

2. Les systèmes de coordonnées : Systèmes de référence, Classification des projections, méthodologie de projection

2.1 Introduction aux systèmes de coordonnées :

Les systèmes de coordonnées permettent de spécifier la position géographique d'un point sur la Terre. Ils consistent en une série de lignes imaginaires, telles que les méridiens et les parallèles, qui permettent de diviser la surface terrestre en unités mesurables.

2.1.1 Coordonnées géographiques :

Les coordonnées géographiques sont exprimées en degrés de latitude et de longitude, mesures angulaires qui définissent la position d'un point sur la surface de la Terre par rapport à l'équateur et au méridien de Greenwich.

Latitude : Mesure la distance nord-sud par rapport à l'équateur, allant de -90° (sud) à $+90^\circ$ (nord).

Longitude : Mesure la distance est-ouest par rapport au méridien de Greenwich, allant de -180° à $+180^\circ$.

2.1.2. Systèmes de coordonnées projetées :

Les coordonnées géographiques sont peu pratiques pour la mesure précise des distances et des aires sur des cartes plane. Les systèmes de coordonnées projetées convertissent les coordonnées géographiques en coordonnées cartésiennes, facilitant ainsi les calculs.

Projection cartographique : Une méthode pour représenter la surface courbée de la Terre sur un plan. Il existe de nombreuses projections, chacune adaptée à des utilisations spécifiques et présentant des distorsions différentes.

Coordonnées projetées : Les coordonnées projetées sont généralement exprimées en mètres ou en pieds, selon l'unité choisie pour la projection. Ces coordonnées sont souvent utilisées dans des applications de cartographie et de SIG pour des mesures précises.

2.1.3. Systèmes de référence géodésique (SRG) :

Les systèmes de référence géodésique définissent un modèle mathématique de la forme et des dimensions de la Terre. Ils sont essentiels pour la conversion entre les coordonnées géographiques et projetées.

WGS84 (World Geodetic System 1984) : L'un des SRG les plus couramment utilisés, adopté par le GPS et de nombreux systèmes de cartographie en ligne.

NAD83 (North American Datum 1983) : Utilisé comme référence géodésique en Amérique du Nord.

ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) : Utilisé comme référence géodésique en Europe.

2.14 Utilisation dans les SIG :

Les SIG utilisent les systèmes de coordonnées pour géoréférencer des données spatiales, permettant ainsi l'analyse et la visualisation de données géographiques. Les données géoréférencées peuvent être superposées et analysées pour identifier des tendances, des modèles ou des relations spatiales.

2.2. Système de référence

Un système de référence est un ensemble de règles, de conventions et de paramètres qui permettent de définir un repère spatial pour localiser des objets et des phénomènes sur la Terre. Ces systèmes fournissent des coordonnées et des références spatiales pour représenter et analyser les données géographiques.

2.2.1 Les composantes d'un système de référence :

- **Ellipsoïde de référence** : C'est un modèle mathématique de la forme de la Terre, souvent approximée à une sphère ou un ellipsoïde. Les ellipsoïdes les plus couramment utilisés sont WGS84 et GRS80.
- **Géodésie** : La géodésie est la science qui étudie la forme et la dimension de la Terre, ainsi que les méthodes de mesure de sa surface.
- **Datum** : Le datum est un point de référence sur la surface de la Terre à partir duquel les coordonnées sont mesurées. Il est défini par un ensemble de paramètres géodésiques tels que la position du centre de l'ellipsoïde, l'orientation et l'échelle.
- **Système de coordonnées** : C'est un système utilisé pour définir la position des points sur la surface de la Terre en utilisant des coordonnées. Les coordonnées peuvent être exprimées en latitude/longitude ou en coordonnées cartésiennes (X, Y, Z).

2.2.2 Types de systèmes de référence :

- **Géographique** : Les coordonnées sont exprimées en latitude et longitude sur un ellipsoïde de référence. Exemple : WGS84.
- **Cartésien** : Les coordonnées sont exprimées en coordonnées cartésiennes (X, Y, Z) par rapport à un système de coordonnées projeté. Exemple : UTM (Universal Transverse Mercator).

