

# LA CARTE ET L'ORIENTATION



## 1 GÉNÉRALITÉS

### 1.1 IMAGE GÉOMÉTRIQUEMENT EXACTE

Les cartes topographiques modernes sont réalisées de telle sorte que les positions respectives des objets à la surface de la terre et leurs images sur la feuille de papier soient liées par une relation mathématique.

Cependant les altérations en cause sont insignifiantes pour l'utilisateur non technicien car elles sont inférieures au jeu du papier et à la précision des mesures graphiques. **On peut donc dans la pratique considérer la carte comme géométriquement exacte.**

### 1.2 IMAGE PLANE DU TERRAIN

Il est impossible d'appliquer une portion de sphère sur un plan sans la déchirer, ce qui explique les altérations dont on a dit que, localement, elles restaient minimales. Cependant, la surface de la terre n'est pas lisse.

### 1.3 LE TERRAIN

Il n'est ni sphérique, ni ellipsoïdal puisque la terre est bosselée par des reliefs plus ou moins importants. Ces reliefs sont très faibles par rapport aux dimensions de la terre : sur une sphère de 2 m de diamètre, la chaîne de l'Himalaya, avec ses sommets de plus de 8 000 m, ne formerait qu'une ride de 1,25 mm de hauteur. Par rapport à notre taille humaine et aux détails du paysage, ils sont très importants.

### 1.4 REPRÉSENTER LA TERRE

**La cartographie est l'art de concevoir, de lever, de rédiger, de dessiner et de diffuser des cartes.**

Le passage d'une surface courbe à une surface plane soulève plusieurs difficultés. L'une d'elle est la définition exacte de la forme et des dimensions de la Terre.

C'est l'objet de la **Géodésie** qui se trouve ainsi à l'origine de toute cartographie.

Une autre difficulté consiste à **reporter sur le plan, la surface de la sphère**. C'est la fonction des **projections**.

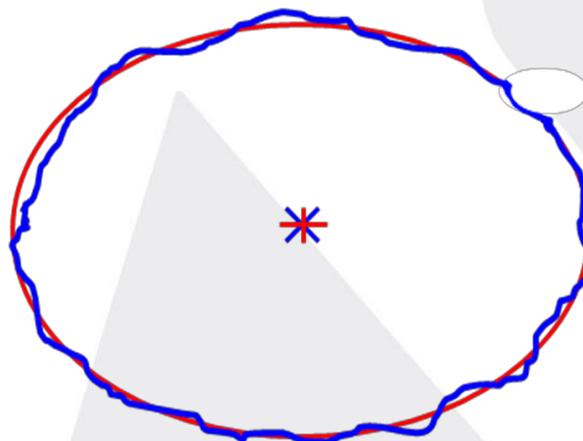
#### 1.4.1 Géodésie : notions et terminologie

La Géodésie est l'étude de la forme de la Terre, de ses dimensions ainsi que des mesures effectuées sur elle.

#### 1.4.2 Ellipsoïde :

C'est la figure mathématique qui représente le mieux la surface de la terre. Cette figure est une sphère légèrement aplatie aux pôles et renflée à l'équateur.

C'est sur cet ellipsoïde, dûment équipé d'un méridien origine et de l'équateur, que sont déterminées les longitudes et latitudes (**coordonnées géographiques**). L'ellipsoïde est une surface mathématique utilisée pour des calculs précis, comme l'élévation. Suivant les pays et les époques, la précision des mesures font que des ellipsoïdes successifs ont été adoptés comme modèle théorique.



**Ellipsoïde**

**Géoïde**

Ainsi on peut lire sur les cartes I.G.N. 1:25 000 : ellipsoïde de Clarke 1880.

### 1.4.3 Méridien

Tout plan qui passe par l'axe nord-sud de la terre coupe sa surface par un **méridien**.

Le méridien origine international depuis 1884 est le méridien de Greenwich (Angleterre).

Il a supplanté le «méridien de Paris», toujours utilisé par I.G.N. comme méridien origine pour les coordonnées en grade de ses cartes. Il se situe à  $2^{\circ}20'14''$  à l'Est du méridien de Greenwich.

**Les méridiens se comptent de 0 à 180° Est et de 0 à 180° Ouest.**

### 1.4.4 Parallèle

Le plan perpendiculaire à l'axe nord-sud de la terre et passant par son centre coupe sa surface par un cercle appelé **Équateur**.

Tous les cercles tracés parallèlement à l'équateur vers le Nord ou le Sud se nomment **parallèles**.

L'équateur est le parallèle origine. **Les parallèles se comptent de 0 à 90° Nord et de 0 à 90° Sud.**

## 2 LES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Les coordonnées géographiques d'un point s'établissent en latitude (Nord ou Sud par rapport à l'équateur) et en longitude (Est ou Ouest par rapport au méridien origine). Par ailleurs elles s'expriment soit en degrés, minutes et secondes, soit en grades, décigrades, centigrades. **Par convention il est d'usage d'indiquer d'abord la latitude, puis la longitude.**

### 2.1 LATITUDE :

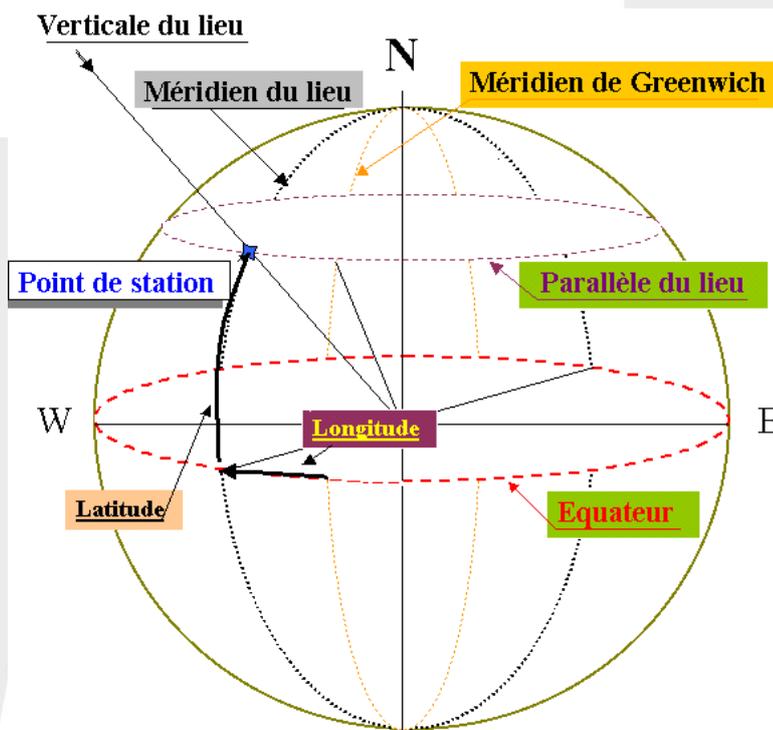
La latitude est l'angle formé par le plan de l'équateur et le rayon joignant le point à définir.

Tous les points situés sur un même parallèle ont la même latitude.

### 2.2 LONGITUDE :

La longitude est l'angle formé entre le plan du méridien origine et le méridien passant par le point à définir.

Tous les points situés sur un même méridien ont la même longitude.



### 2.3 LES PROJECTIONS :

Une fois la Terre ramenée à une surface mathématique (ellipsoïde), **il reste à transformer cette surface courbe en une autre surface, plane** cette fois, pour pouvoir tracer une carte. C'est le rôle des projections. Cette opération entraîne des déformations, dans des limites toutefois acceptables, soit des angles, soit des surfaces, soit des longueurs.

Chaque système de projection a ses avantages et ses inconvénients, la projection est dite :

- Conforme, si elle conserve les angles.
- Équivalente, si elle conserve les surfaces.
- Équidistante, si elle conserve les distances à un point de référence.

Les cartes IGN sont « conformes ».

### 3 LA CARTE ET SON ÉCHELLE

#### 3.1 DÉFINITION

**La carte topographique I.G.N. est une image réduite, conventionnelle, conforme et plane d'une partie de la surface de la terre.**

##### 3.1.1 Réduite

Elle est caractérisée par l'**échelle** : c'est à dire le **rapport entre une longueur mesurée sur la carte et la longueur correspondante mesurée sur le terrain**. Ainsi une carte à l'échelle 1:25 000 signifie qu'une valeur de 1 sur la carte représente 25 000 sur le terrain.

Plus la réduction est importante, moins il y a de détails : c'est une carte à « petite échelle ». L'échelle d'une carte à petite échelle est indiquée par un grand chiffre et représente une grande surface de terrain (ex : carte de France au 1:1000000 dont les dimensions sont de 1 m x 1 m).

Plus la réduction est faible, plus les détails sont nombreux, c'est une carte à « grande échelle ». L'échelle d'une carte à grande échelle est indiquée par un petit chiffre et représente une petite surface de terrain (ex : carte topographique I.G.N. au 1:25 000 : à cette échelle il faut 1760 feuilles, référence 2005, pour représenter la France entière, soit un carré de 40 m x 40m).

##### 3.1.2 Conventionnelle

Pour représenter les détails devant figurer sur la carte, le cartographe utilise des signes, des symboles, et des couleurs, ce qui constitue la légende de la carte qui peut varier selon l'échelle ou l'édition.

##### 3.1.3 Conforme

(Géométriquement exacte) : la position respective des objets à la surface de la terre et leur image sur la carte sont liées par une relation mathématique qui conserve les angles mais ne respecte pas les longueurs et les surfaces..

##### 3.1.4 Plane

Pente et forme du terrain sont traduites graphiquement par les courbes de niveau, ou lignes d'égale altitude. L'estompage ou dégradé de couleur permettent aussi d'obtenir une représentation évocatrice du relief.

##### 3.1.5 Les différents types de cartes

Elles fournissent des renseignements très variés, elles sont différentes selon l'utilisation souhaitée.

Les cartes d'ensemble décrivent un pays, un continent, la terre.

Les cartes topographiques entre 1:100 000 et 1:10 000 donnent la description plus ou moins détaillée de la forme et de la nature du terrain.

Les cartes thématiques : géologique, hydrologique, économique, politique développent un domaine précis.

Les cartes spéciales : massifs montagneux, parcs naturels, cartes en relief.

Les cartes IGN : en France I.G.N. dresse et met à jour les différentes cartes dont celles au :

1:250 000 (série rouge) : Touristique, routière

1:100 000 (série verte) : Touristique, routière (couvre une superficie de 90 x 100 km)

1:50 000 (série orange) : Topographique

**1:25 000 (série bleue et TOP 25) : Topographique. C'est la carte du randonneur, par excellence.**

#### 3.2 LA CARTE AU 1:25 000. ÉTUDE DÉTAILLÉE :

Le territoire français est couvert par deux séries de cartes au 1: 25 000 : les cartes TOP 25 et Série bleue.

A l'origine, la France (Corse comprise) était cartographiée sur environ 2000 cartes série bleue, représentant chacune une portion de territoire d'environ 14 x 20 Km.

Puis, l'IGN a développé une nouvelle série dite TOP 25, toujours à l'échelle 1: 25000, mais

avec des pictogrammes et des renseignements touristiques. Elle se substitue progressivement à la série bleue en commençant par les parties les plus touristiques (côtes, massifs montagneux...). La superficie couverte étant environ le double de la série bleue. Ainsi en 2005, 360 TOP 25 et 1400 cartes série bleue couvrent l'ensemble du territoire.

### 3.2.1 Comment s'y retrouver ?

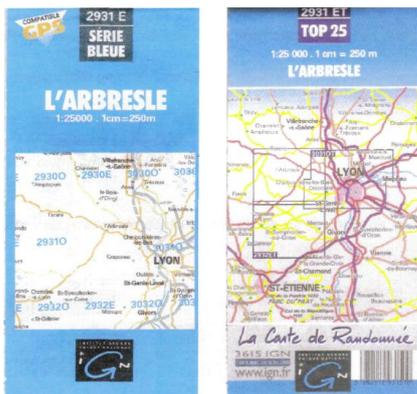
Toutes les cartes sont identifiées par 4 chiffres et 1 ou 2 lettres.

Cette numérotation est issue des cartes au 1: 50 000 dont le découpage régulier s'appuie sur des méridiens et des parallèles espacés respectivement de 0,40 gr et 0,20 gr.

Chaque feuille au 1: 50 000 est numérotée selon la logique des colonnes/lignes. **Les deux premiers chiffres indiquant la colonne** (01, 02... en commençant à l'Ouest de la Bretagne), **les deux derniers indiquant la ligne** (01 étant au Nord de Dunkerque).

Chaque feuille au 1: 50 000 a été découpée en deux feuilles au 1: 25 000 en conservant la numérotation, ce à quoi on a ajouté **E pour Est** de la feuille au 1: 50 000 ou **O pour Ouest** de la feuille au 1:50 000 (ex 2430 E).

Pour les TOP 25, il a été ajouté la lettre T pour touristique en conservant E ou O selon qu'elle comporte la majeure partie de la feuille Est ou Ouest de la série bleue remplacée, (ex : 2430 ET).



ex: 2931E L'Arbresle  
 2931 ET L'Arbresle  
 29 signifie que la carte se situe dans la 29ème colonne d'Ouest en Est  
 31 qu'elle se situe dans la 31ème rangée du Nord au Sud  
 E partie de la zone Est considérée, et T pour « touristique ».

### 3.2.2 Échelle

L'échelle est caractérisée par le rapport qu'exprime cette fraction :

**E = distance mesurée sur la carte / distance mesurée sur le terrain**

A noter, qu'afin d'éviter des erreurs d'interprétation de l'échelle, il y a lieu dans un premier temps de conserver la même unité d'expression aux deux membres de la fraction, on dira par exemple :

1: 25 000 peut se traduire par :

Sur la carte

sur le terrain

**1 mm**

25 000 mm ou 2 500 cm ou **25 m**

L'échelle est mentionnée de 2 manières sur la carte :

Sur la couverture : 1 : 25000 1 cm = 250 mètres, c'est l'échelle numérique

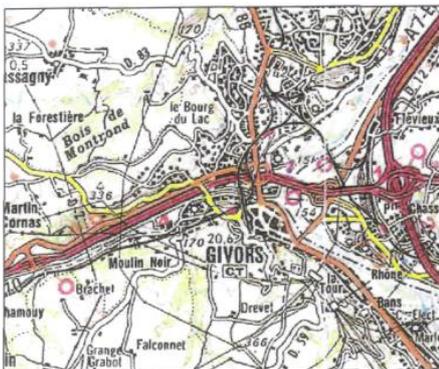
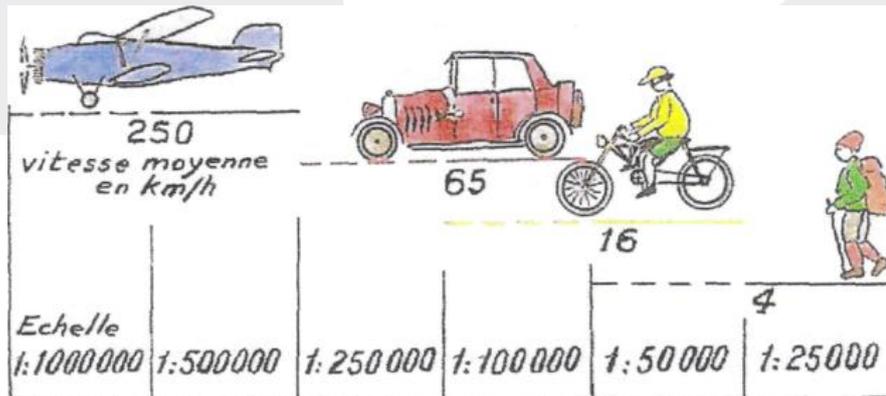
**1 : 25000 : 1 cm = 250 m**

Dans la légende de la carte c'est l'échelle graphique

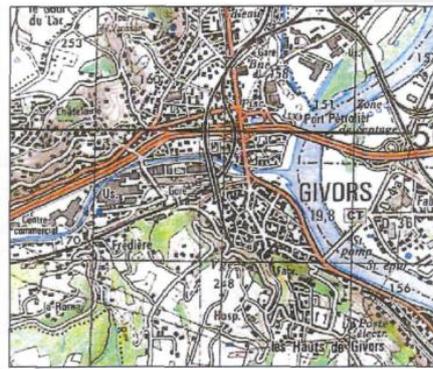


la carte au 1:100 000 (carte au cent millième),  
1 cm sur la carte -> 100 000 cm soit 1 km sur le terrain.

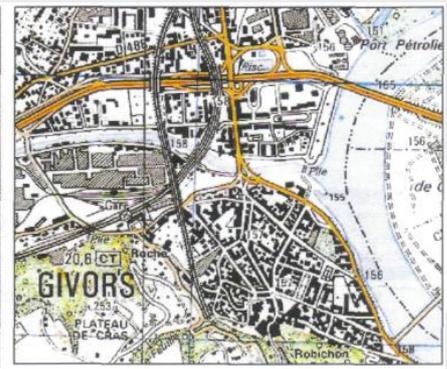
Choisir sa carte : la vitesse de déplacement influe sur le choix de la carte à utiliser.



1 cm = 1 Km  
Echelle au 1 : 100 000



1 cm = 500 m  
Echelle au 1 : 50 000



1 cm = 250 m  
Echelle au 1 : 25 000

Pour la randonnée pédestre, nous pouvons avoir besoin de trois sortes de cartes :

Une carte au 1:100 000 pour pouvoir choisir la région (bois, lac, montagne...)

Une carte au 1:50 000 pour avoir un aperçu assez global d'un circuit, cela peut suffire pour randonner sur les chemins balisés de type GR

Une carte au 1:25 000 pour randonner sur tout sentier.

