

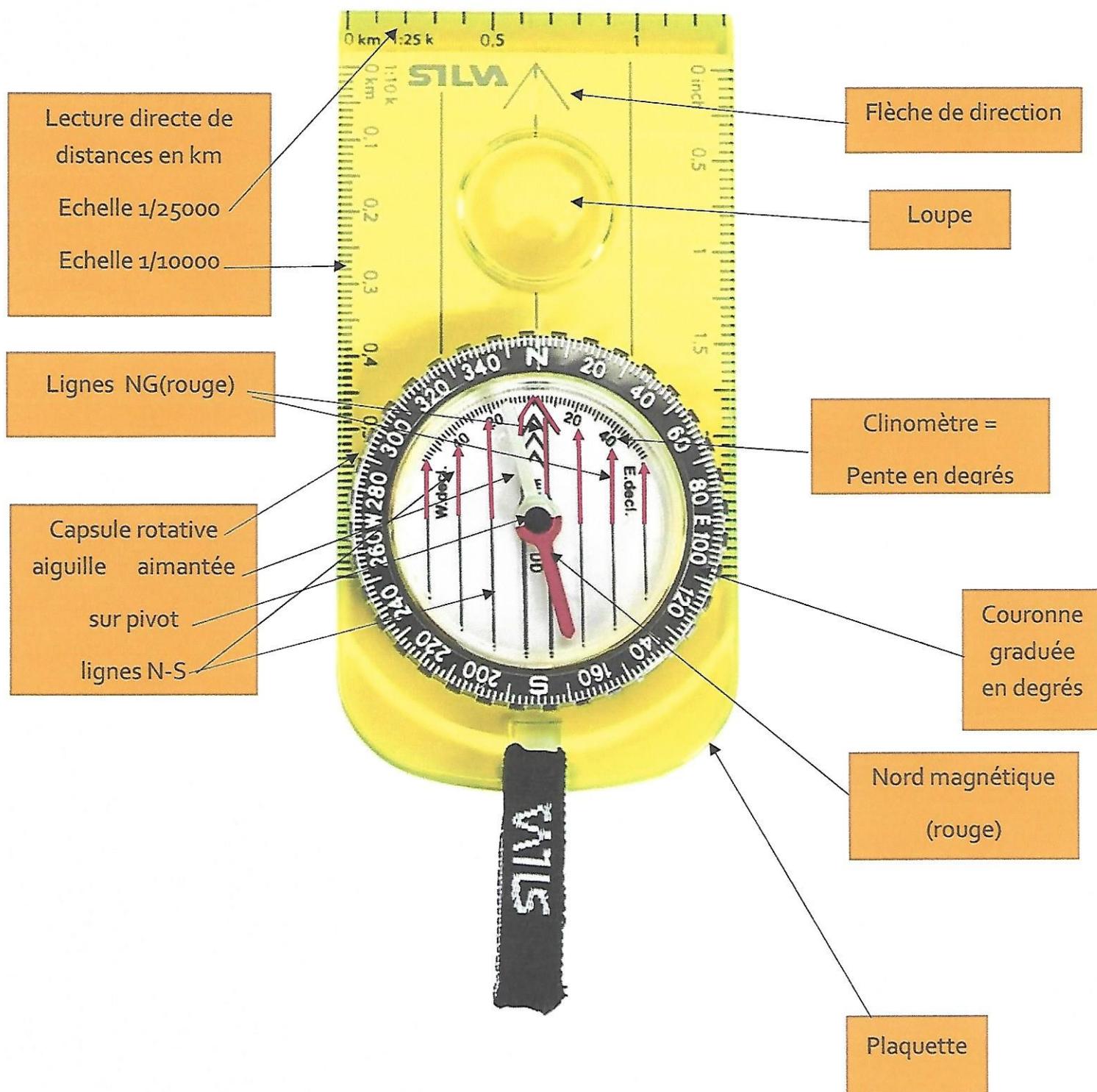
Cartographie

préparation à la randonnée Orientation



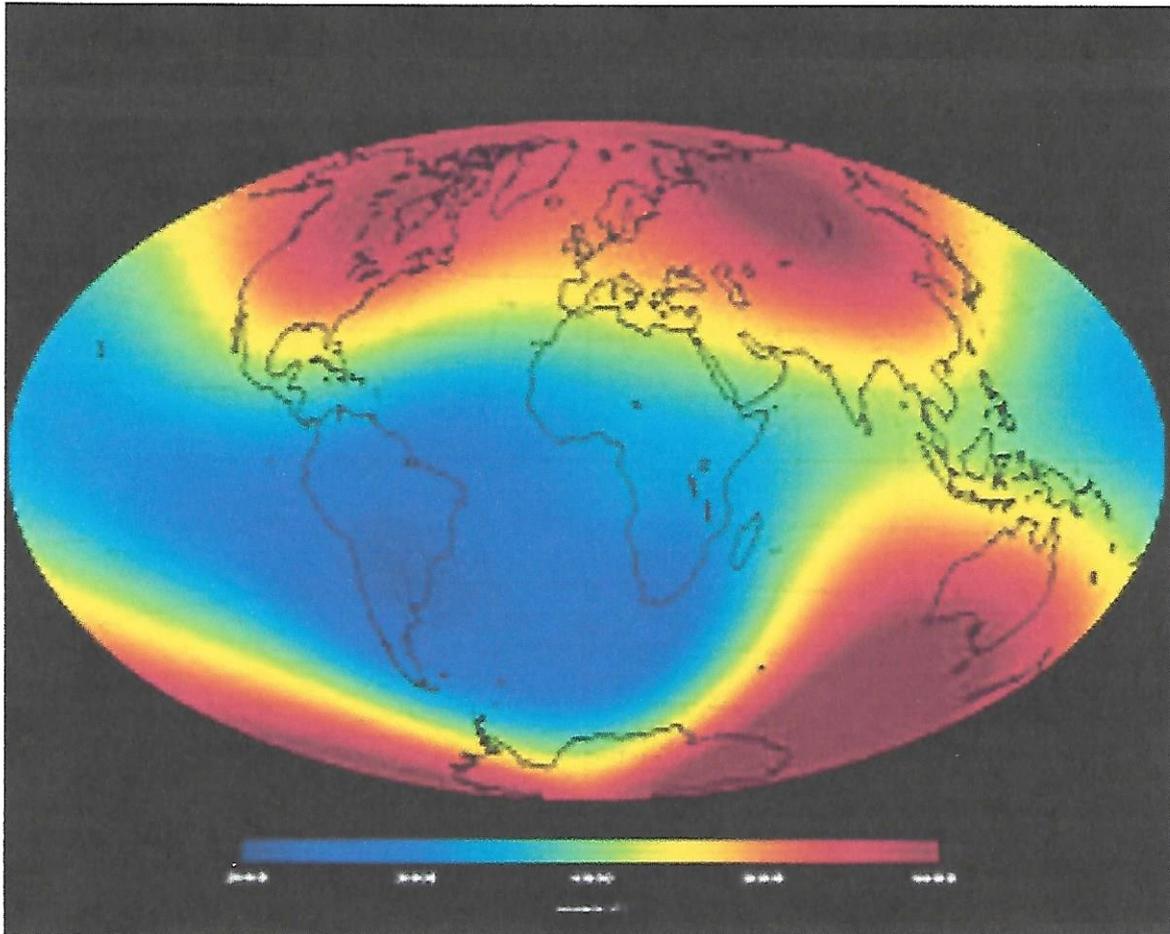
2^{ème} PARTIE : ORIENTATION

BOUSSOLE PLAQUETTE



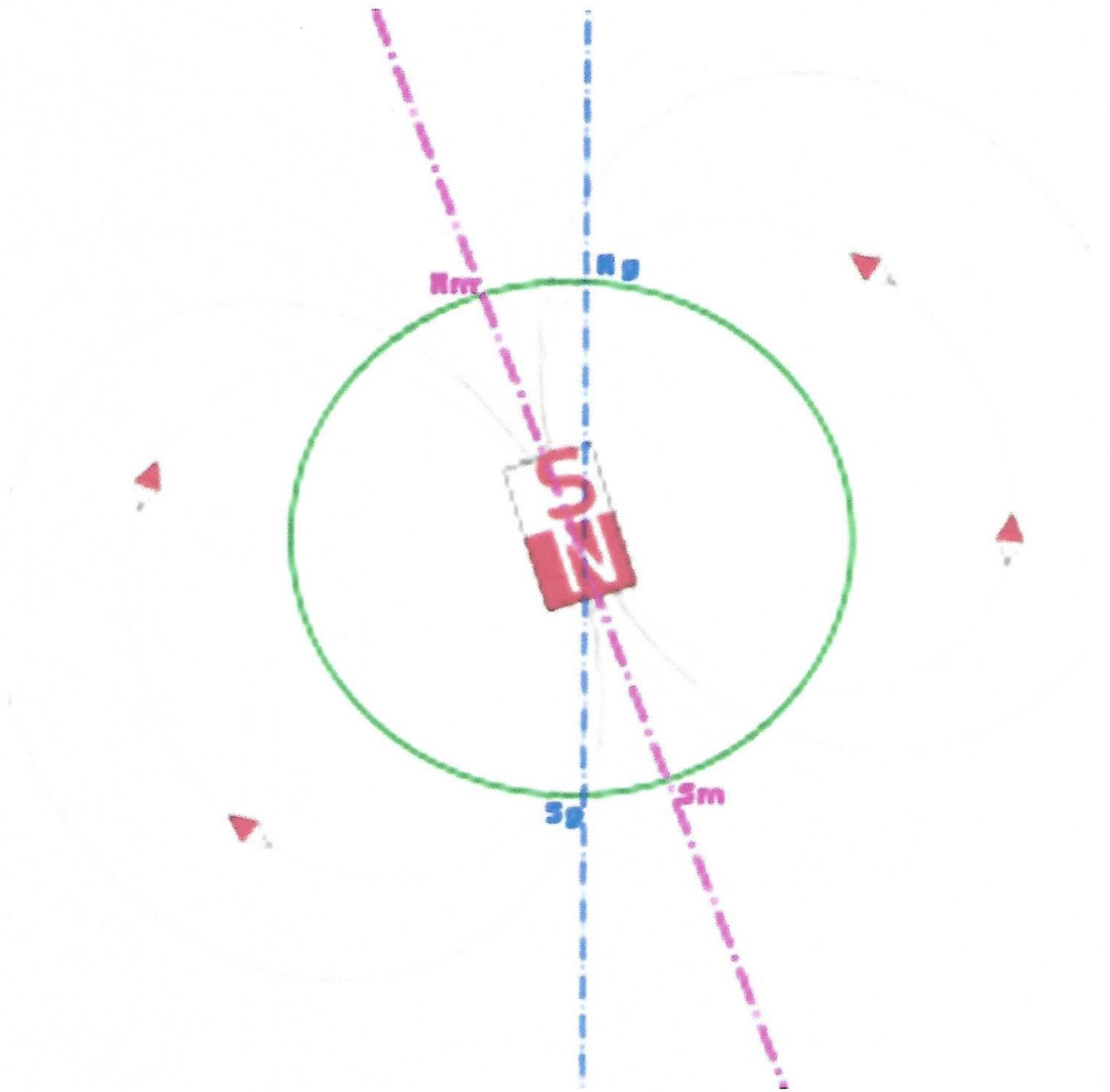
LE MAGNETISME

1/Le champ magnétique(notion)



Champ magnétique terrestre mesuré par la sonde Swarm (2014)

Le champ magnétique terrestre peut être comparé à celui d'un aimant droit « dipolaire » (N&S) ou d'une bobine parcourue par un courant électrique. Le point central de cet aimant ne correspond pas exactement au centre de la Terre : il s'en situe à quelques centaines de kilomètres.



Le champ magnétique terrestre

Le pôle N magnétique terrestre est en fait un pôle de magnétisme Sud, l'aiguille aimantée (rouge) d'une boussole pointant vers ce pôle magnétique. Pôle magnétique N et pôle géographique (= axe de rotation de la Terre) ne coïncident pas : actuellement ils sont distants d'un peu plus de 500 km.

Cette distance fluctue dans le temps

2/ La déclinaison magnétique :

C'est l'angle formé par la direction du Nord Magnétique(NM) indiqué par l'aiguille de la boussole et le Nord Géographique(NG) par où passe l'axe de rotation de la Terre et où se coupent les Méridiens.