2.2.3. Projection cartographique :

Une projection cartographique est une méthode pour représenter la surface incurvée de la Terre sur une surface plane. Il existe de nombreuses projections cartographiques différentes, chacune avec ses propres avantages et distorsions. Les systèmes de référence projetés utilisent souvent une projection cartographique spécifique pour représenter les données spatiales.

2.2.4 Transformation entre les systèmes de référence :

Parfois, il est nécessaire de transformer des données d'un système de référence à un autre. Cela peut être dû à des différences dans les ellipsoïdes, les datums ou les projections utilisées. Les transformations peuvent être effectuées à l'aide de modèles mathématiques précis appelés transformations géodésiques.

Les systèmes de référence dans le domaine des SIG fournissent un cadre essentiel pour la représentation, l'analyse et l'interopérabilité des données géographiques en définissant des repères spatiaux, des coordonnées et des méthodes de projection cartographique.

Projections cartographiques : Les projections cartographiques sont des méthodes utilisées pour représenter la surface sphérique de la Terre sur une surface plane. En raison de la nature tridimensionnelle de la Terre et de la nécessité de la représenter sur des cartes plates, diverses projections ont été développées.

2.3. Critères de classification des projections

Les projections cartographiques sont classées en fonction de la manière dont elles déforment la forme, la distance, l'aire ou l'angle des objets géographiques. Voici les principales catégories de classification :

- **Coniques** : Ces projections sont basées sur la projection d'une surface de cône tangent à la sphère terrestre. Elles conservent les formes et les distances dans les zones proches des points de tangence, mais déforment les formes et les distances à mesure que l'on s'éloigne de ces points.
- **Cylindriques** : Ces projections sont basées sur la projection d'une surface de cylindre tangent ou enveloppant la sphère terrestre. Elles conservent les angles et les directions, mais déforment les distances et les formes à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur.
- **Azimutales ou projections planaires** : Ces projections projettent la surface terrestre sur un plan tangent à un point spécifique de la Terre. Elles conservent les angles et les formes dans les zones proches du point de tangence, mais déforment les distances et les formes à mesure que l'on s'éloigne de ce point.

Systèmes de projection : En plus des catégories de base, les projections cartographiques sont souvent classées en fonction de leur utilisation dans des systèmes de coordonnées spécifiques, tels que :

Projection équidistante : conserve les distances le long de certaines directions ou à partir de certains points.

Projection conforme : conserve les angles locaux, préservant ainsi les formes des petits objets géographiques.

Projection équivalente : conserve les aires, assurant que les zones sur la carte ont les mêmes proportions que sur la Terre.

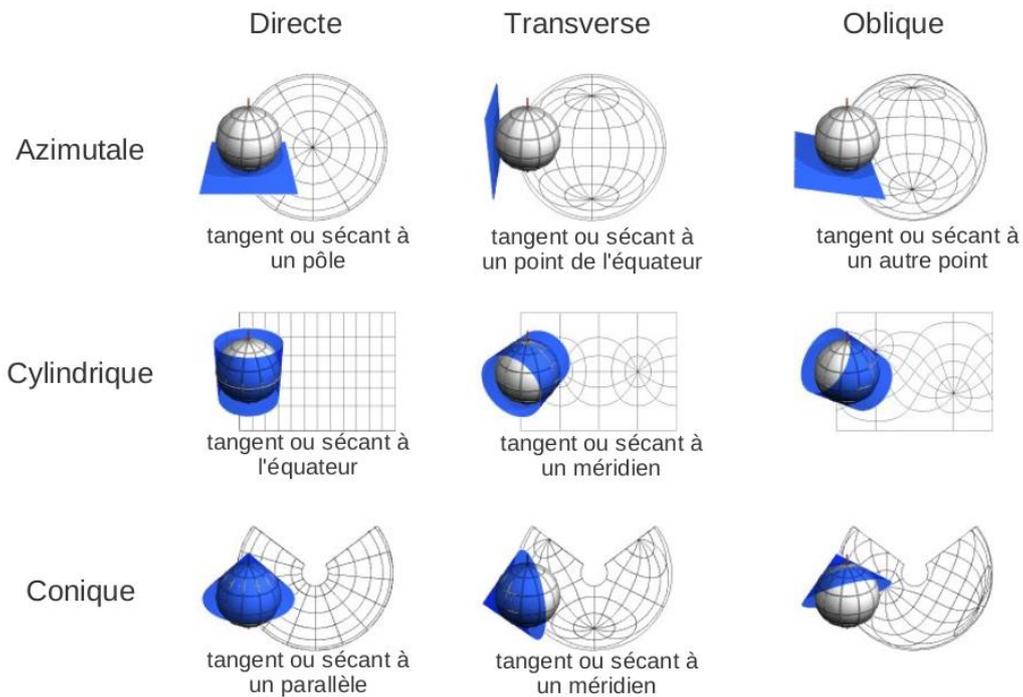
Projection conforme-équivalente : cherche à conserver à la fois les angles et les aires, mais pas les distances.