### 3.2.3 Mesure de distances

Pour mesurer une distance rectiligne entre deux points, on peut :

- **Utiliser un double décimètre.** Il est alors possible de multiplier le nombre de mm trouvé par le chiffre correspondant à l'échelle de la carte : exemple : distance mesurée sur la carte : 136 mm

À l'échelle 1:25 000 on obtient :  $136 \times 25 = 3400$  m ou 3,4 km sur le terrain

- **Reporter la distance mesurée sur la carte, sur l'échelle graphique figurant sur cette carte :** commencer la mesure à partir d'un chiffre rond de km, en la terminant par les graduations hectométriques.

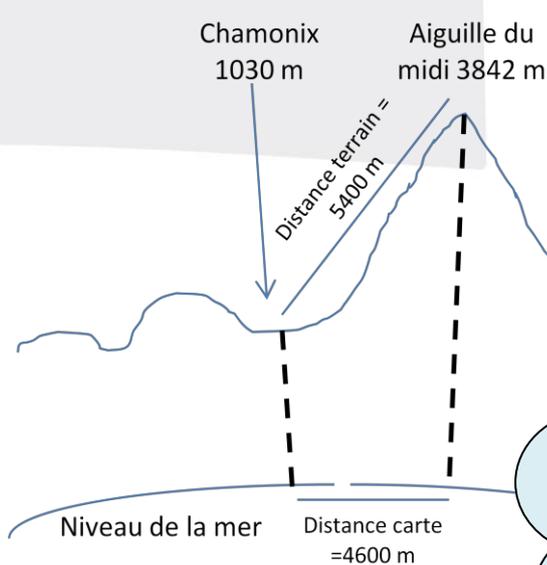
Mais un itinéraire est souvent constitué de chemins tortueux, il faut suivre toutes les sinuosités lors des mesures : on peut soit utiliser un fil ou une bande de papier à laquelle on fera suivre tous les changements de direction après les avoir cochés.

On peut également utiliser avec une bonne précision un curvimètre, petit instrument permettant de mesurer les distances soit en centimètres, soit directement à l'échelle de la carte.

Ces mesures restent des estimations, car sur la carte la mesure est une projection sur l'horizontale,



alors que sur le terrain lorsque des chemins montent ou descendent la distance est plus grande.



Ex : la distance mesurée sur la carte au 1:25 000 entre Chamonix (gare téléphérique) et le sommet de l'Aiguille du Midi est de 4600m. En réalité la distance (suivant la pente) est de 5400m.

#### A retenir

Sur une carte au 1/25000 :

1 mm	25 m sur le terrain
2 mm	50 m
3mm	75 m sur le terrain
5 mm	125 m sur le terrain
10 mm	250 m sur le terrain
1 cm	250 m sur le terrain
2 cm	500 m sur le terrain
4 cm	1 km sur le terrain

### 3.3 LES NORD

Le Nord géographique

Le Nord magnétique

#### 3.3.1 Le Nord géographique (N.G.)

C'est la direction donnée par le pôle Nord.

Le pôle Nord est un point fixe, intersection de l'ellipsoïde avec l'axe de rotation de la terre, lieu où convergent les méridiens.

Sur la carte, la direction du Nord géographique est donnée par les bords verticaux de la carte, ainsi que les fines lignes verticales noires (méridiens).

(Par définition des méridiens, on peut utiliser les plis sur une carte neuve). Le Nord est toujours dirigé vers le haut de la carte IGN

#### 3.3.2 Le Nord magnétique (N.M.)

**C'est la direction du Nord donnée par l'aiguille de la boussole.**

Le Nord magnétique est différent du Nord géographique.

L'angle entre les deux Nord s'appelle la déclinaison magnétique.

Cette notion est développée au chapitre boussole

## 4 PLANIMÉTRIE

La planimétrie est la représentation des détails du terrain projetés sur une surface de référence niveau zéro.

Les distances sont des distances horizontales. Les détails peuvent être :

Naturels : points d'eau, relief

Artificiels : routes, constructions

Invisibles sur le terrain : limites administratives. La représentation des détails varie avec l'échelle de la carte.

### 4.1 TRIANGULATION ET POINTS GÉODÉSQUES

**Pour positionner très exactement des détails d'un lieu, pour qu'un géomètre lève le plan d'un terrain, il faut s'appuyer sur des points fixes connus avec précision. Ces points sont appelés des points géodésiques.**

Principe de positionnement des points géodésiques

En partant du «Point fondamental», la croix du Panthéon à Paris, un réseau de 80 000 points géodésiques a été constitué.

C'est par triangulation qu'a été établi ce réseau. En effet, dans un triangle, si l'on connaît la dimension d'un côté et la valeur des deux angles adjacents, la trigonométrie permet de calculer la valeur des autres côtés. Les positions des sommets des triangles sont donc connues avec précision : ce sont les points géodésiques.

Ainsi, de proche en proche, la France fut couverte de ce réseau de points.

Plusieurs réseaux se superposèrent pour arriver à une densité permettant aux géomètres de travailler facilement.



Les points géodésiques sont disposés sur des édifices publics importants ou sur le terrain où ils sont matérialisés par une borne géodésique (le plus souvent en granit).

Sur la carte ils sont repérés par un . (point) au centre du symbole et une altitude peut y être associée Exemple : borne, tour, pylône, réservoir, église...

### 4.2 LEGENDE DE LA CARTE, SIGNES CONVENTIONNELS

La lecture, la compréhension et l'interprétation d'une carte sont facilitées par la présence d'une légende comprenant des couleurs, des signes et symboles conventionnels et du texte. **Les 4 couleurs conventionnelles indiquent la nature du terrain.**

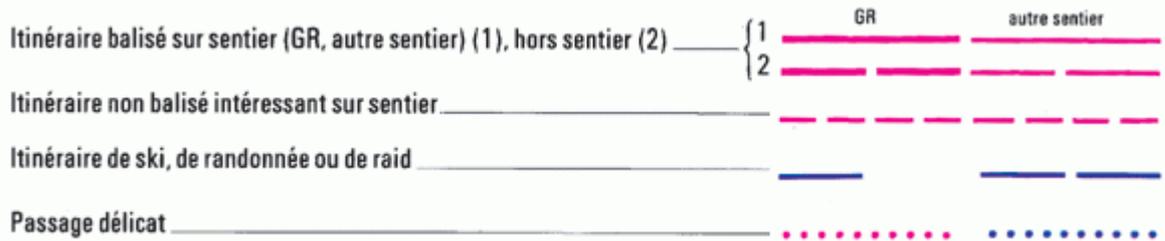
**Le bleu** : concerne tout ce qui se rapporte à l'**hydrographie** (eau, glace) : mer, lacs, étangs, fleuves, rivières, ruisseaux, sources, puits, châteaux d'eau...

**Le vert** : représente tout ce qui comporte une **couverture végétale permanente** : bois (conifères ou feuillus), vergers, vignes, broussailles, rizières... les haies ainsi que les limites des parcs naturels (trait large) et les forêts domaniales. Les prairies et les champs cultivés ne sont pas colorés, ils sont représentés en blanc, comme les surfaces sans végétation dense.

**L'orange** est dédié aux **courbes de niveaux** (sauf pour les glaciers où elles sont bleues).

**Le noir** concerne les zones rocheuses, les éboulis, les falaises, mais aussi les éléments artificiels (routes, grottes, bâtisses, voies ferrées...), les textes et les chiffres

**Le rouge** surligne **les sentiers de randonnée** (ex : GR). L'itinéraire peut être en continu ou tireté, (voir ci-dessous).



C'est également la couleur de certains pictogrammes à caractère d'information touristique (abri, gîte, refuge, camping, site d'escalade, centres équestres).

C'est enfin la couleur des routes importantes.

**Le bleu foncé** est utilisé: pour les itinéraires de ski de randonnée et les pictogrammes en rapport avec les activités aquatiques et les sports de neige.

**Le texte est le plus souvent en noir** (sauf pour l'eau et les glaciers = couleur bleue). Écriture horizontale. Ces écritures sont hiérarchisées par la police utilisée, la taille des caractères, la mise en italique ou en caractère gras, le soulignage. Le texte permet d'identifier les lieux : agglomérations, lieux dits (toponymie). Les abréviations utilisées sont aussi fort utiles pour identifier certains détails du terrain.

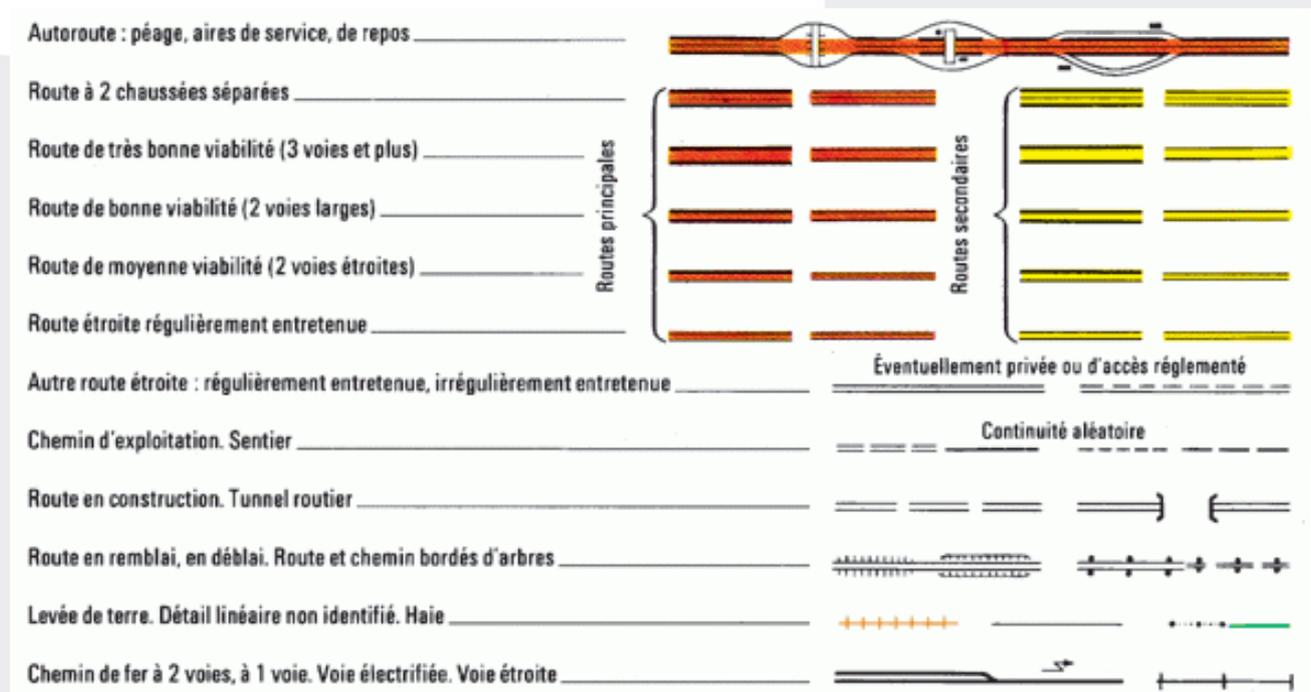
**La couleur rouge** est employée sur les cartes série Top 25 pour renforcer des informations à caractère touristique

**Le jaune** est utilisé : pour les routes secondaires de bonne viabilité.

Les symboles et signes conventionnels représentent de manière conventionnelle des éléments naturels du terrain : grotte, éboulis, falaises, végétation... Ils représentent aussi tous les éléments artificiels : voies de circulation, constructions, cultures, mais également des éléments invisibles sur le terrain comme les limites administratives (communes, départements), canalisations souterraines, points cotés, population.

Les éléments symboliques ne sont pas forcément à l'échelle de la carte. Ils peuvent varier d'une carte à l'autre ou d'une édition à l'autre.

### 4.3 LES VOIES DE CIRCULATION



### 4.4 LES LIMITES

Voie ferrée : à crémaillère, déclassée, déposée	
Ligne de transport d'énergie électrique. Téléphérique. Remontée mécanique	
Population communale en milliers d'habitants. Limite d'État avec bornes	3,2 
Limite et chef-lieu de département, d'arrondissement	 
Limite et chef-lieu de canton, de commune	 
Limite de camp militaire, de zone réglementée de champ de tir	 Périodes de tir: s'adresser à la mairie ou à la gendarmerie
Limite de forêt domaniale. Limite de parc naturel, de zone périphérique	
Point géodésique. Église. Chapelle, oratoire. Calvaire. Monument. Cimetière	
Tour isolée, donjon. Entrée d'excavation souterraine. Habitation troglodytique. Ruines	
Réservoir d'hydrocarbure. Cheminée. Éolienne. Pylône. Carrière	
Monument mégalithique : dolmen, menhir. Point de vue. Camping	
Mairie. Halle, hangar, serre. Fort. Blockhaus	
Terrain de sport. Tennis. Refuge. Tremplin de ski	

### 4.5 LES CONSTRUCTIONS, L'EAU

Pont. Passerelle. Gué. Bac	
Nappe d'eau permanente. Zone inondable. Marais	
Source. Fontaine. Puits. Citerne. Château d'eau. Réservoir	
Cours d'eau bordé d'arbres. Cascade. Barrage. Digue	
Canal navigable, d'alimentation. Écluse. Canal souterrain	
Aqueduc : au sol, élevé, souterrain	
Phare. Feu. Bateau-feu. Épave	
Sémaphore. Balise. Les courbes isobathes sont extraites des cartes du SHOM	

### 4.6 LE RELIEF ET LA VÉGÉTATION

Courbes de niveau, équidistance 10 m. Dépression. Talus	
Bois de feuillus	
Bois de conifères	
Feuillus et conifères	
Broussailles	
Verger, plantation	
Vigne	
Rizière	

## 5 LE CADRE : CALCUL DES COORDONNÉES D'UN POINT PRÉCIS

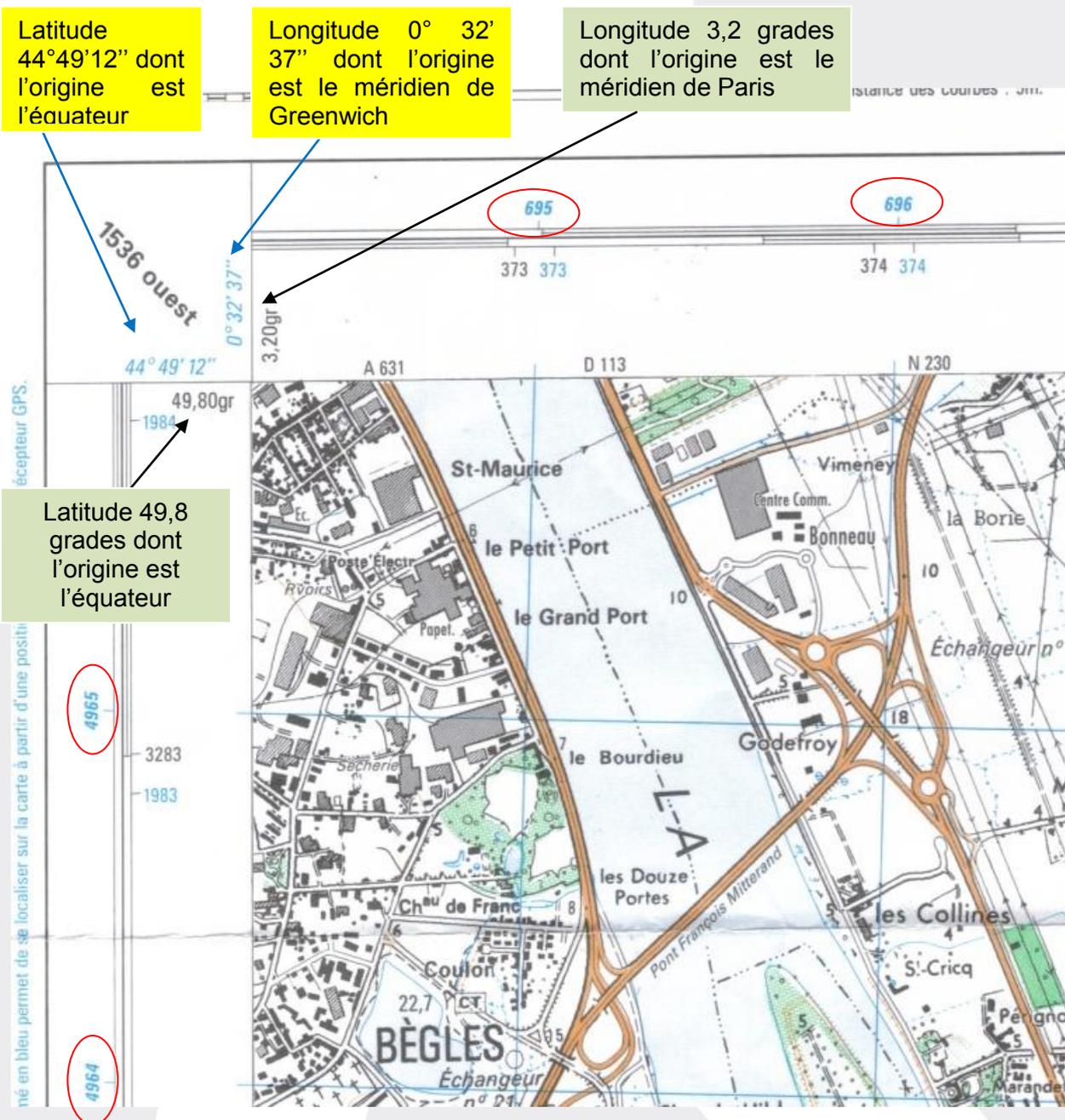
Connaître la position exacte d'un point est indispensable pour caractériser et localiser un lieu, pour une demande de secours par exemple.

Dans le cadre de la carte au 1:25 000, plusieurs types de coordonnées permettent de situer le lieu où l'on se trouve.

Ces coordonnées ont été établies selon des modèles mathématiques ayant leur logique propre, ce qui signifie que **sur une même carte, un même lieu sera affecté de coordonnées différentes selon le système utilisé**. D'où la nécessité de connaître ceux-ci et de bien définir le système dans lequel on référence le lieu.

