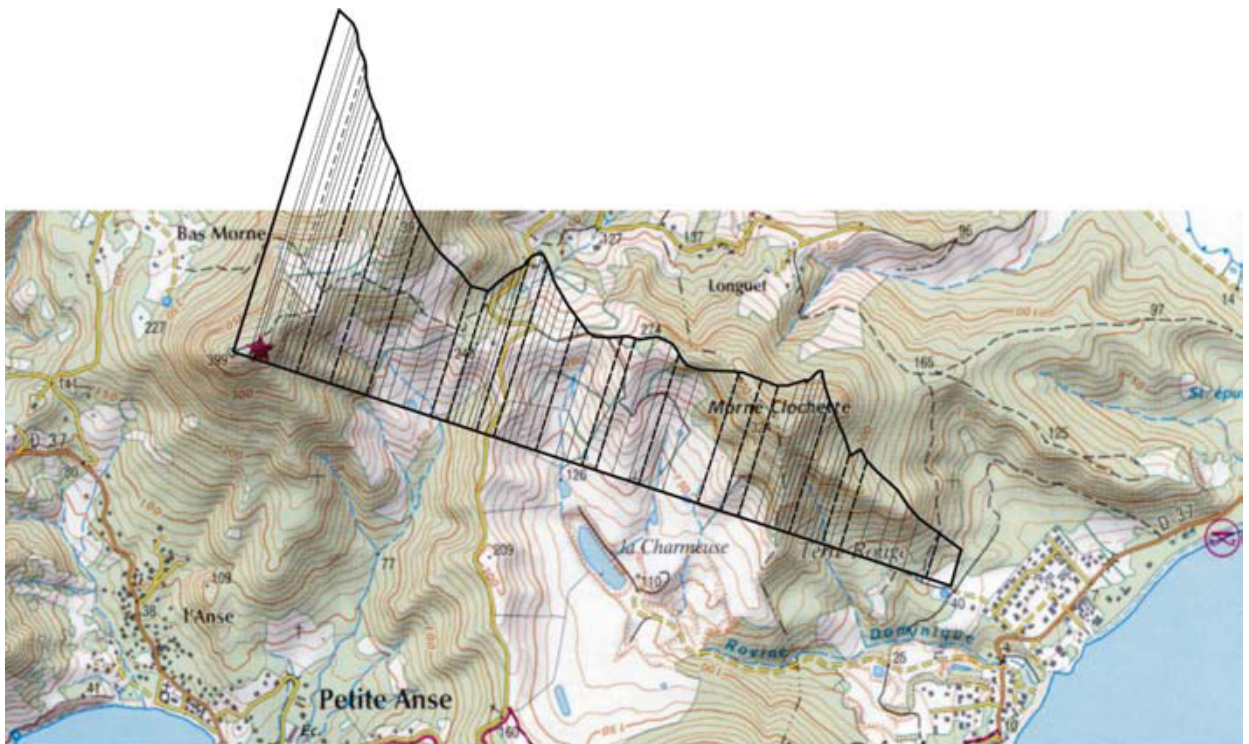


**UNIVERSITE FERHAT ABBAS SETIF-1**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE(SNV)**

**DEPARTEMENT DES ETUDES DE BASE**  
**1<sup>ERE</sup> ANNEE LICENCE ACADEMIQUE(S1)**

***SERIES DES TRAVAUX PRATIQUES DE GEOLOGIE***  
***INTITULE : LECTURE ET PRESENTATION DE LA CARTE***  
***TOPOGRAPHIQUE***

**RESPONSABLE DE MODULE : Dr.LAKKAICHI**



**Année universitaire 2020-2021**

## **Intitulé de la matière : TD Géologie 2020/2021**

### **Programme détaillé :**

#### **1- Lecture des cartes topographiques (1h :30)**

-Définitions

- Les informations trouvées sur une carte topographique
- Les couleurs utilisées sur la carte topographique (Vert ; bleu ; marron ou bistre et noir)
- Les éléments fondamentaux de la carte

#### **2- Notion d'échelle et ces applications (1h :30)**

(Définitions, grande et petite échelle, échelle numérique et échelle graphique).

Calcul des distances réelles à partir des distances sur la cartes et inversement

#### **3- Rappels sur les systèmes d'unités (1h :30)**

- Les unités de mesures d'angles
- L'équivalence entre les distances, les angles et temps
- Application sur la conversions des degrés en grades et inversement

#### **4- Coordonnées géographique (3h :00)**

- réseau international et réseau local (repères ; origines et coordonnées)

*Utilisation des réseaux de coordonnées :*

- Détermination des coordonnées d'un point sur une carte.
- Projection d'un point sur une carte à partir de ses coordonnées.

#### **5- Coordonnées cartographiques : (1h :30)**

- réseau Lambert et réseau UTM. (repères ; origines et coordonnées)

*Utilisation des réseaux de coordonnées :*

- Détermination des coordonnées d'un point sur une carte.
- Projection d'un point sur une carte à partir de ses coordonnées.

#### **6- Représentation des reliefs sur une carte (3h :00)**

- Définition des courbes de niveau (CN normale ; CN maîtresse, CN intercalaire)
- Notion d'équidistance (apprendre à calculer l'équidistance ; reconnaître les courbes maîtresses)
- Règles de reconnaissance du sens de la pente (Côte de CNM ; Pointe du V dans la vallée).

**Les pentes :**

- Définition d'une pente
- Reconnaissance des pentes fortes et faibles par l'espacement des courbes de niveau
- Formes des pentes élémentaires (convexe, concave et rectiligne) et leur reconnaissance sur une carte topographique
- Calcul de pente lorsque celle-ci est rectiligne.

#### **7- L'orientation de la carte topographique (1h :30)**

- Nord géographique,
- Nord magnétique
- Définition de la déclinaison magnétique, calcul de la déclinaison pour une date ultérieure à celle de la réalisation de la carte.

#### **8-Série de révision (3h :00)**

**Série de TD N°01 : Lecture des cartes topographiques**

**Définitions**

**1-La topographie :** (du grec “topos” qui signifie lieu et de “ graphen” signifiant décrire) est une description graphique ou une représentation sur un support plan d’une portion de la surface terrestre, avec sa configuration.

**2-La carte topographique :** c’est la représentation plane d’une portion de la surface terrestre.

-La carte topographique doit représenter la forme du relief du terrain et les éléments du terrain (villes, routes.....)

Le relief sera représenté par des courbes de niveau.

**2-1- Les informations trouvées sur une carte topographique :**

- Eléments artificiels : villes, routes, voie ferrés (chemin de fer).
- Hydrographie : rivières, lacs, mers.....
- Relief : montagnes, collines.
- Végétations : forêt, terrains agricoles....
- Toponymie : nom des villes, nom des régions, des routes....

**2-2- Les couleurs utilisées sur une carte topographique :** il existe sept couleurs principales

- Noir : pour représenter les villes, les lignes de chemin de fer, toponymie.
- Vert : la végétation.
- Bleu : hydrographie, mers, lacs, rivières....
- Rouge : routes goudronnées
- Marron : courbes de niveau
- Orange : pistes (routes non goudronnées)
- Gris : légende de la carte.

**2-3-Les éléments fondamentaux de la carte :**

- L’échelle, la légende, l’orientation, les coordonnées et les signes conventionnels.

**Série de TD N°02 : Notion d'échelle et ces applications**

**1. Echelle d'une carte**

L'échelle est le rapport de la longueur entre deux points sur la carte et la longueur couplée horizontalement entre les deux points correspondants sur le terrain.

**1.1. Echelle numérique**

L'échelle s'exprime par une fraction  $\frac{1}{N}$

$$\text{Echelle} = \frac{\text{distance carte}}{\text{distance réelle}} = \frac{1}{N}$$

Exemple : si deux points sont distants de 8 km sur le terrain et de 10 cm sur la carte l'échelle

de celle-ci est :  $E = \frac{dc}{dt} = \frac{10}{800000} = \frac{1}{80000}$

Donc l'échelle de la carte  $E = \frac{1}{80000}$  C'est-à-dire 1 cm sur la carte représente 80000 cm ou 800 m sur le terrain.

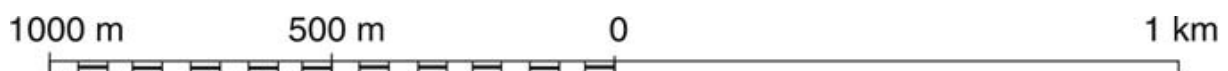
**-Remarque :**

- Une carte est dite à grande échelle quand la réduction qu'elle permet est faible, donc le dénominateur est petit.
- Une carte est dite à petite échelle quand la réduction qu'elle permet est grande, la fraction étant petite (un grand dénominateur).

**1.2. Echelle graphique**

La carte ou le plan est accompagné d'une représentation graphique de l'échelle qui permet d'éviter les calculs.

L'échelle graphique est une ligne divisée en parties égales, représentant chacune l'unité choisie.



L'emploi de cette échelle est très simple. On mesure sur la carte la distance cherchée au moyen d'un compas, d'une bande de papier ou d'un double-décimètre. On reporte ensuite cette distance le long de l'échelle graphique pour obtenir la valeur réelle de la distance.

## 2. Mesures d'une distance sur la carte

Les distances rectilignes se mesurent sur la carte avec un double-décimètre ordinaire ; en multipliant la lecture faite entre deux points par le chiffre qui exprime l'échelle de la carte, on obtient la distance horizontale entre ces points :

**Exemple :** Sur une carte à l'échelle du 1 : 25 000, deux points éloignés de 7,00 cm sont distants sur le terrain de :  $7,00 \text{ cm} \times 25\,000 = 175\,000 \text{ cm}$  soit 1 750 m.

## 3. Application sur de l'échelle

### EXERCICE 1

Utiliser l'échelle pour retrouver la distance réelle en fonction de la distance sur la carte.

	Distance carte	Echelle	Distance réelle	Distance réelle
Carte1	10 cm	1/100 000	..... cm	..... km
Carte 2	4,5 cm	1/50 000	..... cm	..... km
Carte 3	13,2 cm	1/25 000	..... cm	..... km
Carte 4	7,8 cm	1/200 000	..... cm	..... km
Carte 5	9 mm	1/5 000	..... cm	..... km

### EXERCICE 2

Utiliser l'échelle pour retrouver la distance sur la carte en fonction de la distance réelle.

