

Support de cours

Cours:

Éléments de Géomatique

Vidéo:

2.5 Projections

Concepts (extraits des sous-titres générés automatiquement) :

Petite différence. Point p. Surface tridimensionnelle. Axes de coordonnées. Problématique de la projection. Lignes de coordonnées. Petit élément de surface. Fonction de la latitude. Surface plane. Origine du système de projection. Point q. Méridien origine. Est de la suisse. Formules de projection. Image du point p.



[vers la recherche de séquences vidéo](#)
(dans Éléments de Géomatique.)



[vers la vidéo](#)

Center for Digital Education. Plus de matériel de soutien pédagogique ici :

<https://www.epfl.ch/education/educational-initiatives/cede/educational-technologies-gallery/boocs-en/>



Projections

Éléments de Géomatique, géodésie

Pierre-Yves Gilliéron

© 2013 swisstopo (JD100064)

...

notes

résumé

0m 0s





Bonjour,

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

0m 1s



.....

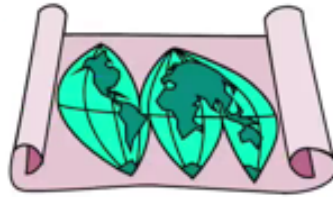
.....

.....

.....

.....

- Problématique
- Il n'est pas possible de représenter une portion de sphère ou ellipsoïde sur un plan sans introduire une distorsion



© 2013 DonkeyHoley
creative commons

Éléments de géomatique 4

cette partie de la leçon de géodésie est consacrée aux projections. La projection consiste à passer d'une surface tridimensionnelle à une surface plane : la carte.

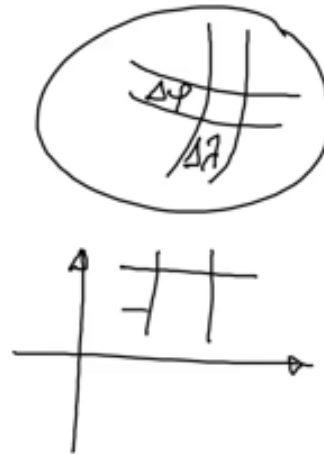
notes

résumé

0m 5s



- Définitions
- Les cartes et plans sont des représentations planes de la surface terrestre
- Une projection établit une relation **ponctuelle univoque** entre deux surfaces
- Il existe une infinité de solutions



La problématique de la projection réside dans le fait qu'il y a des déformations. Je passe ici d'une surface tridimensionnelle à une surface plane en 2D. Eh bien, ceci va engendrer des déformations. Si je reprends mes lignes de coordonnées, j'aurai sur la surface 3D une petite différence, ici, de latitude, une petite différence en longitude, j'ai ici un petit élément de surface et quand je passe à l'espace dans la carte, mon petit élément de surface, ici, sera déformé. Les cartes et les plans que nous utilisons sont des représentations planes d'une portion de la surface de la terre. Je dessine ici la sphère terrestre avec une petite différence de latitude, une petite différence de longitude, donc j'ai ici un $\Delta\psi$, ici un $\Delta\lambda$. Et sur ma carte, à cette petite surface, je peux avoir l'élément correspondant sur le plan.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

0m 17s



.....

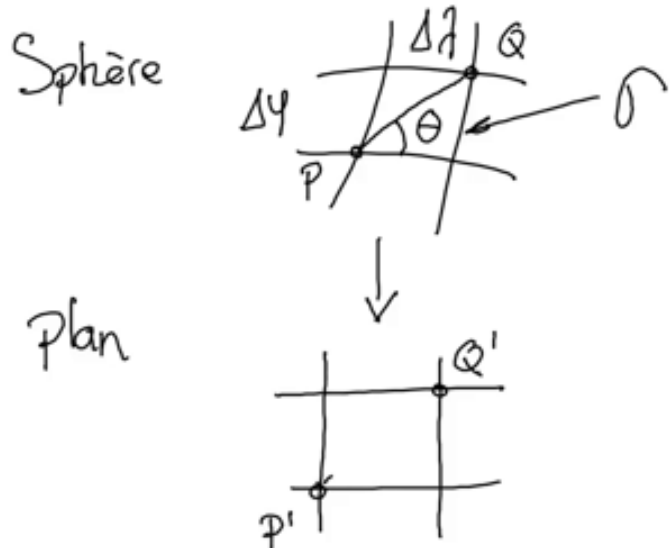
.....

