

Département de Géologie

Sciences de la Terre et de l'Univers (STU) (SVTU, Semestre 2)



Module : Géodynamique externe

(Responsable : Pr. El Mâti EL FALEH)

Cours (21h) :

👉 1ère partie (Pr. EL FALEH) :

- ❖ Rappel des notions de topographie (chapitre 1)
- ❖ Cycle des roches sédimentaires (chapitre 2)

👉 2ième partie (Pr. My Hachem AOURAGH) :

- ❖ Notions de climatologie
- ❖ Cycle de l'eau et ses composantes et notions d'hydrologie
- ❖ Notions d'hydrogéologie

Travaux dirigés (12h) :

- Exercices sur la détermination de coordonnées
- Exercice de mesure et de calcul de la distance horizontale, la différence de niveau, et la distance oblique de deux points
- Exercices sur le cycle des roches sédimentaire
- Exercices de calcul des paramètres climatiques
- Exercices de traçage d'une courbe hypsométrique

Travaux pratiques(8-12h) :

Reconnaissance et détermination macroscopique des roches sédimentaires :

- ✗ Détritiques ;
- ✗ Physico-chimiques, biochimiques et organogéniques (ou organogènes) ;
- ✗ Évaluation.

Travaux pratiques
du module "Géodynamique externe"
Comportent **deux séances** :

1^{ère} séance : Roches détritiques

2^{ème} séance : Roches chimiques, biochimiques et organiques + **Examen**

- ➔ Ils débuteront **après** les travaux pratiques du Module Géodynamique interne (**Pr. Mohamed AISSA**)
- ➔ **Le planning et la répartition des groupes** seront affichés **ultérieurement** au département de Géologie
- ➔ La responsable : **Pr. Khadija CHENNAOUI**

Chapitre 1

RAPPEL DES NOTIONS DE TOPOGRAPHIE



I - NOTIONS DE GEODESIE

A - Définitions

B - Géoïde

C - Ellipsoïde de révolution

II - NOTIONS DE TOPOGRAPHIE

A - Définitions

B - Carte

1 - Définition

2 - Échelle

3 - Coordonnées d'un point

4 - Projection cartographique

5 - Datum d'une carte

C- Nivellement et planimétrie

1 - Nivellement

2 - Planimétrie

III - LEXIQUE TOPOGRAPHIQUE



I - NOTIONS DE GEODESIE (Geôdaisia, mot grec signifiant "diviser la Terre")

A - Définitions

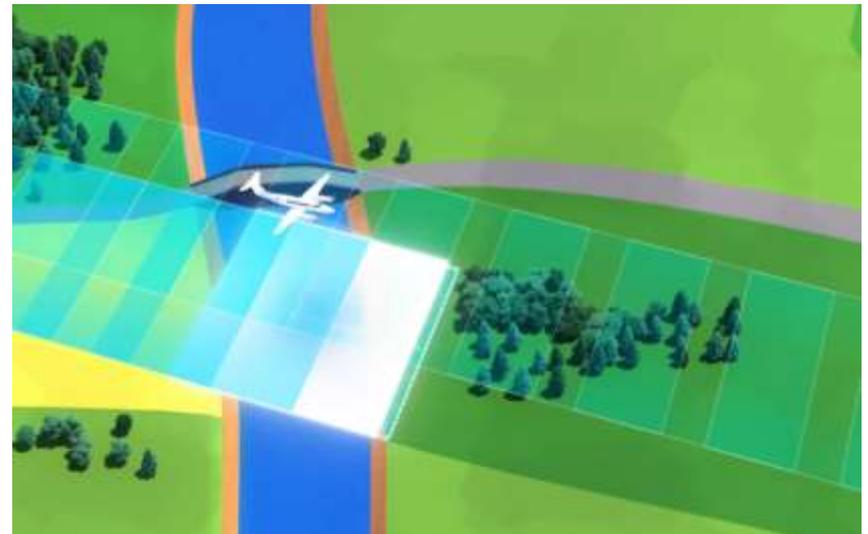
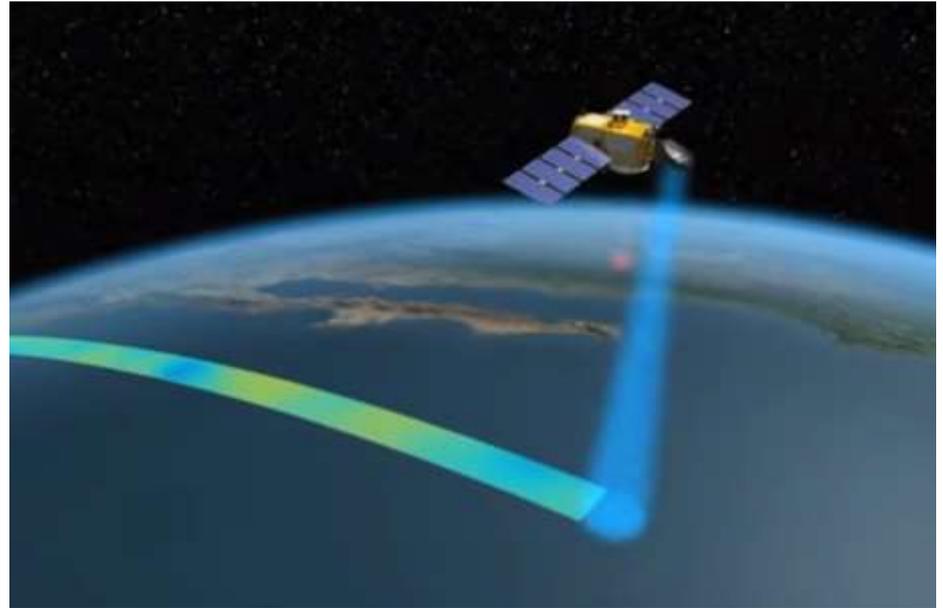
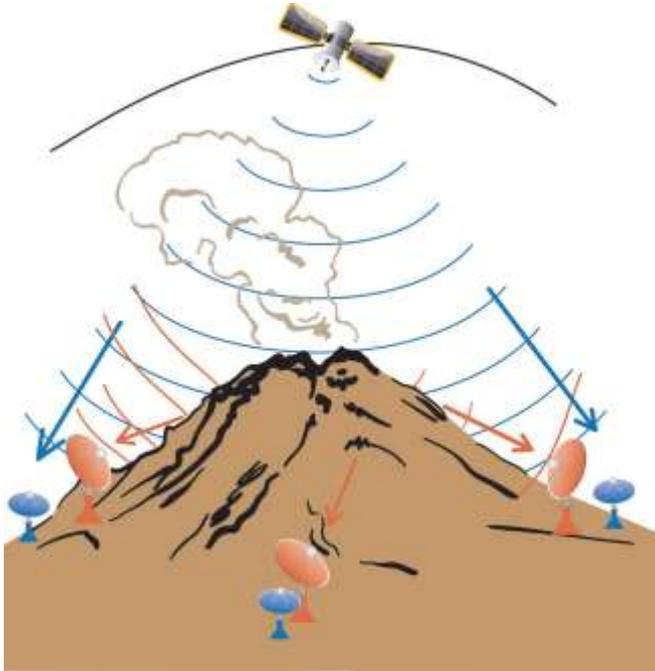
La géodésie est une science qui a deux buts principaux :

- ❖ Un but scientifique : contribuer à l'étude de la forme, de la dimension, des déformations et du champ de pesanteur de la Terre ;**
- ❖ Un but utilitaire : déterminer avec le plus de précision possible les coordonnées d'un certain nombre de points géodésiques, servant de la charpente et d'ossature aux levés topographiques.**

Tous les autres mesurages faits sur la surface de la Terre appartiennent aux travaux d'arpentage (mesure des terrains et des surfaces) et travaux topographiques (voir notions ci-dessous).

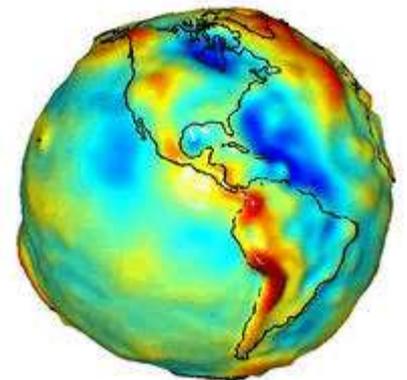
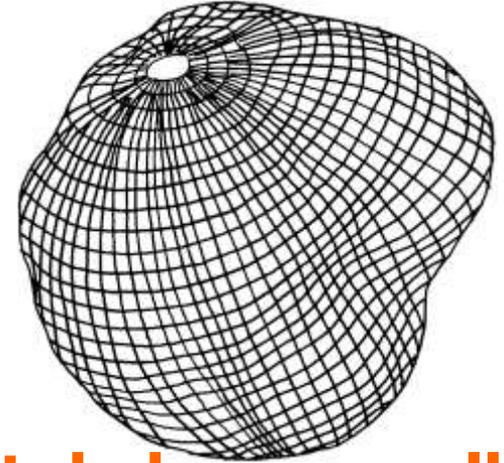
En un quart de siècle la géodésie a complètement changé. Actuellement, la géodésie est essentiellement spatiale, et donc mondiale et elle a progressé énormément en précision.

Géodésie spatiale & numérique



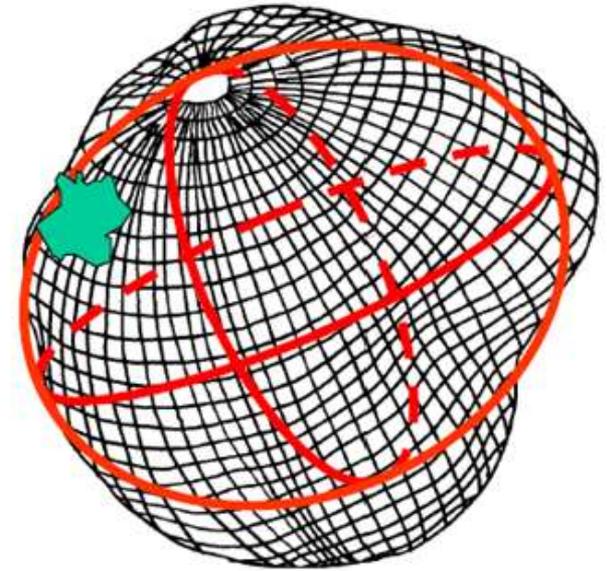
B – Géoïde (du grec *gê*, terre, et *eidos*, aspect)

La première approximation de la forme réelle de la Terre est le géoïde. Il s'agit d'une surface dite équipotentielle du champ de la pesanteur (c'est à dire une surface sur laquelle l'eau est en équilibre). Celle-ci est affectée de creux et de bosses : elle est donc totalement irrégulière (figure ci-contre). On peut l'imaginer comme étant le niveau moyen des océans et son prolongement imaginaire sous les continents. Cette surface, dont la définition mathématique est relativement complexe, est d'un usage peu aisé, et son utilisation est réservée à des applications scientifiques. Pour les besoins de la cartographie et du positionnement, une forme beaucoup plus simple lui sera préférée : l'ellipsoïde de révolution.