### 5.1 1<sup>ER</sup> SYSTÈME : LES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Les méridiens et les parallèles sont tracés régulièrement sur la carte. Les bords droits et gauches de la carte (traits noirs très fins) sont également des méridiens. Les méridiens convergent au pôle Nord et au pôle Sud. Le haut de la carte indique le Nord géographique.



Les plis verticaux de la carte neuve correspondent à peu près à l'axe d'un méridien.

**Légende figurant sur la carte IGN 1536 ouest (Développé à partir du niveau SA1)**

Réalisé et édité par l'Institut Géographique National, d'après des levés photogrammétriques complétés sur le terrain de 1950 à 1965 . Révision de 1996 Ellipsoïde de Clarke 1880. Projection conique conforme de Lambert. Origine des altitudes : niveau moyen de la mer à Marseille.

Les deux échelles de latitudes et longitudes du cadre et les deux chiffrisons kilométriques correspondent respectivement :

Vers l'intérieur, aux latitudes et longitudes en grades (longitudes référées au méridien de Paris) rapportées au système géodésique français NTF ; les amorces sont celles des quadrillages kilométrique :

- Lambert zone III (chiffrées en noir) au sud d'une ligne Royan - Chambéry,
- Lambert zone IV pour la Corse,
- Lambert zone I ou II pour les régions plus au nord,

et Lambert zone II étendu (chiffrées en bleu)

Vers l'extérieur, aux latitudes et longitudes en degrés (longitudes référées au méridien international) rapportées au système géodésique mondial WGS84 ou RGF93 ; les chiffrisons bleues en Italique en regard du quadrillage kilométrique sont des coordonnées Mercator Transverse Universal fuseau 30

Équidistance des courbes 5m

Ces coordonnées sont peu pratiques, car difficiles à établir pour l'utilisation courante du randonneur. Mais indispensables à connaître car certaines cartes étrangères ne possèdent que ce système.

**NOTA : Dans les ovales en rouge, les coordonnées UTM développées ci après.**

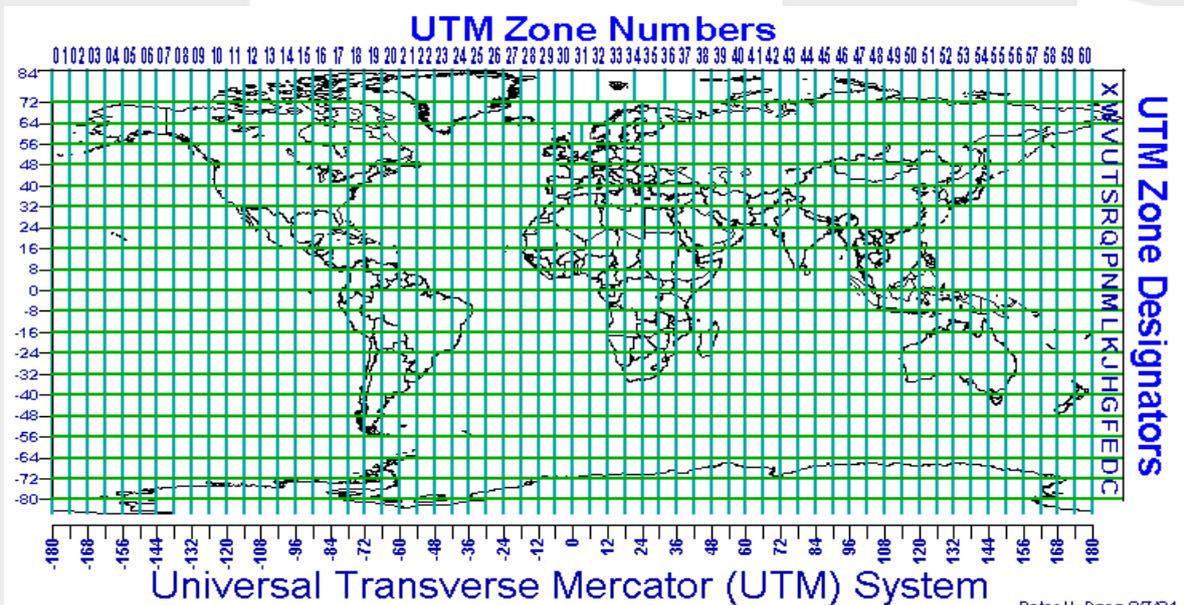
## 5.2 2ÈME SYSTÈME : LES COORDONNÉES UTM UNIVERSEL TRANSVERSE MERCATOR WGS84

Le système orthogonal UTM divise le globe en 60 fuseaux de largeur 6° chacun **avec un quadrillage orthogonal kilométrique.**

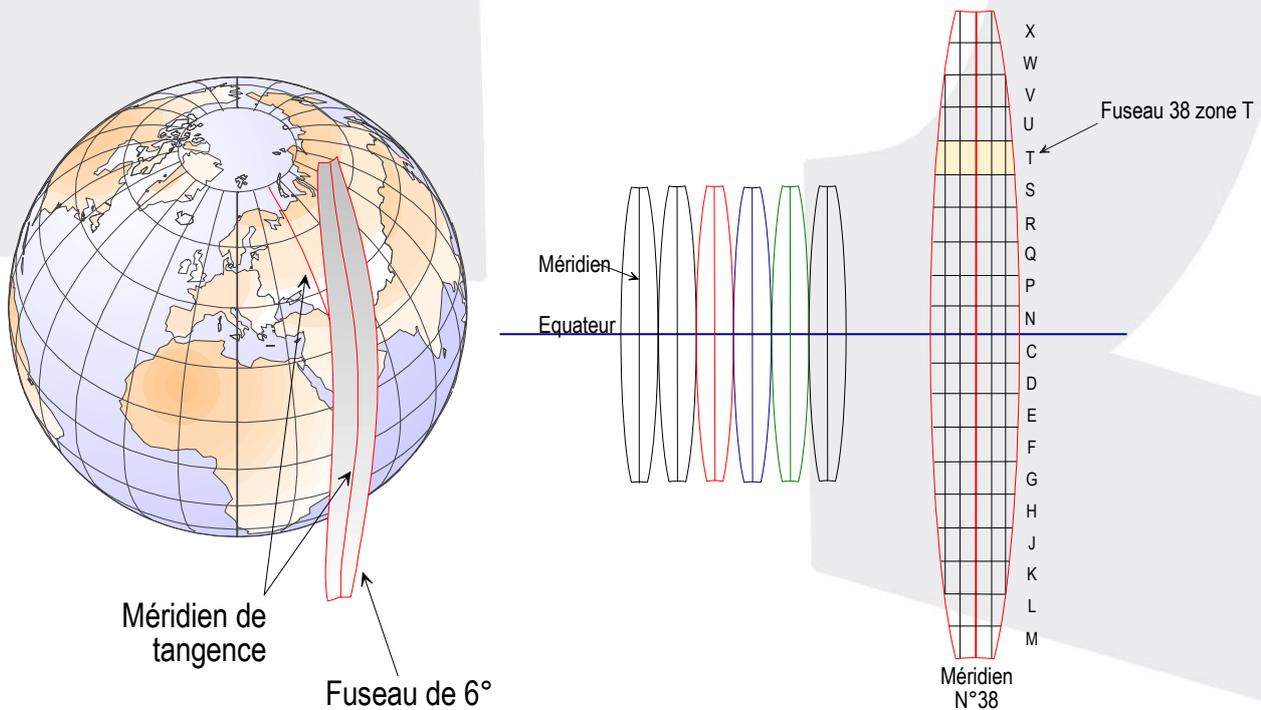
La Terre est découpée en 60 fuseaux suffisamment étroits (6° de longitude) pour que la distorsion décrite ci dessus soit insignifiante. Les fuseaux sont numérotés de 01 à 60

Le fuseau 1 est bordé par les méridiens 174° et 180° Ouest (ce dernier est le méridien de changement de jour). **La France métropolitaine est couverte par les fuseaux 30, 31 et 32.**

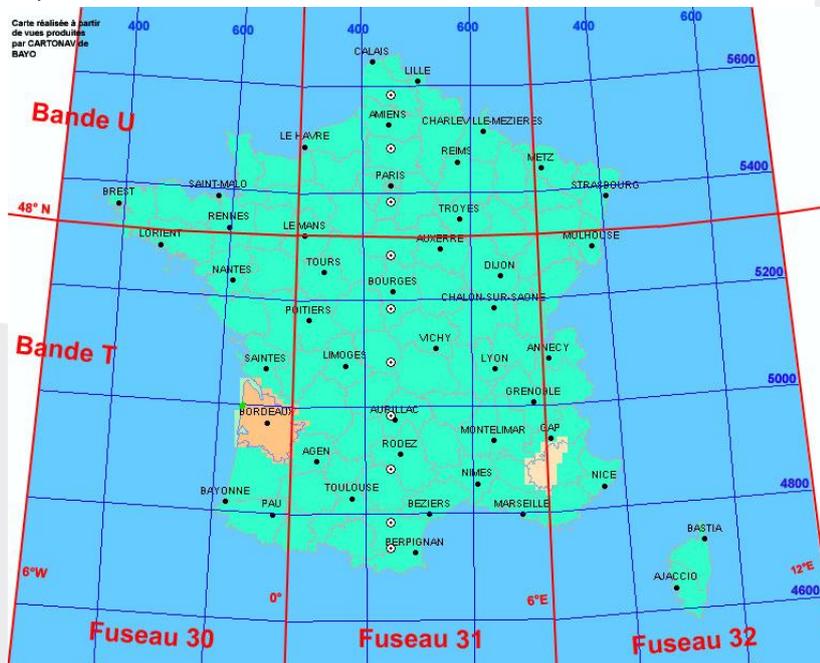
Les fuseaux sont divisés en 20 bandes horizontales de 8° repérées par des lettres (du 80°Sud au 84°Nord). La France est couverte par les bandes T et U.



A l'heure actuelle avec le développement des GPS, on utilise principalement les coordonnées UTM WGS84. Les cartes portant la mention « compatible GPS » sont quadrillées en bleu. Les coordonnées GPS sont indiquées sur les bords de la carte sous forme de chiffrisons bleu-gras. Ce carroyage est kilométrique.



**A retenir dès le niveau module de base : Le territoire français occupe les fuseaux 30, 31, 32 et les bandes T et U**



Zones UTM en France métropolitaine :

- Fuseau 30 centré sur le 3° W
- Fuseau 31 centré sur le 3° E
- Fuseau 32 centré sur le 9° E
- Bandes :
  - T au sud du 48<sup>ème</sup> parallèle
  - U au nord

Les références kilométriques sont pour chaque fuseau verticalement : le méridien central noté Km 500 et, horizontalement, l'équateur. (km 0 pour l'hémisphère Nord, km 10 000 pour l'hémisphère Sud)

Exemple de carroyage kilométrique dans un fuseau UTM.

Pour éviter les coordonnées négatives, un faux zéro de 500 km est introduit sur la coordonnée Est - Ouest.

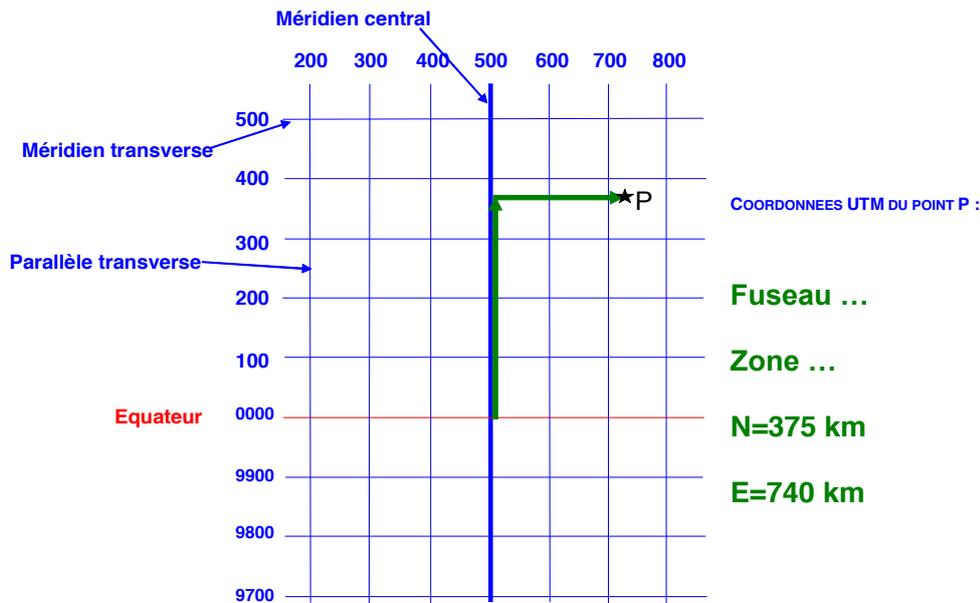
Dans l'hémisphère Sud, pour éviter les coordonnées négatives, un faux zéro de 10000 km est introduit sur la coordonnée Nord Sud (L'équateur vaut 10 000).

Dans un fuseau, il y a donc 2 positions distantes de 10000 km ayant les mêmes coordonnées. Le repère de « bande » (zone designator) permet de les distinguer.

Un jeu de coordonnées (E et N) correspond par conséquent à 120 points sur la surface du

globe.

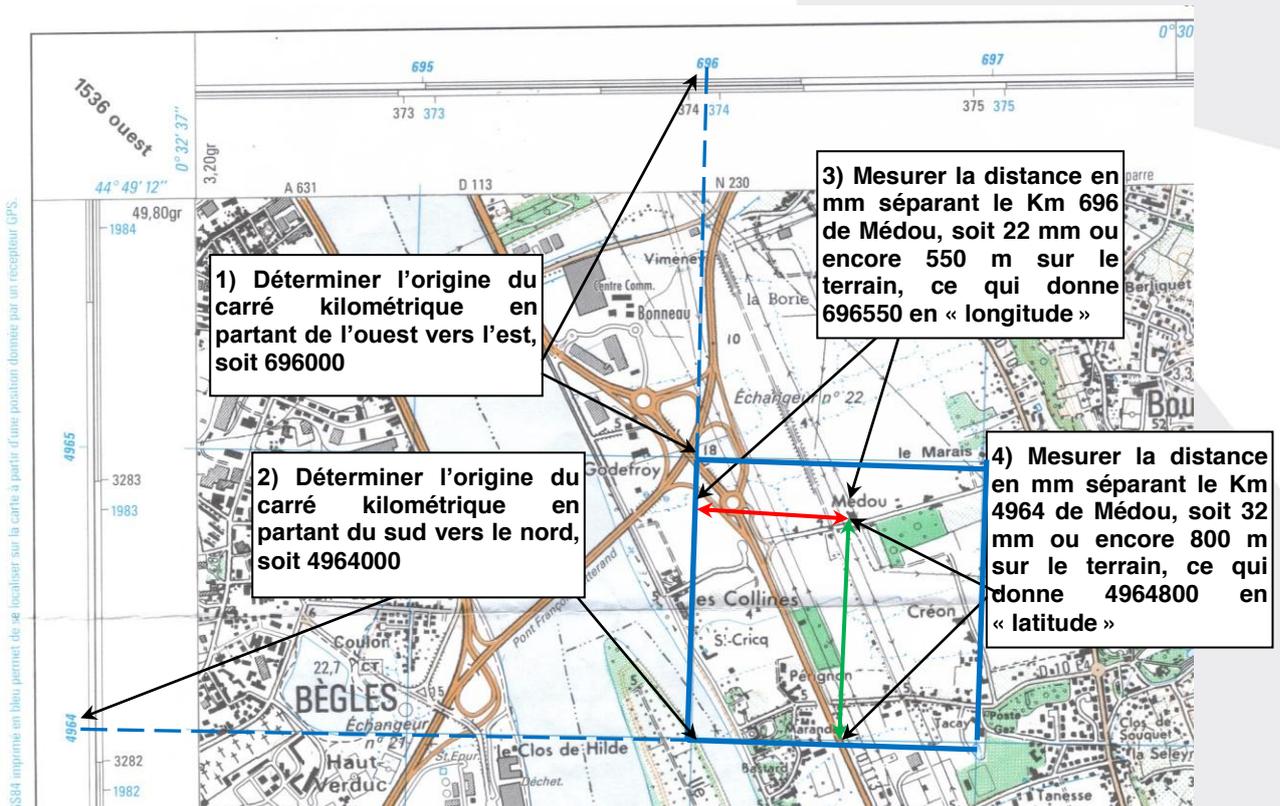
Il faut toujours préciser le N° de fuseau et la bande pour désigner une position sans ambiguïté. CF exemple suivant



Les références à considérer pour établir des coordonnées en système UTM WGS84 sont les chiffres en « bleu-gras » indiqués sur le bord extérieur du cadre, (penser à vérifier la légende de la carte). Chaque kilomètre est chiffré en regard des lignes bleues en allant vers le Nord (0 km à l'équateur) pour la latitude, et en allant vers l'Est pour la longitude. Le numéro du fuseau est indiqué dans la légende de chaque carte

**Exemple de calcul de coordonnées UTM WGS84 à retenir dès le module de base pour déterminer une distance.**

Soit à définir les coordonnées du lieu-dit Médou.