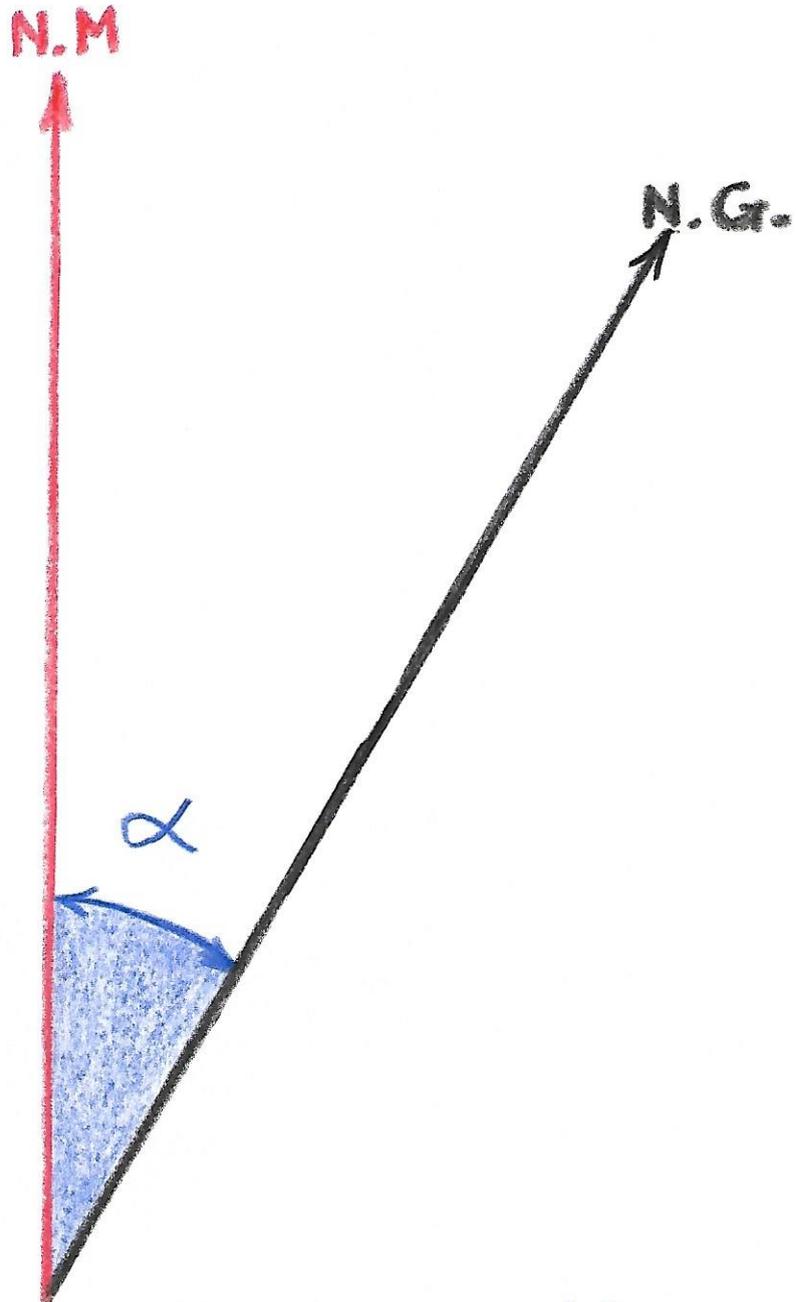
Nord Magnétique(NM) et Nord Géographique(NG) ne coïncident pas comme le montre la figure du champ magnétique terrestre, ci-dessus. L'écart « entre » c'est δ N est un angle dont la valeur varie en fonction du lieu.

Ainsi, en France, la déclinaison magnétique est très faible. Cela signifie qu'on peut « négliger » sa valeur lors des relevés. Il n'en va pas ainsi sur toute la surface de notre planète. Au Canada par exemple, sa valeur est de l'ordre de 20° .

Il existe une carte du globe qui précise les lieux de même écart angulaire : ces lieux se situent sur une même courbe : ce sont les courbes isogonales.

La déclinaison magnétique est notée sur chaque carte topographique. Sa variation annuelle y est également précisée.

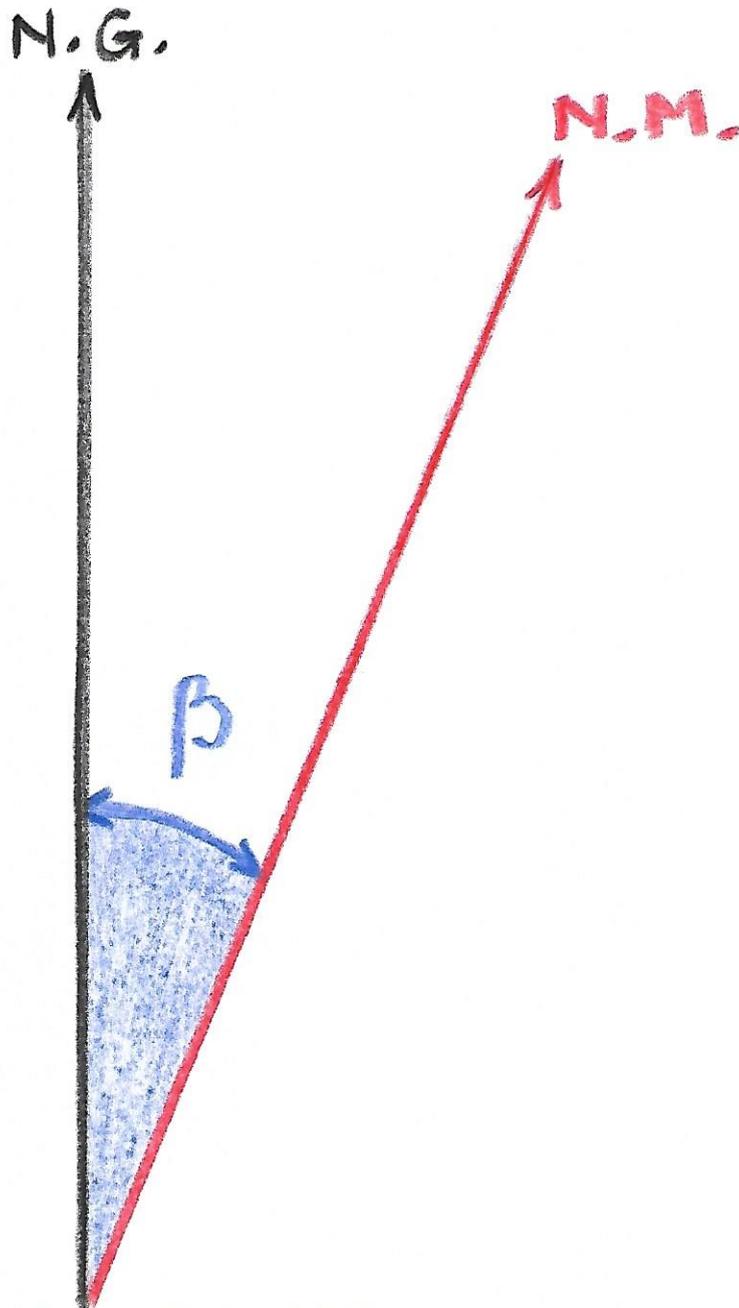
Exemples :
= Déclinaison magnétique Ouest



α = valeur angulaire de la déclinaison magnétique

N.M. = Nord Magnétique N.G. = Nord Géographique

= Déclinaison magnétique Est



β = valeur angulaire de la déclinaison magnétique

N.G. = Nord Géographique N.M. = Nord Magnétique

Usage de la boussole

« L'invention » de la boussole remonte aux 11- 12^{èmes}, en Chine. Elle a été semble- t'il introduite en Europe au 13^{ème} siècle.

Il existe plusieurs types de boussoles. Elles répondent à des besoins spécifiques ou sont adaptées à certains pays. Les plus courantes sont graduées en degrés, d'autres, plus rarement, en grades voire en « millièmes »⁽¹⁾ et certaines à la fois en degrés et en « millièmes ».

Y sont aussi intégrés un réglage qui prend en compte la déclinaison magnétique ou/ et un clinomètre pour mesurer la valeur angulaire en degrés de la pente, ..., .

Certains modèles sont équipés d'un miroir et d'autres d'une visée prismatique, ... Les graduations sont plus ou moins précises (de degré en degré ou tous les 2°, par exemple).

La précision des relevés dépend avant tout du soin que l'on apporte à la visée ... Une erreur de 1° représente un écart de 17 m pour une distance de 1 km entre l'opérateur et sa cible !

Voir quelques modèles en annexe.