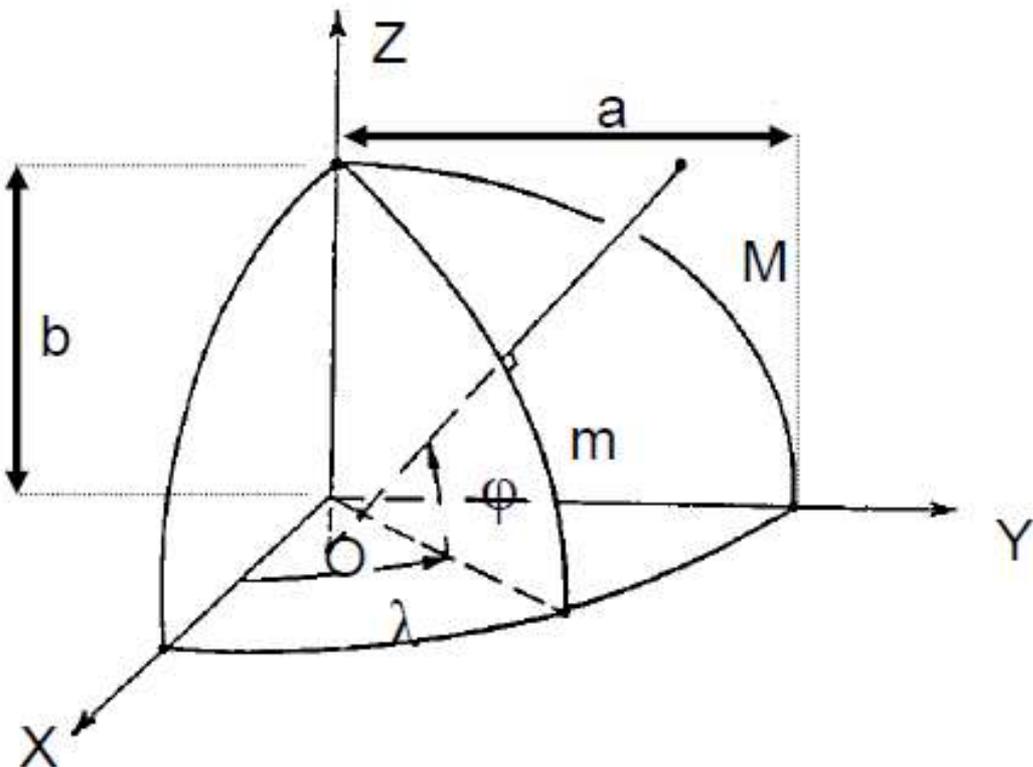


C - Ellipsoïde de révolution

Le géoïde n'a pas de représentation géométrique simple, à cause de l'irrégularité de répartition des masses constituant la Terre. Toutefois, l'expérience montre qu'il se rapproche d'un ellipsoïde de révolution (forme géométrique simple qui s'approche le plus de la forme réelle de la Terre, figure ci-contre).



La Terre a une forme irrégulière (Géoïde) qui est approximée par des ellipsoïdes sur lesquels sont portées des coordonnées géographiques (fig. 1).



demi grand - axe	a
demi petit - axe	b
inverse de l'aplatissement	$\frac{1}{f} = \frac{a}{a-b}$
première excentricité	$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$
carré de l'excentricité	$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$
deuxième excentricité	$e' = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2}}$

Figure 1 - Principales caractéristiques de l'ellipsoïde.

La figure 2 montre la relation qui existe entre le géoïde, l'ellipsoïde et le relief terrestre réel (topoïde).

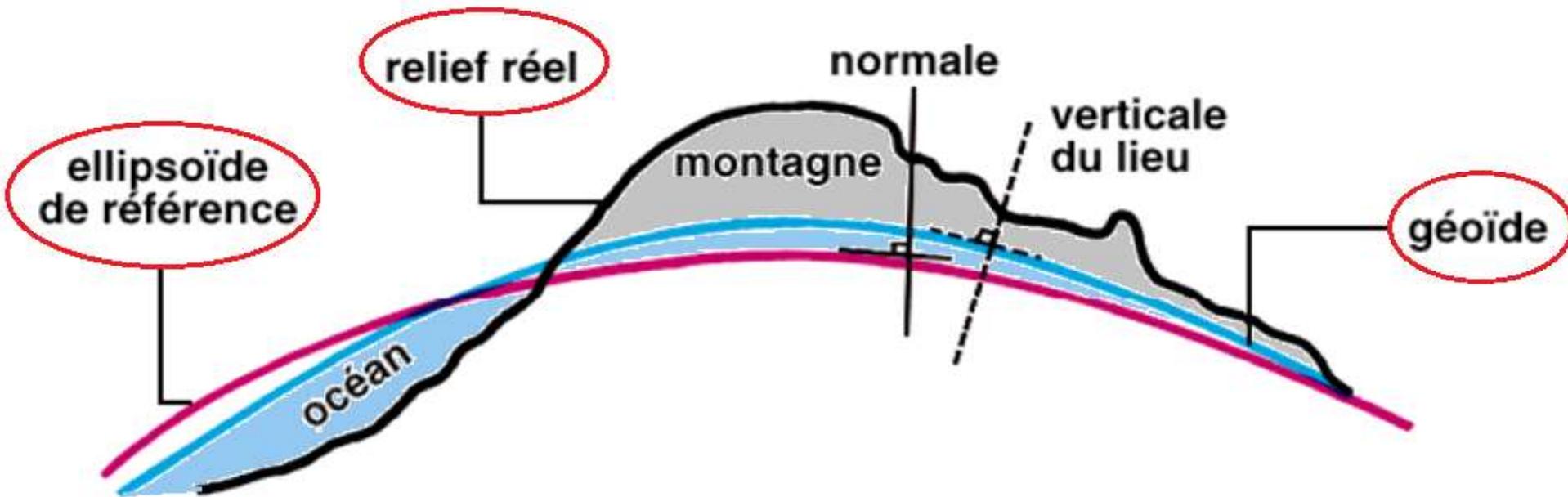


Figure 2 - Géoïde et ellipsoïdes

- **Topoïde** : la surface réelle de la Terre
- **Ellipsoïde** : la forme virtuelle
- **Géoïde** : la surface équipotentielle de gravité

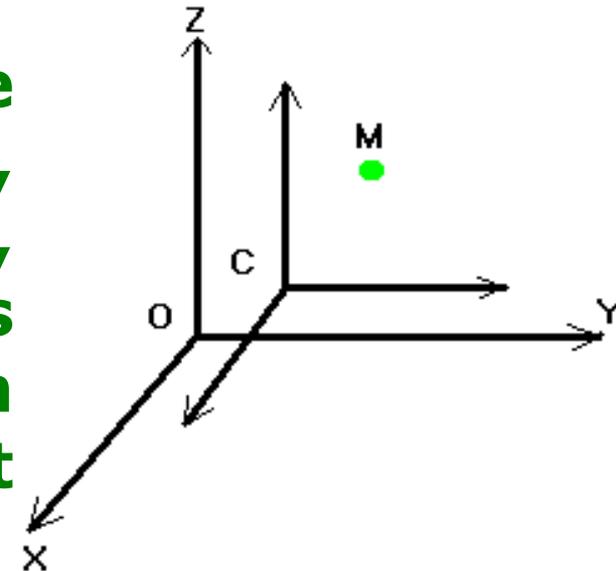
II - NOTIONS DE TOPOGRAPHIE

A - Définitions

La topographie (du grec topos = lieu et graphien = dessiner) est l'art de représenter graphiquement un lieu sous forme de plans ou de cartes. La confection proprement dite de ces cartes ou de ces plans relève de la cartographie (voir ci-dessous).

En un mot, la topographie consiste à représenter graphiquement un lieu sur le papier.

L'opération correspondante s'appelle le levé topographique (# implantation), technique qui a pour objet l'exécution, l'exploitation et le contrôle des observations concernant la position planimétrique (x, y ; (2D)) et altimétrique (x, y, z ; (3D)).

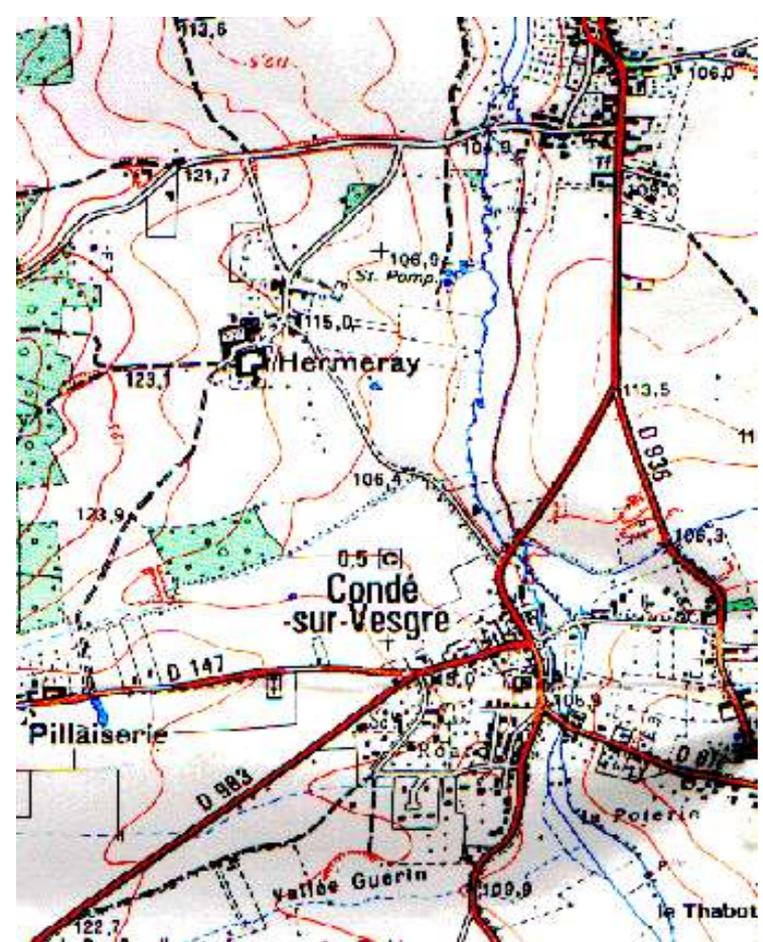


La planimétrie est la représentation en projection plane de l'ensemble des détails à deux dimensions du plan topographique. La planimétrie est la partie de la topographie rassemblant toutes les opérations effectuées à l'aide de mesures horizontales.

