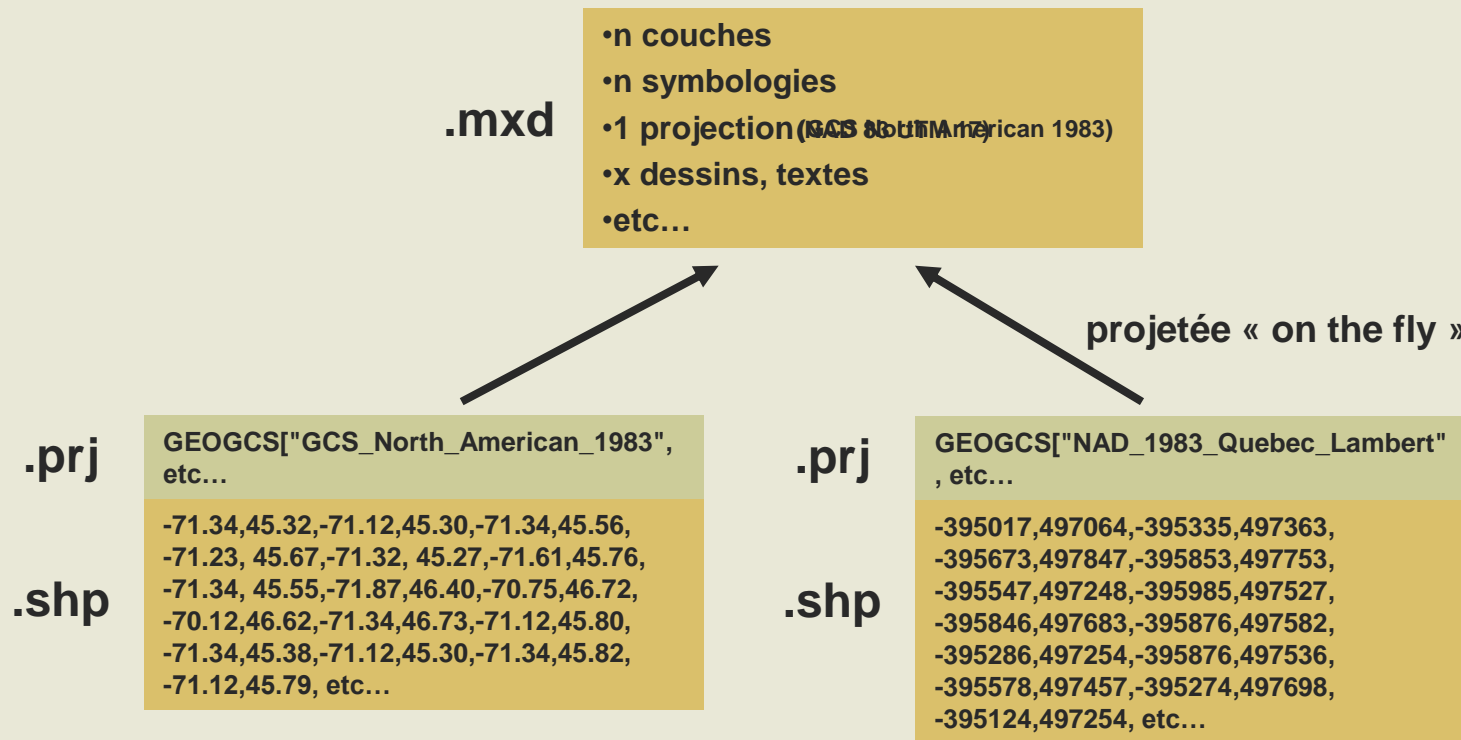
GEOGCS["NAD_1983_Quebec_Lambert",
etc...

.shp

-395017,497064,-395335,497363,
-395673,497847,-395853,497753,
-395547,497248,-395985,497527,
-395846,497683,-395876,497582,
-395286,497254,-395876,497536,
-395578,497457,-395274,497698,
-395124,497254, etc...