	Distance réelle	Echelle	Distance carte
Carte1	25 km	1/100 000	..... cm
Carte 2	31 km	1/50 000	..... cm
Carte 3	4,5 km	1/25 000	..... cm
Carte 4	150 km	1/200 000	..... cm
Carte 5	600 m	1/5 000	..... cm

### EXERCICE 3

Sur la carte routière, la distance entre 2 villes est représentée par un segment de 8 cm, l'échelle de la carte est 1/1 000 000. Calculer la distance réelle à vol d'oiseau en kilomètres entre ces 2 villes ?

### EXERCICE 4

Sur une carte à l'échelle 1/50 000

- Combien de Km sont représentés par 10 cm
- Combien de cm représente 2Km

**Série de TD N°03 : Rappels sur les systèmes d'unités**

Selon l'échelle, la date et le pays d'édition de la carte, les unités utilisées peuvent différer. Avant « d'entrer dans le sujet du coordonnées de la carte topographique, cette série de TD propose quelques rappels concernant les unités angulaires, les unités de distance et quelques ordres de grandeur qui permettront d'utiliser et d'interpréter au mieux la carte topographique.

**1- Les mesures d'angles**

**Le degré et ses sous multiples.**

Le degré est l'unité angulaire qui divise une circonférence en 360 degrés. La notation du degré est «°».il s'agit d'un système sexagésimal (Base 60). Les sous multiples du degré sont :

- la minute sexagésimale, notée «' » telle que  $1^{\circ} = 60'$ .
- la seconde sexagésimale, notée «" » telle que  $1' = 60''$ .

Donc :  $1^{\circ} = 60' = 3\,600''$ .

Exemple :  $21^{\circ}06'34''$  On peut convertir cet angle en degré décimal : on trouve  **$21,1094^{\circ}$**

**Le grade et ses sous multiples.**

Le grade est l'unité angulaire qui divise une circonférence en 400 grades. Le grade est noté «Gr». Il s'agit d'un système centésimal (Base 100). les sous-multiples sont :

- la minute centésimale notée «' » :  $1\text{ Gr} = 100'\text{ gr}$
- la seconde centésimale notée«" » :  $1' = 100''$

Donc :  $1\text{Gr} = 100' = 10000''$ .

Exemple

$40^{\text{Gr}} 71' 88''$  On peut convertir cet angle en grade décimal : on trouve  **$40,7188^{\text{Gr}}$**

**Remarque :**

Pour faire la conversion de degré en grade et l'inverse il faut retenir que :

$$360^{\circ} = 400^{\text{Gr}} \Leftrightarrow 1^{\circ} = 400^{\text{Gr}} / 360^{\circ} = 10/9 \text{ Gr}$$

$$1\text{Gr} = 360^{\circ} / 400^{\text{Gr}} = 9/10^{\circ}$$

**2-L'équivalence entre les distances et les angles**

La circonférence de la terre étant d'environ 40 000 km,

$$\text{Donc } 400^{\text{Gr}} \Leftrightarrow 40\,000 \text{ km} \quad \text{et} \quad 100^{\text{Gr}} \Leftrightarrow 10\,000 \text{ km} \Leftrightarrow \mathbf{1^{\text{Gr}} = 100 \text{ km}}$$

$$\text{De même } 360^{\circ} \Leftrightarrow 40\,000 \text{ km} \quad \text{et} \quad 90^{\circ} \Leftrightarrow 10\,000 \text{ km} \Leftrightarrow \mathbf{1^{\circ} = 111 \text{ km}}$$

**3-L'équivalence entre le temps et les angles**

On sait que la terre tourne autour de l'axe des pôles vers l'est avec une période de 24 heures.

$$\text{Donc } 360^{\circ} \Leftrightarrow 24 \text{ h} \quad \text{et} \quad 90^{\circ} \Leftrightarrow 6 \text{ h} \Leftrightarrow \text{donc : } \mathbf{15^{\circ} = 1 \text{ h}}$$

$$\text{De même } 400\text{Gr} \Leftrightarrow 24 \text{ h} \quad \text{et} \quad 100^{\text{Gr}} \Leftrightarrow 6 \text{ h} \Leftrightarrow \text{donc : } \mathbf{16,667^{\text{Gr}} = 1 \text{ h}}$$

#### **4-L'équivalence entre les distances et les heures (ou les angles)**

On a vu précédemment que la rotation d'un quart de tour terrestre durait 6 heures. Or, à l'équateur on sait que la circonférence de la terre vaut approximativement 40 000 km, donc pour parcourir 10 000 km (un quart de la circonférence) il faut 6 heures de temps (24 h/4). Donc en 1 heure, on parcourt 1 667 km. Ainsi à l'équateur notre vitesse relative par rapport au centre de la terre est de 1 667 km / heure.

#### **5- Application sur la conversions des degrés en grades**

Exercice 1 : Convertir  $2^{\circ} 20' 14''$  en grades (c'est l'angle entre le méridien de Greenwich et le méridien de Paris).

Solution :

-Transformons les secondes sexagésimales en minutes sexagésimales :

$$14''/60 = 0,233', \text{ nous avons donc } 20' + 0,233' = 20,233'$$

-Transformons les minutes sexagésimales en degrés sexagésimaux :

$$20,233'/60 = 0,337^{\circ}, \text{ nous avons : } 2.337^{\circ} 2^{\circ} + 0.337^{\circ} = 2.337^{\circ}$$

-Convertissons les degrés sexagésimaux en grades :  $2.337^{\circ} \times 10/9 = \mathbf{2.5966^{\text{Gr}}}$

-Transformons ces angles sous cette forme décimale en angles sous la forme grade, minutes et secondes centésimales. Pour ce faire :

-transformons la partie décimale du grade en minutes centésimales

$$0,5966 \times 100 = 59,66' \text{ (minutes centésimales)}$$

-transformons la partie décimale des minutes centésimales en secondes centésimales

$$0,66 \times 100 = 66'' \text{ (secondes centésimales). Finalement on a : } \mathbf{2^{\circ} 20' 14'' = 2^{\text{Gr}} 59' 66''}$$

Exercice 2 : Convertir  $22^{\circ} 32' 45''$  en grades .

Solution :  **$25^{\text{Gr}} 05' 09''$**

Exercice 3 Convertir  $48^{\text{Gr}} 52' 84''$  en degrés.

Solution :  **$43^{\circ} 40' 32,016''$**

### Série de TD N°04 : les coordonnées géographiques

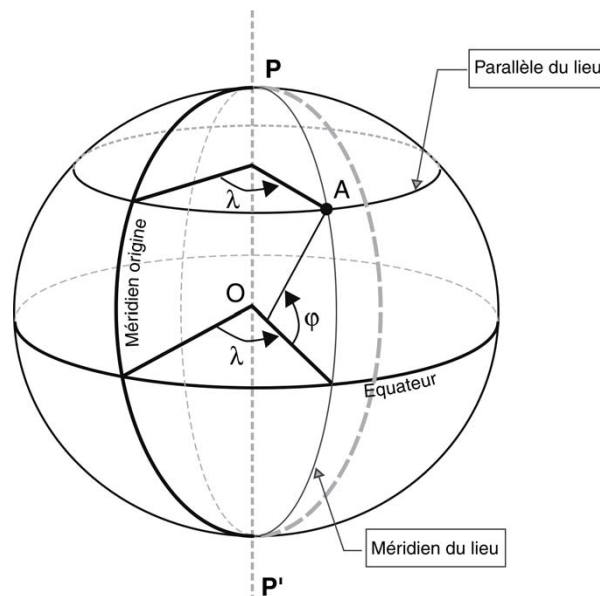
#### 1-Les méridiens et les parallèles

Pour les besoins de positionnement le globe terrestre ainsi matérialisé est subdivisé en :

**-360** (ou 400) lignes fictives, équidistantes et orientées selon l'axe de rotation de la terre. Elles sont appelées les méridiens. Le méridien d'origine s'appelle le méridien de Greenwich ou méridien international.

Les méridiens sont comptés positivement à l'Est du méridien origine ( de 0 à +180° ou de 0 à + 200<sup>Gr</sup>), et négativement à l'Ouest du méridien origine ( de 0 à -180° ou de 0 à - 200<sup>Gr</sup>). Tous ces méridiens se rencontrent au pôle Nord et pôle Sud géographique.

**-180** lignes fictives, équidistantes et orientées perpendiculairement aux premiers et appelées les parallèles. Le parallèle qui passe par le milieu du globe est appelé L'équateur. Les parallèles sont comptés positivement dans l'hémisphère Nord (de 0 à +90° ou de 0 à + 100<sup>Gr</sup>), et négativement dans l'hémisphère Sud (de 0 à -90° ou de 0 à - 100<sup>Gr</sup>).



#### 2-Coordonnées géographiques d'un point

Les coordonnées géographiques d'un point de la surface terrestre sont sa longitude et sa latitude et altitude (Z) qui permettent de le définir exactement.

**-Longitude :** La longitude d'un point est l'angle formé par le plan méridien contenant ce point avec un plan méridien pris comme origine. La longitude se compte de 0 à 180 degrés (ou de 0 à 200 grades) à l'est et à l'ouest du méridien origine.

Sur les anciennes cartes de l'Algérie à l'échelle 1 / 25 000, au 1 / 50 000 et au 1 / 100 000, les longitudes sont exprimées en grades et le méridien origine est le méridien de Paris. Sur les

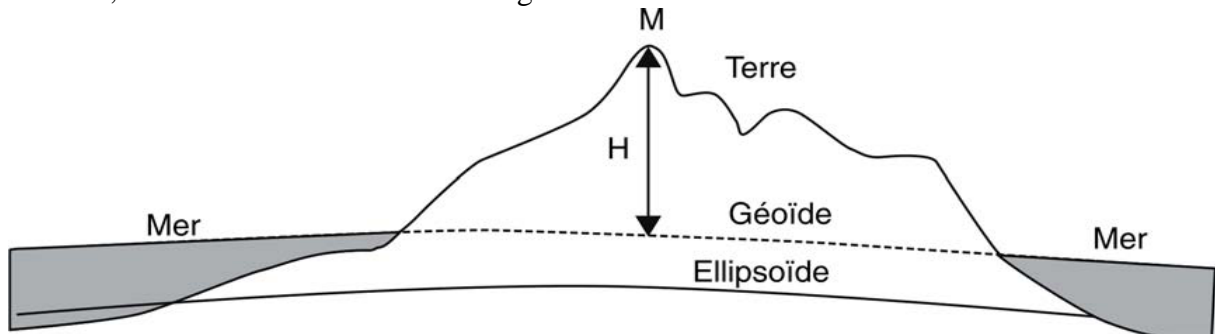


cartes à plus petite échelle, elles sont exprimées en degrés et le méridien origine est le méridien de Greenwich ou méridien international. Le méridien de Paris est situé à l'est du méridien international à  $2^{\circ}20'14''$  ou 2,5969 gr.