L'altimétrie est la partie de la topographie rassemblant toutes les opérations effectuées à l'aide de mesures verticales. Elle représente le relief sur un plan ou une carte.

La phase d'une levé topographique, ou d'une implantation, qui fournit ou utilise les valeurs numériques de tous les éléments planimétriques et altimétriques est appelée topométrie.

Généralement, la topométrie est la technique de levé ou d'implantation mise en oeuvre aux grandes et très grandes échelles.



B – Carte

1 - Définition

C'est la représentation géométrique sur une feuille plane suivant certaines conventions d'une certaine portion de la surface du sol, composée de mouvements du sol et de détails du terrain ; elle comporte en outre des informations marginales qui ont pour but de se situer sur la carte, de s'orienter de déterminer les distances, trouver les repères et les altitudes.

2 - Échelle

C'est la réduction effectuée pour passer des distances mesurées sur le terrain aux longueurs qui les représentent sur la carte ; cette réduction est une valeur fixe que l'on appelle échelle.

Les échelles sont notées sous forme de fractions centimétriques le numérateur est toujours égal à 1 et correspond à 1 cm sur la carte le dénominateur correspond au nombres de cm que cela représente sur le terrain, par exemple une échelle de $1/100000$ veut dire que 1 cm sur la carte représente 100000 cm sur le terrain (soit 1 Km).

3 - Coordonnées d'un point (systèmes de coordonnées)

Se positionner sur la Terre ou dans un environnement proche, géoréférencer, géolocaliser... Tous ces termes signifient attribuer des coordonnées à un objet dans un repère lié à la Terre. Un tel repère doit donc être défini, et le cas échéant complété d'une représentation de la Terre, pour qu'une action de positionnement puisse être menée. Cependant, l'expression des coordonnées est multiforme et il existe aujourd'hui un grand nombre de systèmes de référence de coordonnées.

En général, les systèmes de coordonnées peuvent se classer en trois catégories selon qu'ils sont liés au globe terrestre (**Coordonnées géographiques**), qu'ils résultent d'un système de projection (**Coordonnées planes**), ou qu'ils sont indépendants de l'un et de l'autre (**Coordonnées cartésiennes**).

a - Coordonnées géographiques

Ces Coordonnées sont liées au globe terrestre. Il s'agit de la latitude (φ), la longitude (λ) et la hauteur (h) (fig. 3).

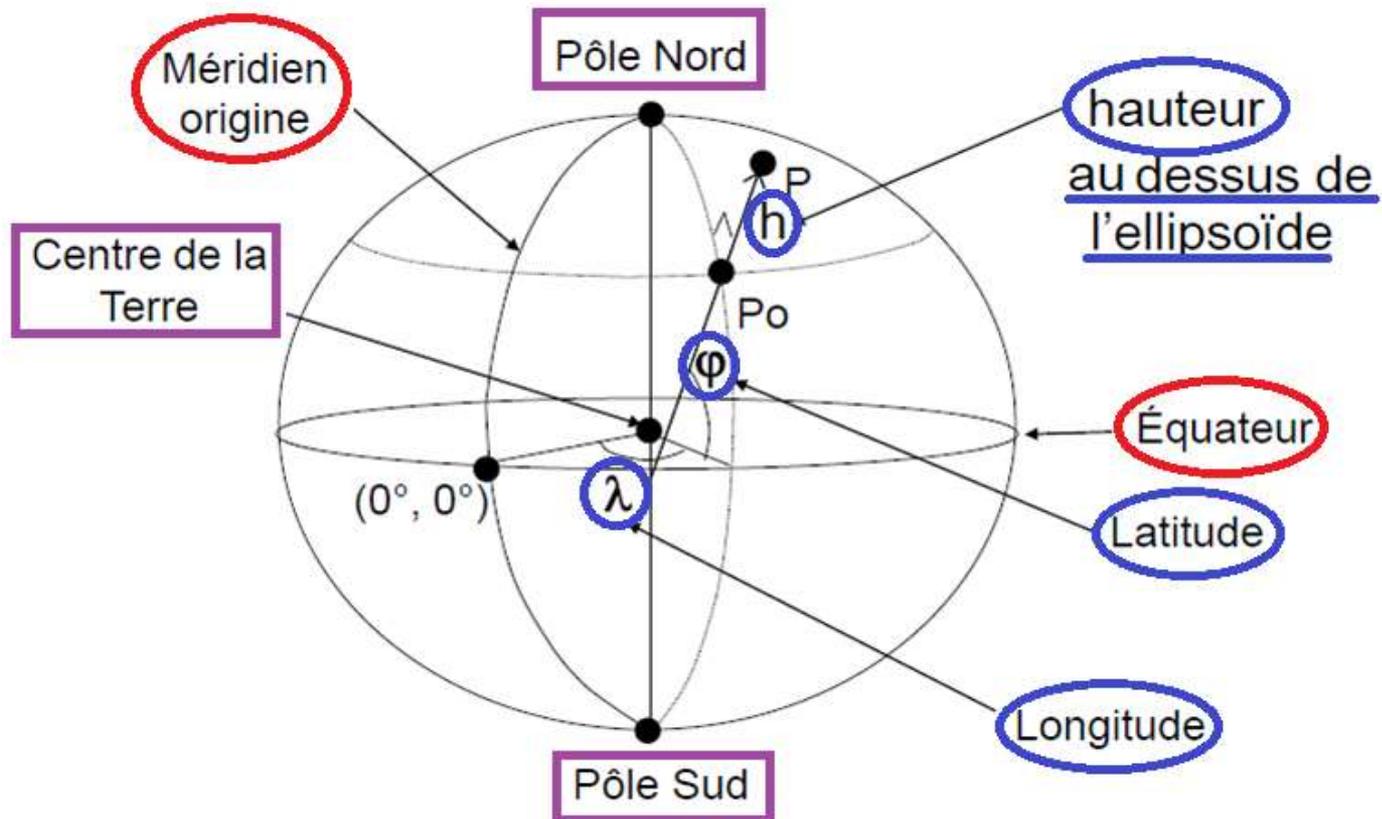


Figure 3 - Localisation d'un point sur un ellipsoïde calé sur un repère cartésien à trois dimensions.

La latitude d'un lieu est l'angle entre la verticale en ce lieu et le plan de l'équateur. La longitude est l'angle entre le plan méridien passant par la verticale et le plan méridien passant par la verticale d'un lieu de référence (ex : Greenwich). La hauteur correspond à celle de l'ellipsoïde (à ne pas confondre avec l'altitude).

La hauteur est défini dans un système de référence géodésique et peut différer de l'altitude de plusieurs dizaines de mètres ; cette hauteur est en général, donnée par les systèmes spatiaux (GPS) ; il est possible de la convertir en altitude par la relation (fig. 4) :

$$\mathbf{Z}(\text{altitude}) = \mathbf{h}(\text{hauteur ellipsoïdale, GPS}) - \mathbf{N}(\text{ondulation})$$