On peut alors donner les coordonnées UTM de Médou

**Fuseau 30, bande T 0696550 et 4964800**

## 6 ALTIMÉTRIE

**La représentation des formes du relief se nomme l'altimétrie.**

Avant d'évoquer celle-ci précisons deux éléments liés à la notion de relief :

### 6.1 ALTITUDE – NIVELLEMENT. QU'EST-CE QUE L'ALTITUDE ?

**L'altitude est l'élévation verticale d'un point au dessus du niveau zéro.**

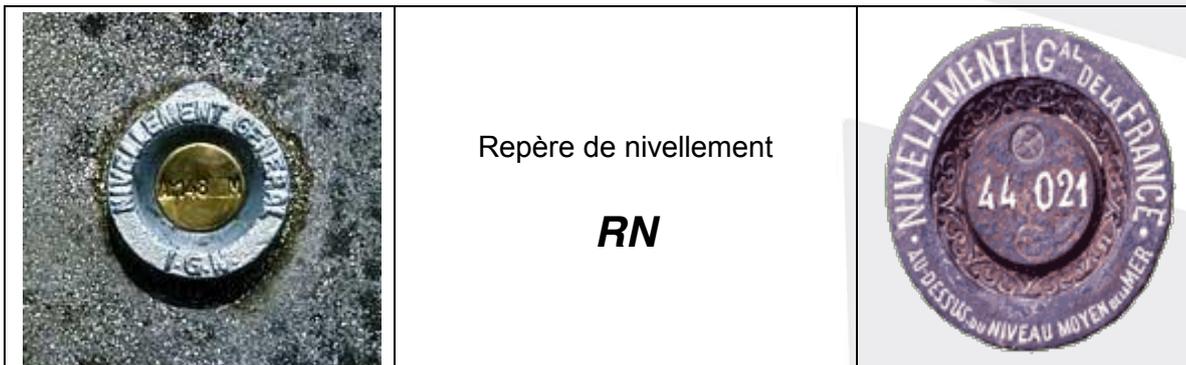
En France le niveau zéro a été déterminé (au moyen d'un appareil : le marégraphe) installé en 1885 et qui a enregistré pendant plus de 12 ans les variations du niveau de la mer dans le port de Marseille. La cote moyenne déterminée, a défini le point zéro.

Chaque pays choisit sa propre référence de niveau zéro.

En revanche, les GPS mentionnent l'élévation qui peut varier en fonction de l'ellipsoïde considéré, (WGS84 ou ED50, ou autre)

**En France, l'altitude de 400 000 points a été déterminée avec précision et matérialisée sur le terrain par les repères de nivellement.** On les trouve le plus souvent sur des édifices publics : Mairie, église, pont, sur le bord des routes...

Sur le terrain, un repère de nivellement est une capsule indiquant l'altitude en mètres, ou comportant un code permettant de connaître l'altitude en consultant l'IGN. Sur la carte son emplacement approximatif peut être indiqué par le sigle RN. (qui n'est pas Route Nationale)



### 6.2 COMMENT FIGURER CE RELIEF SUR UNE CARTE ?

Sur les cartes anciennes, le relief était figuré par des hachures dont la longueur et l'écartement étaient proportionnels à l'escarpement. Les hachures étaient faites manuellement par les géographes.

Pour des raisons économiques, ce mode de représentation a disparu. On peut exprimer visuellement un relief sur une carte par la notion d'estompage



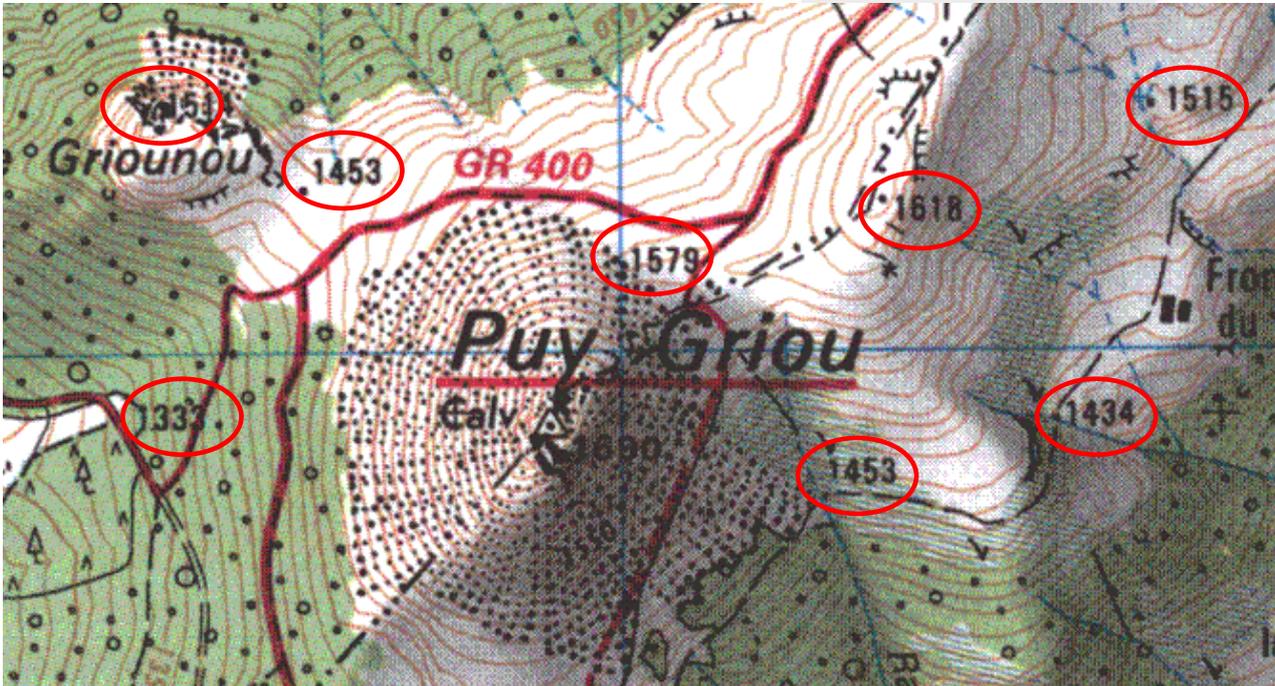
L'estompage facilite l'interprétation du relief au «premier coup d'œil ».

Les lignes de crête apparaissent mieux si on éloigne un peu la carte.

L'ombrage est apposé comme si le soleil éclairait le terrain depuis le Nord Ouest sous un angle d'environ 45 degrés

L'ombrage est modulé avec beaucoup de soins et sa densité varie selon l'orientation, la situation topographique et la raideur du terrain concerné.

### 6.3 LES POINTS COTÉS ET LES COURBES DE NIVEAU REPRÉSENTENT LE RELIEF DU TERRAIN



Un point coté (ex: 1453) est une altitude en mètres dont l'emplacement exact est marqué par un point, le nombre qui l'accompagne est appelé cote du point. Cette cote donne l'altitude de l'endroit où est situé le point: sommet, cuvette, col, intersection de sentiers, villages, confluent, ponts, endroits remarquables...

**Un point coté est en noir et écrit droit. Il n'indique pas le sens de la montée.**

Il n'est pas matérialisé sur le terrain

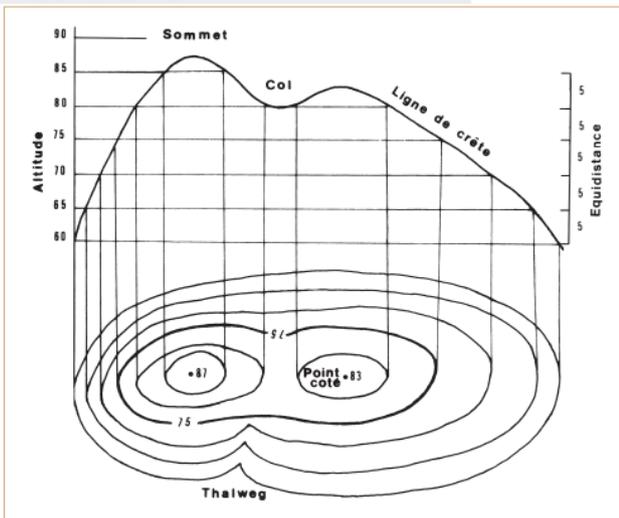
### 6.4 COURBES DE NIVEAU

Ce sont des lignes imaginaires, de couleur orange, bleue pour les glaciers, qui relient les points de même altitude. Le tracé de chaque courbe suit donc, pour une altitude donnée, les bosses ou les creux, permettant ainsi d'imaginer le modelé du terrain.

On peut en comprendre le principe en les assimilant à des tranches d'épaisseur égale coupant le relief horizontalement.

Vu de dessus le contour de chaque tranche dessine la courbe de niveau correspondante à la forme du terrain.

Description des courbes de niveau :

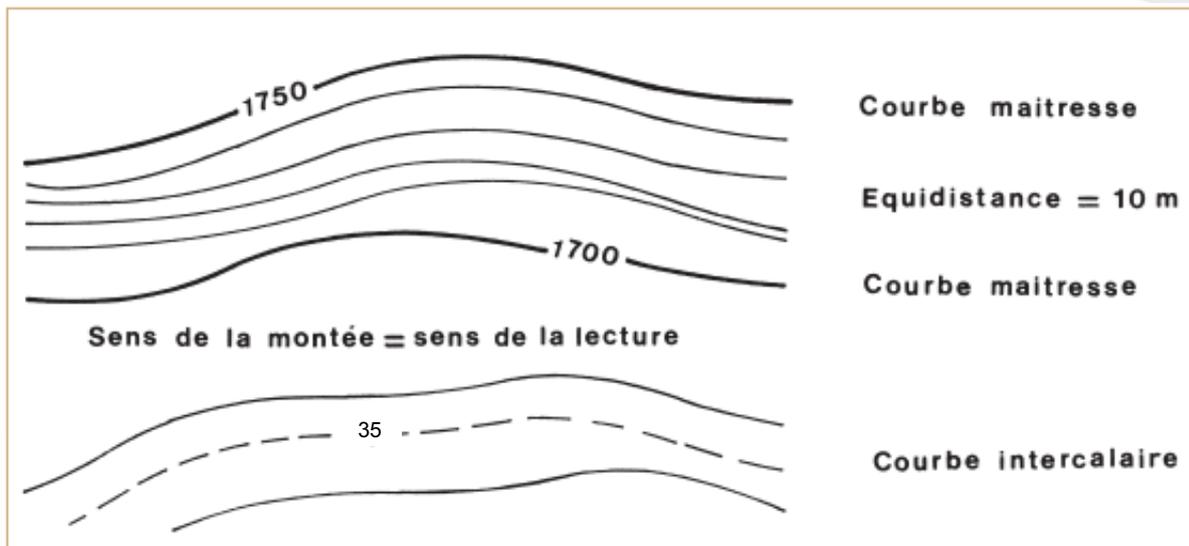


La différence d'altitude entre deux courbes successives s'appelle « l'équidistance ».

Elle n'est pas identique pour toutes les cartes. Elle varie selon l'échelle de la carte et le relief de la région : 5, 10 ou 20 m. Il faut donc se reporter à la légende de la carte pour la connaître. Pour une même carte, on peut trouver deux équidistances différentes.

Toutes les 5 courbes, **une courbe au trait plus épais est cotée, c'est la courbe maîtresse**. Les altitudes des courbes maîtresses sont apposées de telle manière que leur sens de lecture indique le sens de la montée

Sur certaines parties de carte, des courbes intercalaires, en tirets, donnent une précision supplémentaire (équidistance divisée par deux). Elles permettent de préciser le relief lorsque celui-ci est peu important



Plus les courbes sont rapprochées, plus la pente est forte. Elles sont importantes dans la lecture d'un itinéraire dans la mesure où elles indiquent :

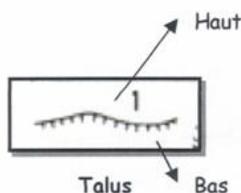
- la raideur des pentes
- le sens de la pente
- l'altitude
- et où elles permettent le calcul des pentes et aussi le choix du cheminement

### 6.5 AUTRES PARTICULARITÉS DE LA CARTE

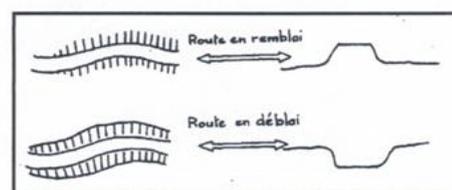
**Ruptures de pentes** : matérialisées par des hachures. Les traits des hachures sont du côté du vide (carrières) de la couleur des courbes de niveau.



Carrière



Talus



Amas de roches

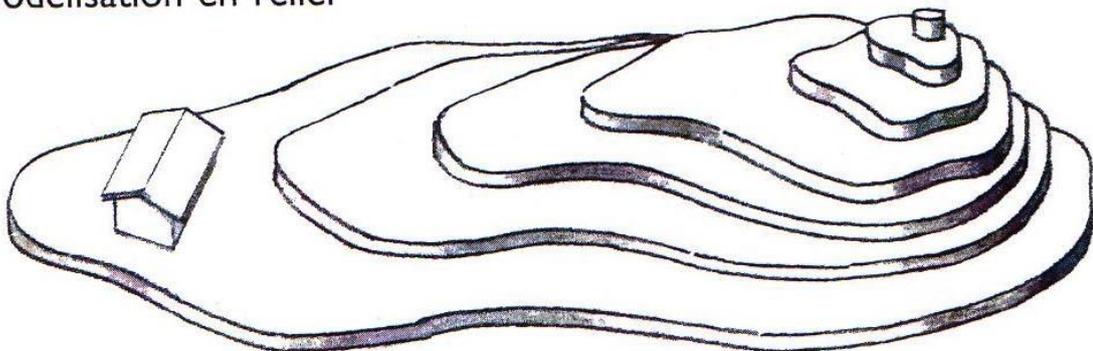
6.6 EXEMPLE DE TRANSPOSITION ENTRE LE RELIEF, SA MODÉLISATION ET LA REPRÉSENTATION SUR CARTE

### Les courbes de niveau

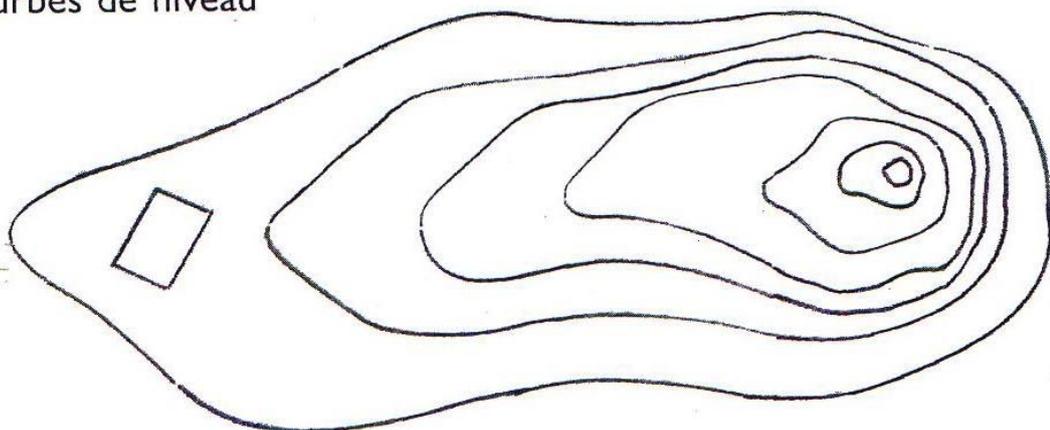
Le paysage



Modélisation en relief



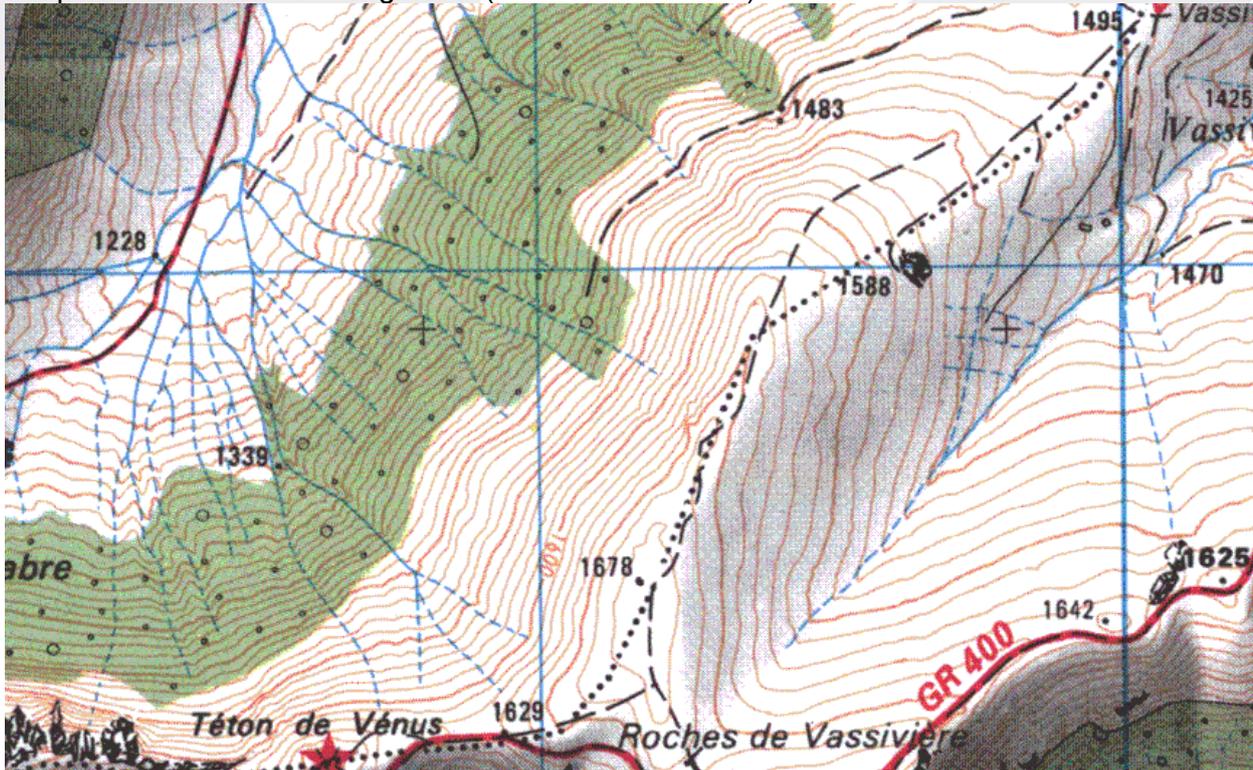
Courbes de niveau



## 7 LE RELIEF

### 7.1 EXEMPLE SUR EXTRAITS DE CARTES IGN

La figure ci-dessus montre des pentes modérées, sur la partie droite (courbes espacées) et des pentes fortes sur le côté gauche (courbes resserrées)



### 7.2 RELIEFS PARTICULIERS

Les courbes de niveau sont très utiles dans la lecture des cartes. En fait **elles permettent de représenter les mouvements de terrain.**

Une bonne interprétation de ces courbes de niveau va permettre de mettre en évidence le relief.