.....

.....

.....

- Définitions
- Toute projection donne lieu à des déformations
- Types des projections
 - Conforme
 - Equivalente
 - Neutre linéairement: impossible



À savoir un ΔX ici et un ΔY ici. Donc je retrouve ma petite surface de la sphère ou l'ellipsoïde et sa correspondance sur le plan. La projection consiste à établir des correspondances, c'est à dire des formules, en fonction de la latitude et de la longitude pour les deux axes de coordonnées X et Y du plan. Il existe donc une infinité de possibilités d'établir des formules de projection. Nous avons vu que toute projection induit des déformations. On reprend ici notre petit exemple avec un élément de surface sur la sphère, avec une différence ici, de latitude, une différence de longitude, je peux tracer, ici, entre un point P et un point Q un petit élément linéaire et j'aurai par rapport aux lignes de coordonnées, un angle, ici, θ . Je peux également calculer la surface de cet élément, que j'appellerai ici σ . Donc je suis ici sur la surface 3D, la sphère ou l'ellipsoïde. Je projette ensuite cet élément sur un plan. Donc je vais me retrouver avec des lignes de coordonnées, un point P', donc l'image du point P, un point Q', l'image du point Q.

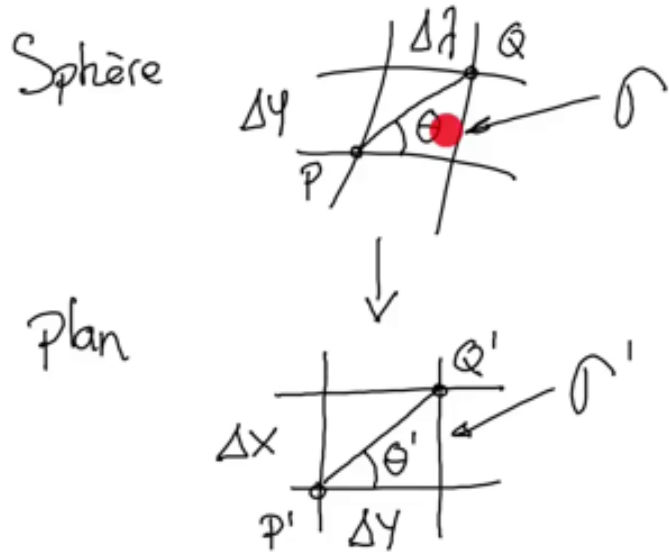
notes

résumé

1m 37s



- Définitions
- Toute projection donne lieu à des déformations
- Types des projections
 - Conforme
 - Equivalente
 - Neutre linéairement: impossible



Je retrouve mon petit élément linéaire ici : un angle entre les lignes de coordonnées que j'appelle θ' . Et la surface ici de ce petit élément sera σ' . J'ai évidemment ici un ΔX et un ΔY . Nous avons plusieurs types de projection. Le premier type, ce sont les projections dites conformes. Ce sont celles qui vont conserver les angles. Dans ce cas-là, la projection ici de mon petit angle θ