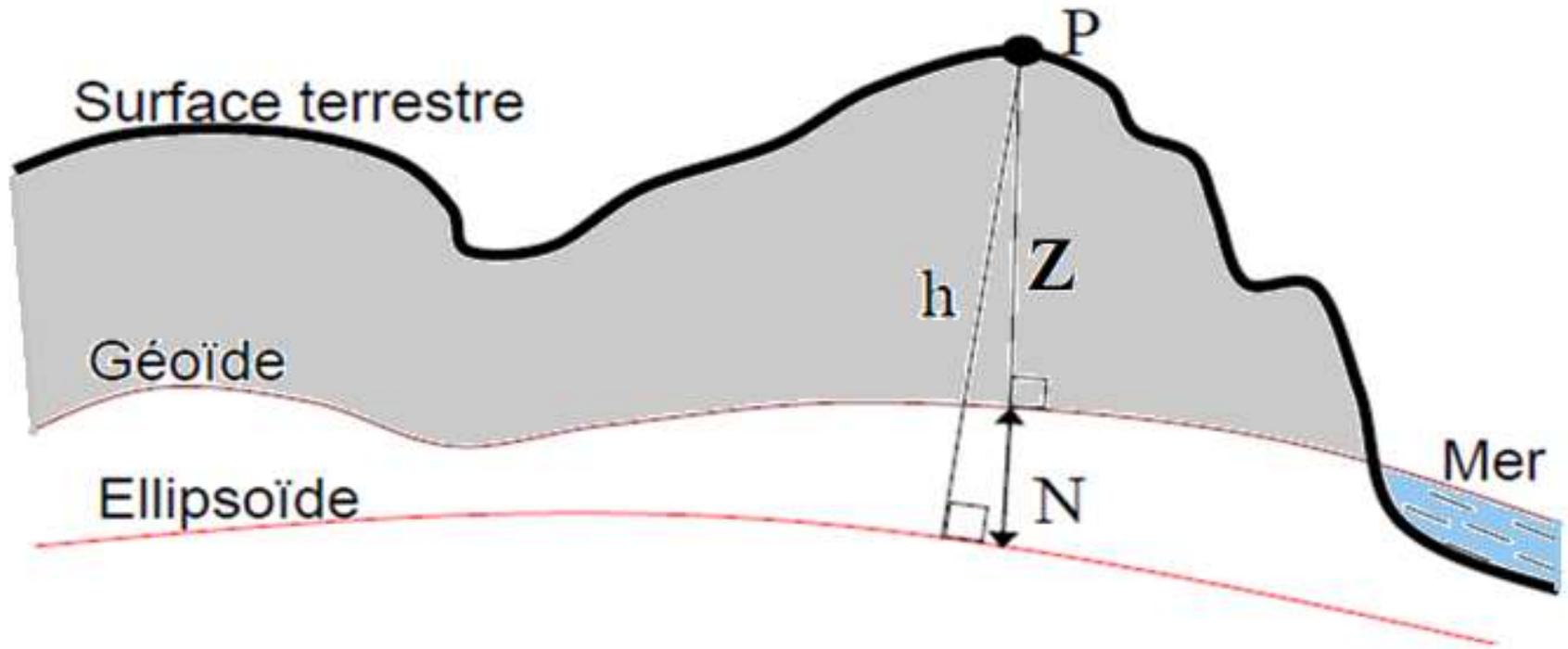


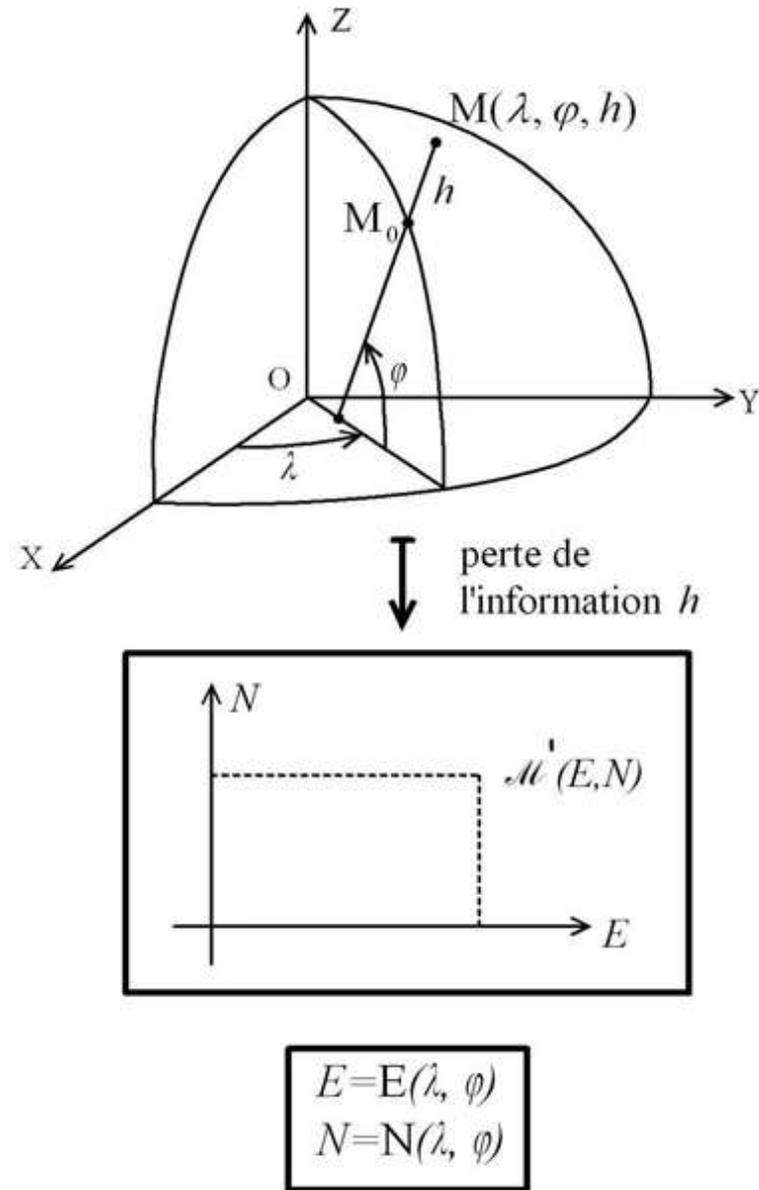
Figure 4 – Relation entre la hauteur (h), l'altitude (Z) et l'ondulation (N) qui correspond à la hauteur du géoïde au-dessus de l'ellipsoïde ; elle est soit positive, soit négative.

Remarque : Le GPS (Global Positioning System ou «système de localisation mondial») est un système de navigation et de positionnement par satellite, qui a été développé par les Etats-Unis pendant les 20 dernières années. Il fonctionne grâce à de nombreux satellites (≈ 24) qui tournent autour du globe sur à peu près 6 orbites différentes, à une distance d'environ 20000 kms. En se basant sur la triangulation, la réception des signaux émis par au moins quatre satellites permet la localisation (du récepteur GPS) dans l'espace en trois dimensions (longitude, latitude et altitude).

b - Coordonnées planes

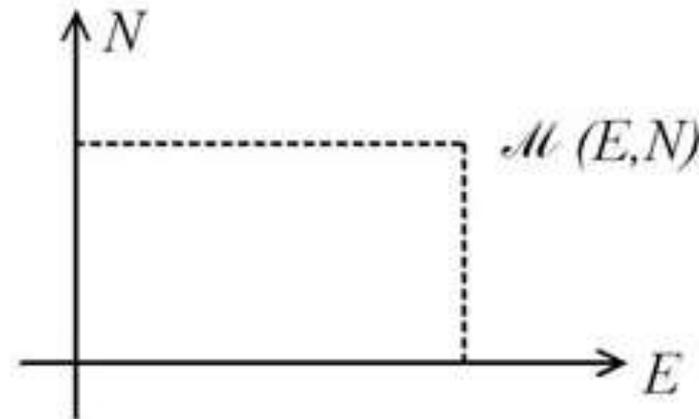
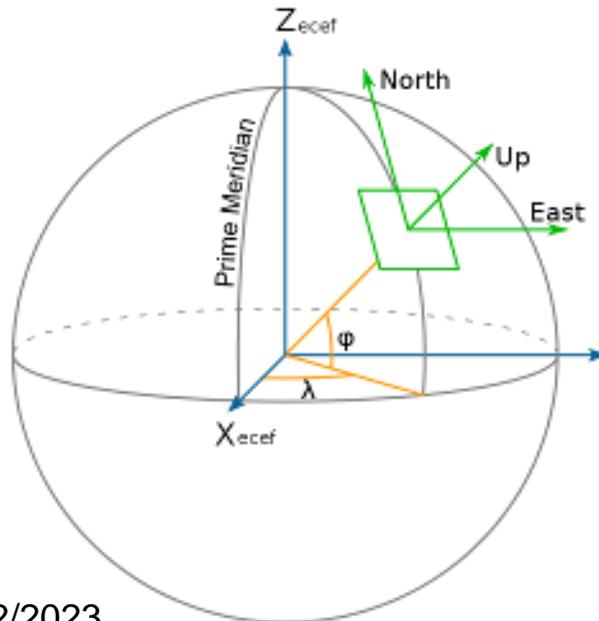
Ces coordonnées sont liées à un système de projection. A la base il s'agit du quadrillage régulier d'une carte construite selon un système de projection donné.

Les coordonnées planes sont issues de deux fonctions mathématiques qui, à tout point $M(\lambda, \varphi, h)$ de l'espace exprimé en fonction de l'ellipsoïde, associent un point $M'(E, N)$ du plan. Chacune d'entre elles fait intervenir la latitude λ et la longitude φ , mais pas la hauteur ellipsoïdale h . La troisième dimension des coordonnées géographiques est ainsi perdue au cours de la transformation. Ces coordonnées sont donc bidimensionnelles, ce qui permet de les représenter sur un plan.



Les paramètres des fonctions de transformation confèrent à la représentation plane des caractéristiques (conservation des angles ou des distances, par exemple) qui peuvent être utiles à différentes applications cartographiques. Ainsi, il existe de nombreuses représentations planes pour couvrir les différents besoins de chaque utilisateur.

Remarques : 1) Contrairement à l'usage courant, qui est de désigner ces coordonnées par les lettres X et Y, il est préférable de les exprimer par les lettres conventionnelles des abscisses et des ordonnées : E, N (Easting, Northing) afin d'éviter toute confusion avec les coordonnées cartésiennes (X, Y, Z), décrites ci-dessous.



2) des coordonnées Lambert sont des X, Y mesurés en mètres, en tenant compte de l'échelle, sur une carte en projection Lambert (une projection conique). Chaque carreau du quadrillage fait 1km de côté. Pour définir les coordonnées, il suffit de préciser le kilomètre de l'amorce du carré suivi du nombre de mètres réels que tu as calculé grâce à l'échelle (fig. 5).

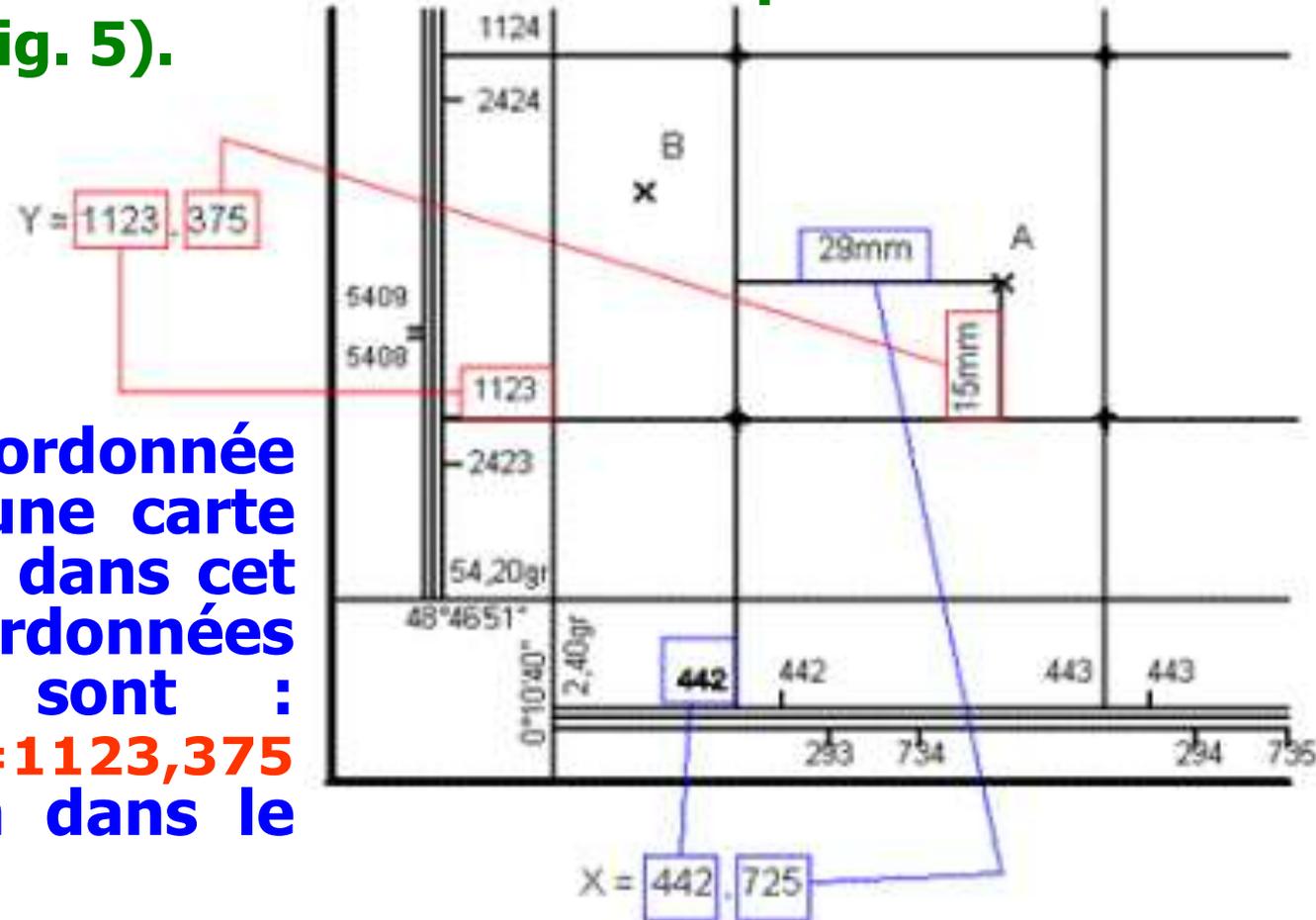
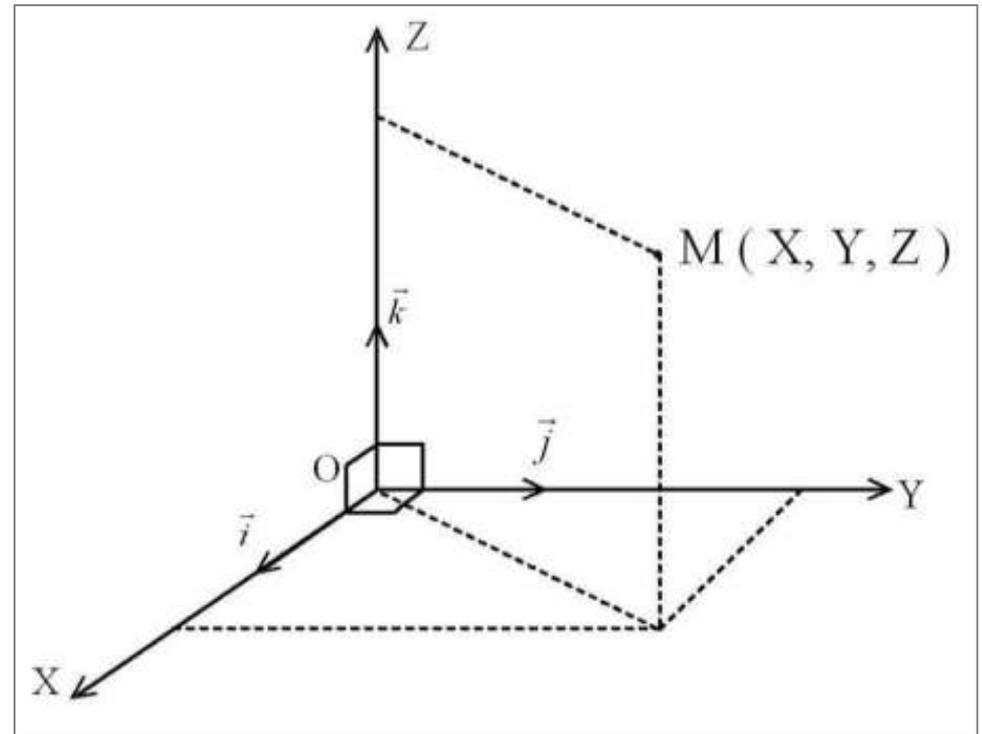