Outil d'orientation par excellence, la boussole s'utilise selon deux modes :

- = de la carte au terrain pour pouvoir trouver son chemin ;
- = du terrain à la carte pour vérifier que l'on est sur le bon itinéraire et/ ou se « géolocaliser ».

Elle permet donc de mesurer des angles.

(1) par simplification 6400 millièmes correspondent à 360° ... la mollette est divisée en 64 parties ... graduation utilisée par les artilleurs ou en URSS puis en Russie, de nos jours ...

On appelle **angle de marche ou azimuth ou cap**, ... l'angle que fait la direction à suivre ou la direction de visée vers l'objectif et la direction de référence c'est- à- dire le Nord !

☞ Sur la carte, il s'agit du Nord Géographique(NG) ... sur le terrain, c'est le Nord Magnétique(NM).

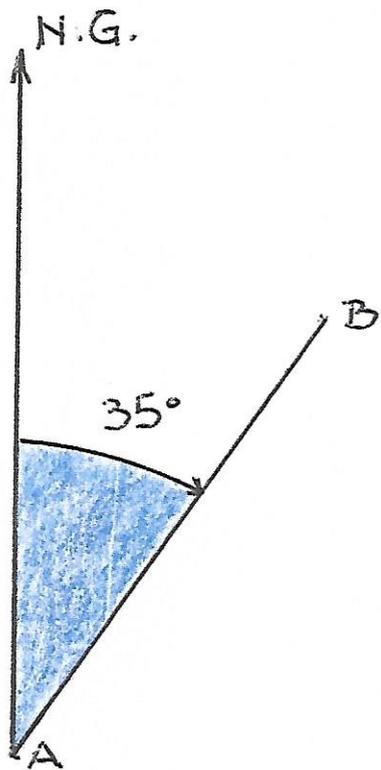
1/ de la carte au terrain :

C'est mesurer l'angle de marche(= azimuth, cap) sur la carte.
Cet angle est déterminé par rapport au Nord Géographique(NG).

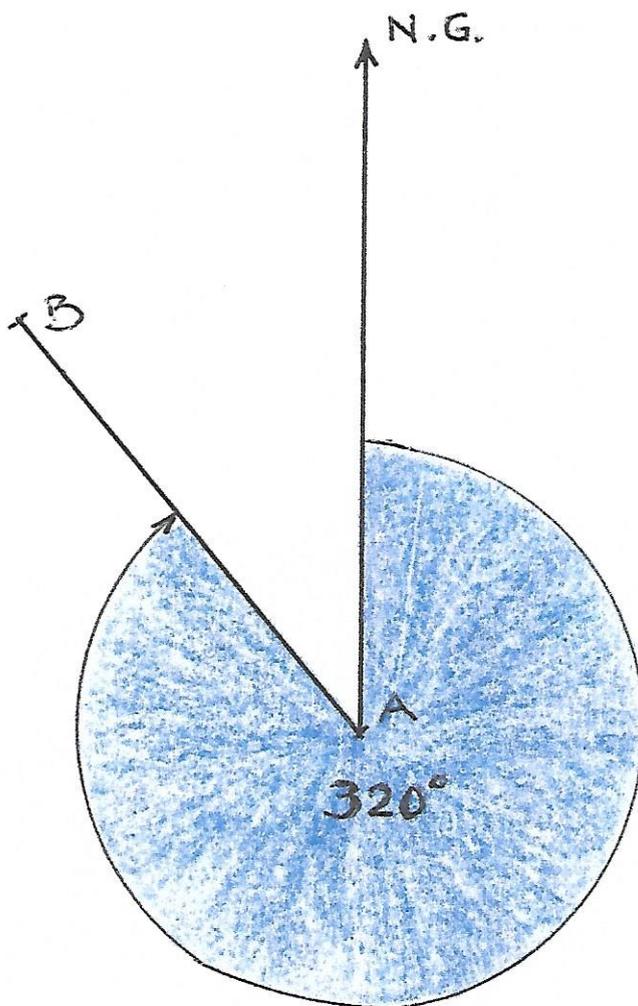
Règles à prendre en compte :

- Par convention le NG correspond au haut de la carte. Les bords E et O donnent la direction du NG ;
- Sur la boussole, les bords sont parallèles à la ligne de direction. Ils doivent être utilisés pour tracer la ligne qui joint le point A (= départ et d'où l'on vise) au point B (= arrivée et point que l'on vise) ;
- L'angle de marche(= azimuth, cap) est déterminé à partir du NG, dans le sens horaire, de 0° à 360° .

Deux exemples :



Azimut = 35°



Azimut = 320°

On part du point A pour rejoindre le point B, ces deux points étant identifiables sur la carte. Selon quel azimut(= sous quel angle) va-t'on se déplacer ?