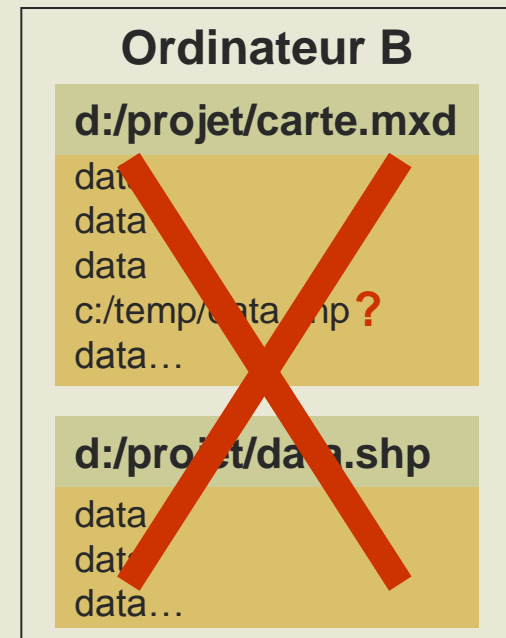
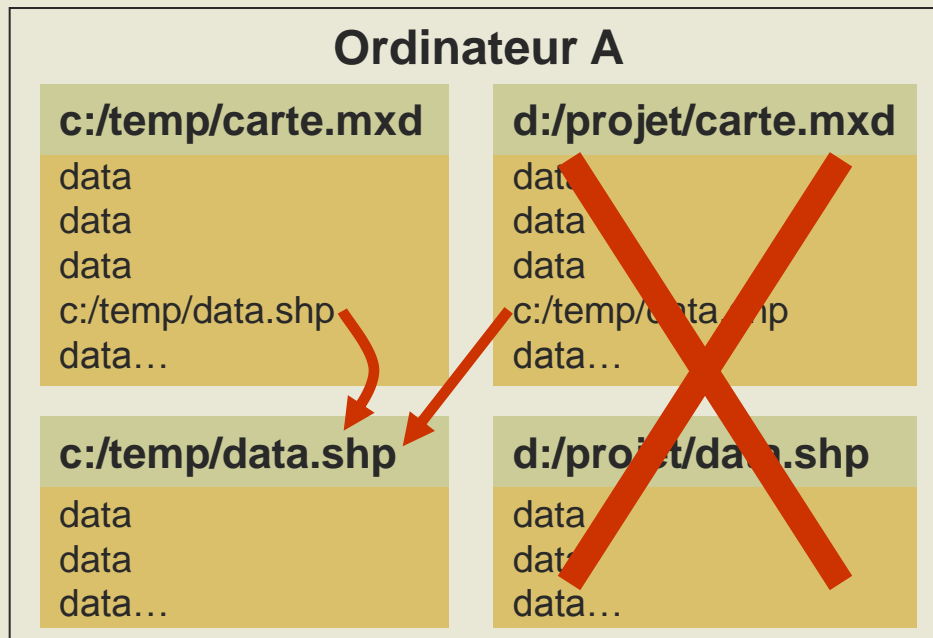
Cartographie dans ArcMap

- Le système de coordonnées du .MXD est celui de **la première couche insérée** ou celui **assignée** par la suite.