Projection conforme-équidistante : combine les propriétés de conservation des angles et des distances dans certaines directions ou à partir de certains points.

Projection équivalente-azimutale : conserve à la fois les aires et les directions à partir d'un point central.

Chaque système de projection a ses propres avantages et inconvénients, et le choix dépend généralement de l'objectif de la carte et de la région géographique concernée. En pratique, il est souvent nécessaire d'utiliser plusieurs projections pour représenter efficacement différentes régions du monde.

Principaux types de projection



D'après <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/>

3.4 La méthodologie de la projection

Elle repose sur la Compréhension des coordonnées géographiques. Avant de commencer la projection, il est important de comprendre les coordonnées géographiques. La Terre est un objet tridimensionnel, donc pour la représenter sur une carte plane, nous devons utiliser un système de coordonnées. Les deux systèmes de coordonnées les plus couramment utilisés sont la latitude et la longitude (système géographique) et les coordonnées projetées (système cartésien).

Sélection de la projection : Il existe de nombreuses projections cartographiques, chacune avec ses propres avantages et inconvénients en fonction de l'objectif de la carte et de la région géographique concernée. Les projections peuvent être coniques, cylindriques, azimuthales, ou d'autres formes plus complexes. La sélection de la projection dépend souvent de facteurs tels que la forme et la taille de la région cartographiée, la conservation des formes, des aires ou des angles, etc.

Prétraitement des données : Avant de projeter les données, il est souvent nécessaire de les prétraiter. Cela peut inclure la conversion des données géographiques en un format approprié pour la projection choisie, la gestion des anomalies telles que les discontinuités dues au changement de date ou de longitude, la simplification des données pour réduire la taille du fichier et améliorer les performances, etc.

Projection des données : Une fois que la projection est sélectionnée et que les données sont prétraitées, la projection réelle des données spatiales peut commencer. Cela implique de prendre les coordonnées géographiques des points, des lignes ou des polygones et de les transformer en

coordonnées cartésiennes correspondantes selon la projection choisie. Cette transformation peut être effectuée à l'aide de formules mathématiques spécifiques à chaque type de projection.

Validation et ajustement : Après la projection des données, il est important de valider les résultats pour s'assurer qu'ils correspondent aux attentes. Cela peut impliquer la comparaison des données projetées avec des données de référence dans la région, l'inspection visuelle de la carte pour détecter les distorsions ou les erreurs, et éventuellement des ajustements supplémentaires de la projection ou des données pour améliorer la précision.

Documenter le processus : Enfin, il est crucial de documenter le processus de projection, y compris les paramètres utilisés, les transformations appliquées aux données, les sources des données de référence, etc. Cela garantit la reproductibilité du processus et facilite la communication avec d'autres utilisateurs ou chercheurs.

En suivant ces étapes méthodiques, les analystes SIG peuvent projeter avec précision des données spatiales sur une carte plane, ce qui permet une visualisation et une analyse efficaces de l'information géographique.