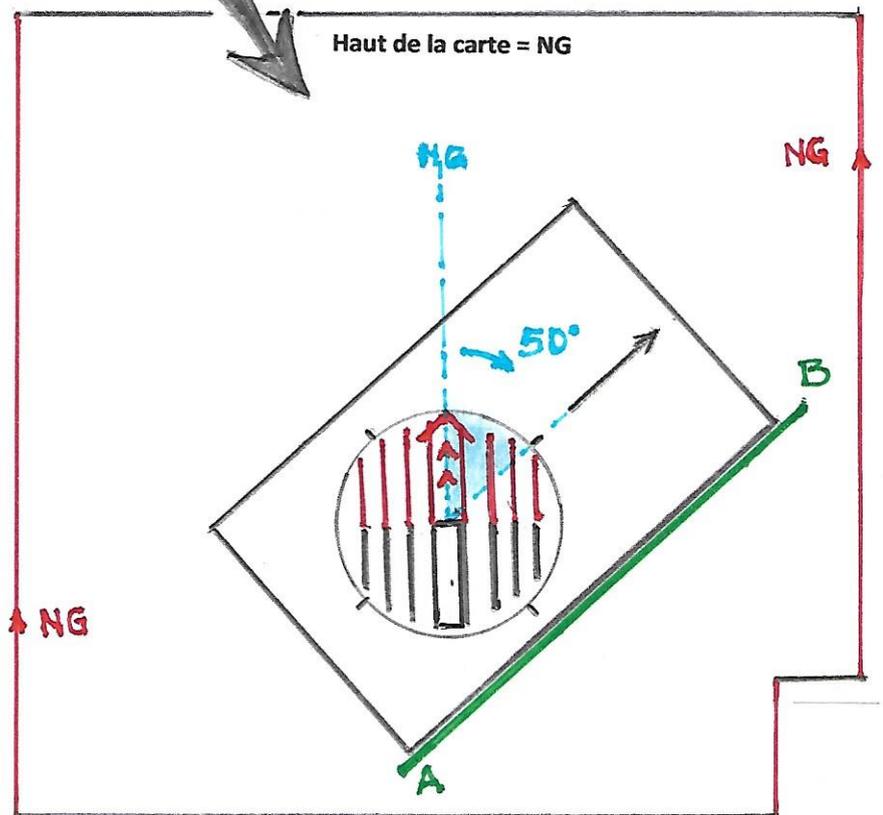
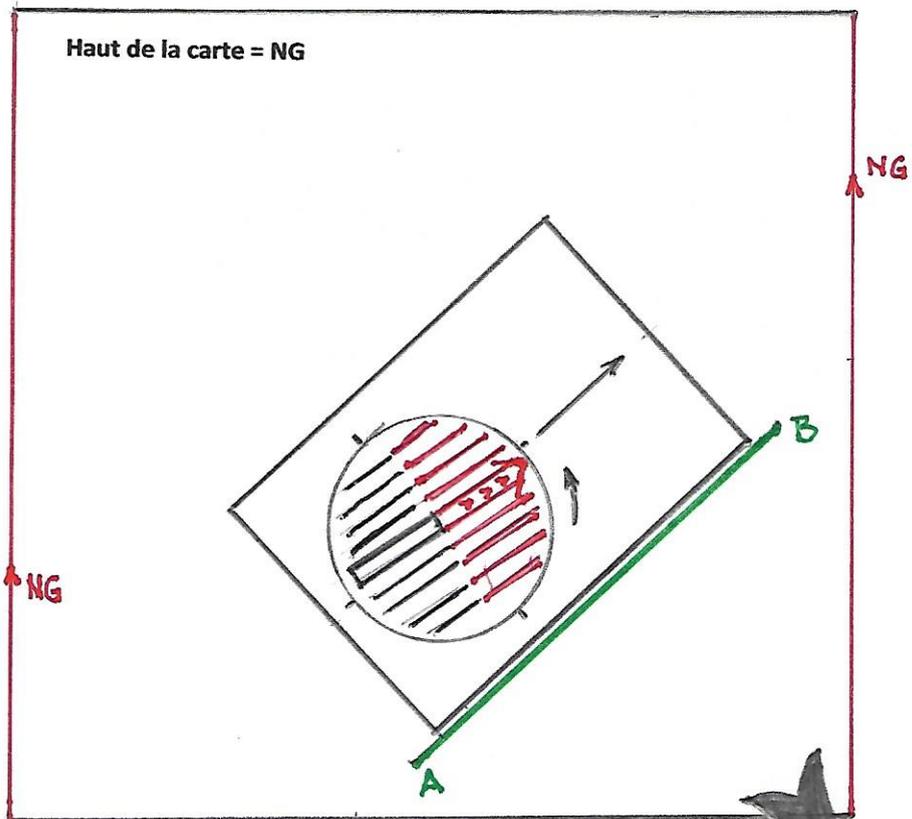
Sur la carte tracer le segment AB.

Placer un bord de la boussole sur le segment AB, la flèche directionnelle de la boussole dans le sens du déplacement (de A vers B).

Maintenir la boussole en place et **faire tourner la capsule graduée de sorte que ses lignes de NG rouges soient parallèles aux bords (E ou O) de la carte.**

Lire alors **l'angle sur la graduation de la capsule : c'est l'azimut(= angle de marche, cap) que l'on va suivre sur le terrain pour aller de A vers B.**

Ici, l'azimut(= angle de marche, cap) est de 50°



Se déplacer sur le terrain suivant l'angle de marche (= azimut, cap) après l'avoir relevé sur la carte.

On se positionne sur le terrain à l'endroit qui correspond au point A de la carte.

Ne pas faire tourner la capsule. Sa graduation, ici, indique 50° .

Pivoter sur place jusqu'à ce que l'aiguille aimantée(NM) vienne « se loger dans le NG rouge de la capsule.

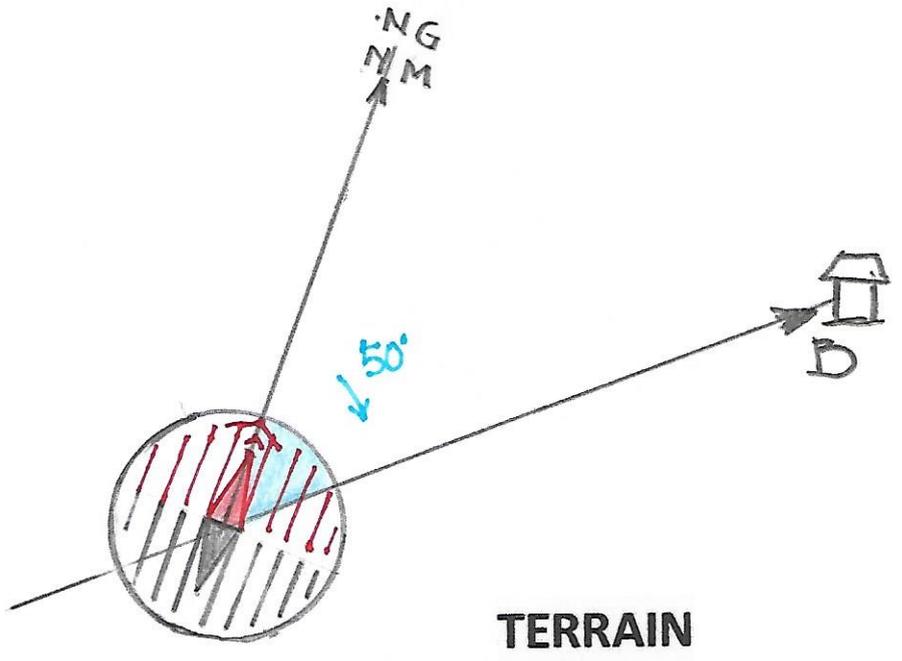
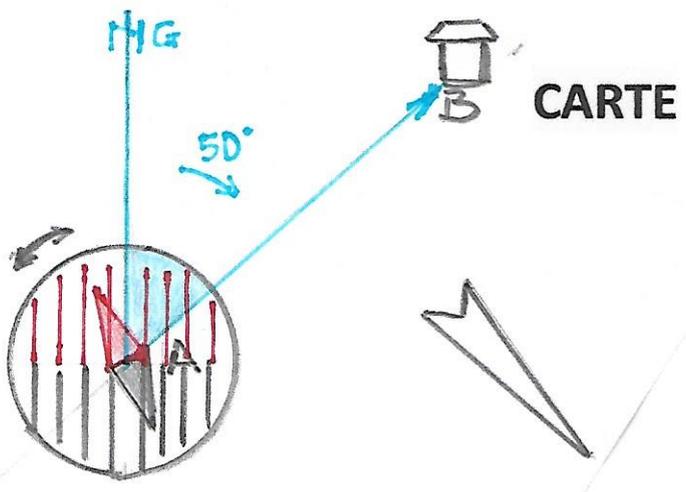
... **Attention** : on doit bien avoir « rouge sur rouge » car sinon la direction suivie sera à l'opposé de l'objectif B (erreur de 180°) !

... L'objectif B est donc en vue.

Deux méthodes pour s'y rendre :

1/ **se déplacer boussole en main en maintenant le cap** : ça suppose avoir l'œil constamment fixé sur la boussole en s'assurant que l'aiguille aimantée rouge reste « logée dans le rouge du NG de la capsule ». Pas très pratique, incertain(zig- zag) et risqué(gare aux chutes).

