

Les systèmes de projection

La terre étant sphérique (ou à peu près), il est impossible de faire exactement coïncider la surface réelle terrestre avec une représentation à plat. Ainsi, découpons la peau d'une orange en quatre quartiers et essayons de plaquer l'un des quartiers sur une feuille. Nous voyons que le quartier ne peut complètement se mettre à plat.

C'est en raison de cette impossibilité que le nord d'une carte ne correspond pas exactement au nord géographique, c'est à dire le nord vrai.

Pour représenter la surface sphérique de la terre sur un plan, il a donc fallu inventer des systèmes de projection, c'est à dire joindre fictivement différents points du globe à leurs représentations, soit par des perpendiculaires au globe, soit par des perpendiculaires au plan, l'objectif étant de conserver le maximum de fidélité. Celle-ci ne peut cependant être parfaite et des solutions approchées ont dû être recherchées.

- ☛ Une projection **conforme** conserve **les angles**
- ☛ Une projection **équivalente** conserve **les surfaces**
- ☛ Une projection **équidistante** conserve **les distances**

Depuis Ptolémée qui a inventé la projection conique, sensée conserver les angles, plusieurs autres types de projection ont été imaginés :

Projection Mercator

Elle conserve les angles. On imagine un cylindre qui entoure la terre, tangent à l'équateur. Les méridiens sont des lignes droites. Cette projection n'est valable que jusqu'aux latitudes nord et sud de 60 à 70°.

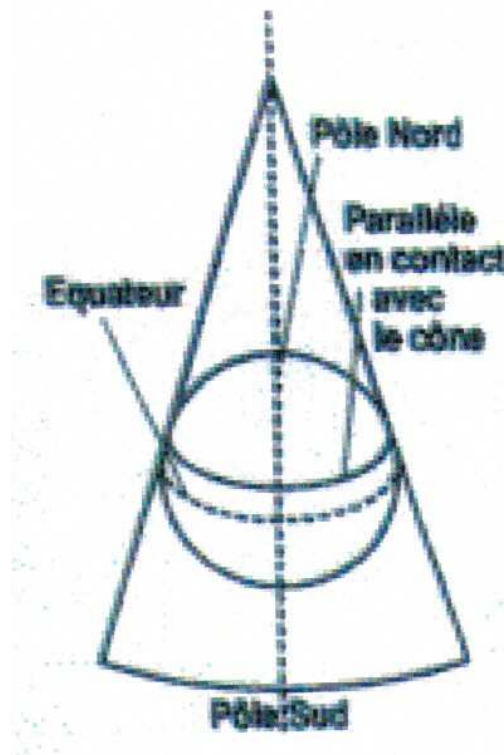


Elle sert essentiellement en navigation quand une route choisie coupe les méridiens selon le même angle. On parle alors de **loxodromie** qui permet de suivre le cap en

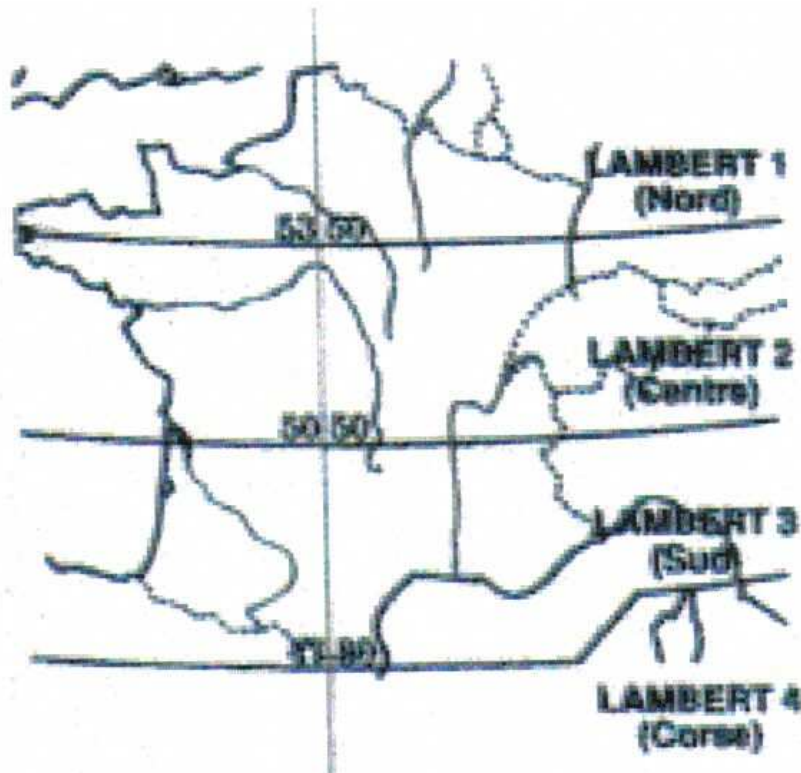
ligne droite. Il ne s'agit pas du plus court chemin. Celui-ci forme en fait un arc de cercle. On appelle **orthodromie** la route la plus courte qui ne coupe pas les méridiens selon le même angle.