Figure 5 - Coordonnée Lambert (pour une carte au 1/25 000e) ; dans cet exemple, les coordonnées du point A sont : X = 442,725 et Y=1123,375 (voir explication dans le cours).

c - Coordonnées cartésiennes (Coordonnées géocentriques)

Ce sont des coordonnées indépendantes du globe et des projections. Il s'agit des repères orthonormés (figure ci-contre). Une origine : le centre de gravité de la Terre. Trois axes : l'axe des X dans le plan de l'équateur et dans le plan d'un méridien de référence, l'axe des Y lui aussi dans le plan de l'équateur et perpendiculaire à l'axe des X, l'axe des Z perpendiculaire au axes OX et OY et passant, à peu près, par le pôle Nord.



En conclusion, le tableau ci-dessous résume les éléments nécessaires à la description d'un type de coordonnées :

	Cartésiennes	Géographiques	Planes
Désignation	(X, Y, Z)	(λ , φ ,h)	(E, N)
Unité angulaire		■	
Unité linéaire	■	■	■
Projection			■
Méridien origine		■	■
Ellipsoïde		■	■
Système géodésique	■	■	■

4 Projection cartographique

a - Principe

Le principe de la projection (fig. 6) consiste à projeter des positions de la surface terrestre sur une surface géométrique donnée (**voir systèmes de projections, ci-dessous**). Ensuite cette surface peut être découpée pour prendre une forme plane comme la carte.

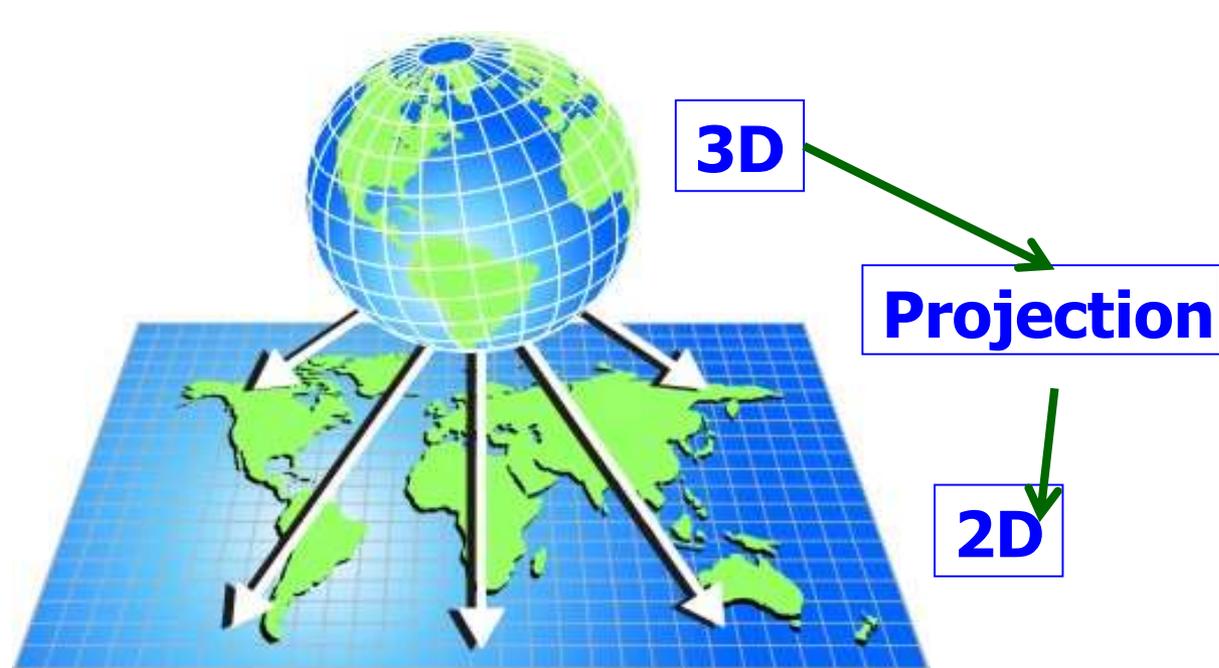
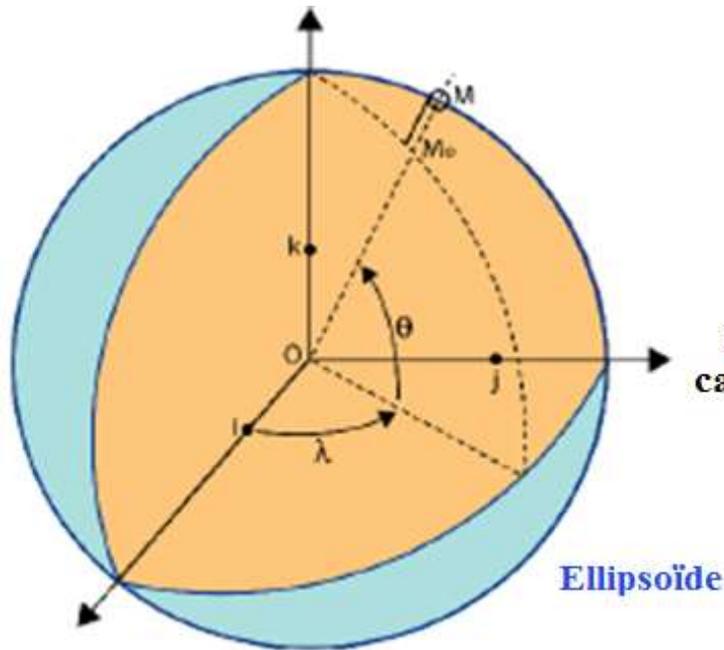
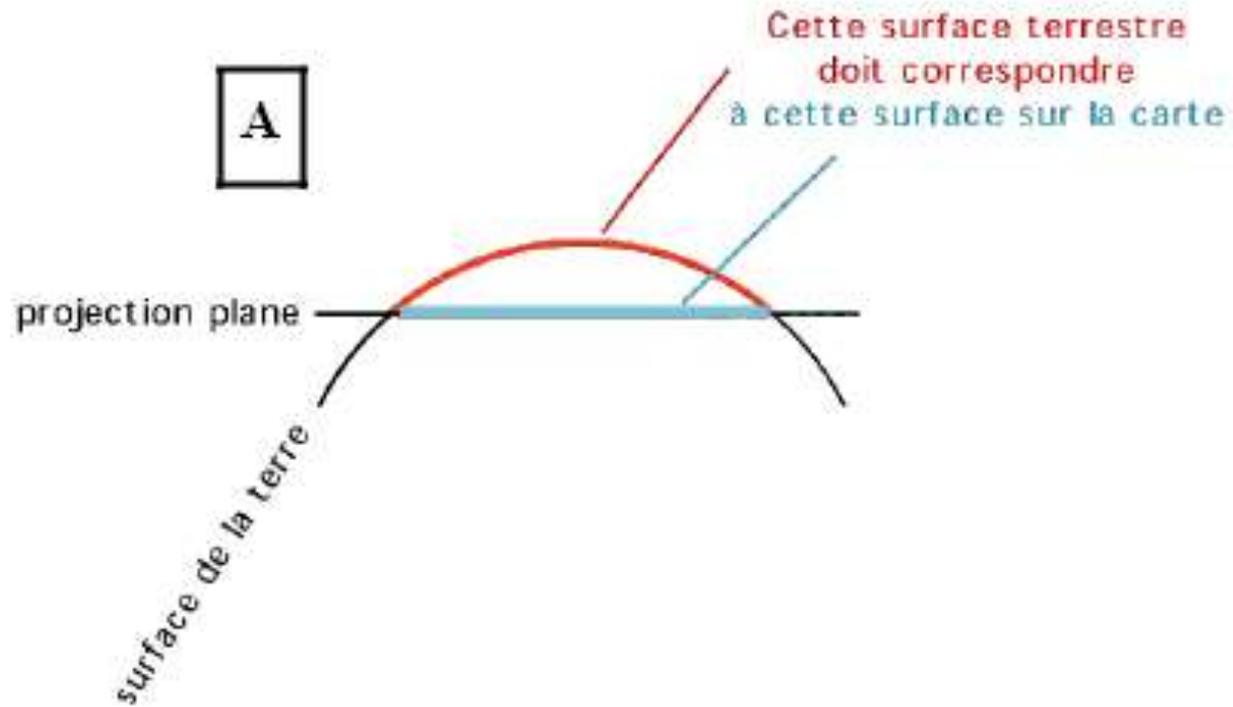
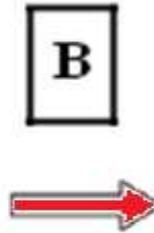


Figure 6 – Principe de la projection : transition d'une forme quasi sphérique en trois dimensions (A) à une surface plane en deux dimensions (B).