**-Latitude :** La latitude d'un point est l'angle formé par la normale à l'ellipsoïde passant par ce point et le plan de l'équateur. Elle se compte de 0 à 90 degrés (ou de 0 à 100 grades) au nord et au sud de l'équateur.

**-Altitude (Z)**

L'altitude d'un point est la distance verticale qui sépare ce point d'une surface théorique de référence, dite surface de niveau zéro ou géoïde.



Donc un point sur la surface de la terre est défini par la longitude, latitude et altitude et s'écrivent de la façon suivante :  $-X=3^{\text{Gr}} 24' 35''$  Est  $-Y=40^{\text{Gr}} 42' 09''$  Nord  $-Z=762$  m

**Remarque :** Le territoire algérien est situé approximativement :

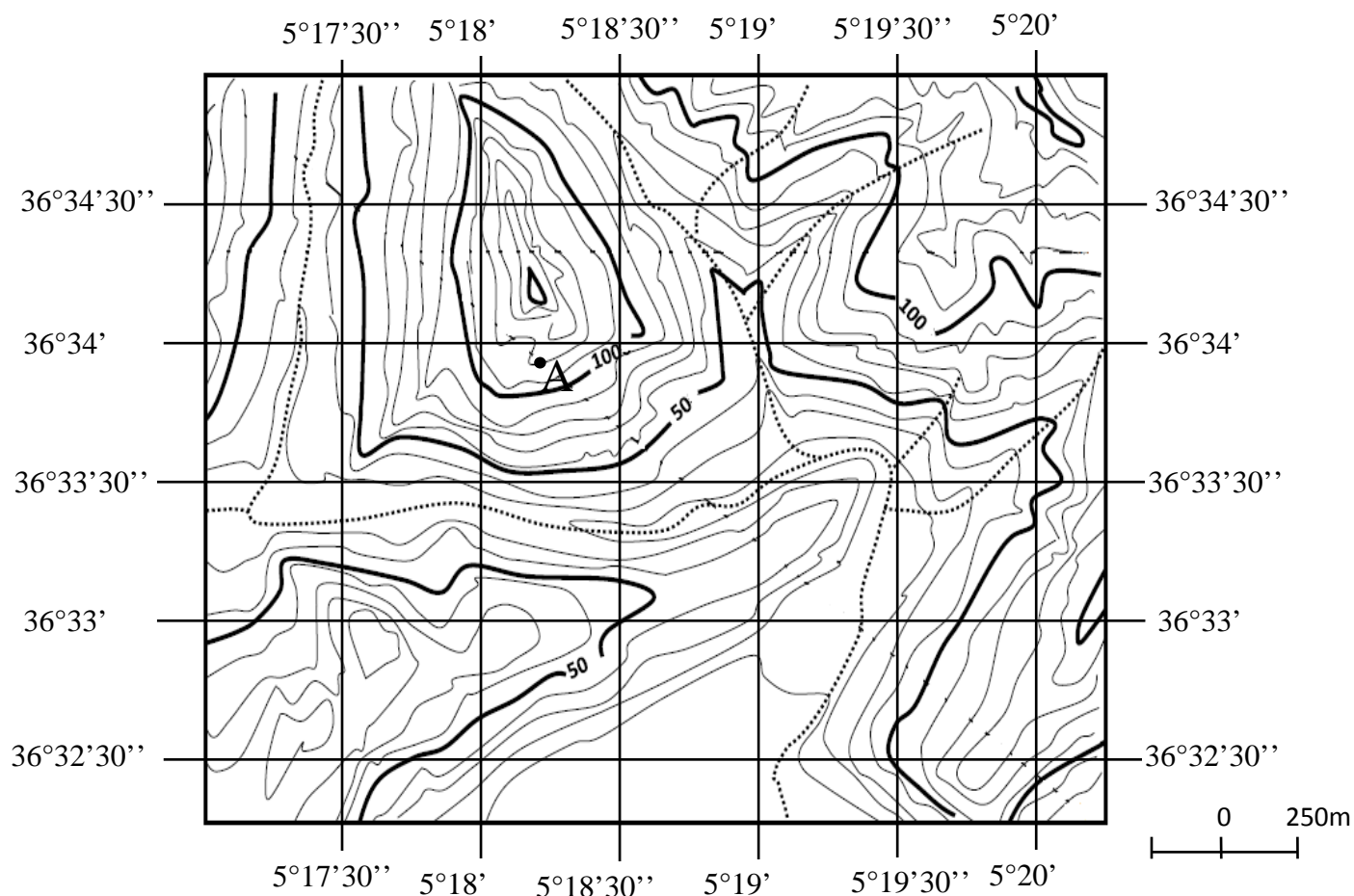
-longitude entre :  $-08^{\circ}40'$  et  $+12^{\circ}$       -latitude entre :  $+19^{\circ}$  et  $+37^{\circ} 05'$

**3- La détermination des coordonnées géographiques d'un point**

Les coordonnées géographiques d'un point sur la carte topographique sont calculées par rapport aux méridiens géographiques et aux parallèles géographiques qui sont dessinés sur toutes les cartes topographiques. Sur certaines cartes ces méridiens et les parallèles sont comptés en degrés et sur d'autres cartes, ils sont mentionnés en grades. Il est facile de transformer les coordonnées en degrés en coordonnées en grades et vis versa, en faisant les transformations des valeurs en degrés en valeurs grades (ou le contraire), tout en veillant à l'origine des méridiens qui est le méridien de Greenwich pour les degrés et le méridien de Paris pour les grades. Sachant que le méridien de Paris se trouve à  $2^{\circ}20'14''$  à l'Est du méridien de Greenwich

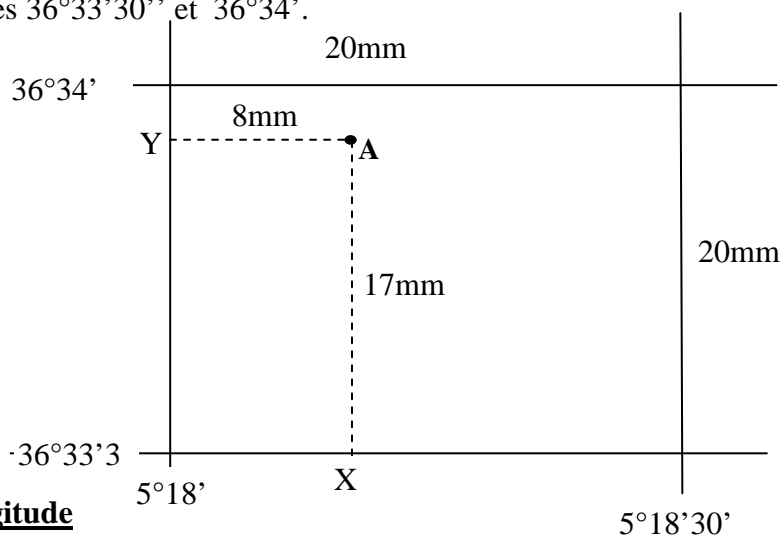
**Exemple :**

Déterminez les coordonnées géographiques des points A, situés sur la carte topographique de la figure sous-dessous. et convertir ces coordonnées en grades en prenant en considération l'origine des méridiens.



### Solution :

Le point A est situé entre les méridiens géographiques 5°18' et 5°18'30'' et entre les parallèles géographiques 36°33'30'' et 36°34'.



### 1-Déterminons la longitude

-déterminons la différence de longitude entre les deux méridiens les plus proches de notre point A.  $5°18'30'' - 5°18' = 5°18'30'' - 5°17'60'' = 0°0'30'' = 30''$

-déterminons la distance en millimètres entre les deux méridiens les plus proches de notre point A soit **20mm**.

-dessinons une droite entre notre point A et le méridien 5°18' et il faut qu'elle soit parallèle aux parallèles géographiques de la carte et déterminons sa longueur en millimètre soit **8mm**.

Déterminons la longitude qui correspond à cette distance 8mm en appliquons la règle des trois :

$$\begin{array}{l} 20\text{mm} \longrightarrow 30'' \\ 8\text{mm} \longrightarrow X \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 20\text{mm} \\ 8\text{mm} \end{array}} \right\} \longrightarrow \boxed{X = 8\text{mm} \times 30'' / 20\text{mm} = 12''}$$

-déterminons la longitude de notre point A en additionnant cette valeur à la valeur du méridien qui précède notre point soit :  $5^\circ 18' + 12'' = 5^\circ 18' 12''$

$$\text{Longitude} = 5^\circ 18' 12''$$

## 2- déterminons la latitude

-déterminons la différence de latitude entre les deux parallèles les plus proche de notre point A.  $36^\circ 34' - 36^\circ 33' 30'' = 36^\circ 33' 60'' - 36^\circ 33' 30'' = 0^\circ 0' 30'' = 30''$

-déterminons la distance en millimètres entre les deux méridiens les plus proches de notre point A soit **20mm**.

-dessinons une droite entre notre point A et le parallèle  $36^\circ 33' 30''$  et il faut quelle soit parallèle aux méridiens géographiques de la carte et déterminons sa longueur en millimètre soit **17mm**.