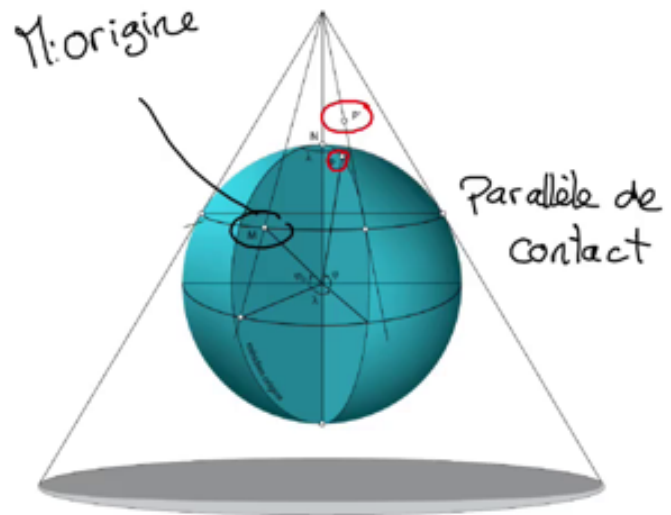
notes

résumé

3m 25s



- Principe
- Projeter la surface de référence (sphère ou ellipsoïde) sur une surface de type plan, cylindre ou cône
- Développer le cylindre/cône
- Associer un système d'axes cartésiens au plan développé



en θ' sur le plan sera conservée. Les projections dites équivalentes vont conserver les aires. Dans ce cas-là, la petite surface, ici σ , sera projetée en σ' et sera conservée dans ce cas-là. Les distances, elles, seront toujours déformées. Il y a donc une impossibilité d'avoir une projection qui est linéairement neutre. Le principe consiste à projeter les éléments de la surface de référence sur une surface de type cylindre ou cône. On retrouve ici notre sphère terrestre avec son Équateur, le Méridien origine. On va définir, pour les besoins de la projection, une origine. Ici, on a le point M, qui est l'origine du système de projection. Et puis passant par cette origine, on aura un parallèle de contact. Ensuite, la projection consiste à projeter le point, par exemple ici, le point P, sur la surface du cylindre, sur le point P'.

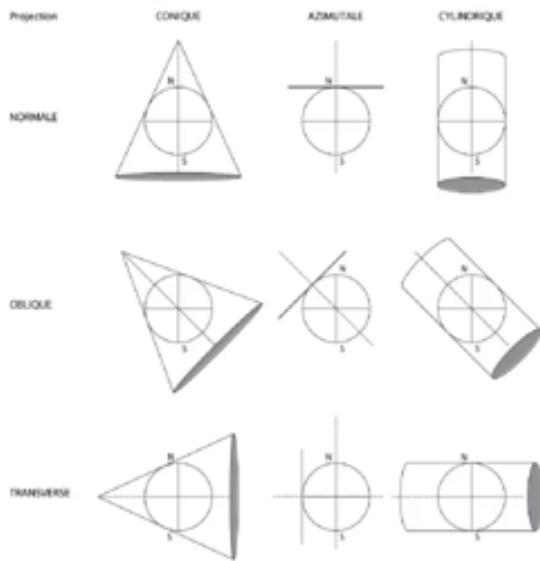
notes

résumé

3m 55s



• Principe



© 2013 DonkeyHoley
creative commons
Éléments de géomatique

8

Il existe différents types de projection selon l'endroit où on place la surface de projection.

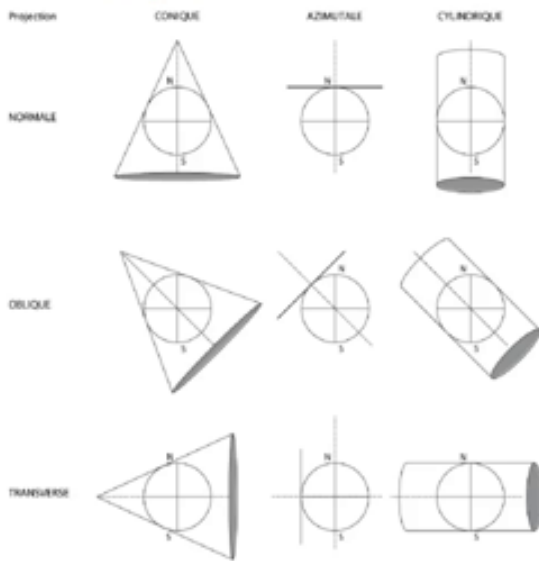
notes

résumé

5m 13s



• Principe



© 2013 DonkeyHoley
creative commons
Éléments de géomatique

8

J'ai ici ma surface terrestre. Je schématise ici l'axe de rotation. J'aurai un cylindre avec une projection dite normale.