2/ **Identifier un repère du terrain(arbre, rocher, ...)** qui se trouve sur la direction à suivre. On s'y rend directement sans se préoccuper de la boussole. C'est mieux ! ... Une fois le repère atteint, on ressort la boussole et on prend un second repère du terrain comme précédemment. Bien s'assurer qu'il se trouve sur le cap à suivre ... Ainsi de suite jusqu'à atteindre l'objectif B.



En l'absence de repère, on fait intervenir les compagnons de randonnée comme repères de substitution ...

Sur terrain dégagé, cette méthode par repères successifs est recommandée. Si un obstacle se présente, par exemple un ruisseau, ..., selon les circonstances, on recherchera un passage, peu importe du moment que l'on ne perd pas de vue le repère.

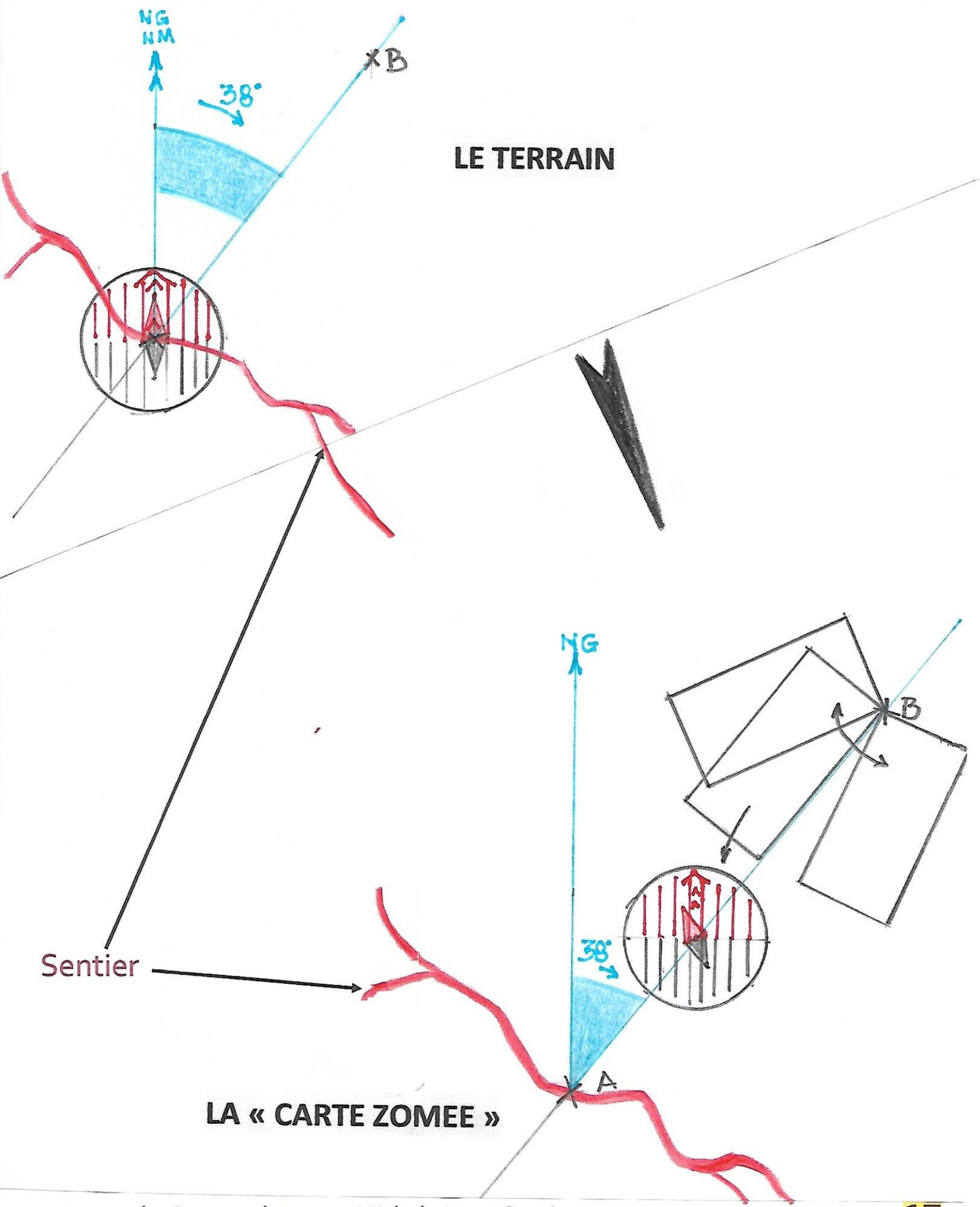
Une fois l'obstacle contourné ou franchi, on rejoint le repère et on procède comme ci- dessus.

Restent des cas plus complexes comme traverser une forêt, évoluer par mauvais temps spécialement lorsque le brouillard s'invite, sur la neige (en hiver ou pas), ... d'autres méthodes sont mises en jeu. Quelques exemples seront abordés un peu plus loin.

2/ Du terrain à la carte :

En cours de randonnée on peut être amené à contrôler sa position sur la carte.

☞ **Cas général 1 :** on se déplace sur sentier ... reconnu sur la carte.



👉 Cas général 2 :

On évolue « hors sentier ».

Impossible de se situer sur la carte

Observer le paysage et repérer des points remarquables facilement identifiables sur la carte (croix d'un sommet, bâtisse, pylonne,).

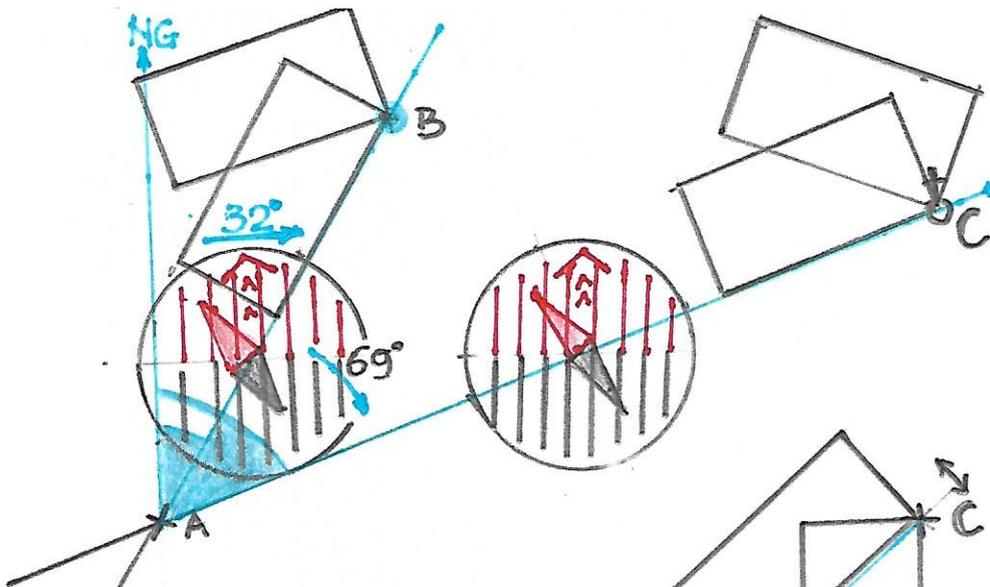
Si 2 (méthode de la « bi-angulation ») ou 3 (méthode de la « triangulation ») points remarquables du terrain sont identifiables sur la carte, procéder aux 2 ou 3 visées correspondantes. Les noter !