Déterminons la longitude qui correspond à cette distance 8mm en appliquons la règle des trois :

$$\begin{array}{l} 20\text{mm} \longrightarrow 30'' \\ 17\text{mm} \longrightarrow y \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 20\text{mm} \\ 17\text{mm} \end{array}} \right\} \longrightarrow \boxed{X = 17\text{mm} \times 30'' / 20\text{mm} = 25,5''}$$

-déterminons la latitude de notre point A en additionnant cette valeur à la valeur du parallèle qui précède notre point soit :  $36^\circ 33' 30'' + 25,5'' = 36^\circ 33' 55,5''$

$$\text{Latitude} = 36^\circ 33' 55,5''$$

Les coordonnées géographique du point A sont :

$$X = 5^\circ 18' 12''$$

$$Y = 36^\circ 33' 55,5''$$

$$Z = 120\text{m}$$

## Conversion des coordonnées géographiques en grades.

### 1-Conversion de la longitude : $5^\circ 18' 12''$

-Transformons les secondes sexagésimales en minutes sexagésimales :

$$12'' / 60 = 0,20', \text{ nous avons donc } 18' + 0,20' = 18,2'$$

-Transformons les minutes sexagésimales en degrés sexagésimaux :

$$18,2' / 60 = 0,3033^\circ, \text{ nous avons } 5^\circ + 0,3033^\circ = 5,3033^\circ$$

-Convertissons les degrés sexagésimaux en grades :  $5,3033^\circ \times 10/9 = 5,8925^{\text{Gr}}$

-Changeons l'origine des méridiens soit :  $5,8925^{\text{Gr}} - 2,5966^{\text{Gr}} = 3,2959^{\text{Gr}}$

$$\text{Longitude en grades} = 3^{\text{Gr}} 29' 59''$$

### 1-Conversion de la latitude : $36^\circ 33' 55,5''$

Transformons les secondes sexagésimales en minutes sexagésimales :

$$55,5'' / 60 = 0,925', \text{ nous avons donc } 33' + 0,925' = 33,925'$$

-Transformons les minutes sexagésimales en degrés sexagésimaux :

$$33,925' / 60 = 0,5654^\circ, \text{ nous avons } 36^\circ + 0,5654^\circ = 36,5654^\circ$$

-Convertissons les degrés sexagésimaux en grades :  $36,5654^\circ \times 10/9 = 40,6282^{\text{Gr}}$

$$\text{Latitude en grades} = 40^{\text{Gr}} 62' 82''$$

Les coordonnées géographique du point A en grades sont :

$$X = 3^{\text{Gr}} 29' 59''$$

$$Y = 40^{\text{Gr}} 62' 82''$$

$$Z = 120\text{m}$$

**Série de TD N°05 : les coordonnées cartographiques (UTM, Lambert)**

Toutes les cartes topographiques possèdent un quadrillage kilométrique. C'est un quadrillage UTM sur les cartes dont le système de projection est UTM et un quadrillage Lambert sur les cartes dont le système de projection est Lambert.

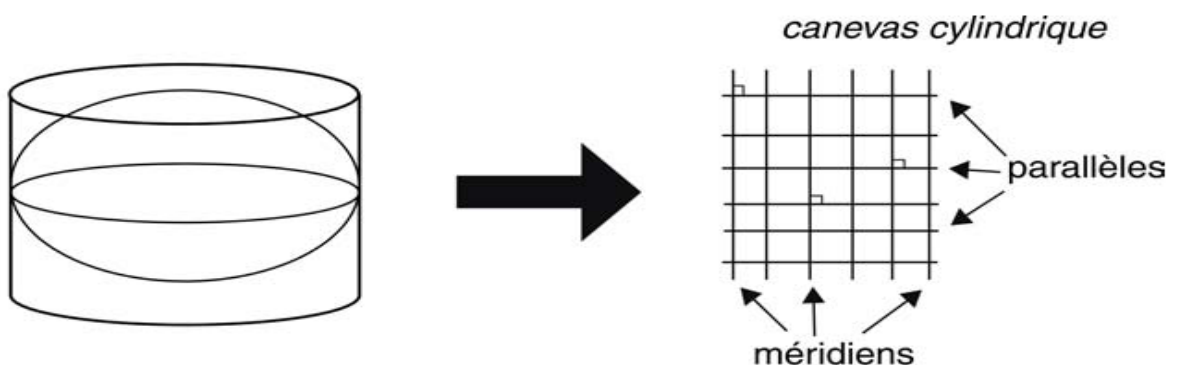
**Problème fondamental :** La terre est ronde, la carte est plane. Comment peut-on représenter une partie de la forme sphérique irrégulière de la terre sur une planche de papier plane ?

Le principe de la projection consiste à projeter des positions de la surface terrestre sur une surface géométrique donnée en suite cette surface peut être découpée pour prendre une forme plane (la carte). En générale sur les cartes algériennes on utilise deux types de projection, l'une dite cylindrique équivalente (UTM) et l'autre conique conforme (Lambert)

**Projection cylindrique équivalente (UTM)**

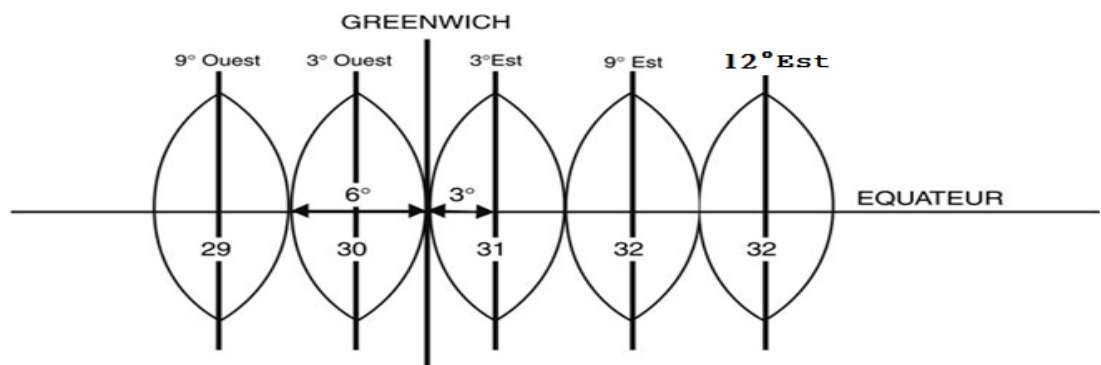
Dans ce cas, le plan cartographique est enroulé autour du globe de façon à former un cylindre. Les méridiens et les parallèles sont projetés sur le plan de telle sorte qu'une grille rectangulaire est créée lors de la projection.

La représentation UTM est une représentation équivalente, c'est-à-dire qu'elle conserve les surfaces au détriment des angles et des distances.



**Les fuseaux UTM**

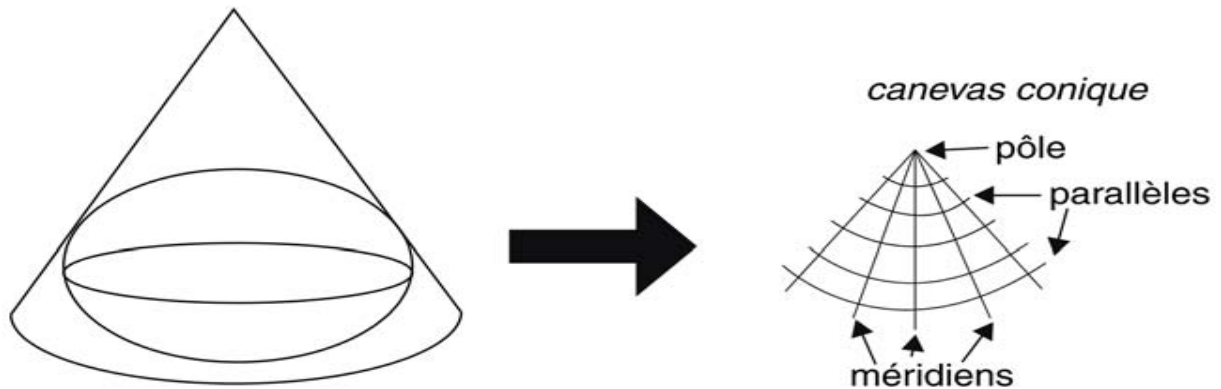
Ce système compte 60 fuseaux de 6° de différence de longitude, numérotés à partir du méridien antipode du méridien international. Le méridien de Greenwich est donc entre les fuseaux 30 et 31. Les fuseaux qui intéressent l'Algérie sont les fuseaux 29, 30, 31 (dont la wilaya de Sétif) et 32 ayant respectivement pour origine les méridiens.



### Projection conique conforme (Lambert)

Si on place un cône au sommet de la terre et ensuite déroulé dans le plan, vous créez un figure conique. L'utilisation la plus fréquente et la plus simple. Le sommet est aligné avec les deux pôles géographiques et représente la pole le plus proche.les méridiens en partent donc avec le même angle et les parallèles forment des cercles concentriques autour du point d'intersection des méridiens. Cette projection est souvent appliquée à des régions situées à des latitudes moyennes. La partie Nord du globe est projetée séparément de la partie Sud.

La représentation Lambert est une représentation conforme, c'est-à-dire qu'elle conserve les angles au détriment des surfaces et les distances.