notes

résumé

5m 23s



- Principe
- Projeter la surface de référence (sphère ou ellipsoïde) sur une surface de type plan, cylindre ou cône
- Développer le cylindre/cône
- Associer un système d'axes cartésiens au plan développé



En plaçant ce cylindre ici, parallèle à l'axe de rotation. J'ai également une possibilité de placer un cylindre transversalement. Ici, en vert. Et j'aurai dans ce cas une projection dite transverse. On peut également placer le cylindre oblique et on aura dans ce cas une projection dite oblique.

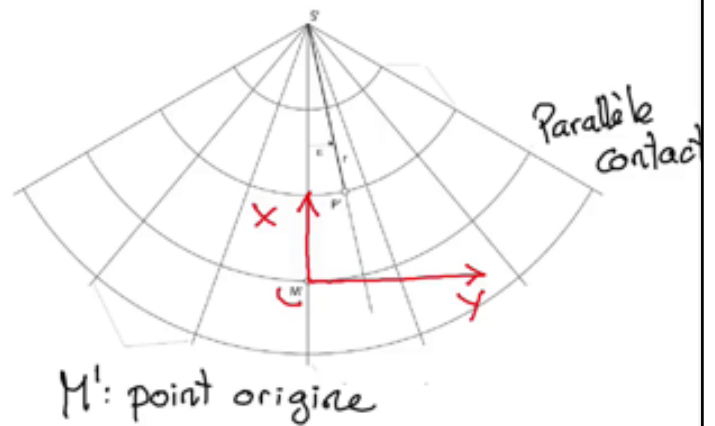
notes

résumé

5m 37s



- Principe
- Choix d'une origine
 - Méridien
 - Parallèle
- Choix d'un système de coordonnées planes rectangulaires
 - Axe Nord (X ou N)
 - Axe Est (Y ou E)
- Fonctions de la projection



Afin d'illustrer le principe de la projection, je reprends mon exemple ici du cône appliqué sur la sphère. Nous avons défini les principaux éléments géométriques de cette figure. Maintenant, nous allons développer le cône et obtenir ici une figure plane où on retrouve les éléments préalablement définis. À savoir, le parallèle de contact, ainsi que le point origine, ici, M' de mon système de coordonnées. Je vais donc maintenant placer en M' un système de coordonnées cartésien, je place ici l'axe horizontal, l'axe, ici, vertical, que j'appelle X, qui pointe vers le nord géographique et mon axe, ici, Y.

notes

résumé

5m 58s



- 
- A portrait of a middle-aged man with short brown hair, wearing black-rimmed glasses and a light blue button-down shirt. He is looking directly at the camera with a neutral expression. The background is a plain, light-colored wall.

notes

résumé

7m 1s



- **Projection Suisse**
- Adoptée en 1903
- Double projection conforme cylindrique à axe oblique
- Conserve les angles
- Surface de référence: ellipsoïde de Bessel
- Point central: Berne



Voici un exemple bien connu de projection : la projection dite de Mercator. C'est une projection largement utilisée pour le domaine de la navigation. C'est une projection conforme. Donc, qui conserve les angles. Et qui est très pratique parce que si on trace ici une route de navigation, j'ai ce qu'on appelle une loxodromie, à savoir que ma route, ici, va couper les méridiens, toujours sur le même angle. On voit sur cette image que cette projection engendre des déformations importantes sur les hautes latitudes.