Pour évoquer le relief, il faut garder en mémoire que l'eau coule à la surface de la terre de haut en bas selon la ligne de la plus grande pente, donc perpendiculairement aux courbes de niveau.

**Thalweg** ou talweg : **ou ligne de rassemblement des eaux.** C'est la ligne formée par la jonction de deux versants vers le bas.

**Ligne de crête** : **ou ligne de séparation des eaux.** C'est la ligne selon laquelle deux versants se coupent par le haut.

Sur la carte ces deux zones géographiques sont identifiables par un changement plus ou moins brutal de la direction des courbes de niveau. Dans ces zones, elles sont disposées un peu comme des chevrons, (un chevron, c'est une succession de flèches : <<<<<<<< ou >>>>>>>)

**Pour faire la différence entre une crête et un thalweg** il faut identifier le sens de la pente à partir des chevrons. Dans un **thalweg, les chevrons pointent vers le haut de la pente** (ils sont ouverts vers le bas), alors que sur une **ligne crête ils pointent vers le bas de la pente** (ils sont ouverts vers le haut)

Chaque fois qu'il y a présence d'un ruisseau, il y a présence d'un thalweg.

**Sommet** : (mamelon, dôme, pic, faite, cime, mont..) formé par des courbes de niveau fermées sur elles-mêmes et sur une petite zone. Leurs formes renseignent sur le type de sommet.

**Col** : zone de relief caractéristique (le col est le point le plus bas d'une crête entre deux sommets). 4 lignes de « chevrons » aboutissent au col (2 lignes de thalwegs opposés et 2 lignes de crêtes). Ces lignes sont très fermées si la crête est pointue ou le thalweg encaissé, ou très ouvertes si la crête est arrondie ou le thalweg peu prononcé.,

**Croupe** : Fin arrondie d'une ligne de crête débouchant sur un col ou une vallée.

### 7.3 AUTRE EXEMPLE NATUREL

\*

**Les pointillés bleus représentent les thalwegs parfaitement identifiables**

**Les lignes de niveaux blanches qui enserrent le thalweg sont ouvertes vers le bas**

**Les pointillés rouges représentent les lignes de crêtes parfaitement identifiables**

**Les lignes de niveaux rouges qui recouvrent la ligne de crête sont ouvertes vers le haut**

On constate aussi qu'un thalweg succède toujours à une ligne de crête.



**Paysages de rizières dans le Guangxi En Chine**





Le col de Lapachouaou 1891 m est le point bas de passage entre la ligne de crête qui monte au nord à Souperret 2033 m, et celle qui va sur la montagne de Couecq au sud.

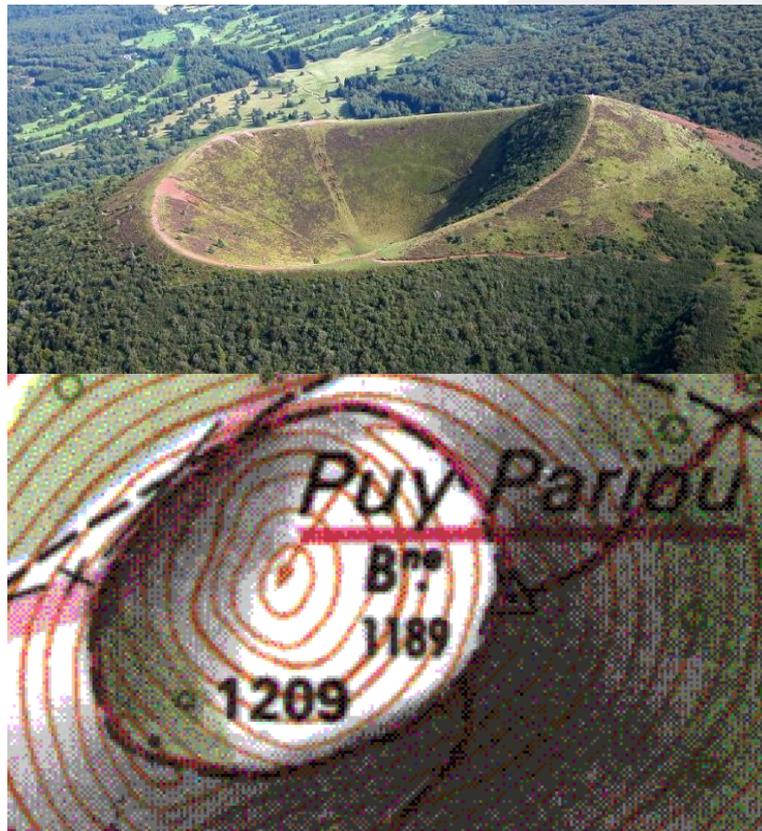
A l'est un thalweg qui vient de la cabane de Lapachouaou 1800 m au fond d'une cuvette, et à l'ouest un thalweg qui vient de la cabane de Gourgue Sec 1840 m.

Observez la forme des lignes de niveau qui viennent « mourir » au col.

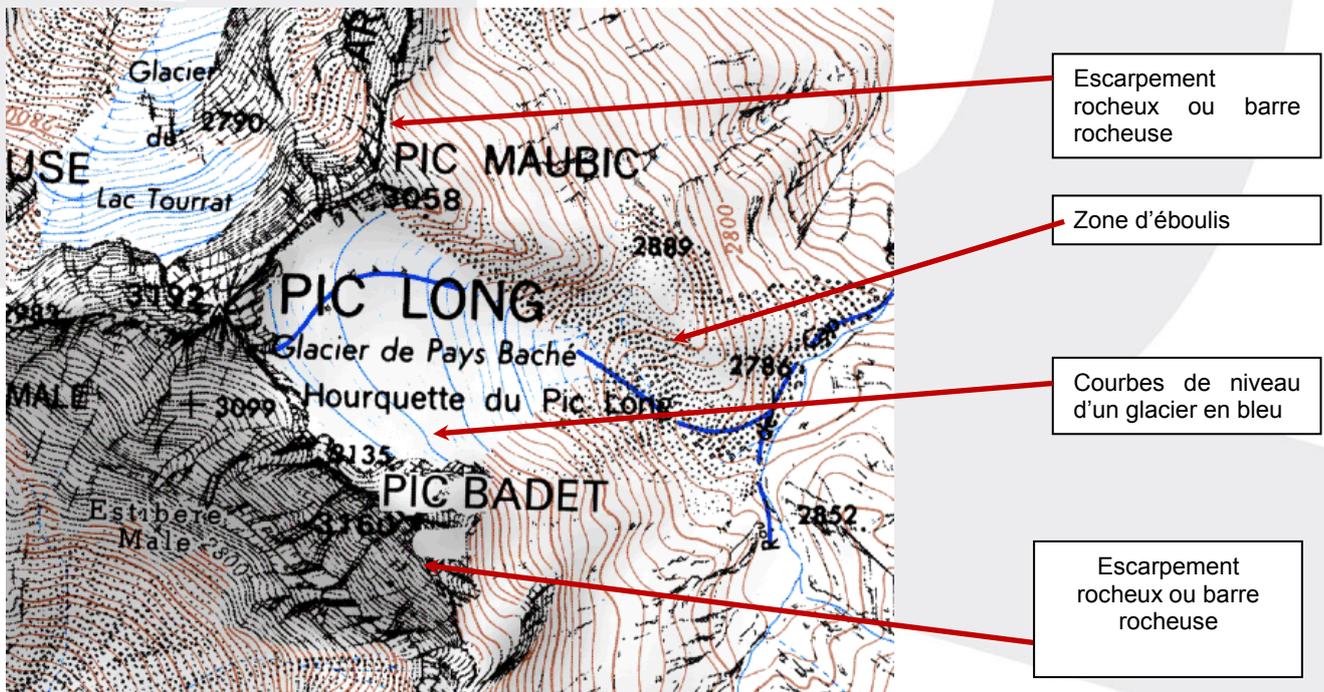
**Un col bien typique, le col de Lapachouaou près du refuge d'Arlet en vallée d'Aspe**

**Dépressions**, cuvettes, creux, sont marqués soit par une flèche, soit par un point coté, soit par un rond pointillé. On dit aussi une doline. La flèche permet de particulariser le point pour montrer que le sens croissant des lignes de niveau présente une anomalie négative.

Par exemple la cuvette au sommet du volcan du Pariou présente des courbes concentriques croissantes jusqu'à la bordure de la cuvette, puis une dépression de 60 mètres au centre de la cuvette, repérée par la flèche indiquant un changement de sens de l'évolution des altitudes.



**Le dessin** : Lorsque la pente est très raide ( $+ 60^\circ$ ), les courbes de niveau se chevauchent ou se superposent et deviennent inutilisables (falaises). Le dessin remplace les courbes de niveau : les rochers sont dessinés en traits orange, épis.



## 8 LE DÉNIVELÉ (OU LA DÉNIVELÉE)

Pour déterminer l'altitude d'un point de la carte, on recherche d'abord la courbe maîtresse la plus proche ou un point coté s'il y en a.

La cote de la courbe maîtresse lorsqu'elle est indiquée, indique l'altitude et aussi **le sens de la montée, vers le haut des chiffres.**

Connaissant l'équidistance des courbes (voir légende), il faut alors compter le nombre d'intervalles entre la courbe maîtresse et le point recherché (dans le sens de la montée ou celui de la descente). Sur une pente faible, pour calculer les temps de marche, on ne tient compte que de la distance horizontale mesurée sur la carte.

Sur une pente forte, on ne tient compte que de la dénivelée.

Le dénivelé, on peut aussi dire la dénivelée, ainsi que les pourcentages de pentes sont des éléments importants pour établir un tableau de marche.

Il est indispensable d'établir les horaires et de les respecter pour ne pas s'aventurer dans des randonnées au delà de ses forces et de celles du groupe et au delà des limites horaires d'une journée de randonnée.

Le rythme moyen d'un randonneur est généralement admis comme suit

4 km à l'heure en terrain en plat

300 m de dénivelée en montée **au delà de 7,5%**

500 m de dénivelée en descente **au delà de 12,5%**

Mais ces données sont à moduler en fonction de la longueur de la randonnée, de la difficulté du terrain, de la forme physique, de l'âge et du nombre des participants, du poids du sac et des conditions météorologiques.

Angle	%	Pente
10 degrés	18%	Pente faible
20 degrés°	36%	Pente soutenue
30 degrés°	58%	Pente forte
40 degrés°	84%	Pente très raide

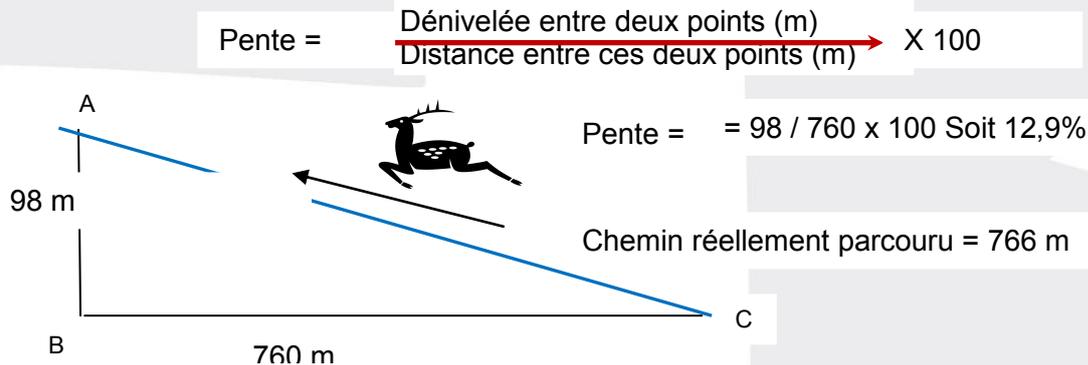


## 8.1 LA PENTE

Une pente s'exprime en pourcentage.

**C'est le rapport entre la valeur du dénivelé entre deux points, et la distance entre ces deux points mesurée sur la carte.**

Cette distance est donc la distance horizontale, sachant que le chemin réellement parcouru sur une pente sera forcément plus élevé.



## 9 L'ORIENTATION

**L'orientation est l'action qui consiste à déterminer la direction des points cardinaux à partir du lieu où l'on se trouve. C'est aussi déterminer une direction par rapport à ceux-ci, d'où ce petit rappel.**

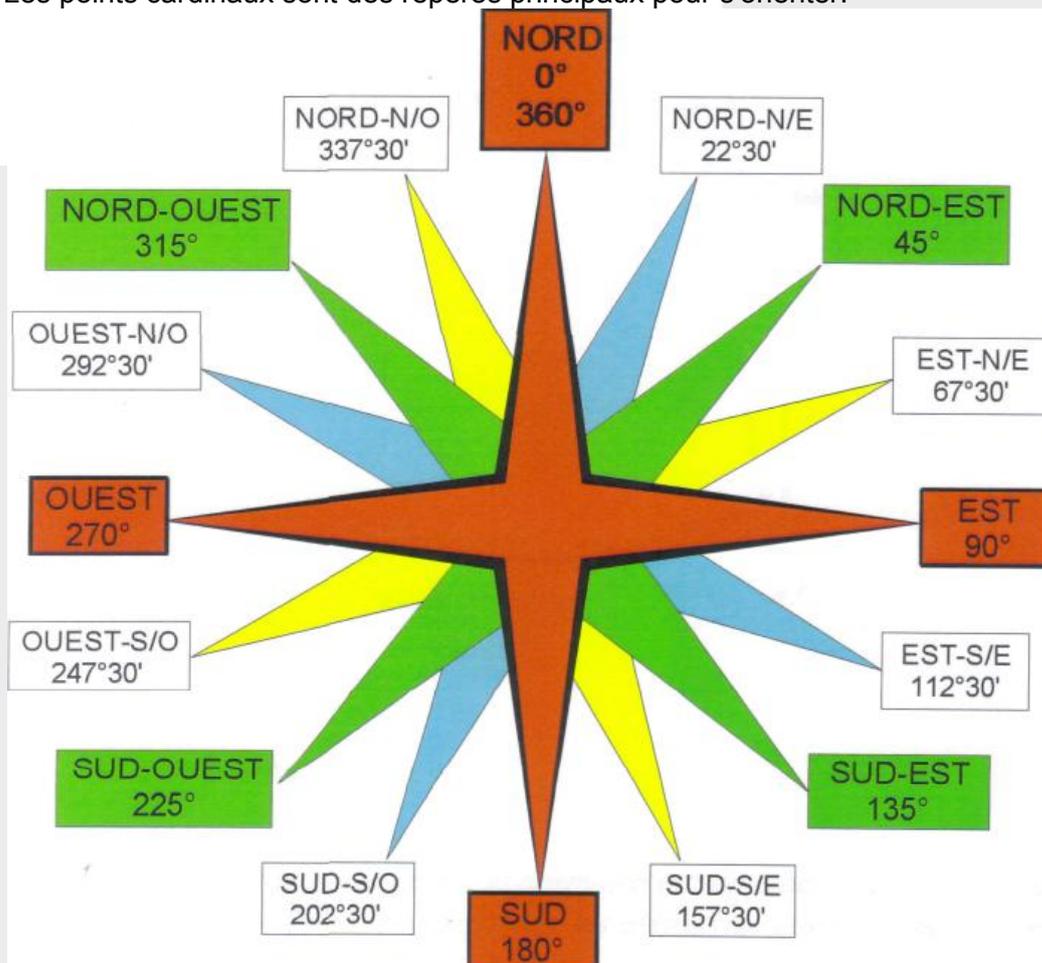
### 9.1 LA ROSE DES VENTS • POINTS CARDINAUX

La rose des vents donne les principales directions par rapport au Nord.

Nous avons 360° (ou 400 grades) sur sa circonférence.

La progression de 0 à 360° s'effectue toujours dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les points cardinaux sont des repères principaux pour s'orienter.



Le **Nord** ou septentrion : c'est la direction du pôle nord.

Le **Sud** ou midi : c'est la direction donnée par le soleil à midi, heure solaire.

**L'est**, levant ou orient : c'est la direction donnée par le lever du soleil aux équinoxes.

**L'Ouest**, couchant ou occident : c'est la direction donnée par le coucher du soleil aux équinoxes

## 9.2 LES DIFFÉRENTS MOYENS PERMETTANT DE S'ORIENTER

- Le soleil
- L'étoile polaire
- La carte
- La boussole
- La mousse sur les troncs d'arbre : Ce n'est pas un indicateur suffisamment fiable.

### 9.2.1 Le soleil

**Le soleil**, permet de se repérer **de façon approximative**,

En 24 heures la terre fait un tour sur elle-même soit  $360^\circ$ , ce qui donne en une heure  $15^\circ$ .

A 6 heures (heure solaire) le soleil se lève à l'Est, il est au Sud à midi solaire et à l'Ouest à 18 heures. Mais attention, nous parlons en heure solaire locale et non en heure légale. Ainsi en été et en France avec un décalage de 2 heures, le soleil montre approximativement le sud vers 13h 30 à Strasbourg et vers 14h20 à Brest.

L'erreur du procédé dépend de la latitude (inutilisable aux abords de l'Équateur, bien meilleure au cercle polaire), très importante de mars à septembre, un peu meilleure de septembre à mars, et peut atteindre parfois 10 à 30 degrés sous nos latitudes. La meilleure précision acceptable se situe entre 11 heures et 13 heures solaires.