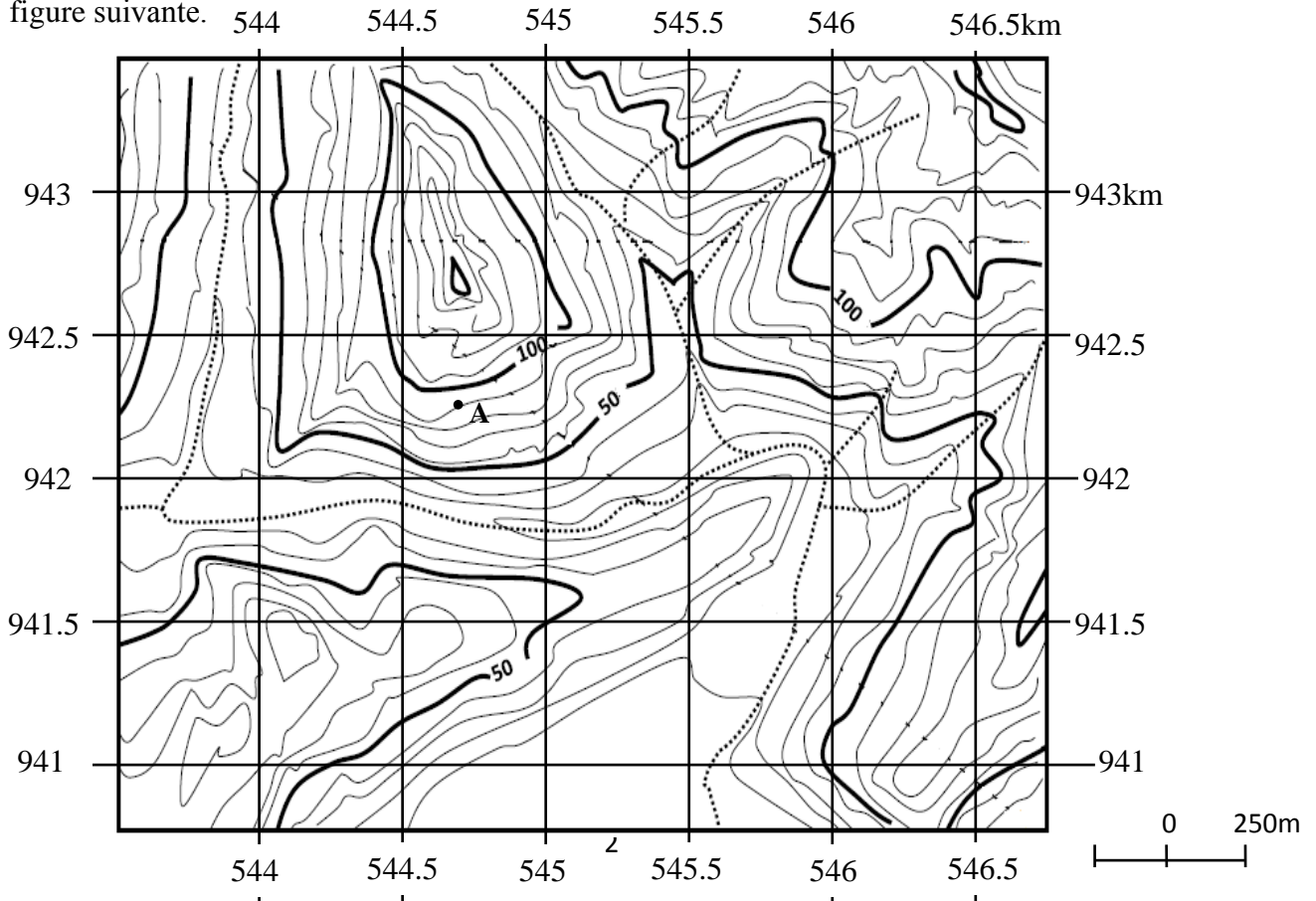


### 3- La détermination des coordonnées cartographiques d'un point

Le principe de détermination des coordonnées cartographique d'un point sur la carte topographique est le même pour les deux systèmes de projection( UTM et Lambert).

#### Exemple :

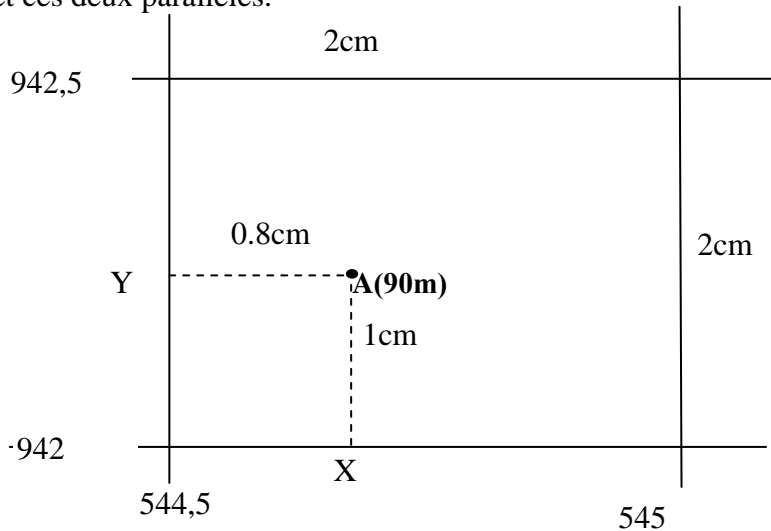
Déterminez les coordonnées UTM des points A(90m), situés sur la carte topographique de la figure suivante.



### Solution :

-Le point A est situé dans le carré délimité par les méridiens UTM 544,5 et 545 et entre les parallèles UTM 942 et 942,5.

- Dessinez ces deux méridiens et ces deux parallèles.



Les coordonnées à recherchées sont :  $X_A = ?$  ,  $Y_A = ?$  et  $Z_A = 90m$

#### 1<sup>ère</sup> méthode

$X_A = ?$

Mesurez la distance entre le point A et le méridien UTM 544,5 de manière orthogonale, soit 0,8cm.

Déterminons la valeur X qui correspond à cette distance 8mm en appliquons la règle des trois :

$$\begin{array}{lcl} 2\text{cm} & \longrightarrow & 50000\text{cm} \\ 0,8\text{cm} & \longrightarrow & x \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{lcl} 2\text{cm} & \longrightarrow & 50000\text{cm} \\ 0,8\text{cm} & \longrightarrow & x \end{array}} \right\} \longrightarrow \boxed{X = 50000 \times 0,8 / 2 = 20000\text{cm} = 200m}$$

-déterminons la valeur  $X_A$  de notre point en additionnant cette valeur à la valeur du méridien UTM qui précède notre point soit :  $544,5 \text{ km} + 200m = 544,5 \text{ km} + 0,2 \text{ km} = 544,7\text{km}$

Donc :  $X_A = 544,7 \text{ km}$

$Y_A = ?$

Mesurez la distance entre le point A et le parallèle UTM 942 de manière orthogonale, Soit 1cm.

Déterminons la valeur Y qui correspond à cette distance 1cm en appliquons la règle des trois :

$$\begin{array}{lcl} 2\text{cm} & \longrightarrow & 50000\text{cm} \\ 1\text{cm} & \longrightarrow & y \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{lcl} 2\text{cm} & \longrightarrow & 50000\text{cm} \\ 1\text{cm} & \longrightarrow & y \end{array}} \right\} \longrightarrow \boxed{X = 50000 \times 1 / 2 = 25000\text{cm} = 250m}$$

-déterminons la valeur  $Y_A$  de notre point en additionnant cette valeur à la valeur du méridien UTM qui précède notre point soit :  $942 \text{ km} + 250m = 942 \text{ km} + 0,25 \text{ km} = 942,25\text{km}$

Donc :  $Y_A = 942,25\text{km}$

$X_A = 544,7 \text{ km}$	$Y_A = 942,25\text{km}$	$Z_A = 90m$
--------------------------	-------------------------	-------------

## 2<sup>ème</sup> méthode

Déterminez l'échelle numérique de la carte :

A partir de l'échelle graphique de la carte on a :

1cm  $\longrightarrow$  250m c'est-à-dire 1 cm  $\longrightarrow$  25000 cm donc **E= 1/25000**

**X<sub>A</sub> = ?**

Mesurez la distance entre le point A et le méridien UTM 544,5 de manière orthogonale, soit 0,8cm.

L'écart entre le point A et ce méridien est : 0,8 cm x 25000 cm = 20000 cm = 200m = 0.2km

**X<sub>A</sub> = 544,5 km + 0,2km = 544,7km** Donc : **X<sub>A</sub> = 544,7 km**

**Y<sub>A</sub> = ?**

Mesurez la distance entre le point A et le parallèle UTM 942 de manière orthogonale, Soit **1cm**.

Déterminons la valeur Y qui correspond à cette distance 1cm en appliquons la règle des trois :

2cm	$\longrightarrow$	50000cm	}	$\longrightarrow$	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">X = 50000 x 1 / 2 = 25000cm = 250m</div>
1cm	$\longrightarrow$	y			

-déterminons la valeur Y<sub>A</sub> de notre point en additionnant cette valeur à la valeur du méridien UTM qui précède notre point soit : 942 km + 250m = **942 km+0,25 km = 942,25km**

Donc : **X<sub>A</sub> = 544,7 km**

Mesurez la distance entre le point A et le méridien UTM 642 de manière orthogonale, soit 1cm.

L'écart entre le point A et ce parallèle est : 1 cm x 25000 cm = 25000 cm = 250m = 0.25 km

**Y<sub>A</sub> = 942 km + 0,25 km = 942,25km** Donc : **Y<sub>A</sub> = 942,25km**

<b>X<sub>A</sub> = 544,7 km</b>	<b>Y<sub>A</sub> = 942,25km</b>	<b>Z<sub>A</sub> = 90m</b>
---------------------------------	---------------------------------	----------------------------



**Série de TD N°06 : La représentation du relief sur les cartes topographiques**

**(Les courbes de niveau)**

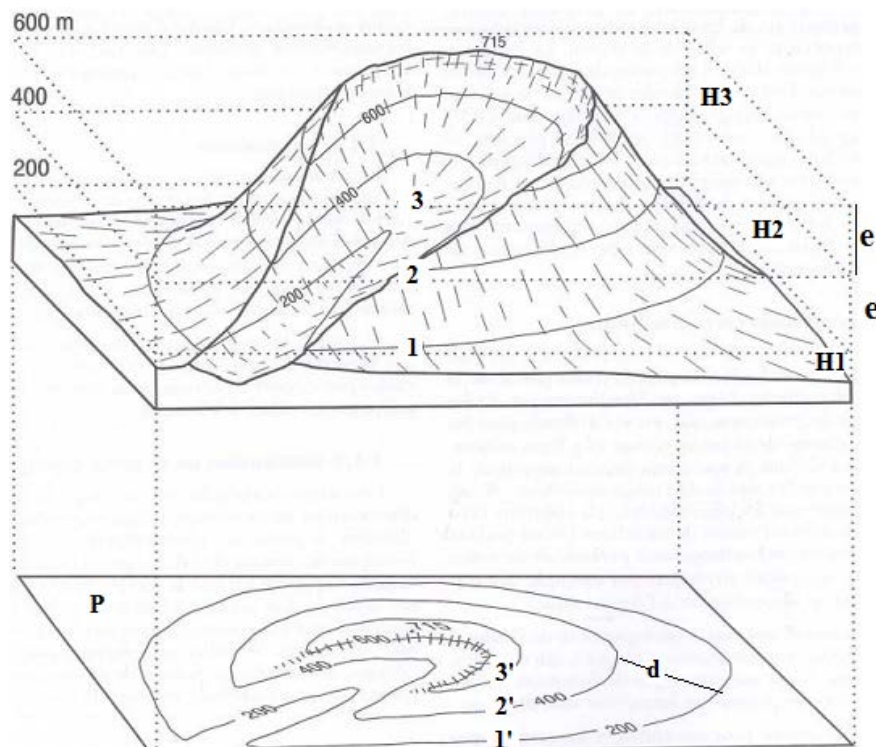
**Définition**

Le relief sur la carte topographique est mentionné sous forme de lignes marrons également appelées courbe de niveau (lignes marron sur la carte).

On appelle courbe de niveau le lieu des points de la surface topographiques ayant même altitude, c'est-à-dire l'intersection de la surface topographique avec un plan horizontal.

**1– Principe de l'établissement des courbes de niveau (Fig. 1)**

Considérons une série de plans horizontaux (H1, H2 et H3) parallèles, équidistants qui coupent idéalement une surface topographiques (une colline par exemple). Les intersections de la colline avec ces plans (1, 2,3) sont reportés sur le plan P. Ces projections (1',2',3') se nomment, courbes de niveau.