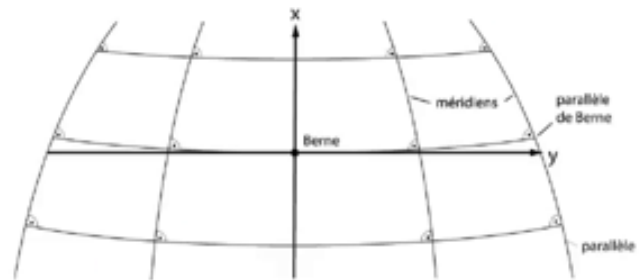
notes

résumé

8m 8s



- **Projection Suisse**
- Coordonnées planes rectangulaires
- x: direction Nord
- y: direction Est
- Origine Berne: $x = 0.0$, $y = 0.0$



La Suisse, comme la plupart des pays, a défini ses références géodésiques et un système de projection. Ces travaux ont été faits au début du XXe siècle, avec la définition du système de projection basée sur une surface de référence, l'ellipsoïde de Bessel. La projection suisse est une projection conforme, donc qui conserve les angles, et c'est une double projection qui va d'abord projeter l'ellipsoïde de Bessel de référence sur une sphère et ensuite, la sphère sur un cylindre qui est oblique. L'origine du système est placée à Berne, ici. Et ensuite, le cylindre sera déroulé pour avoir un système de coordonnées planes cartésiennes.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

8m 49s



.....

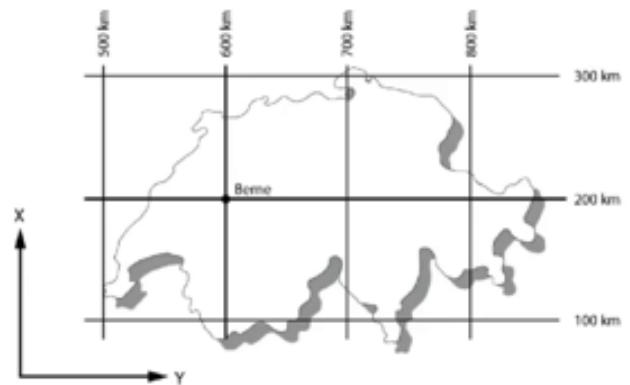
.....

.....

.....

.....

- Projection Suisse
- Translation de l'origine
- But: pratique
 - Coordonnées toujours positives
 - Y toujours plus grand que X
- $X = x + 200 \text{ km}$
- $Y = y + 600 \text{ km}$



Sur cette figure, on voit notre système d'axe cartésien. Donc on a ici l'axe X qui va pointer vers le Nord. Ceci a été défini par convention. Et puis on aura l'axe, ici, Y, qui va pointer vers l'Est. L'origine du système est à Berne. C'est donc le 00 des coordonnées de ce système cartésien. On voit sur cette image que les parallèles et les méridiens ne sont évidemment pas des droites sur cette projection et il y a un effet de déformation. On a translaté l'origine du système de façon à avoir toujours des coordonnées positives et les coordonnées Y plus grandes que les X.

notes

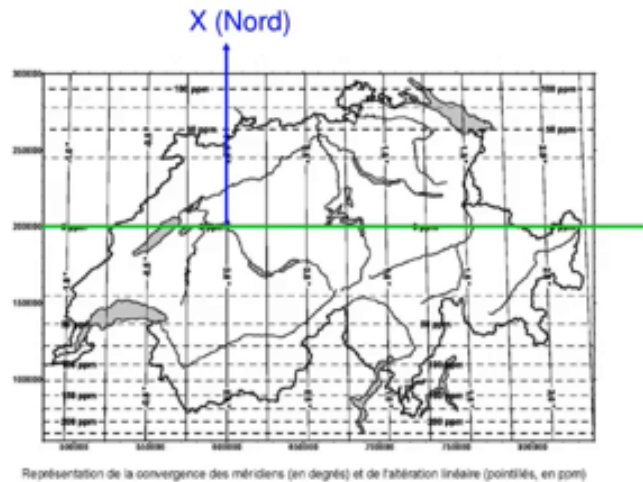
résumé

9m 40s



- Projection Suisse
- Déformation Linéaire
 - Facteur d'échelle fonction de l'éloignement de l'axe neutre (Est-Ouest)

- Dist. à l'axe neutre δ_x [ppm]
 - +/- 25 km 8
 - +/- 50 km 31
 - +/- 100 km 123
- EPFL 1000m