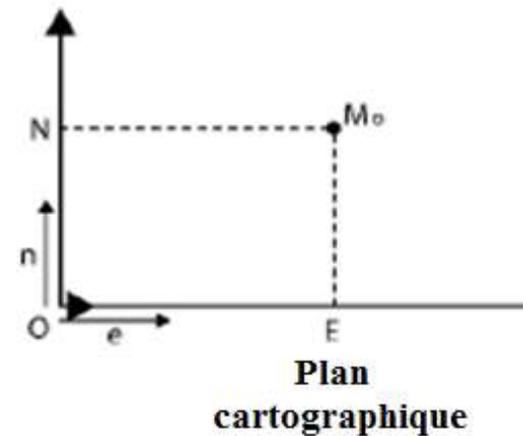


Projection cartographique



$$E = f(\lambda, \theta)$$

$$N = g(\lambda, \theta)$$



b - Systèmes de projection

Les différents systèmes de projection peuvent être abordés en s'intéressant à leur canevas, c'est-à-dire à l'image des méridiens et des parallèles. On les classe ainsi en trois catégories principales : conique, cylindrique et azimutale (planaire).

Trois surfaces peuvent être utilisées pour la projection : le plan, le cylindre et le cône. Seules ces trois surfaces peuvent être développées de façon plane sans subir de déformations supplémentaires. Les deux dernières citées sont utilisées afin d'augmenter la zone de contact entre l'ellipsoïde et la surface de projection, et, de ce fait, permettent de minimaliser les déformations dues à la projection. Les coordonnées planes sont intimement liées à ces systèmes de projection, et, de plus, elles sont plus pratiques à l'usage que les coordonnées géographiques.

α - Projections coniques

On distingue deux types de projections coniques :
tangente et sécante (fig. 7).

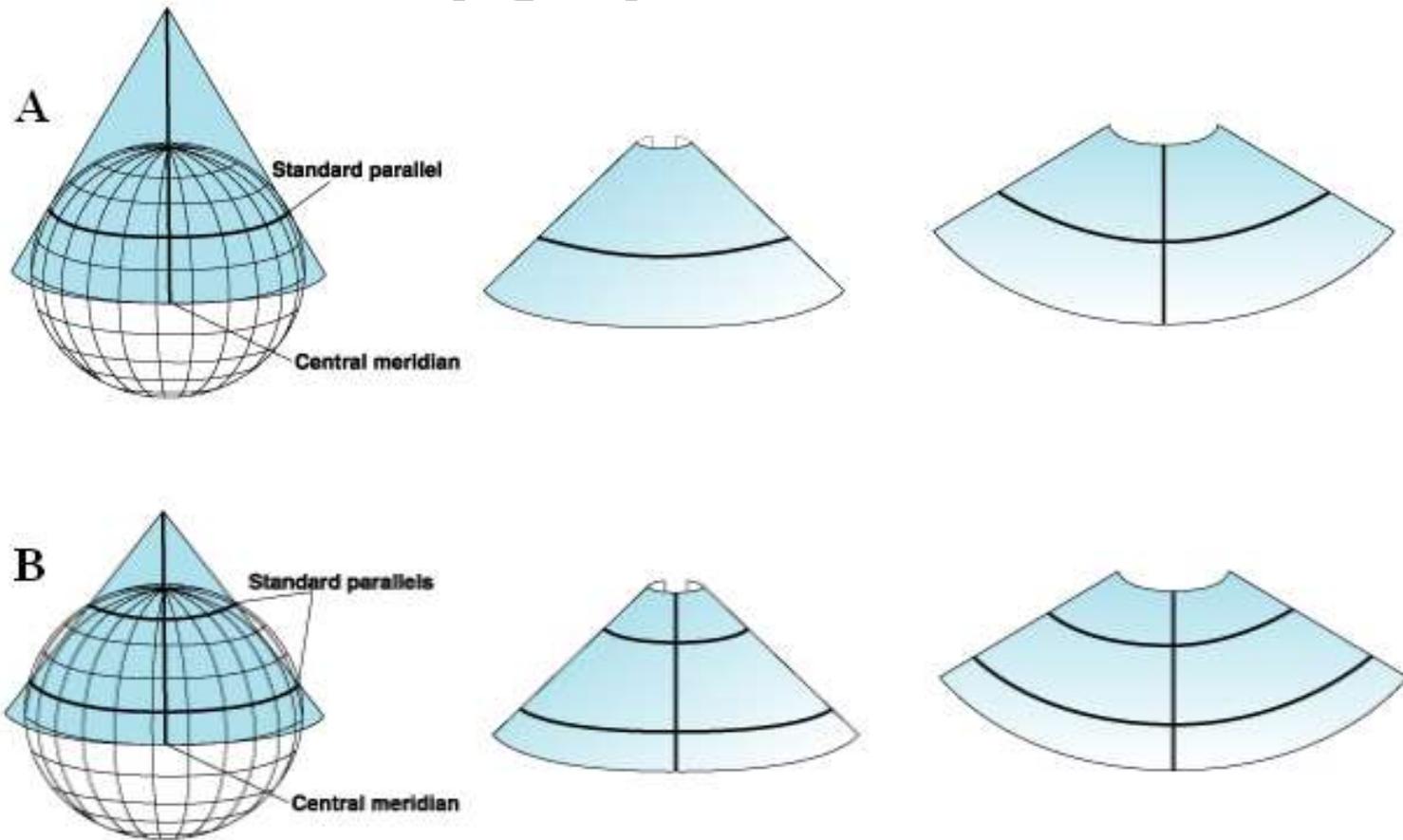


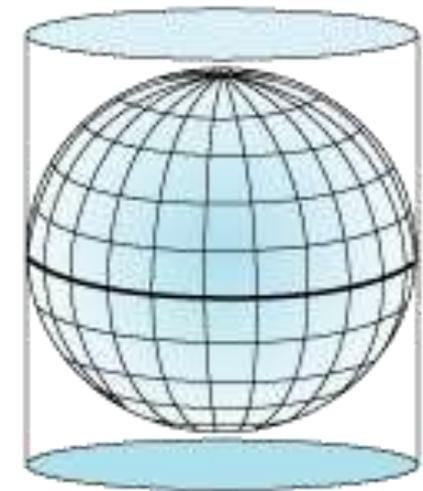
Figure 7 - Projections coniques tangente (A) et sécante (B).

Dans le premier cas, le cône est placé sur le globe et les deux (cône et globe) se rencontrent le long d'une ligne de latitude. Il s'agit du parallèle de référence. Le cône est coupé le long de la ligne de longitude opposée au méridien central et aplati dans un plan.

Dans le second cas, le cône est placé sur un globe mais le coupe à travers sa surface. Le cône et le globe se rencontrent le long de deux lignes de latitude. Ce sont les parallèles de référence. Le cône est coupé le long de la ligne de longitude opposée au méridien central et aplati dans un plan.

β - Projections cylindriques

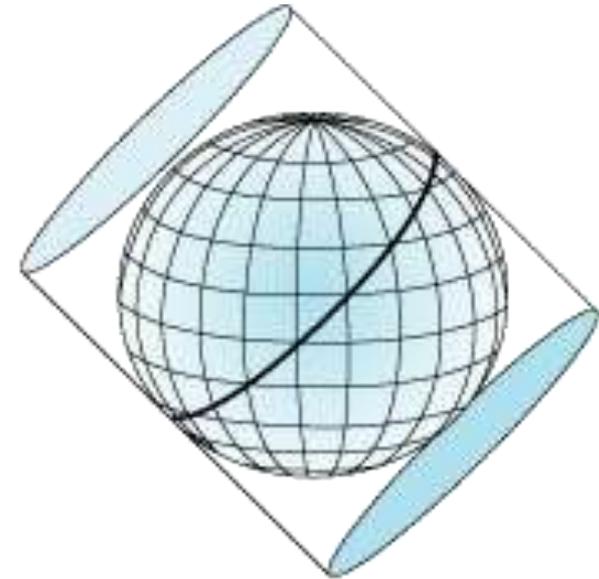
Les projections cylindriques sont réalisées en enfermant la Terre dans un cylindre (fig. 8). Le cylindre peut toucher le globe le long d'une ligne de latitude (cas normal), d'une ligne de longitude (cas transverse) ou d'une autre ligne (cas oblique).



Normal



Transverse



Oblique

Figure 8 - Projections cylindriques.

Remarque : La projection de Mercator transverse, ou UTM (Universal Transverse Mercator) est un système de projection cylindrique valable pour des zones étendues de la surface terrestre. L'axe du cylindre est perpendiculaire à l'axe de rotation de la Terre, d'où l'appellation "transverse". La zone de contact entre le cylindre et l'ellipsoïde est donc un méridien. Cette projection facilite la représentation des pays qui s'étendent beaucoup en latitude mais pas en longitude. Son utilisation fondamentale est la cartographie de l'ensemble de la planète à l'exception des pôles selon un découpage en fuseaux (ou zones). Cette projection s'adapte parfaitement à un ellipsoïde.

δ- Projections planaires

Un plan est placé sur un globe (fig. 9). Le plan peut toucher le globe au pôle (cas polaire), à l'équateur (cas équatorial) ou sur une autre ligne (cas oblique).