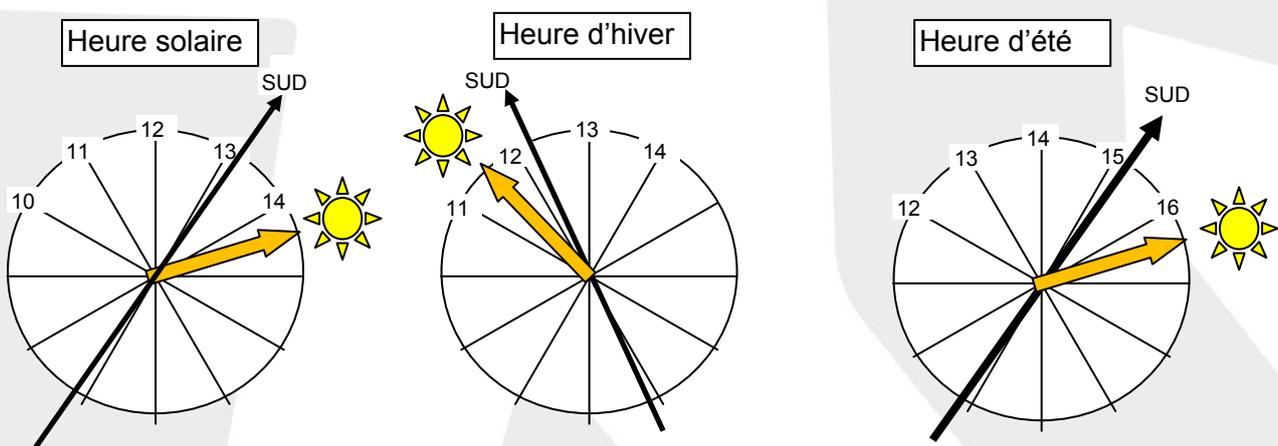
#### Orientation avec une montre et le soleil

Le soleil tourne deux fois moins vite que l'aiguille des heures (par exemple entre 6 et 18 h, le soleil parcourt  $180^\circ$  et l'aiguille des heures fait un tour complet). A la suite de cette observation, on peut s'orienter de la façon suivante :

Disposer sa montre de telle sorte que l'aiguille des heures soit dirigée vers le soleil :

Dans l'hémisphère nord, le sud sera repéré par la bissectrice de l'angle formé par l'aiguille des heures et par la direction de 12 h si la montre est en heure solaire, 13 h en hiver ou de 14 h en été.

Ce procédé suppose que le soleil soit visible et que la montre soit du type à aiguilles.

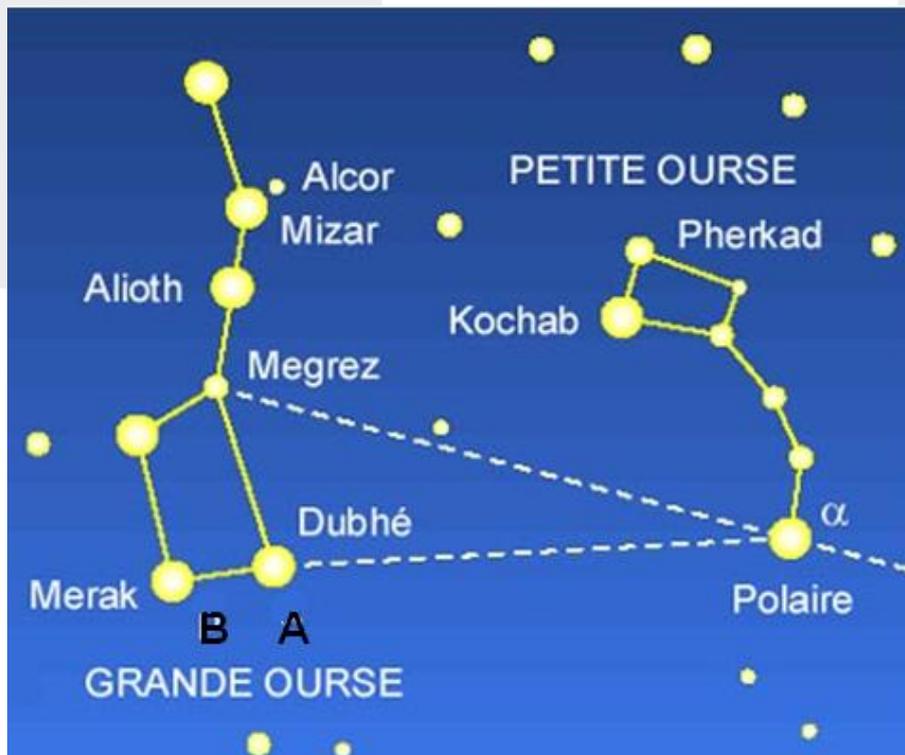


### 9.2.2 L'étoile Polaire

**Elle indique la direction du pôle Nord.**

Pour la situer, il faut reporter 5 fois la distance AB, dans la même direction en partant de la « Grande Ourse » dont la figure s'apparente à une casserole.

On atteint ainsi l'Etoile Polaire qui est située à l'extrémité de la « Petite Ourse ».



### 9.2.3 Orienter la carte

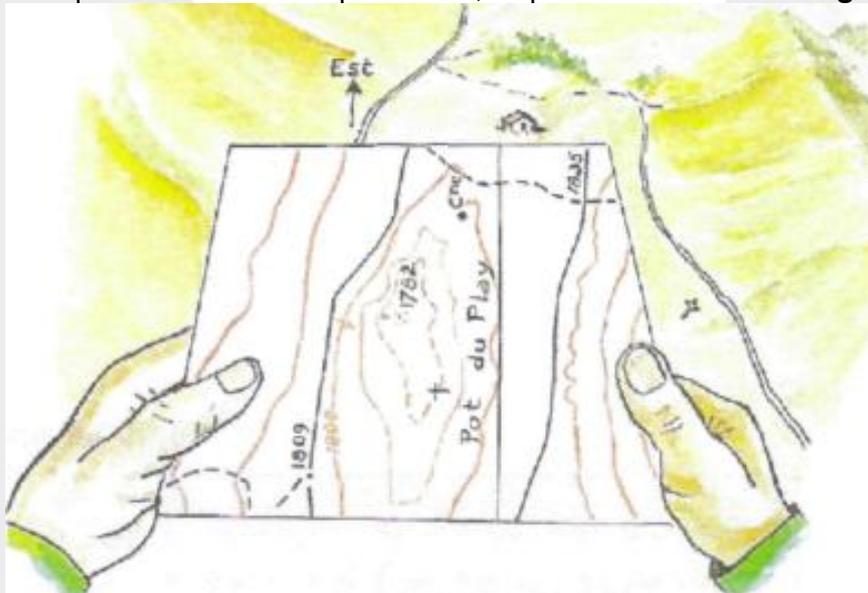
Orienter la carte est la première action à accomplir sur le terrain au départ de la randonnée. Pour ce faire, on va utiliser les éléments remarquables du terrain.

**Si on dispose d'un seul élément remarquable :**

**1/ on identifie une ligne de terrain** sur laquelle ou près de laquelle on se trouve (sentier, ruisseau, falaise, ligne haute tension, ligne de crête...)

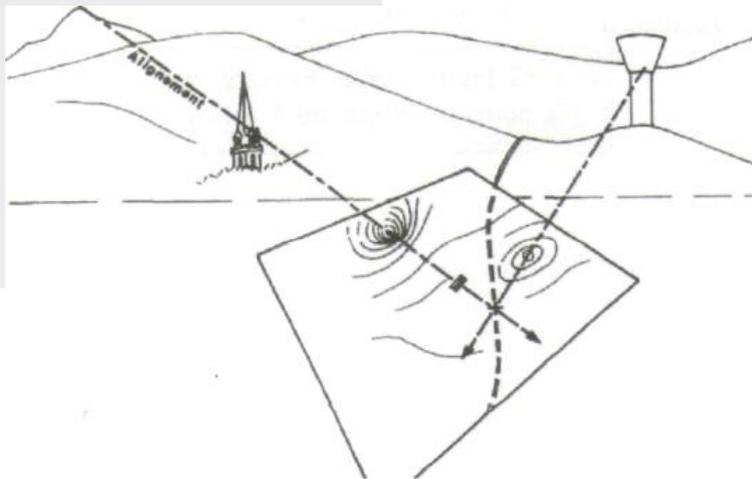
**2/ on tourne la carte** de manière à mettre le dessin de la ligne identifiée sur la carte dans la direction où elle se trouve sur le terrain.

Si on se déplace dans la bonne direction, sur le chemin, la carte tenue horizontalement devant soi, le chemin étant dans la même direction que le chemin représenté sur la carte, la carte est automatiquement orientée. A partir de là, on peut en déduire **le Nord géographique**



**Si on dispose de plusieurs éléments remarquables**, on pourra non seulement orienter la carte mais également se situer de façon plus précise.

Lorsqu'il est nécessaire de se **situer**, on peut du point de stationnement où l'on se trouve et si la visibilité le permet, opérer comme suit :



Pour se situer avec la carte :

On l'orienté comme vu ci-dessus ;

On repère 2 ou 3 détails caractéristiques du paysage (ici église, sommet, château d'eau) ;

On aligne les détails du terrain avec ceux correspondant sur la carte ;

Le recoupement qui en résulte indique approximativement le point où l'on se trouve.

L'orientation de la carte est à la base de l'orientation naturelle et visuelle, mais il importe de se souvenir que le paysage, la réalité du terrain évoluent et que la carte n'est actualisée que périodiquement. Il faut donc observer, anticiper, se situer en permanence en suivant sa progression sur la carte.

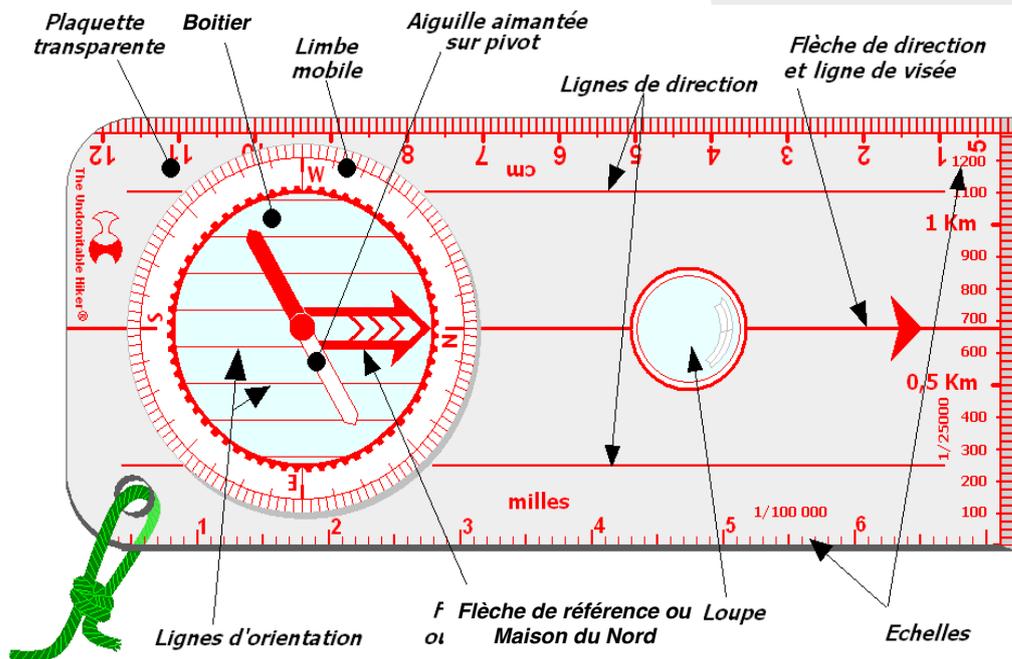
## 10 LA BOUSSE

La boussole est l'outil complémentaire et indispensable à la carte qui permet de s'orienter et d'orienter la carte en l'absence de tout repère visuel.

Elle peut permettre également de se situer et de suivre une direction relevée sur la carte.

La boussole reste l'instrument de sécurité indispensable pour ne pas se perdre en forêt, en montagne ou par temps de brouillard

## 10.1 LA BOUSSE EN DÉTAIL

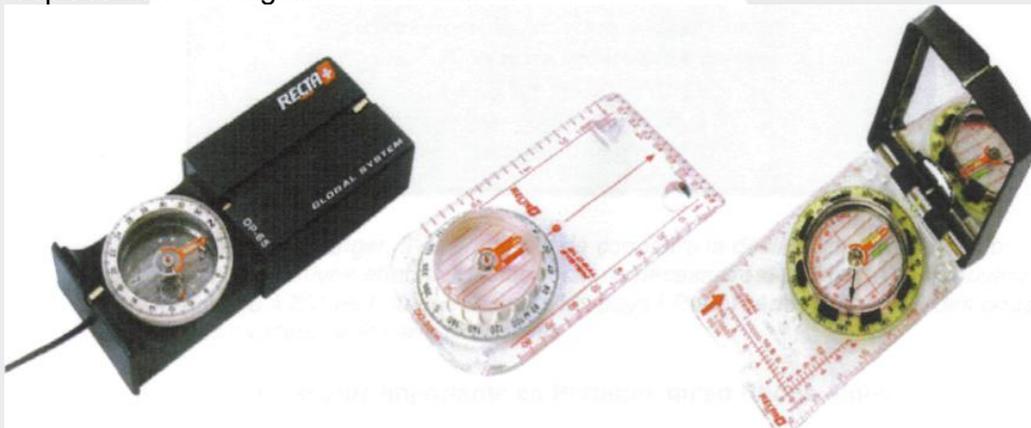


Elle se compose de :

**Une plaquette transparente** qui permet de lire la carte tout en faisant les relevés, et dont les bords sont gradués pour la mesure des distances sur la carte. Sur cette plaquette figure **la ligne de visée ou flèche de direction**.

Une capsule mobile circulaire, (ou boitier), graduée (360 degrés) ou (400 grades). Sur le fond de la capsule figurent des lignes parallèles ou lignes d'orientation ainsi qu'un symbole que l'on dénommera la « Maison du Nord, ou **flèche de référence** ».

Dans cette capsule transparente, une aiguille posée sur un axe s'oriente librement. **Sa partie aimantée (rouge)** indique la direction du **Nord Magnétique**. Elle baigne dans un liquide qui freine le déplacement de l'aiguille et la stabilise.



Boussole de visée à tiroir  
Relevés sur terrain

Boussole plaque travail  
sur carte et terrain

Boussole à plaque et visée  
par miroir : carte et terrain

Il existe plusieurs types de boussole, sur certains modèles on peut avoir un viseur, un miroir. Le modèle que nous utilisons, très simple, est le plus pratique pour le randonneur.

### 10.1.1 Précautions d'emploi

Il y'a quelques précautions d'emploi à prendre:

- Tenir la boussole bien à plat
- Loin de tout objet métallique (clé, couteau, voiture, bijoux, boucles de ceinture...)
- Loin des lignes électriques, conduites métalliques enterrées, et de tout objet pouvant modifier le champ magnétique

## 10.2 LE BOITIER



Le boîtier comporte une flèche de référence qui devra être orientée selon la référence d'azimut (NORD).

**Sur la carte, elle devra être parallèle aux méridiens.**

**Sur le terrain, elle devra être mise en coïncidence avec l'aiguille aimantée**

La périphérie du boîtier est généralement graduée de 2 en 2 degrés

## 10.3 L'AIGUILLE AIMANTÉE



Elle s'oriente dans le champ magnétique terrestre.

Son extrémité colorée (généralement en rouge ou en bleu) **indique la direction du NORD magnétique**

C'est elle qui donne la référence (NORD magnétique) quand on est sur le terrain

**Quand on travaille sur la carte, elle n'est d'aucune utilité. Il ne faut pas en tenir compte**

Elle peut être perturbée par la proximité d'un objet magnétique (métal ferreux, capot de véhicule, GPS, téléphone mobile)

Elle peut aussi se désaimanter. La mettre quelques instants dans le champ d'un aimant puissant pour la ré aimanter

## 10.4 LA DÉCLINAISON

### 10.4.1 Rappel Nord géographique – Nord magnétique-

**Nord géographique** : Par définition les méridiens convergent vers le Nord, on les trouve en bordure de carte, et sur les cartes I.G.N. au 1: 25 000 tous les 1/10ème de grade.

Le Nord de la carte est toujours situé en haut de la carte.

**Sur la carte la direction du Nord géographique est donnée par les méridiens, (traits verticaux noirs).**

Sur les cartes IGN Série Bleue et Top 25:

Les méridiens sont des verticales tracées en noir, et gradués en grades

Les bords droit et gauche de la carte sont des méridiens

Les plis sont sensiblement parallèles aux méridiens

Les verticales bleues servent au repérage GPS, et ne sont pas des méridiens

### Nord magnétique

C'est celui qui est indiqué par l'aiguille de la boussole.