Ensuite, sur la carte, et pour chaque visée, procéder comme pour le cas général 1.

Avec 2 visées sur B et C, on a 2 droites sécantes en A, votre position sur la carte !

Avec 3 visées sur B, C et D, on a 3 droites sécantes 2 à 2, ce qui donne 3 points qui joints forment un triangle ... le point A correspond à peu près à l'orthocentre du triangle (intersection des 3 hauteurs).

Ici, la position du point A sur la carte est certes approximative, mais elle en donne une bonne idée.

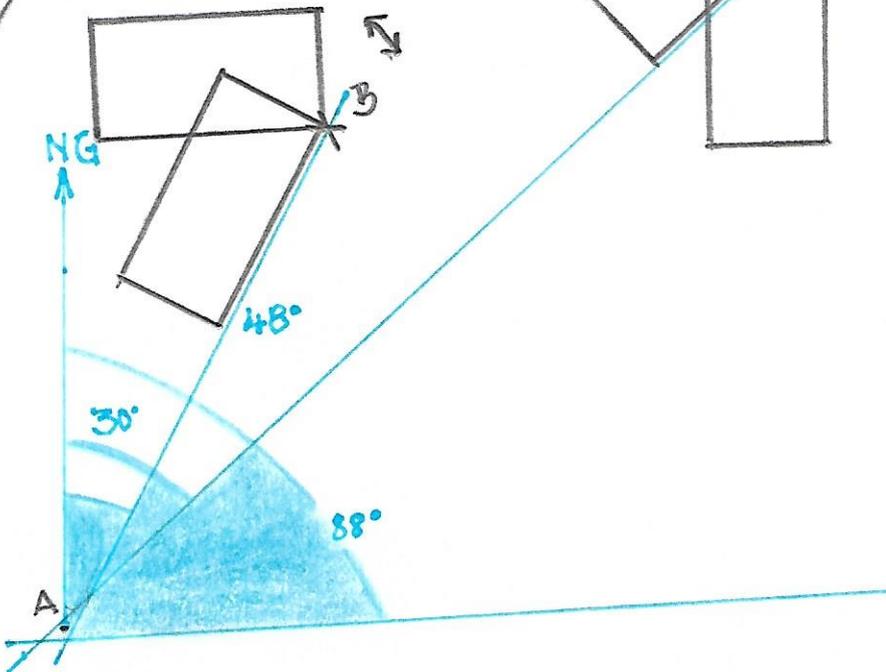


2 POINTS REMARQUABLES B & C

Visée sur B = 32°

Visée sur C = 69°

SUR LA CARTE

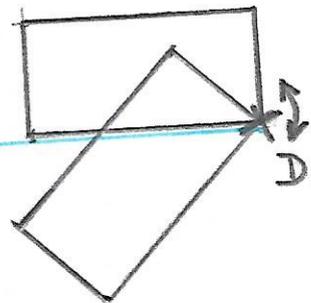


3 POINTS REMARQUABLES B, C & D

Visée sur B = 30°

Visée sur C = 48°

Visée sur D = 88°



Cas particuliers :

Situation 1 :

Lorsque le sentier « suit » une courbe de niveau, vous vous déplacez à niveau constant(on dit aussi que vous « filez » la courbe de niveau), vous pouvez vous situer sur la carte ... Une condition : repérer un point remarquable du terrain qui soit identifiable sur la carte.

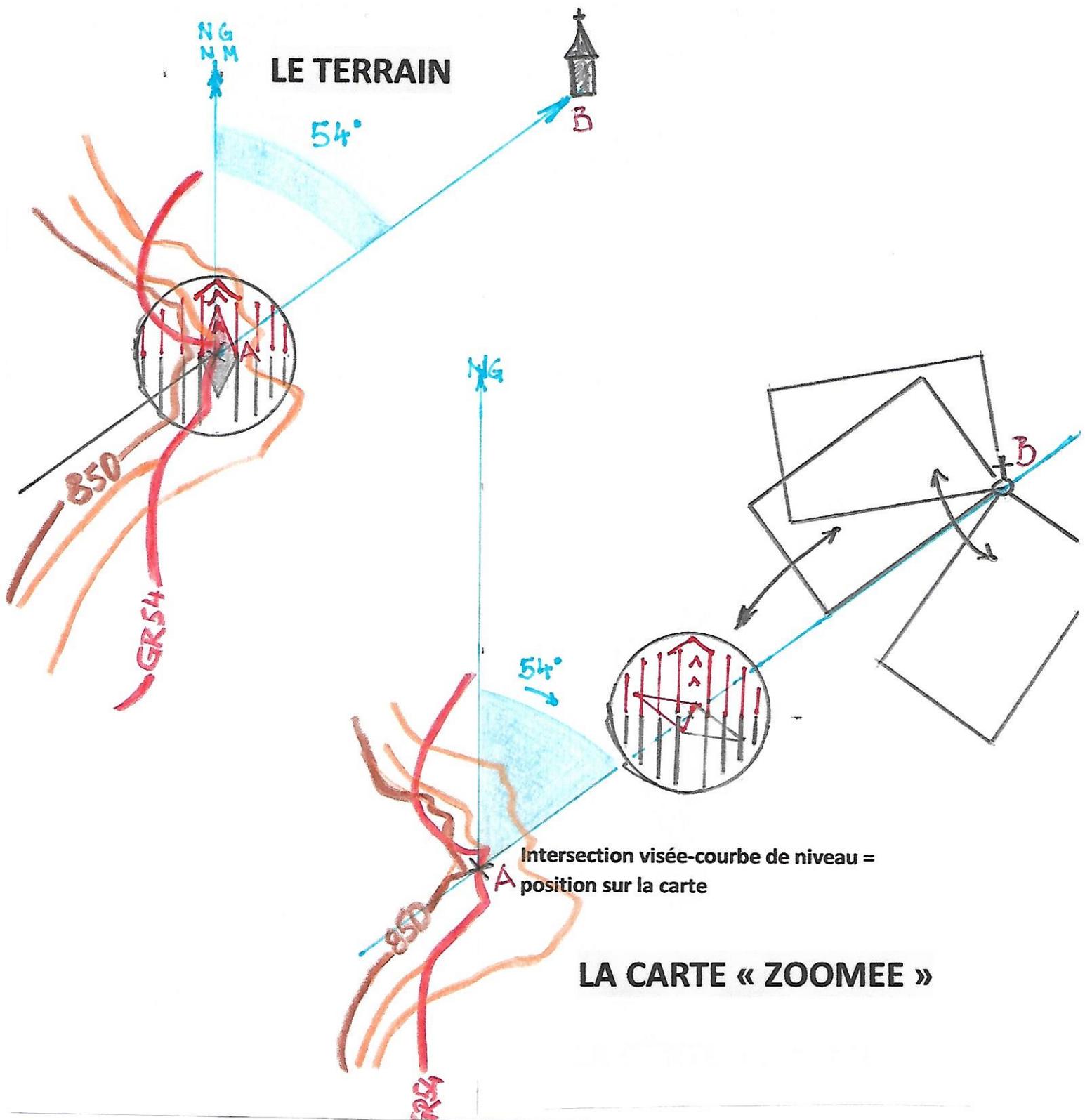
Sur le terrain et d'où vous êtes, viser ce point remarquable. Relever son azimut.