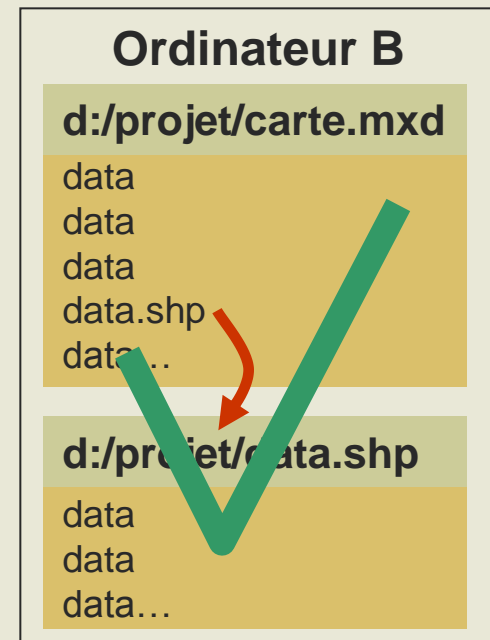
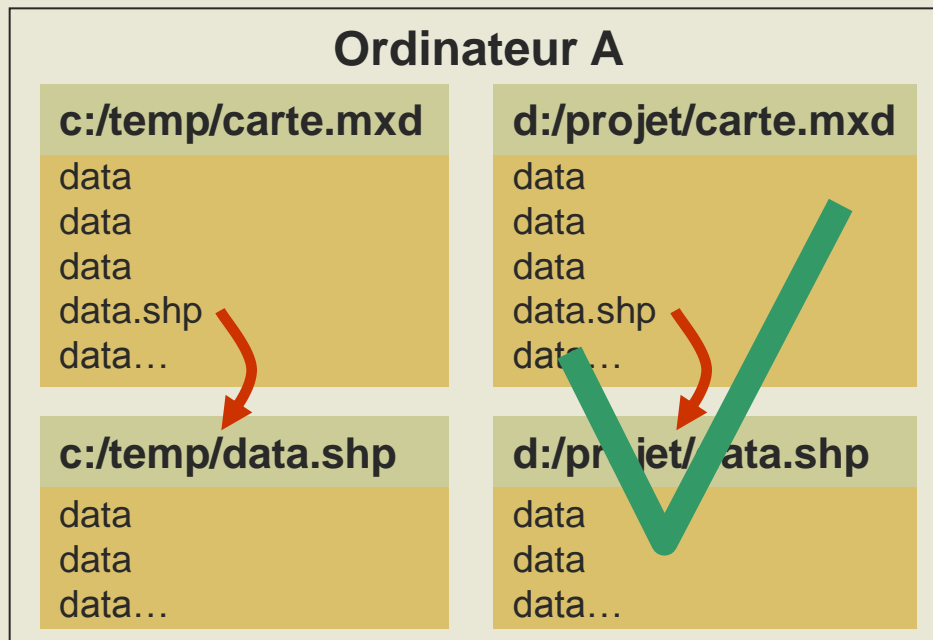
Cartographie dans ArcMap

- Le fichier .MXD contient seulement des **références** aux fichiers de données (shapefiles).
- Si on **déplace** un fichier .MXD sur un autre ordinateur ou dans un autre dossier, les références peuvent être **brisées**.



Cartographie dans ArcMap

- Pour prévenir ce bris il faut sauvegarder la carte en mode **chemins relatifs** (*File->Document Properties*).



Géoréférencement

Système de coordonnées - Résumé

- Un **système de coordonnées** sert à **localiser** un point sur une surface.
- Les **SC géographiques** (non projetés) sont **incapables** de représenter **correctement** les **formes** pour des fins de **mesures**.
- Les **SC projetés** peuvent conserver quelques propriétés (**formes, angles, distances, aires**) mais **jamais** toutes en même temps. Ils offrent par contre souvent de **bons compromis** entre les trois propriétés.
- Il existe **trois** types fondamentaux de projection (**azimutale, conique et cylindrique**).
- Une bonne projection pour effectuer des **calculs** d'aires est toujours très **régionale**.
- La projection **UTM** couvre le globe et offre de très **bon compromis**.
- La projection **MTM** est similaire à UTM pour le Québec
- Dans ArcCatalog:
 - On « **Define** » le sdc d'un fichier lorsque le système ne connaît pas son sdc (il n'y a pas de .prj) mais que nous, on le connaît
 - On « **Project** » un sdc lorsque le système connaît le sdc d'un fichier (il y a un .prj) mais qu'on veut effectuer des mesures ou certaines opérations