Projection conique

Elle conserve les angles, elle est donc conforme. On imagine la terre coiffée d'un cône tangent suivant un parallèle. Les méridiens sont donc des lignes droites qui convergent vers le nord. Il s'ensuit une déformation des surfaces et des distances dues à la convergence des méridiens.



Le système Bonne – Lambert est une projection conique. Des calculs correctifs assez compliqués ont été effectués pour obtenir une projection équidistante maximale. Pour éviter des déformations trop importantes, la France continentale a été divisée en trois zones, plus une pour la Corse, afin de tangenter quatre parallèles de référence. Il en résulte quatre quadrillages différents, inconvénient majeur quand il s'agit de fournir des coordonnées successives sur de longues distances. Pour y pallier, l'IGN a créé un quadrillage Lambert intermédiaire, dit **Lambert étendu**.



Ce système franco-français néanmoins satisfaisant, a été conservé, mais pour uniquement la cartographie. IGN a en effet dû plaquer le système UTM sur les cartes préexistantes en Lambert, ce qui a occasionné des calculs extrêmement compliqués et mobilisés les plus puissants ordinateurs du monde. De plus, le système Lambert présentait d'autres inconvénients :

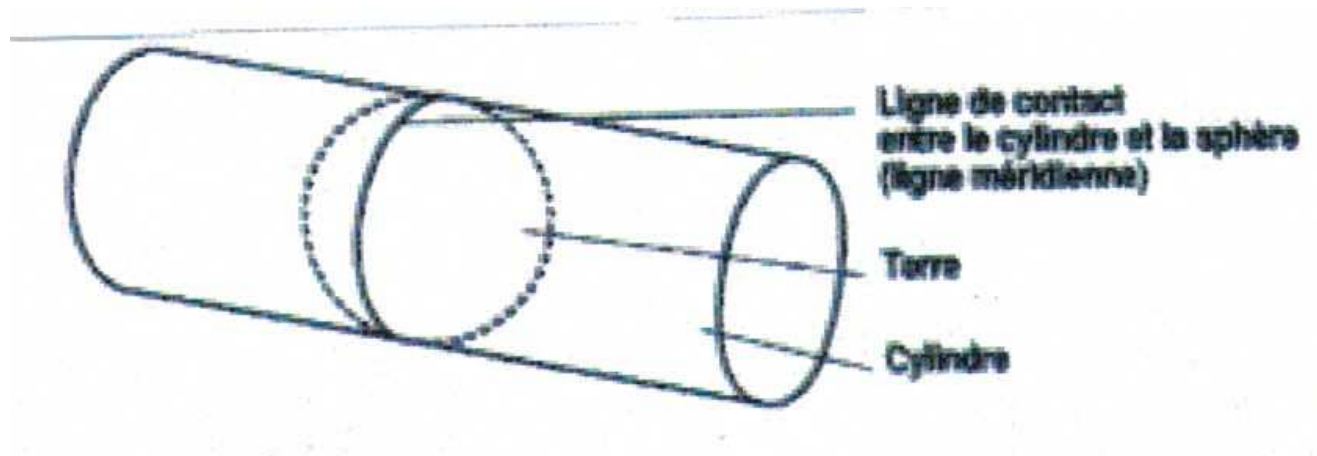
- Le méridien origine est celui de Paris et non le méridien de référence de Greenwich ;
- Le système Lambert crée un troisième nord sur la carte, dit nord Lambert, du fait de la convergence des méridiens.

Actuellement, toutes les cartes au 1/50000^{ème} sont carroyées en UTM et IGN a entrepris d'équiper toutes les cartes au 1/25000^{ème} en système international.