Polar

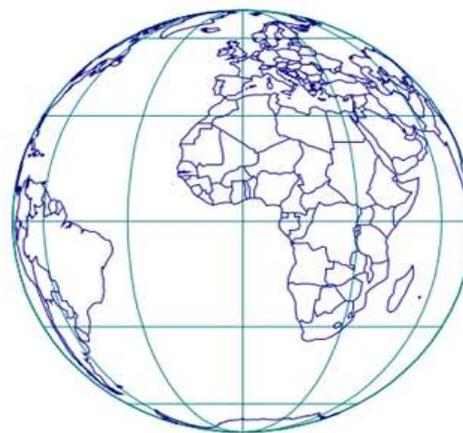
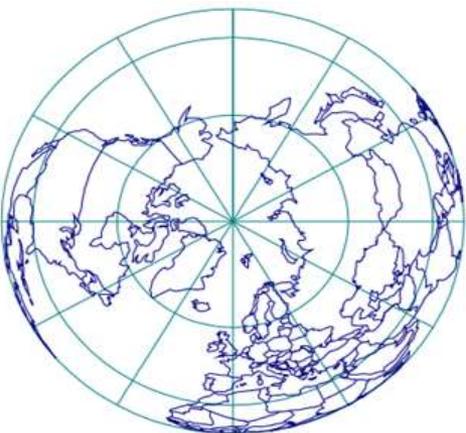


Equatorial



Oblique

Figure 9 - Projections planaires.



γ - Choix des projections

La représentation de la surface de la Terre sous forme de carte présente un problème car l'ellipsoïde de révolution n'est pas développable en surface plane. Il faut donc passer par la projection cartographique qui va, inmanquablement, entraîner des déformations (angles, surfaces, distances, directions,...). Ainsi, entre tous les systèmes de projection, le choix s'exerce d'après la destination prévue pour la carte :

- conformes : conservation des formes (angles) (topographie, navigation, ...)
- équivalentes : conservation des surfaces (aménagement du territoire, plan cadastral...)
- équidistantes : conservation des distances (uniquement le long de lignes choisies)
- azimutales : conservation des directions.



5 - Datum d'une carte

De ce qui précède on déduit aisément que pour définir la position d'un lieu, il ne suffit pas de donner ses coordonnées x et y , ni sa latitude et sa longitude, ni de dessiner un point sur une carte quelconque. Il faut aussi que soient précisés les modèles, les projections, les systèmes de coordonnées utilisés. Un datum (ou système géodésique) c'est un jeu cohérent de tout ces paramètres.

En un mot, le datum est l'ensemble des éléments qui permettent de comprendre à partir de quel référentiel a été faite une carte. Il pourra comprendre :

- ☞ un ellipsoïde de référence ;
- ☞ un géoïde (qui sert souvent seulement de référence pour les altitudes) ;
- ☞ un système de projection pour les cartes ;
- ☞ un système de coordonnées ;
- ☞ des principes de calcul, y compris les approximations à faire.

Chaque pays à sa propre normalisation, mais l'ellipsoïde WGS84 (World Geodetic System 1984) est devenue une référence internationale (très utilisé par le système GPS).

A titre d'exemple, le tableau I montre les principales caractéristiques du Datum marocain Merchich (région de Casablanca). Les références cartographiques utilisées au Maroc se réfèrent à la projection conforme de Lambert. Il s'agit d'une projection conique, répétée sur quatre zones avec lesquelles est subdivisé le pays, vis-à-vis de quatre couples distincts de parallèles.

Tableau I - Caractères du Datum Marocain Merchich



Zone	Ellipsoïde	Méridien central (°)	Latitude référ. (°)	1 ^{er} parallèle standard (°)	2 ^{ème} parallèle standard (°)	Faux Est (m)	Faux Nord (m)
1	Clarke 1880	-5.4	33.3	31.72786641202	34.8717272112	500000	300000
2			29.7	28.1063294800	31.2932791054	500000	300000
3			26.1	24.5075340813	27.6921073632	1200000	400000
4			22.5	20.9075742561	24.0921050540	1500000	400000

Remarque : les principales caractéristiques de l'ellipsoïde de Clarke 1880 sont :

- demi-grand axe : 6378,206 Km ;
- demi-petit axe : 6356,437 Km ;
- rayon moyen : 6371,321 Km ;
- aplatissement : 1/293

- Zone 1 : au Nord de Casablanca
- Zone 2 : Région d'Agadir
- Zone 3 : Région Laayoune
- Zone 4 : Région Ad- Dakhla

C- Nivellement et planimétrie

1 - Nivellement

Le nivellement (ou altimétrie) est l'ensemble des opérations consistant à mesurer des différences de niveau (ou dénivelés ou dénivellation), généralement pour déterminer des altitudes. Le nivellement permet de mesurer des dénivelés puis de déduire l'altitude de repères ou de points caractéristiques du sol. En d'autres termes, le nivellement est la représentation plane et conventionnelle du relief du terrain sur la carte. Il est essentiellement représenté par les courbes de niveau ; une courbe de niveau est définie comme étant l'ensemble des points situés à la même altitude (voir polycopié des travaux pratiques de cartographie, premier semestre).

L'altitude d'un point de la surface topographique est, de manière très approchée, la distance entre le point et une surface de référence appelée géoïde (fig. 4). Dans le langage commun, elle exprime l'éloignement d'un objet par rapport au niveau moyen de la surface de la mer (L'eau coule toujours du point le plus élevé vers le point le moins élevé).

L'opération de la mesure des altitudes s'effectue à l'aide d'un «niveau» (principalement composé d'un axe de visée horizontal) et d'une règle graduée (tous les centimètres) verticale appelée «mire» (fig. 10).

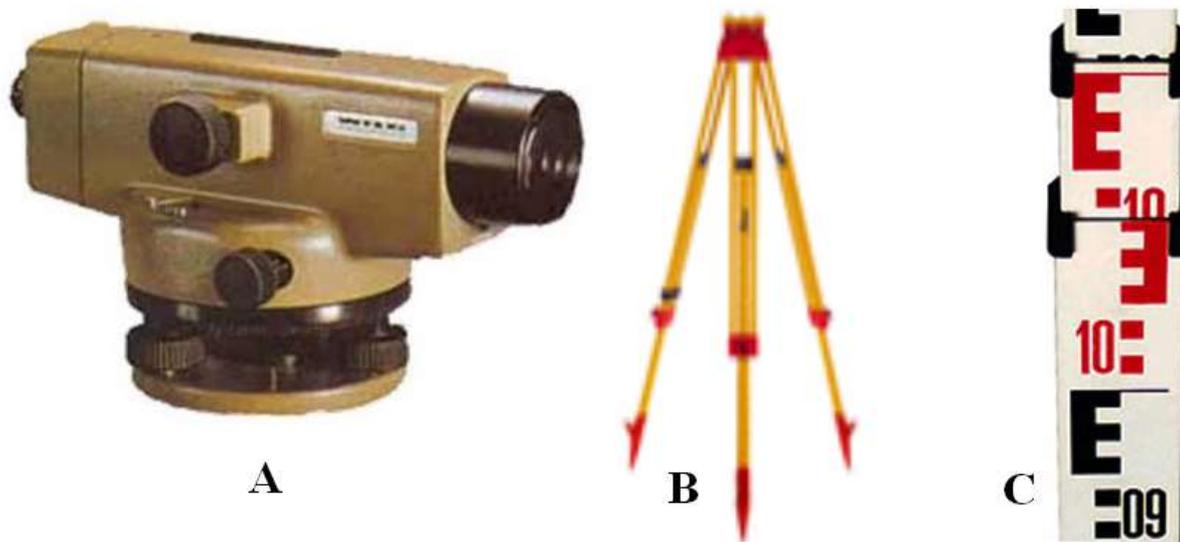


Figure 10 - «Niveau»(A), trépied servant de support (B) et une «mire»(C).

Il existe de nombreux types de nivellement :
nivellement direct, nivellement trigonométrique,
nivellement barométrique, nivellement par
positionnement satellitaire (GPS et bien tôt
Galiléo), nivellement photogrammétrique,...

Dans ce cours, seuls les deux premiers types de
nivellement (les plus couramment employés)
seront expliqués.

Nivellement direct & nivellement trigonométrique

a - Nivellement direct

Le nivellement direct, ou nivellement géométrique consiste à mesurer la différence d'altitudes à partir de visées horizontales sur une règle graduée verticale appelée «mire».

Le principe de ce nivellement (direct) est la mesure d'une différence d'altitude, ou d'une succession de différences, par rapport à un point d'altitude connue. L'altitude du point connu, et les différences d'altitude mesurées, permettent par simple soustraction de déterminer l'altitude des points (fig. 11).

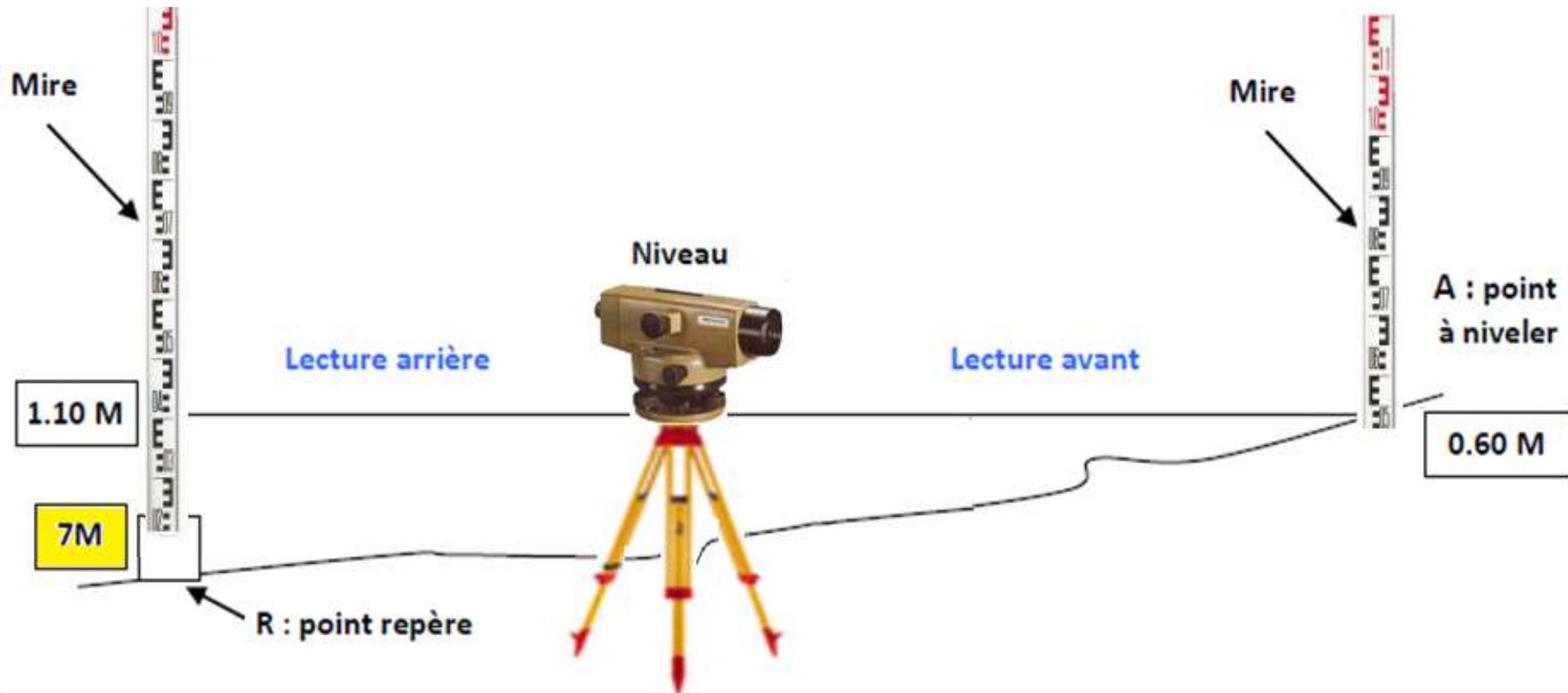


Figure 11 - Principe du nivellement direct (explication ci-dessous).