© 2013 swisstopo (JD100064)
Éléments de géomatique 15

Si je prends ici la région de la Lausanne, j'aurai des coordonnées sur l'axe, ici, Y à peu près 550 km, et sur l'axe X, vers le Nord, à peu près 150 km. Donc j'ai toujours mon Y qui sera plus grand que le X, qui vaut 150 et ici, 550. Quelles sont les principales déformations de la projection suisse. Tout d'abord, on va considérer la déformation dite linéaire. J'ai ici sur cette abaque les valeurs de ces déformations, en commençant ici par la représentation de l'axe neutre. C'est à dire, c'est l'axe sur lequel les distances sont projetées en vraie grandeur. Plus je vais m'éloigner de cet axe, plus la déformation sera importante. Elle est exprimée ici en ppm, à savoir en mm par km. J'ai ici ce facteur d'échelle, en ppm. Et je vous donne quelques valeurs ici, représentatives. À 25 km de l'axe neutre, j'aurai 8 ppm, à savoir 8 mm par km, à 50 km, j'aurai 31 ppm, et à 100 km, j'aurai 123 ppm. C'est à dire que pour un point situé ici, à EPFL, donc à 50 km de Berne, si je mesure une distance de 1 000 m,

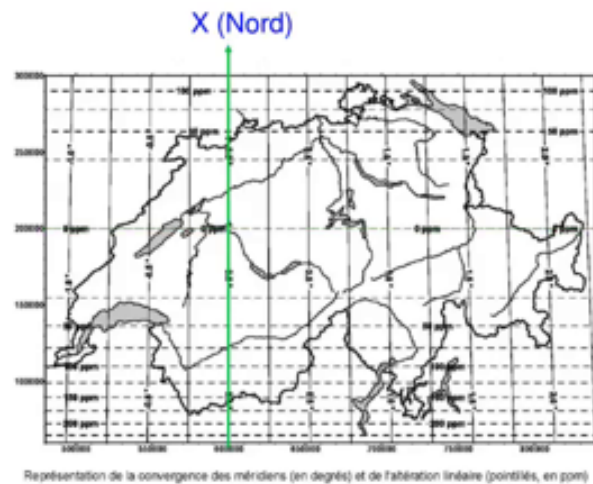
notes

résumé

10m 37s



- Projection Suisse
- Convergence du méridien
 - Angle entre la direction du Nord géographique et du Nord de la carte
 - À l'est: + 2.3° (Grisons)
 - À l'ouest: - 1.1° (Genève)



© 2013 swisstopo (JD100064)
Éléments de géomatique 16

elle va s'allonger de 31 mm. Donc on aura, au final, une distance de 1 000,031 m. Ceci, dû à la déformation des distances.

notes

résumé

12m 25s



• Résumé

- Projection d'une surface 3D (sphère ou ellipsoïde) sur un plan = déformations
- Conforme: conserve les angles
- Équivalente: conserve les surfaces
- Infinité de solutions
- Chaque pays dispose d'une projection pour les cartes nationales et la mensuration



À l'origine de la projection suisse, c'est à dire à Berne, le Nord de la carte et le nord géographique sont confondus. Par contre, dès que je vais m'éloigner de cet axe, j'aurai une différence entre le Nord de carte et le nord géographique. On appelle cette différence la convergence du méridien. Et sur cette figure, on trouve des valeurs de cette convergence. À savoir, pour la région, ici, de Genève, une différence d'environ -1,1 degré. Et pour l'est de la Suisse, la région des Grisons, nous avons ici +2,3 degrés. On doit tenir compte de cette convergence du méridien quand on fait des calculs entre gisement et azimuth. En résumé, les projections sont une application mathématique d'une surface tridimensionnelle, la sphère ou l'ellipsoïde, sur un plan. Toute projection engendre des déformations. On distingue les projections dites conformes, qui vont conserver les angles, les projections dites équivalentes, qui vont conserver les aires. Chaque pays a défini, avec ses références géodésiques, un système de projection, pour ses besoins, de la mensuration nationale, ou de la production des cartes. ou de la production des cartes.

notes

résumé

12m 45s