**H1, H2, H3 : plans horizontaux.**

**e : équidistance des courbe de niveau.**

**1,2,3 : intersection de la surface topogratphique avec H1,H2et H3.**

**1',2',3' : projection de 1,2,3 sur le plan de la carte.**

**d: ecartement des courbes de niveau.**

**Fig. 1:** Principe de l'établissement des courbes de niveau



## Équidistance et écartement (Fig. 1)

-On appelle équidistance la différence d'altitude entre deux courbes consécutives. L'équidistance des courbes d'une carte est toujours notée en bas à gauche de la carte.

-On appelle écartement la distance qui existe entre deux courbes de niveau consécutives. La mesure étant prise selon un segment perpendiculaire aux 2 courbes.

-Il ne faut pas confondre l'équidistance avec l'écartement des courbes en projection sur la carte (d), l'équidistance est constant mais l'écartement est variable, il dépend du relief.

## 2 – Propriétés des courbes de niveau

### a – Différentes sortes de courbes de niveau (Fig. 2)

Nous avons vu précédemment qu'il existait plusieurs types de lignes marron sur la carte, chacune d'entre elle porte un nom :

-**Courbes maîtresses** : Elles sont dessinées en traits forts (épais) qui sont identifiées par une notion d'altitude. Elle permet de donner rapidement l'altitude d'un point.

- **Courbes normales** : Elles sont dessinées en traits fins, elles s'intercalent entre les courbes maîtresses. Noter qu'entre deux courbes maîtresses il y a souvent 4 courbes normales

- **Courbes intercalaires** : Elles sont dessinées en général en tireté. Lorsque la surface topographique est plate, les courbes de niveau sont espacées, pour amener plus de précision on est conduit à ajouter une courbe dite intercalaire dont l'altitude diffère d'une demi-équidistance de celle des deux courbes qui l'encadrent.

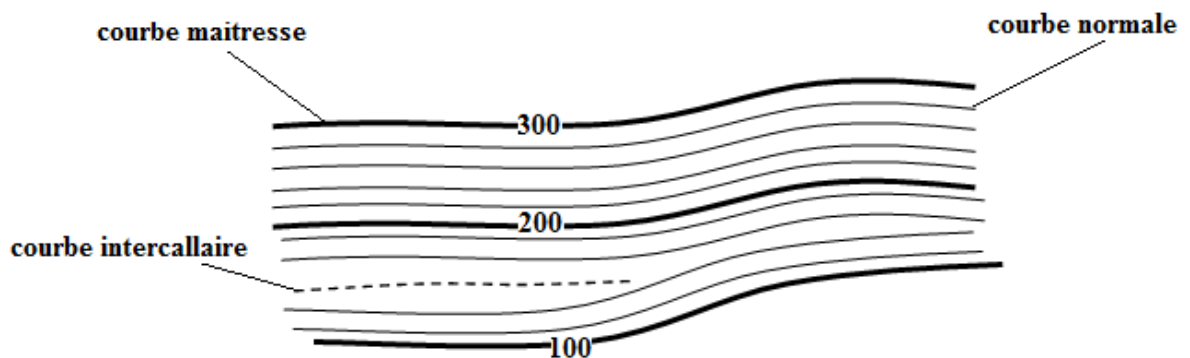


Fig. 2 : Différents types de courbes de niveau

### b – Altitude des courbes de niveau (Fig. 3)

-L'altitude des courbes est souvent indiquée le long de leur tracé. En principe le bas des chiffres indique le bas de la pente, le haut indiquant le sommet.

-Les points cotés : On observe également sur la carte des points accompagnés d'altitude, on les appelle les points cotés. Ils indiquent une altitude précise au sommet d'un mont ou au niveau le plus bas d'une vallée. Ils sont souvent associés à un contour fermé

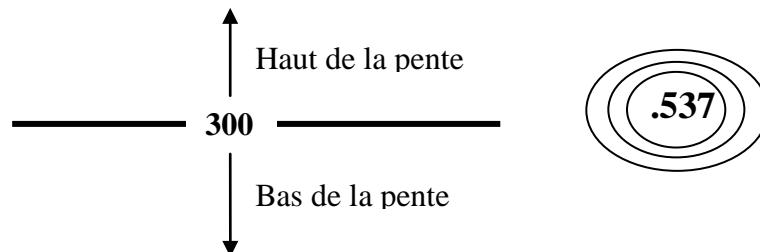


Fig. 3 : Lecture de l'altitude sur la carte topographique

### c – la densité des courbes de niveau

Rend compte du relief : les pentes fortes sont caractérisées par des courbes nombreuses et serrées ; à des courbes espacées peu nombreuses correspond une région plate ou à faible pente.

### 3-Détermination de l'altitude d'un point sur la carte topographique.

La détermination de l'altitude d'un point sur la carte topographique se fait de trois manières :

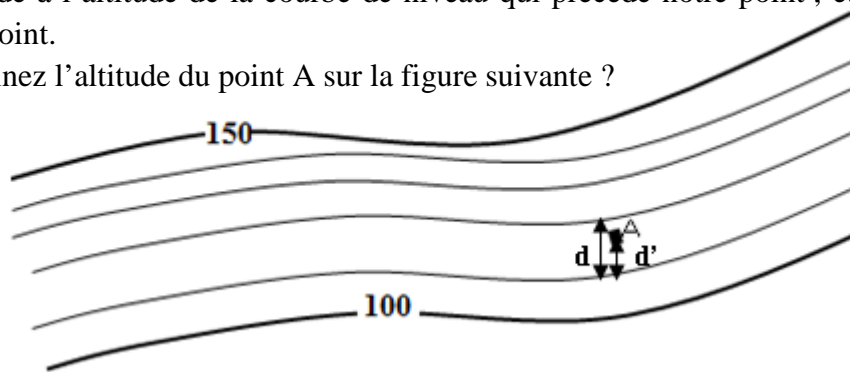
**-Le point est un point de coté géodésique :** La valeur de l'altitude est indiquée à coté de ce point.

**-Le point est situé sur une courbe de niveau :** La valeur de l'altitude est celle de la courbe de niveau.

**-le point est situé entre deux courbes de niveau :** la valeur de l'altitude est intermédiaire entre les deux valeurs des deux courbes de niveau. Pour la déterminer avec plus de précision on procède de la façon suivante :

- a- mesurez l'écartement des deux courbes de niveau, de façon perpendiculaire aux deux courbes et passant par notre point ; c'est « d » ;
- b- mesurez la longueur du segment entre notre point et la courbe qui le précède de façon perpendiculaire aussi ; c'est « d' » ;
- c- déterminez en appliquant la règle de trois, l'altitude correspondante à ce segment ;
- d- ajoutez cette altitude à l'altitude de la courbe de niveau qui précède notre point ; et vous avez l'altitude de ce point.

**Application :** Déterminez l'altitude du point A sur la figure suivante ?



Solution :

-détermination de l'équidistance :

$$\text{l'équidistance (e)} = \frac{\text{différence d'altitude entre deux courbes maitresses consécutives}}{\text{nombre de vide entre aux}}$$

Donc :  $e = 150 - 100 / 5 = 10\text{m}$     -Ecartement  $d = 30\text{mm}$     -Longueur du segment  $d' = 13\text{mm}$

-altitude correspondante à ce segment =  $(10\text{m} \times 13\text{mm}) / 30\text{mm} = 4.33\text{ m}$ .

-altitude du point A =  $120\text{m} + 4,33\text{m} = 124,33\text{m}$ .

### **4- Lignes caractéristiques en courbes de niveau**

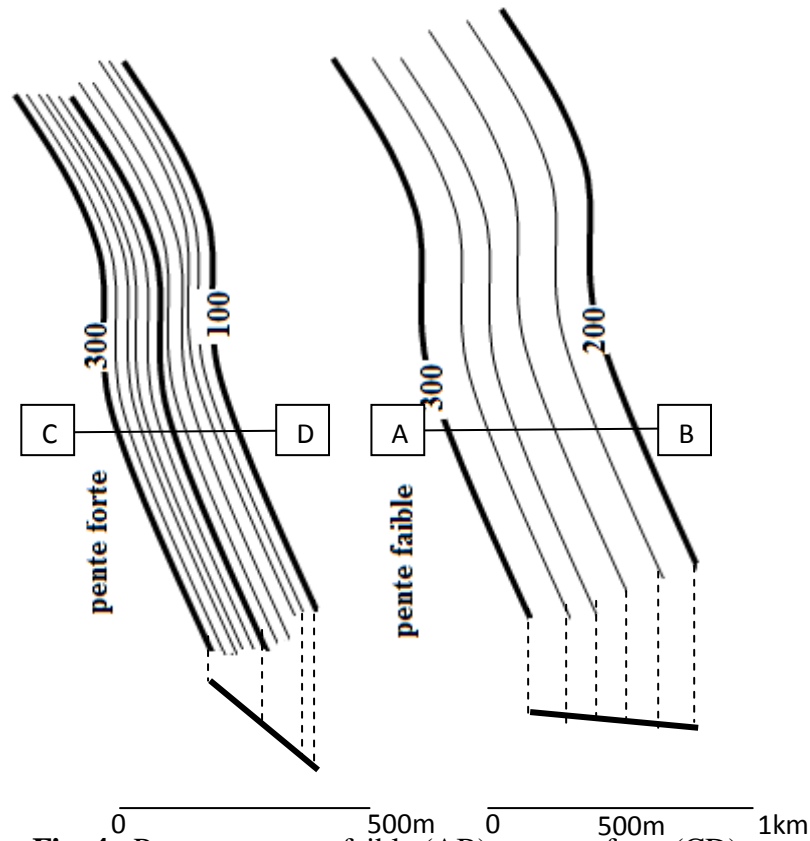
#### **1 – Formes des versants**

Un versant est la zone reliant une ligne de faite à une ligne de thalweg, il peut être décomposé en un certain nombre d'éléments.