L'opération élémentaire s'appelle une nivelée et consiste à mesurer la différence de hauteur ou dénivelée entre deux points consécutifs comme suit :

◆ On tient une mire verticalement, par un porte-mire, sur un point dont l'altitude est connue (le point repère, R). La première lecture faite est la lecture arrière.

◆ On fait pivoter le niveau (mis en station sur un trépied à mi-distance des 2 mires) en direction du point à niveler sur lequel est tenue une mire. La seconde lecture ainsi faite est la lecture avant.

◆ Calcul de la dénivelée et de l'altitude :

☞ **Dénivelée = lecture arrière – lecture avant :**

$$1,10 \text{ m} - 0,60 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$$

☞ **Altitude de A = altitude du point repère + dénivelée :**

$$7 \text{ m} + 0,50 \text{ m} = 7,50 \text{ m}$$

☞ **Altitude de A = «cote bleue»* – lecture avant :**

$$8,10 \text{ m} - 0,60 \text{ m} = 7,50 \text{ m}$$



*«cote bleue» : le plan horizontal de visé du niveau ($Z_A + L_{ar}$)

Remarques :

1) Si la lecture arrière est plus grande que la lecture avant, la dénivelée est positive. A l'inverse, si la lecture arrière est plus petite que la lecture avant, la dénivelée est négative. Dans le premier cas le terrain monte et dans le second, le terrain descend.

2) L'altitude d'un point est appelée par convention Z. Sur la figure 11, le plan horizontal de visé du niveau («cote bleue», ZPN) est égal à l'altitude du repère (ZR) additionné à la lecture arrière (LR), soit 8,10 m.

b - Nivellement trigonométrique

Le nivellement trigonométrique est appelé également nivellement indirect ou nivellement géodésique ou tachéométrique. Il est réalisé par calcul du dénivelé et non plus sa mesure directe (fig. 12). On ne mesure plus le dénivelé (ou la dénivelée) entre deux points pour déduire une altitude, mais on calcule tout d'abord ce dénivelé grâce à des mesures d'angles et de distances réalisés à l'aide d'un théodolite (instrument de mesure des angles) ou d'un tachéomètre (théodolite équipé d'un distance-mètre pour mesurer des distances).

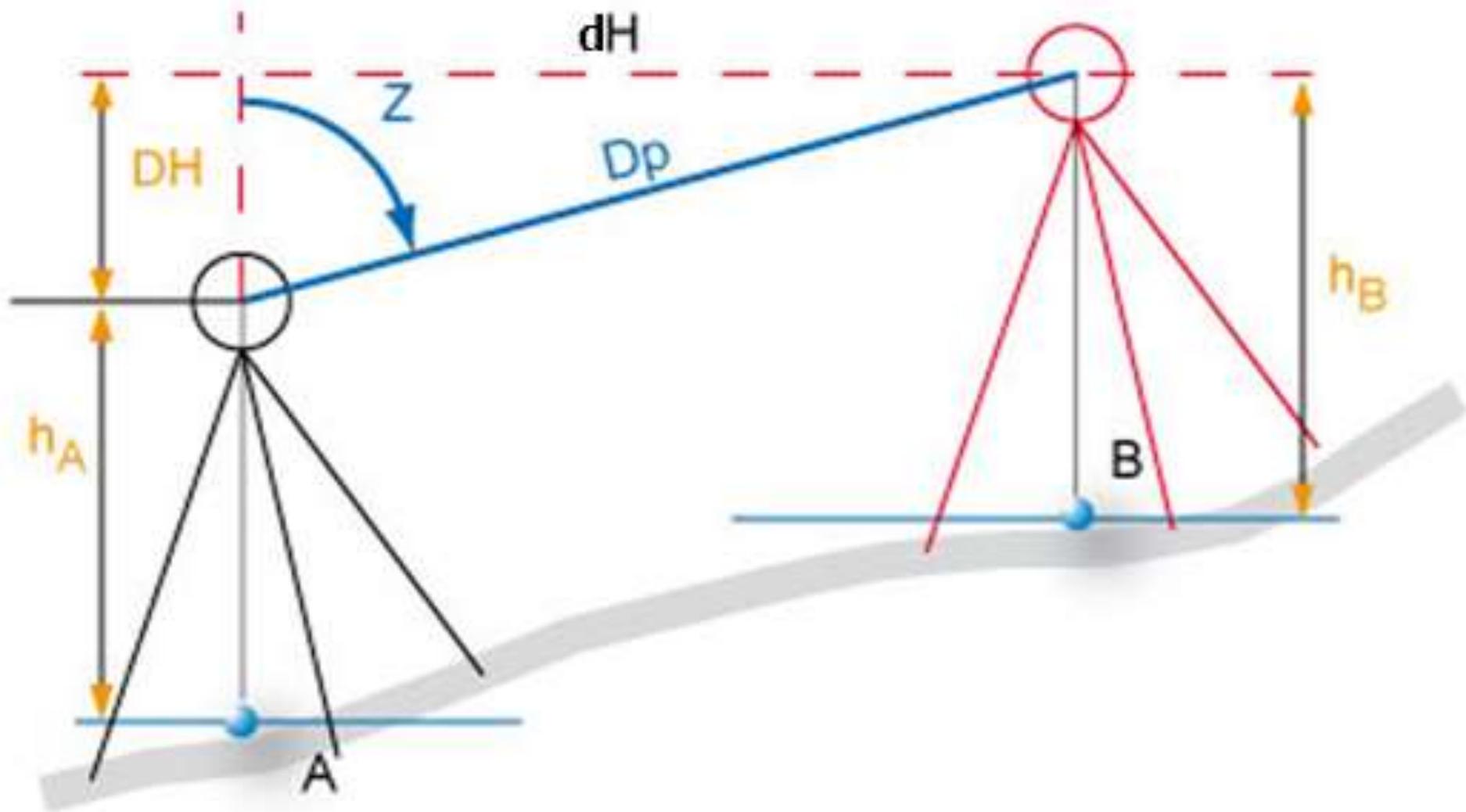


Figure 12 – Nivellement trigonométrique (explication ci-dessous).

Le nivellement trigonométrique consiste à déterminer la dénivelée entre deux stations par des mesures de distances spatiales et d'angles zénithaux (angles verticaux). Un calcul simple, en utilisant de la trigonométrie, conduit à la différence d'altitude entre A et B :

$$\mathbf{DH = Dp.\cos(z) \quad (1)}$$

L'altitude du point B s'obtient comme suit :

$$\mathbf{Alt_B = Alt_A + h_A + DH - h_B \quad (2)}$$

Dans cette équation (2), on remplace DH par $Dp.\cos(z)$ (1), on obtient :

$$\mathbf{Alt_B = Alt_A + h_A + Dp.\cos(z) - h_B}$$

(h_A : hauteur du théodolite en station A ; h_B : hauteur du voyant au dessus du point visé B ; Dp : distance suivant la pente ; Z : angle zénithal ; **DH : dénivelée instrumentale ; dH : distance horizontale).**

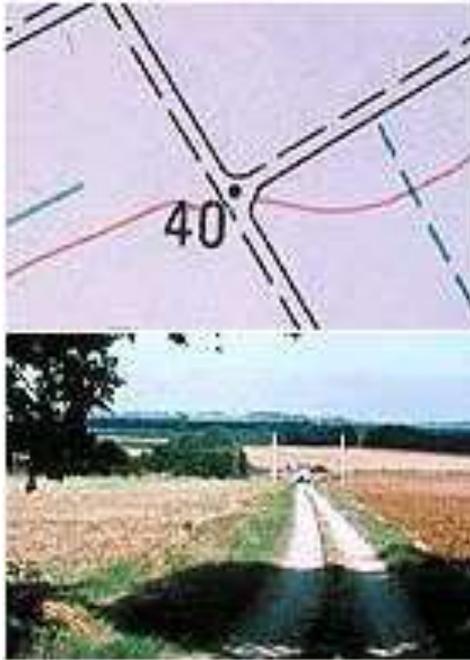


Remarques : 1) De nombreuses méthodes sont utilisées pour déterminer la hauteur d'une montagne. Parmi celles-ci, on cite la méthode géodésique et la méthode barométrique. Pour la méthode géodésique, il n'est pas nécessaire d'aller au sommet. Il faut connaître au minimum deux angles et une distance et utiliser des relations trigonométriques. Pour la méthode barométrique, il est nécessaire de réaliser l'ascension du sommet. Il faut connaître la pression et la température de l'air en haut et en bas de la montagne et la loi pour passer de la différence de pression à la différence de hauteur.

2) L'avènement de la géodésie spatiale révolutionne aujourd'hui la détermination des altitudes. Les systèmes de positionnement par satellite évitent les contraintes de la géodésie terrestre, tel que l'intervisibilité entre les points de mesure et l'impossibilité de faire des réseaux continentaux à grande échelle. Leur mise en œuvre sur le terrain est donc plus simple que les méthodes terrestres et ils permettent d'obtenir directement des coordonnées géométriques tridimensionnelles. Notons toutefois que cela nécessite d'accéder physiquement au point dont on veut connaître l'altitude (les coordonnées).

2 - Planimétrie

C'est la représentation de l'ensemble des détails naturels ou artificiels sur la surface du sol ; ils sont représentés par des signes conventionnels qui le plus souvent ne sont pas à l'échelle.



routes



cours d'eau



bâtiments

Fin du chapitre 1

 Voir le chapitre 2 (Cycle des roches sédimentaires)