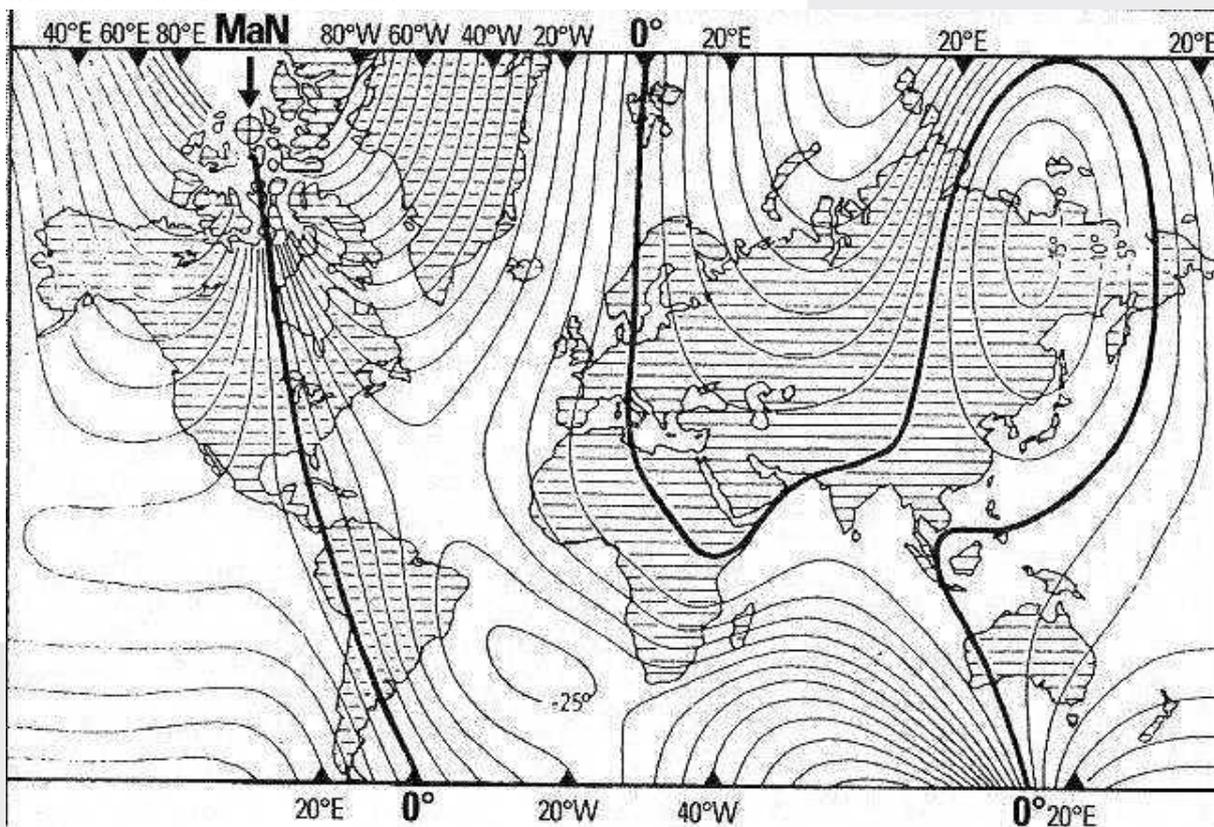
Pour déterminer si on peut se dispenser de correction, **il faut savoir qu'un écart de 1° sur l'azimut se traduit par un écart de 17 mètres à 1 km.**

#### 10.4.2 La déclinaison

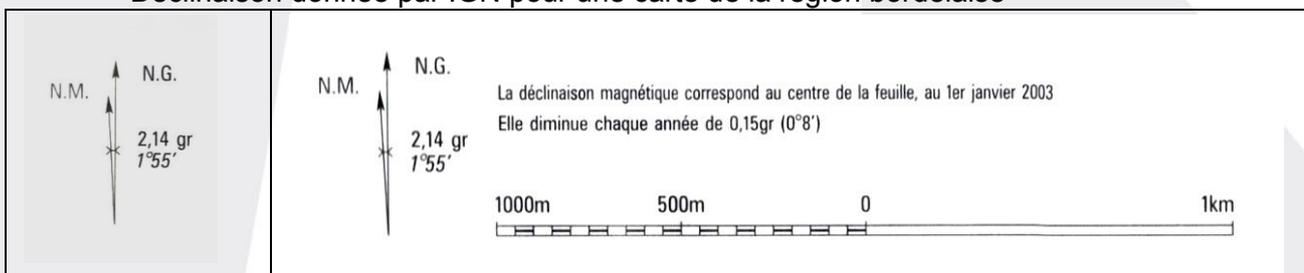
Sa valeur est donnée dans le cartouche des cartes

Sur la carte mondiale ci-dessous, on situe approximativement la position du pôle Nord Magnétique au nord du Canada, mais très loin du pôle nord géographique. La déclinaison en France se situait en 2008 entre 0 et 2° ouest. Le pôle magnétique se déplace en permanence, mais assez lentement.

Si l'on voyage à l'étranger, il est impératif de connaître la déclinaison du lieu où l'on randonne et de pouvoir effectuer les corrections nécessaires, la déclinaison pouvant atteindre jusqu'à 80° (est ou ouest) selon les pays! Pour l'hémisphère sud, des boussoles spécifiques existent. Voir carte ci dessous.



Déclinaison donnée par IGN pour une carte de la région bordelaise



#### Sur la carte:

On mesure des azimuts géographiques.

La direction de référence est donnée par les méridiens.

Elle est parallèle aux bords droit et gauche de la carte.

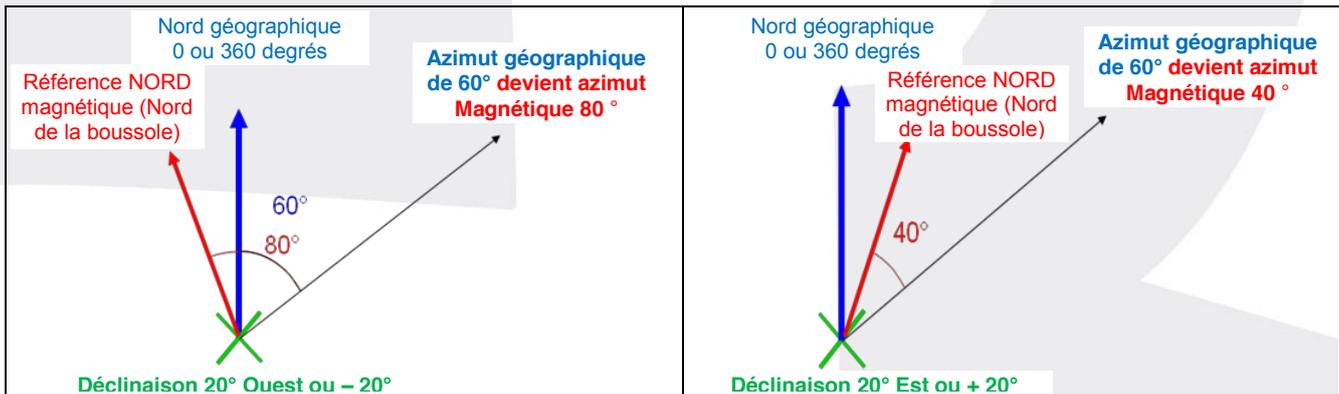
#### Sur le terrain:

On mesure des azimuts magnétiques.

La direction de référence est le NORD magnétique.

Elle est donnée par l'aiguille de la boussole.

Deux situations peuvent se produire, selon que la déclinaison est OUEST ou EST  
(Sujet traité à partir de SA1)



Pour passer de la carte au terrain (de l'Azimut Géographique à l'Azimut Magnétique):

Si la déclinaison, non négligeable, est **OUEST**, on l'**ajoute**. (Se remémorer schémas précédents).

Si elle est **EST**, on la **retranche**.

Pour passer du terrain à la carte:

On fait le contraire de ce qui précède.

### 10.5 CALAGE DE LA BOUSSOLE

Sur le terrain, caler la boussole consiste à s'assurer que la plaquette de direction est **bien orientée dans la direction du regard**.

La qualité du calage détermine la précision des visées.

Comme pour le tir à la carabine, plus vous vous entraînez, et plus vous serez performant.

Ce calage sera plus ou moins précis selon que vous utiliserez une boussole simple ou une boussole à miroir

Pour faire les visées, on regardera droit devant soi.

Tenir la boussole horizontalement, à la hauteur de la ceinture, et à deux mains.

La boussole est ainsi orientée naturellement dans l'axe du corps.

Un simple mouvement de la tête de bas en haut, permet au regard de faire des aller - retours entre l'objet visé et la boussole

**Les personnes ayant des difficultés de latéralisation, ou désirant faire des visées précises, utiliseront une boussole à miroir. Pour s'aligner sur l'axe de visée, ce n'est ni la tête, ni la boussole qui tourne, mais tout l'ensemble corps - tête - boussole qui fait bloc en pivotant sur les pieds.**



### 10.6 DÉTERMINER LE NORD

Tourner le boîtier gradué de manière que la lettre N de celle-ci soit en face de la ligne de visée.

Caler la boussole comme indiqué précédemment.

Pivoter sur soi jusqu'à ce que l'aiguille aimantée se trouve sous le N (observer qu'elle est dans sa « Maison »). La ligne de visée indique la direction du Nord Magnétique

## 10.7 ORIENTER LA CARTE AVEC LA BOUSSOLE

1. Tourner la capsule graduée de manière que la lettre N de celle-ci soit en face de la ligne de visée.

2 Placer la boussole sur la carte, le bord de la plaquette le long d'un méridien, la flèche de la ligne de visée dans le sens du Nord géographique de la carte.

3 Tourner l'ensemble jusqu'à ce que l'aiguille aimantée se trouve sous le N. (dans sa maison).

4 La carte est alors orientée au Nord magnétique.



## 11 LE GPS

### 11.1 PRÉSENTATION

Le système de localisation par satellite (*Global Positioning System*), développé par le département de défense de l'armée Américaine, permet à l'utilisateur équipé d'un récepteur, de situer sa position, en tout lieu et à tout moment, s'il reçoit les signaux émis par les satellites. Aucun endroit du globe ne possédant des coordonnées identiques à un autre, le récepteur GPS indique à son utilisateur l'endroit exact du globe où il se trouve. Ces coordonnées peuvent facilement être reportées sur la carte pour se situer.

### 11.2 LES RÉCEPTEURS

Pour répondre à une vaste gamme d'utilisation, plusieurs types de récepteurs ont été développés. Les plus couramment utilisés et disponibles dans le commerce sont la réception mono fréquence à canaux parallèles permettant l'acquisition simultanée de tous les satellites en vue.

Les performances normales du système dépendent de l'état de la constellation, de la configuration géométrique des satellites reçus et des performances intrinsèques du récepteur.

### 11.3 LE CALCUL DU POINT

Le récepteur élabore des mesures de distances récepteur-satellites à l'aide des informations émises par chaque satellite. La détermination du point GPS nécessite au moins la mesure des distances sur 4 satellites pour calculer les trois inconnues de position (latitude, longitude, altitude) et caler l'horloge du récepteur sur le temps universel.

### 11.4 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES GPS:

Pour faire son travail, un récepteur GPS doit connaître deux éléments essentiels: **la position des satellites et la distance à laquelle ils se trouvent.**

Un GPS doit donc savoir en permanence où se trouvent les satellites et à quelle distance ils se trouvent du récepteur GPS.

Les récepteurs GPS tirent deux types d'informations codées émises par les satellites en constellation. Il s'agit des informations appelées « **données d'almanach** » et des informations appelées « **données d'éphémérides** ».

A – La position des satellites :

Concernant la position des satellites, les données sont transmises en permanence puis enregistrées dans la mémoire du récepteur GPS afin qu'il connaisse les orbites des satellites et l'endroit où chaque satellite est censé se trouver.

Ces données d'**almanach** sont actualisées périodiquement avec de nouvelles informations et au fur et à mesure que les satellites se déplacent dans l'espace. Cependant, un satellite peut s'écarter ou dévier légèrement de sa trajectoire (rappel : il est en orbite à une vitesse de plus de 11.000 km/h et à plus de 19.000 kilomètres au dessus de la surface de la terre).

Les stations de surveillance au sol vont donc garder la trace des orbites des satellites, de leur altitude, leur position précise, et de leur vitesse. Ces stations envoient à la station principale de contrôle (voir article sur le segment de contrôle) des données. Cette station principale de contrôle va envoyer à son tour des données corrigées aux satellites.

Ce sont ces données de position exactes (après corrections) qui sont appelées **éphémérides**. Ces données corrigées sont valides pendant six heures et sont transmises aux

récepteurs GPS dans les informations codées reçues.

Lorsque le récepteur GPS reçoit à la fois les données d'almanach et d'éphémérides, il connaît la position exacte des satellites.

B - La distance et le temps : Afin de pouvoir calculer ou déterminer sa position sur terre, un récepteur GPS doit connaître aussi la distance à laquelle les satellites se trouvent. Pour cela, le GPS va calculer la distance à laquelle il se trouve à partir d'une formule mathématique : La distance séparant le récepteur GPS du satellite est égale à la vitesse du signal émis, multiplié par le temps que le signal met à nous parvenir.

Il ne restera au GPS qu'à déterminer la partie temps de la formule ci-dessus. Pour cela, il se servira des signaux codés reçus par les satellites et apportera les corrections nécessaires. Pour faire simple, on dira que pour déterminer la position, le GPS devra suivre et recalculer la position de quatre satellites au minimum. Chaque mesure de distance sera corrigée pour prendre en compte l'erreur de l'horloge interne du récepteur GPS, car un GPS ne conserve pas l'heure aussi précisément que les horloges des satellites.

Ainsi le récepteur donne la position dans les coordonnées qui ont été choisies (géographiques, UTM ou autres...), dans le système géodésique choisi (WGS84, ED50 ou autres...), dans les unités choisies (mètres, pieds, ou autres)

C'est un outil remarquable pour se positionner dans la nature, à condition d'en posséder une totale maîtrise de son fonctionnement, et de ses limites.

#### 11.5 LES PRÉCAUTIONS ÉLÉMENTAIRES :

- **Se munir d'une réserve de piles suffisante**
- **Savoir déterminer si le GPS reçoit des satellites en quantité suffisante**
- **Savoir vérifier la précision affichée par le GPS**
- **Savoir paramétrer son GPS dans un système cohérent avec la carte (WGS84 ou ED50 ou autre)**
- **Savoir reporter sur la carte les coordonnées UTM fournies par le GPS**

**La meilleure sécurité est de suivre une formation sérieuse permettant d'acquérir les bases de fonctionnement et d'utilisation du GPS.**

**FFRandonnée propose des stages en deux jours.**

## 12 LES OUTILS DE BASE POUR S'ORIENTER

La navigation, c'est l'ensemble des techniques qui permettent de :

- connaître la position (ses coordonnées) d'un mobile par rapport à un système de référence, ou par rapport à un point fixe déterminé ;
- calculer ou mesurer la route à suivre pour rejoindre un autre point de coordonnées.

**L'angle formé entre la direction de marche et le Nord s'appelle l'azimut**

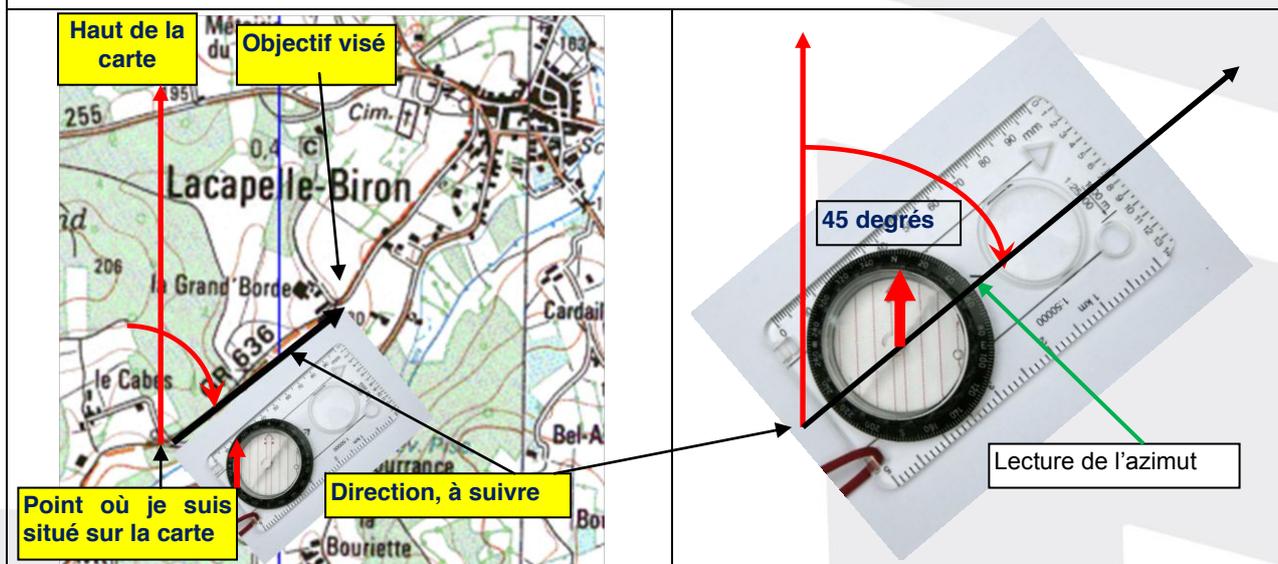
On peut parler de l'azimut magnétique si la référence est le Nord magnétique ou d'azimut géographique, si la référence est le Nord géographique

### 12.1 DÉTERMINER UN AZIMUT SUR LA CARTE

Le haut de la carte qui indique le nord géographique sert de référence pour aligner le nord du boîtier, les lignes d'orientation étant parallèles aux méridiens ou aux plis de la carte, ou aux bords verticaux de la carte. **L'aiguille aimantée est inutile, la boussole sert de simple rapporteur.**

Pour mesurer l'azimut géographique de la direction AB :

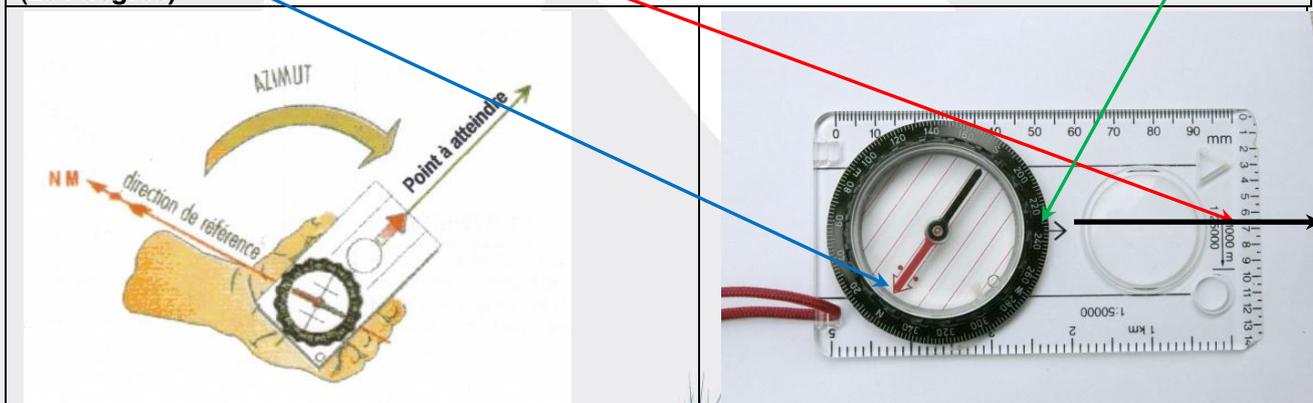
- 1: Mettre un côté de la plaquette en coïncidence avec la direction, en veillant à ce que la flèche de direction indique bien le sens de A vers B
- 2: Pivoter le boîtier pour orienter la flèche de référence vers le NORD de la carte
- 3 : Lire l'azimut en regard de la flèche de direction



### 12.2 DÉTERMINER UN AZIMUT SUR LE TERRAIN

L'aiguille aimantée de la boussole qui indique le Nord Magnétique doit se trouver **dans la maison du NORD**, face au N du boîtier gradué, et sert de référence pour le calcul de l'azimut.