#### **a – Pente constante (Fig. 4)**

Lorsque les courbes de niveau sont régulièrement espacées :

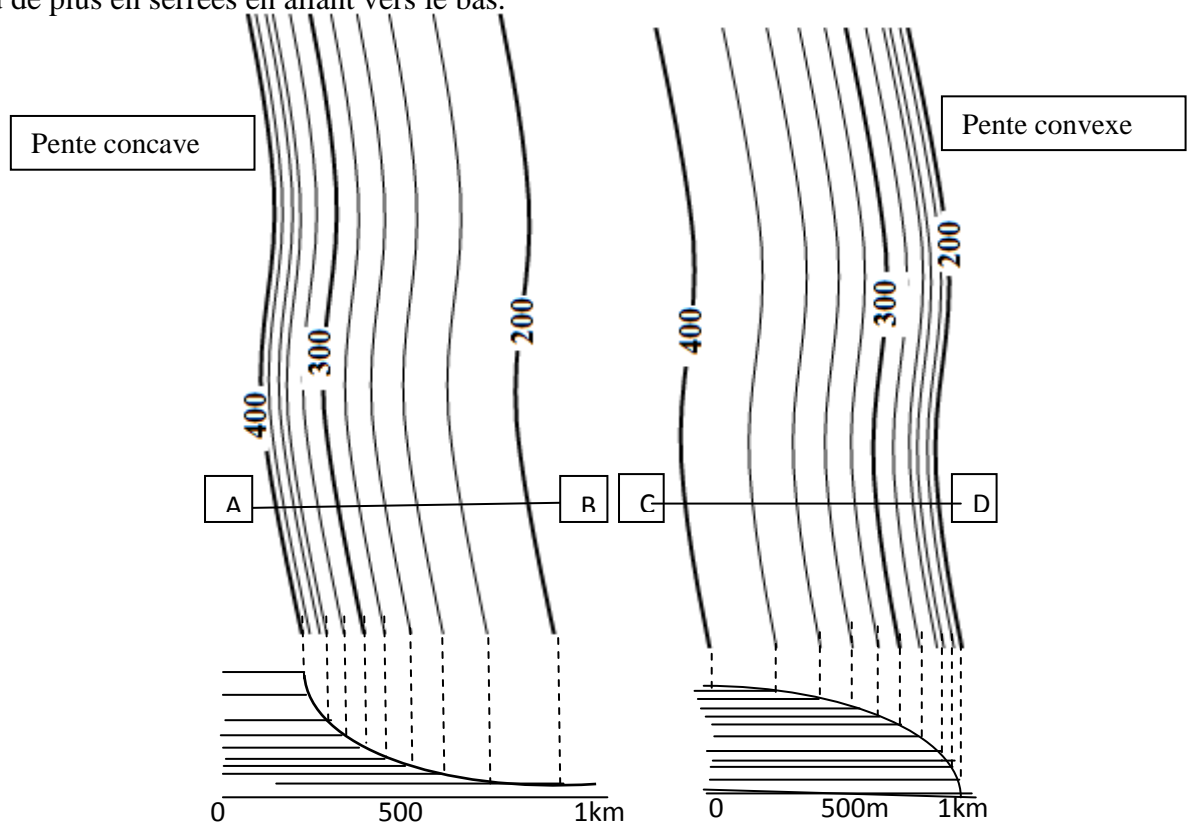
- plus la pente est forte, plus les courbes de niveau sont rapprochées
- plus la pente est faible, plus les courbes de niveau sont écartées.



**Fig. 4 :** Pente constante faible (AB) et pente forte (CD)

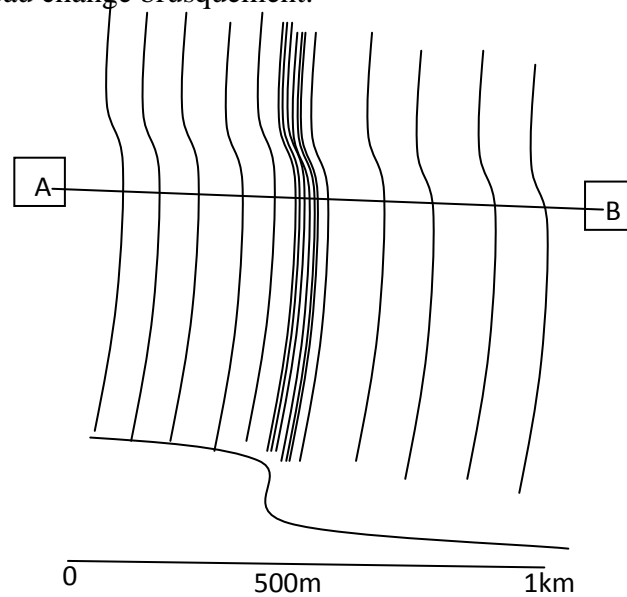
**b – Pente régulièrement variable (Fig. 5)**

Une pente concave vers le haut est caractérisée par des courbes de niveau de plus en plus écartées en allant vers le bas. Une pente convexe vers le haut est caractérisée par des courbes de niveau de plus en plus serrées en allant vers le bas.



**Fig. 5 :** Pente régulièrement variable concave (AB) et pente convexe(CD)

**c – Pentes à variation brusques :** Rupture de pente, abrupts et falaises (Fig. 6). L'écartement des courbes de niveau change brusquement.



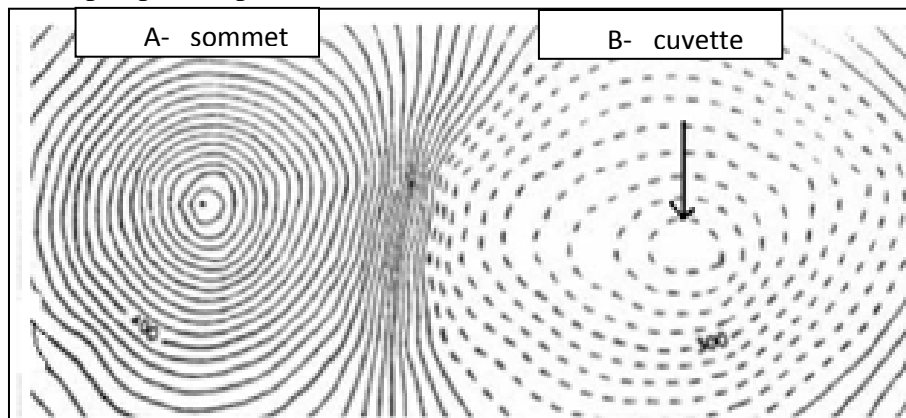
**Fig. 6 :** Pente à variation brusques

**d – Sommet** (Fig. 7)

Les courbes de niveau sont concentriques, le point central a une altitude supérieure à celle des courbes qui l'entourent.

**e – Cuvettes** (Fig. 7)

Les courbes de niveau sont aussi concentriques, l'altitude du point central est inférieure à celle des courbes de niveau qui l'entourent, parfois une flèche indique le centre de la dépression (occupée parfois par un lac).



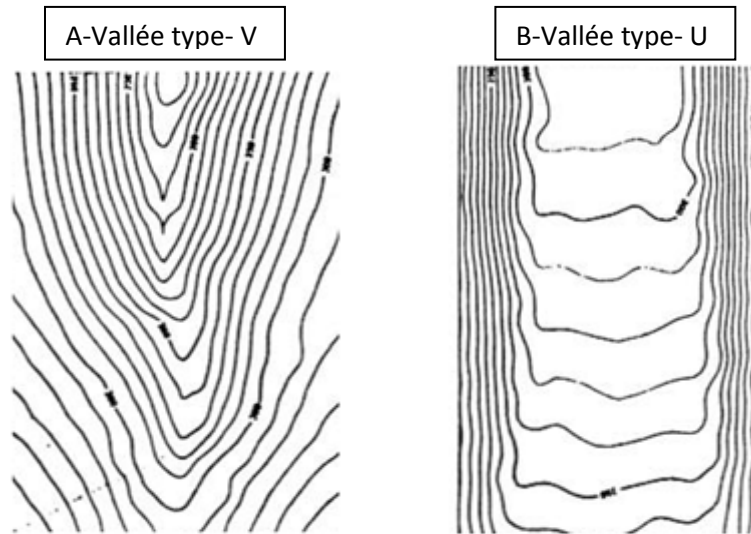
**Fig. 7 :** Les sommets et les cuvettes.

**2- Formes des vallées** (Fig. 8)

La ligne de thalweg : C'est la ligne joignant les points les plus bas d'une vallée : celle-ci est caractérisée par une forme en V des courbes de niveau, la pointe du V plus ou moins aiguë ou émoussée indique l'amont de la vallée, la courbe enveloppante est à une élévation plus élevée que la courbe enveloppée.

**a – Vallée en « V » :** Les courbes de niveau présentent un rebroussement anguleux à la traversée du thalweg.

**b – Vallée à fond plat ou en « U » :** Le dessin des courbes de niveau rappelle la forme de la vallée, serrées sur les versants, elles sont écartées dans la partie plate.



**Fig. 5 :** Formes des vallées (A) type-V- et (B) type –U-.

### 3- détermination de la pente topographique

La pente du terrain est son inclinaison par rapport au plan de l'horizon. Cette pente peut être déterminée avec précision sous forme de l'angle d'inclinaison( $\alpha$ ) ou sous la forme d'un pourcentage.

$$\tan(\alpha) = \frac{h}{d}$$

$$(\alpha) = \arctang\left(\frac{h}{d}\right)$$

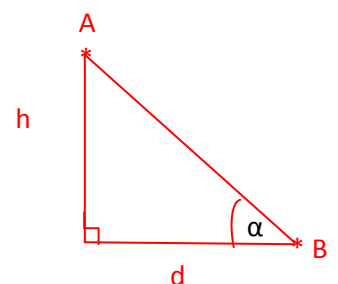
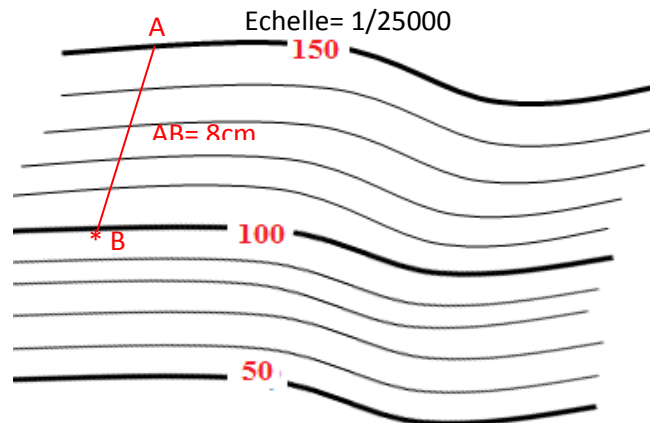
$$\text{pente \%} = \frac{h}{d} \times 100$$

Avec :

d= distance réelle horizontal entre A et B

h = la dénivellation (différence d'altitude) entre A et B

**Exemple :** calculez la pente en angle  $\alpha$  et en pourcentage% entre les deux points A et B dans la figure suivante ?