Projection Universal Transverse Mercator (UTM)

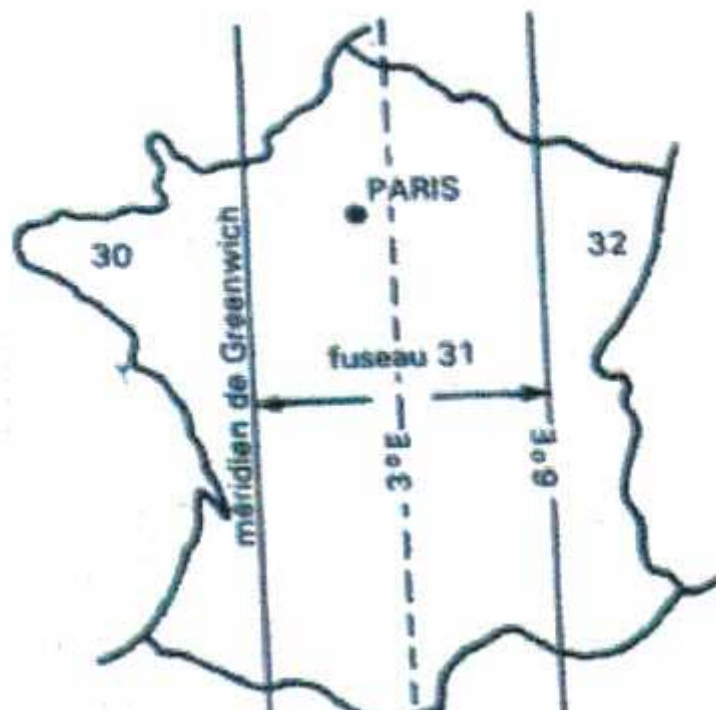
Cette projection cylindrique due aux travaux de Gauss au 19^{ème} siècle est conforme, donc conserve les angles. Alors que la projection Mercator tangente l'équateur, la projection UTM tangente un méridien. Pour permettre les nécessaires corrections qu'imposent tous les systèmes de projection, la terre a été divisée en soixante fuseaux de 6°, chacun de ces fuseaux offrant au cylindre un méridien de référence (3° de part et d'autre). Les calculs ont été effectués par des mathématiciens tels que Kruger, Lagrange et Gauss-Lagrange. Le fuseau N° 1 se trouve à 180° – 174° ouest du méridien de Greenwich . La France est couverte par

les fuseaux 30,31 et 32. De la sorte l'axe des abscisses (x) est l'équateur, et l'axe des ordonnées, (y) le méridien de tangence.



Les fuseaux sont découpés en bande de 8° à partir de l'équateur. Ils sont numérotés par une lettre de 80° sud vers l'équateur (A à M) et de l'équateur vers 80° nord (N à X). La France est couverte par la bande T.

On obtient ainsi des zones rectangulaires qui sont divisées en carrés de 100 km de côté. Chaque carré est numéroté par deux lettres. Ainsi la Bretagne se trouve dans les feuilles numérotées 30 T W U.



Le travail de cartographie en France, selon le système Lambert, était trop avancé pour que l'on dresse une nouvelle cartographie UTM. Cependant, en raison des accords internationaux et surtout de la généralisation du GPS, l'IGN a dû adapter le quadrillage UTM à ses cartes. Ainsi, si la carte au $1/50000^{\text{ème}}$, à usage militaire

(norme Otan) est depuis longtemps équipée d'un quadrillage UTM, IGN a entrepris d'équiper les cartes au 1/25000^{ème} de ce carroyage afin de les rendre compatibles avec l'utilisation des GPS dans un cadre international. *

Actuellement, la majorité des GPS transcrivent les coordonnées géographiques (en degrés, minutes et secondes) en coordonnées rectangulaires UTM ou Lambert. Il s'agit en fait d'une opération simple, réalisable avec une seule calculatrice scientifique. L'équipement des cartes de tourisme, 1/25000^{ème} notamment, était cependant indispensable du fait que seule la France utilise la projection Bonne – Lambert.

Les autres projections

Si l'on reprend l'expérience avec un ballon de baudruche, un cône ou un cylindre, on s'aperçoit que les projections Mercator ou coniques ne sont pas adaptées aux approches des pôles. On utilise alors les projections stéréographiques, orthographiques ou géocentriques qui ont pour caractéristique de ne pas être basées sur une enveloppe fictive de la terre, mais sur une perspective.

Dans la projection stéréographique, on prend un point de vue V sur la surface terrestre. Par V, on fait passer un plan de projection perpendiculaire. Dans la projection géocentrique, V est le centre de la terre. Dans la projection orthographique, V est éloigné à l'infini de la terre. Un mot encore de la projection de Bonne qui dérive de la projection conique en permettant l'équivalence des surfaces. Elle corrige en fait la projection conique par un réseau de verticales par rapport à des points projetés sur le cône. Lié au système Lambert, ce système a été utilisé au 19^{ème} siècle pour l'établissement de la carte d'état-major.