- 1 Pivoter sur soi-même de façon à pointer la flèche de direction au centre de la boussole dans **la direction choisie**
- 2 Faire pivoter le boîtier seul pour amener la flèche de référence sous l'extrémité **colorée de l'aiguille** (La flèche de direction doit toujours pointer dans la direction choisie)
- 3 L'azimut magnétique se lit sur le boîtier circulaire gradué, en regard de la **flèche de direction (234 degrés)**



### 12.3 MESURER UN AZIMUT SUR LA CARTE/LE REPORTER SUR LE TERRAIN/SUIVRE UN AZIMUT

Rappel : **sur la carte** on utilise le boîtier de la boussole comme un rapporteur, **on n'utilise pas l'aiguille aimantée.**

Faire coïncider un bord de la plaquette de la boussole avec la direction à suivre, (pour plus de facilité la tracer sur la carte)

La ligne de visée doit être dirigée vers le point de destination

Tourner le boîtier jusqu'à ce que les lignes d'orientation soient parallèles à un méridien.

Le « Nord » du boîtier, dirigé vers le Nord de la carte.

La valeur indiquée en regard de la ligne de visée est l'azimut. Cette valeur s'exprime en degrés (grades sur certaines boussoles).

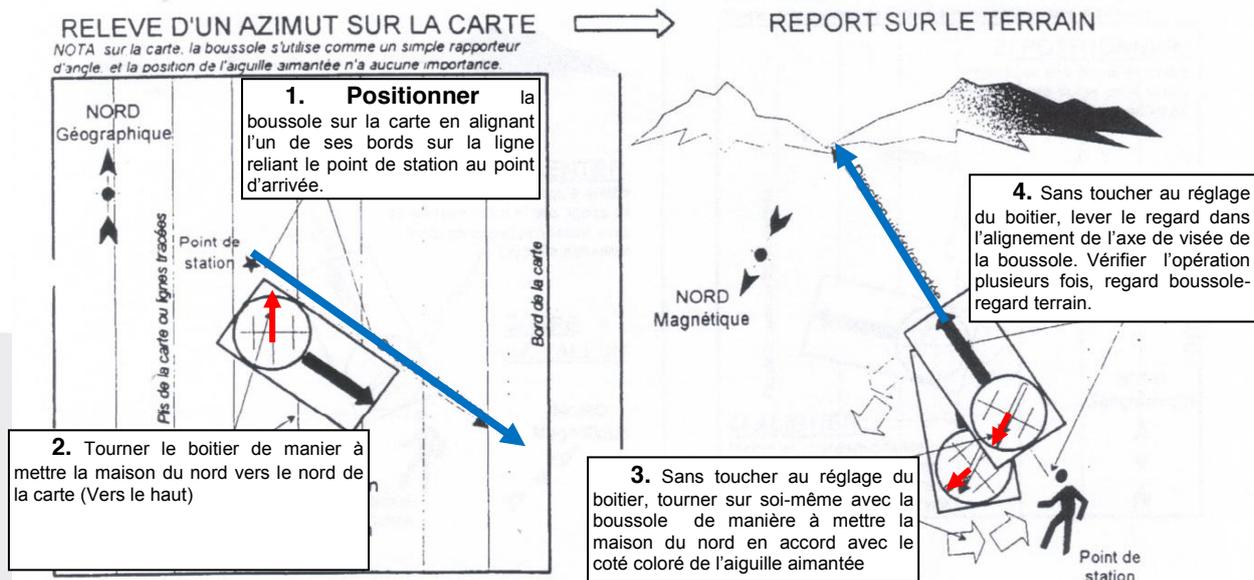
Se déplacer sur le terrain pour suivre l'azimut relevé sur la carte (ou un angle donné)

La boussole est réglée sur l'azimut déterminé (valeur de l'angle affichée en face de la ligne de visée)

Placer la boussole à plat dans les mains, ligne de visée devant soi, pivoter sur place jusqu'à ce que l'aiguille aimantée soit en regard du N du boîtier.

La ligne de visée indique la direction à suivre.

Nb : En visant dans la direction indiquée par la ligne de visée, on repère un point éloigné caractéristique, on le rejoint et on recommence une nouvelle visée. (Repérer préalablement la distance à laquelle se trouve le point à atteindre).



**Attention : Bien s'assurer lors des mesures carte, que l'axe de visée boussole est bien orienté vers l'objectif, sinon on fait une erreur grossière de 180 degrés**

### 12.4 RELEVÉ UN AZIMUT SUR LE TERRAIN/LE REPORTER SUR LA CARTE

Diriger la ligne de visée de la boussole dans la direction à relever. Tenir la boussole devant soi horizontalement, pour que l'aiguille aimantée s'oriente librement vers le Nord magnétique.

Tourner le boîtier jusqu'à mettre sa marque N face à la pointe de l'aiguille aimantée. Celle-ci est dans sa « Maison »

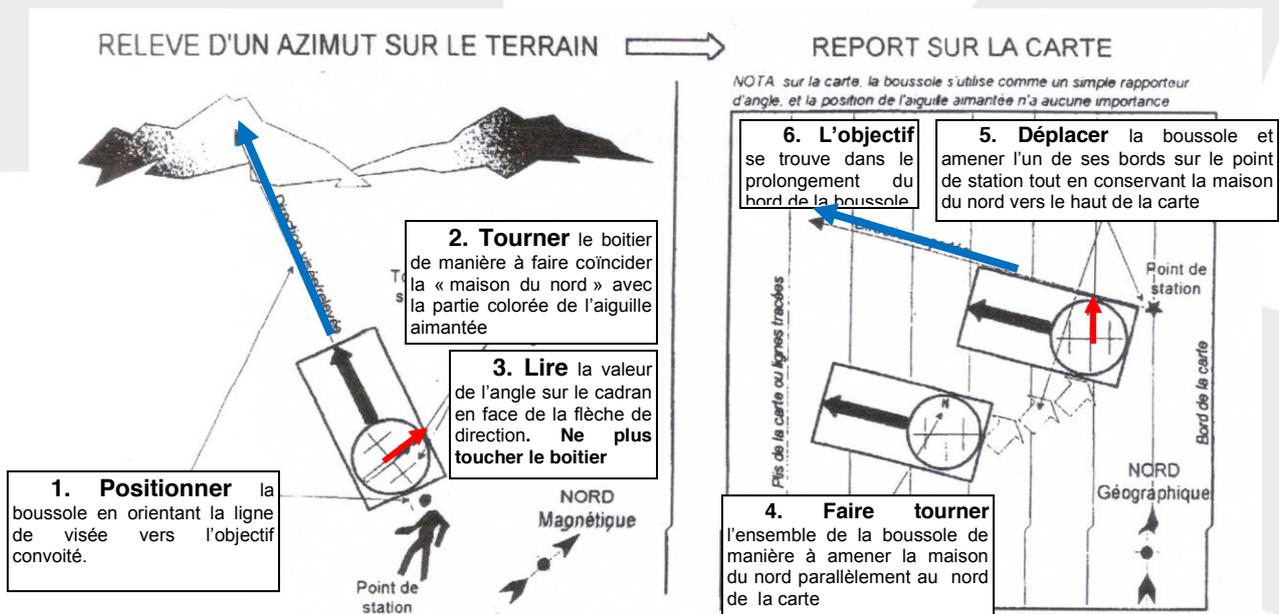
Lire la valeur de l'angle ou azimut sur la graduation figurant face à la ligne de visée.

A ce stade ne plus toucher au boîtier, se reporter sur la carte :

Poser la boussole sur la carte, un des bords de la plaquette de la boussole sur le point de stationnement, le N étant en direction du nord de la carte, les lignes de fond du boîtier parallèles à

un méridien. Pour cette opération, on oublie l'aiguille aimantée.

Le prolongement du bord de la plaquette nous indique la direction visée lors du relevé



**Attention : Bien s'assurer lors des mesures carte, que l'axe de visée boussole est bien orienté vers l'objectif, sinon on fait une erreur grossière de 180 degrés**

## 12.5 L'AZIMUT INVERSE

C'est une méthode simple et commode pour vérifier le bon cheminement. Il suffit de viser un repère lointain B que l'on doit atteindre soit en ligne droite, soit par un chemin en zig zag. De la position que l'on quitte, il faut identifier un repère A bien visible proche du point de départ :

Un repère sera un grand arbre caractéristique, un pylône ; un clocher, une maison isolée, etc.

Si l'on doit marcher de A vers B avec un azimuth de 128° par exemple, lorsque le repère B sera supposé atteint, il suffit de se retourner, d'identifier le repère de départ A et d'en faire le relèvement.

Ce relèvement doit être =  $128 + 180 = 308^\circ$

Si ce n'est pas le cas, c'est que l'on s'est trompé d'arbre au repère B...

**C'est un outil de base d'une importance capitale à maîtriser dès le module de base.**

## 13 LES TECHNIQUES DE NAVIGATION PAR LECTURE DE TERRAIN

La première méthode de navigation, qui est d'ailleurs la plus élégante consiste à faire une lecture fine du terrain et faire la corrélation carte terrain.

**D'une manière générale, un animateur doit avoir à l'esprit qu'à tout moment il doit être en mesure de se situer.**

Cette lecture fine doit pour être efficace être attentive, permanente et continue. Il suffit de rater un événement pour perdre le fil et faire naître le doute.

**Une autre condition pour être efficace, consiste à anticiper.** C'est à dire qu'à la lecture de la carte (à condition d'être parfaitement situé), on identifie les éléments significatifs que l'on va rencontrer sur le terrain. L'observation du terrain vient alors nourrir la corrélation carte terrain. C'est donc un aller retour permanent carte-terrain puis terrain-carte.

### 13.1 LE RELIEF.

- Le cheminement monte ou descend ?
- On est dans un thalweg ou une ligne de crête ?
- On est sur une bosse ou un creux ?
- Suis-je à la bonne altitude ?
- On vient d'enchaîner une montée suivie d'une descente ou l'inverse ?
- Etc

### 13.2 LE CHEMINEMENT

- J'ai tourné à gauche ou à droite ?
- J'ai tourné d'abord à gauche puis à droite, ou l'inverse ?
- J'ai coupé un ou plusieurs sentiers ?
- Le sentier est en pointillé, double trait ou autre ?
- La distance est-elle cohérente avec la durée de marche ?
- Etc.

### 13.3 L'OBSERVATION DES ÉLÉMENTS DU PAYSAGE

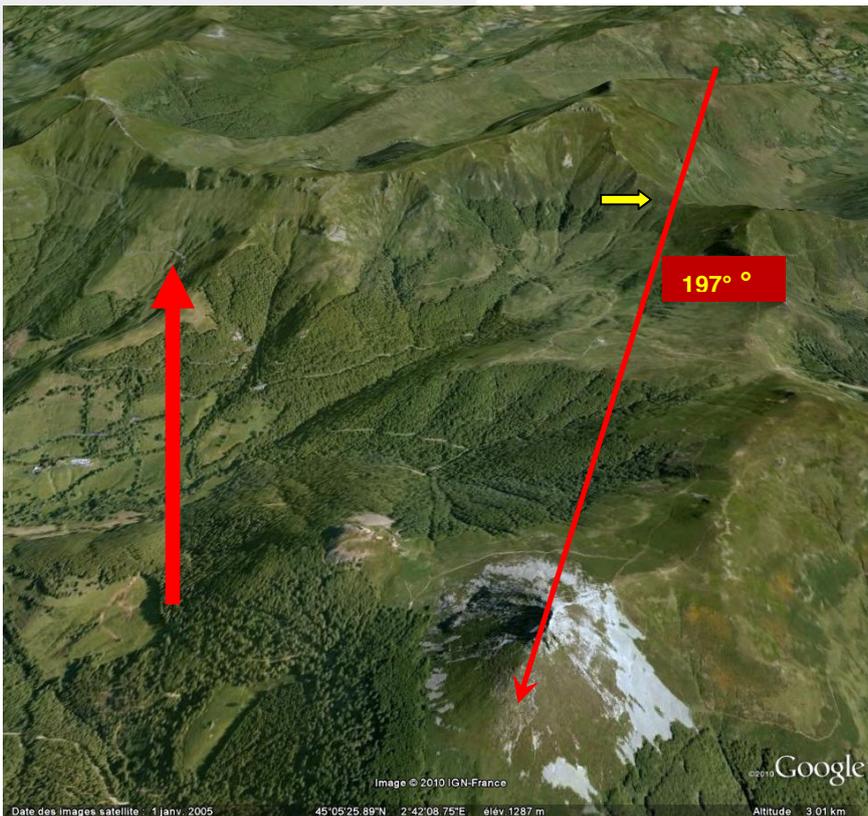
- Les maisons, maisons en ruine, bâtiments divers
- Les croix, chapelles, et autre édifices religieux
- Les transformateurs, les lignes électriques
- Les ponts, gués, rivières routes
- Forêt ou culture ?
- Etc.

Si cette corrélation n'est pas avérée, on peut y trouver plusieurs causes :

- Soit il y a une erreur humaine du randonneur (la plus fréquente)  
Erreur d'itinéraire, ou mauvaise lecture de carte
- Soit la carte ne reproduit pas fidèlement le terrain
- Soit le terrain a été modifié, la carte non

Dans tous les cas, il suffit de prolonger un peu le cheminement, et si l'absence de corrélation persiste, il faut utiliser d'autres outils pour se resituer.

## 14 RELÈVEMENT SIMPLE SUR UNE LIGNE IDENTIFIÉE

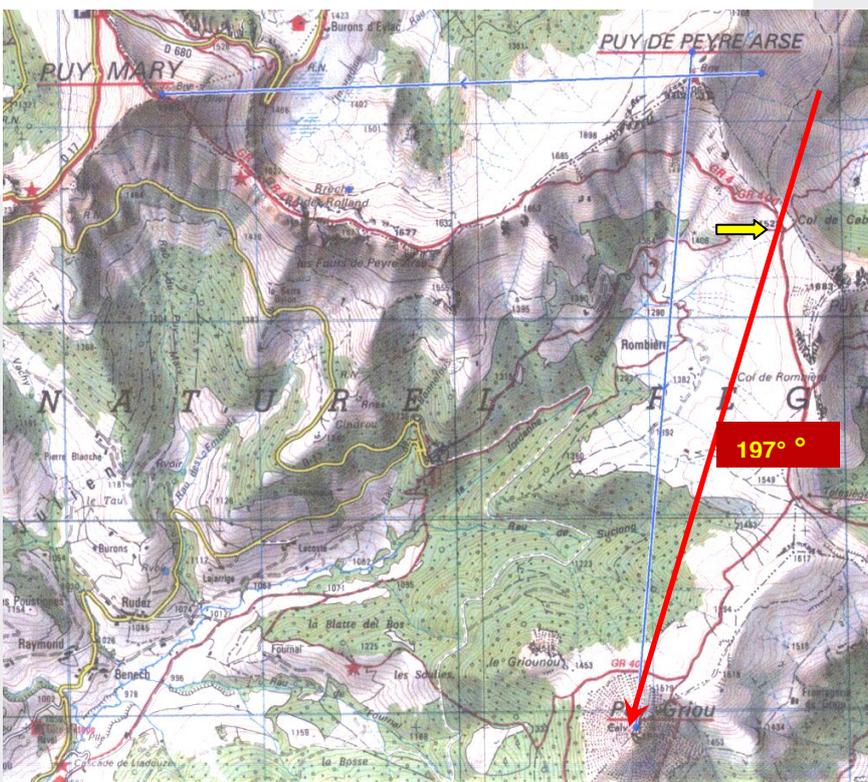


Situation : je ne sais pas où je me trouve, mais je sais que je chemine sur le GR 4, que je suis parti du Puy Griou vers le Puy Mary. Heureusement, je suis capable d'identifier le Puy Griou à ma gauche vers le sud.

De ma position, je relève l'azimut du Puy Griou, que je reconnais et je mesure 197°

Je trace une ligne passant par le PUY Griou, orientée à 197 degrés

Le point de rencontre de la direction 197° avec le tracé rouge du GR4 indique ma position : Je suis au col de Cabres.



Il faut d'abord être certain de se trouver sur une ligne du terrain identifiable sur la carte et sur le terrain. Une ligne identifiable peut être : un sentier, une route, une bordure de forêt, une rivière, etc.

Il faut ensuite identifier un point du paysage que l'on connaît parfaitement et que l'on repère aussi sur la carte : Clocher connu, château connu, tour connue, croisement de route connu, pylône, château d'eau connu, sommet connu.

Principe: relèvement de l'azimut d'un point caractéristique du terrain et report sur la carte pour se situer à l'intersection entre l'azimut reporté et la ligne du terrain sur laquelle on se trouve.

Matériel : la carte et la boussole, et un crayon, la boussole servant de règle..