#### **Solution :**

-Distance réelle horizontal entre A et B :  $d = 8\text{cm} \times 25000 = 2000\text{m}$

-Différence d'altitude entre A et B :  $h = 150\text{m} - 100\text{m} = 50\text{m}$

A) détermination de l'angle  $\alpha$  :  $\tan \alpha = h/d = 50/2000 = 0.025$   $\alpha = \arctan(0.025) = 14,04^\circ = \alpha$

B- détermination de pente sous la forme d'un pourcentage%

Pente en % =  $(h/d) \times 100 = (50\text{m} \times 100\%) / 2000\text{m} = 2,5\%$  donc : **Pente en % = 2,5 %**

**Série de TD N°07 : L'orientation de la carte topographique**

**Introduction**

Orienter la carte revient à faire coïncider la direction du nord de la carte avec la direction du nord sur le terrain. Ce mot vient de ce que les cartes médiévales avaient l'Est à leur sommet. Dans les cartes modernes, c'est le Nord qui est toujours placé en haut. En générale sur la carte, on distingue deux nords : le Nord géographique (NG) et le Nord magnétique (NM) qui sont mentionnés dans la légende par des flèches.

**1. Les différents Nord de la carte topographique :**

**a- le nord géographique (NG) :** il correspond à la direction des méridiens. Les cartes topographiques sont délimitées à l'est et à l'ouest par des méridiens géographiques ; le bord de la carte indique donc le nord géographique. Il est souvent mentionné par une flèche dans la légende de la carte.

En l'absence de cette flèche, l'utilisateur peut repérer le nord en se basant sur le nom des lieux (agglomération, village, ville, etc..) qui sont orientés vers le nord.

**b- le Nord magnétique (NM) :** En plus de la flèche qui indique le Nord géographique (NG), il y a une flèche qui indique le Nord magnétique (NM) qu'il correspond à la direction donnée par la boussole. Il est légèrement différent du nord géographique, l'angle entre les deux flèches s'appelle la déclinaison magnétique dont la valeur peut figurer en marge de la carte topographique.

Cette déclinaison magnétique diminue avec le temps et le taux de diminution est mentionné aussi et l'utilisateur de la carte peut calculer l'angle entre le Nord géographique (NG) et le Nord magnétique (NM) au moment de l'utilisation de la carte.

**2. Calcul de la déclinaison magnétique**

**« Que cherche-t-on à calculer? »**

Chaque année, le nord magnétique de la terre se déplace légèrement. La déclinaison magnétique représente l'angle qui sépare le nord magnétique (NM) du nord géographique (NG), autrement dit, on cherche à savoir de combien le nord magnétique est décalé, et dans quel sens.

**NB :** Pour faire le calcul, il faut considérer que les angles sont exprimés en degrés ou en grade. Il faut savoir qu'il y a soixante minutes dans un degré ( $1^\circ = 60'$ ) et 60 secondes dans une minute ( $1' = 60''$ ) et qu'il y a cent minutes dans un grade ( $1^{\text{gr}} = 100'$ ) et 100 secondes dans une minute ( $1' = 100''$ )

**Exemple :**

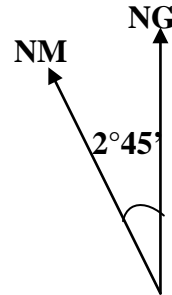
Nous sommes en janvier 2018, nous utilisons une carte dont le nord magnétique se trouve à l'ouest du nord géographique et dont la déclinaison magnétique est  $2^{\circ}45'$  est correspond au centre de la feuille au 1<sup>er</sup> janvier 1989. Elle diminue chaque année de  $7'$  sexagésimale. --

\*Quelle est la déclinaison magnétique actuelle ?

\*Donnez la nouvelle figuration du nord ?

**Solution :**

Figuration du nord en 1989:



**En 1989**

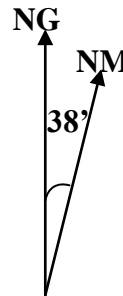
-Nombre d'années depuis la confection de la carte :  $2018 - 1989 = 29$  ans

-variation de la déclinaison magnétique :  $29 \times 7' = 203' = 3^{\circ} 23'$

Déclinaison magnétique actuelle =  $d_{1988} - 3^{\circ}23' = 2^{\circ}45' - 3^{\circ}23' = -38'$

Donc la déclinaison magnétique au 1<sup>er</sup> janvier 2018 =  $-38'$  le signe (-) signifie la position du nord magnétique par rapport au nord géographique.

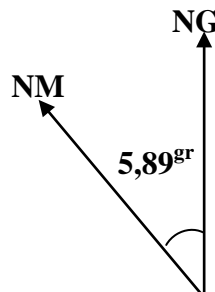
C'est -à- dire dans notre exemple le nord magnétique se trouve à l'Est du nord géographique en 2018 et la nouvelle figuration du nord est donnée comme suite :



**En 2018**

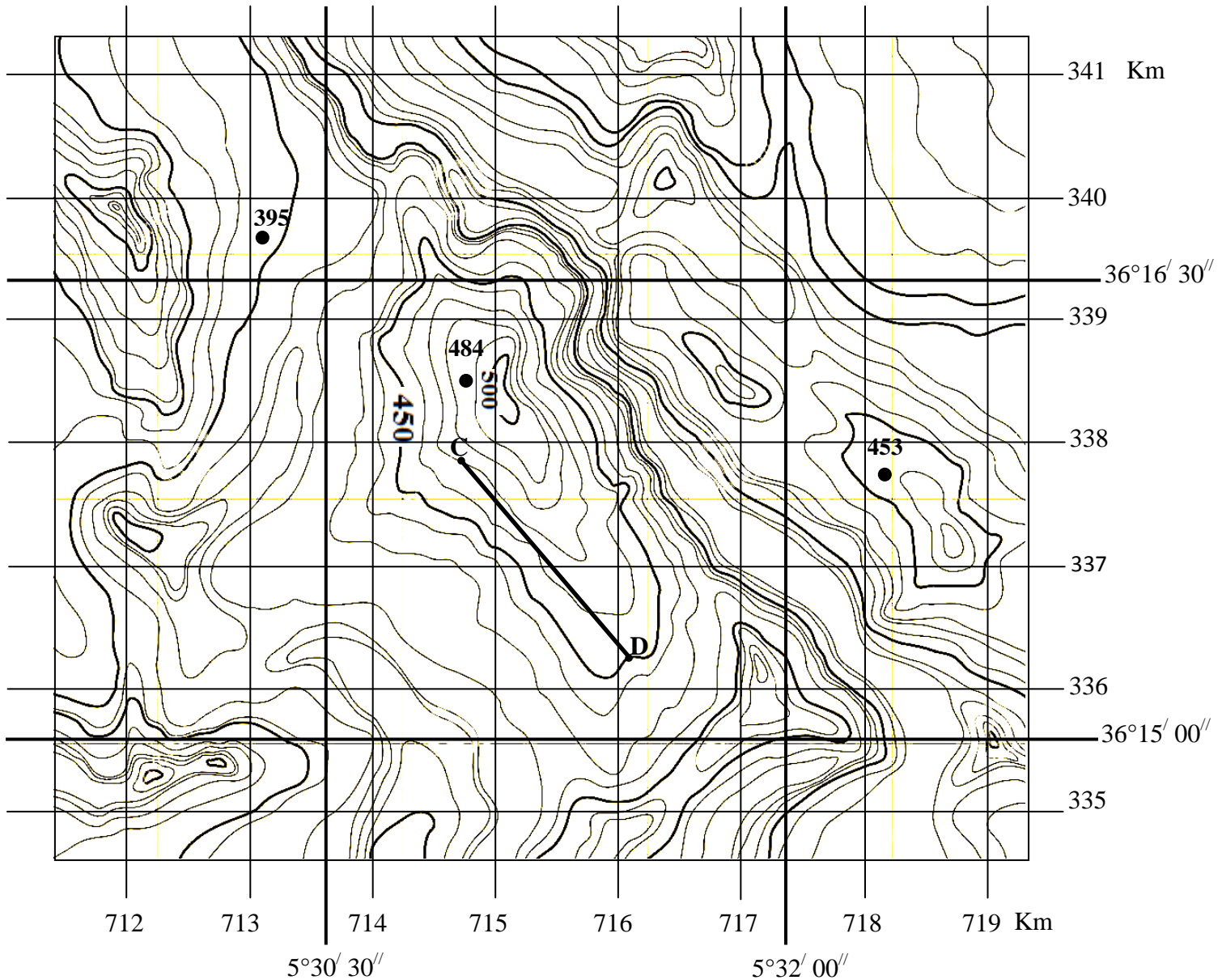
\*Calculez la déclinaison magnétique correspond au centre de feuille, au 1<sup>er</sup> janvier 2020.

\*donnez la nouvelle figuration du nord ?



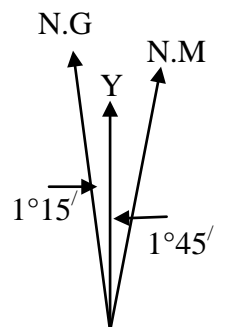
**Déclinaison magnétique  
correspond au centre de  
feuille, au 1<sup>er</sup> juillet  
1994 elle diminue  
chaque année de  $0,08^{\circ}$**

Série de TD N°08 : Série de révision



**Questions :**

1. Déterminer l'échelle numérique et graphique de la carte ?
2. Déterminer l'équidistance de la carte ?
3. Calculer les coordonnées géographiques des points C et D ?
4. Convertir ces coordonnées en grade, en prenant en considération le l'origine des méridiens ?
5. Calculer les coordonnées cartographiques (UTM) des points C et D ?
6. Calculer la distance horizontale réelle entre les deux points C et D ?
7. Calculer la pente entre les points C et D en degré et en pourcentage ?
8. Calculer la déclinaison magnétique en 1<sup>er</sup> juillet 2018 ?



Correspond au centre de la feuille en 01-01-1984, et diminue chaque année par 7 minutes sexagésimale



### Références bibliographiques

1. Denis Sorel et Pierre Vergely ; 2010- *Initiation aux cartes et aux coupes géologiques*. Ed. Dunod, Paris, 115p.
2. Fahim Belhadad ; 2009. *Travaux pratiques de géologie, cartes et coupes topographiques* Faculté des Sciences Université Mohammed V – Agdal Rabat.
3. Patrick Bouron, 2005. *Cartographie et lecture de carte, école nationale des sciences géographiques*. 6 et 8 avenue blaise pascal 77455 marne la vallée cedex 2.