Ensuite, sur la carte, on opère comme précédemment. L'intersection de la droite avec la courbe de niveau correspond à votre position.

Remarque :

Quelle que soit la méthode retenue pour déterminer votre position sur la carte (cas général 2 ou ici), il est facile de donner les coordonnées UTM ... bien pratique, si vous ne possédez pas de GPS.

On utilise le quadrillage bleu UTM ... Un simple calcul suffit !
(A revoir dans la 1^{ère} partie « Cartographie » p.32)



Situation 2 :

Lors de votre randonnée, vous devez rejoindre une cabane forestière en contrebas de votre point d'observation. Comme elle est bien visible, vous décidez de relever l'azimut qui vous permettra de la rejoindre. Point d'observation et cabane sont identifiés sur la carte. L'azimut relevé sur le terrain se trouve confirmé sur la carte !

Vous vous mettez en marche, descendez ... tout se passe bien, jusqu'à venir buter sur la forêt qu'il va falloir traverser !

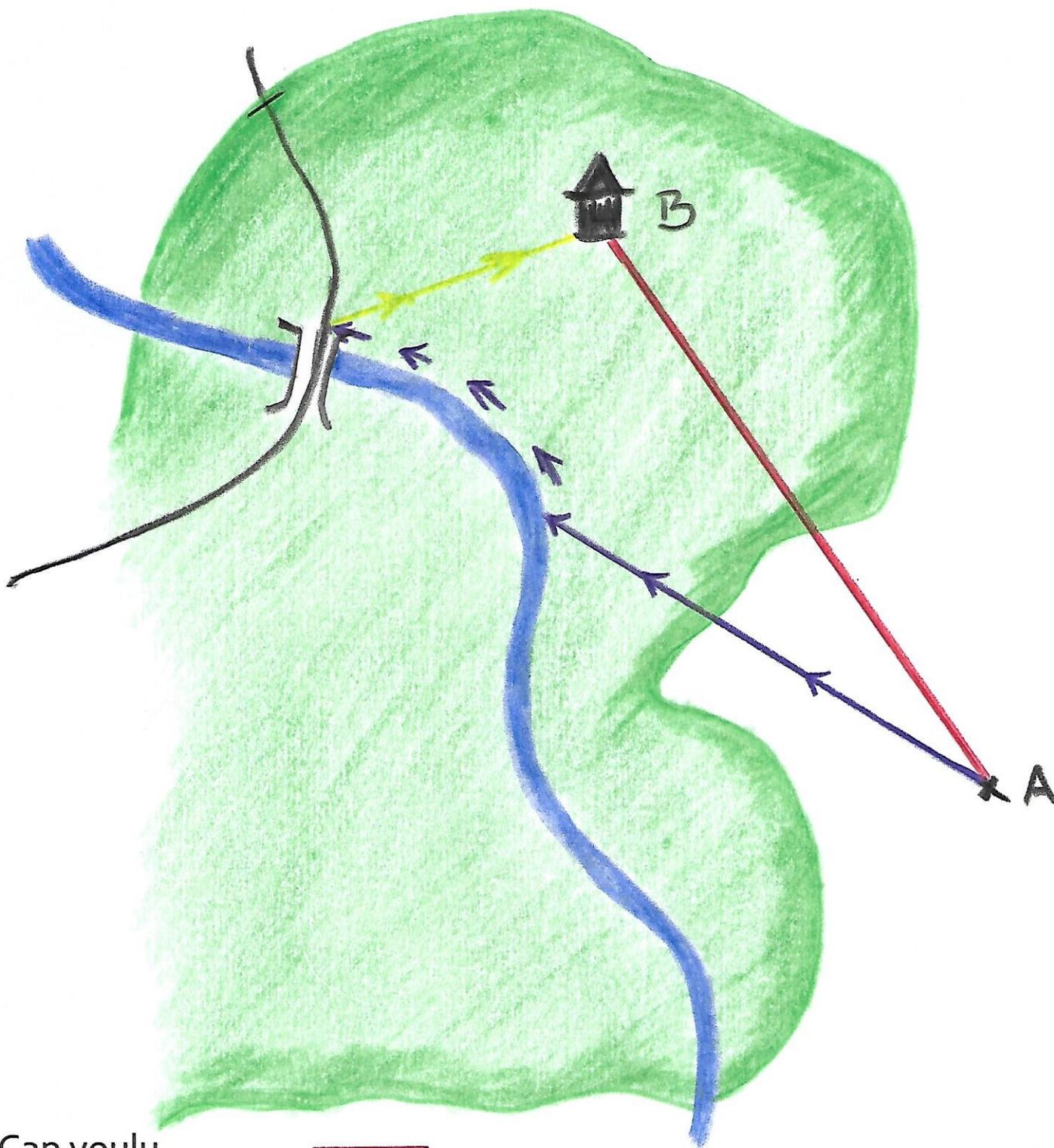
Vous vous rendez compte que vous allez avancer « en crabe » parce qu'il faut contourner les arbres ...

La précision de l'azimut initialement relevé est sérieusement mise à mal et la probabilité d'atteindre la cabane est bien mince.

Vous décidez de changer de stratégie. Vous faites donc le point avant de rentrer dans la forêt en examinant la carte ... vous y repérez une rivière. Une passerelle emjambe le cours d'eau, à l'ouest de la cabane, non loin de celle-ci.

Vous faites une visée sur la rivière, disons à l'amont de la passerelle ... Ce sera l'objectif intermédiaire, la « ligne d'arrêt » comme on dit aussi. Même en avançant en crabe, en suivant ce cap, vous ne pouvez pas la manquer ! Ensuite, il suffit de la longer jusqu'à « tomber » sur la passerelle toute proche de la cabane. De la passerelle, votre relevé d'azimut vous mènera à votre objectif.

Vous venez de faire ce que l'on appelle **une « erreur volontaire »** .



Cap voulu ————
 « Erreur volontaire » ————
 Cap final ————

Si l'objectif à atteindre se trouve sur une courbe de niveau, l'erreur volontaire portera sur cette « ligne d'arrêt ». Ensuite il suffira de se déplacer à niveau constant ... encore faut-il posséder un altimètre !

La méthode de « l'erreur volontaire » est une des possibilités en cas de mauvais temps notamment de brouillard. Elle est alors couplée aux repères successifs du terrain ou/ et humains pour rejoindre la « ligne d'arrêt ».

Situation 3 :

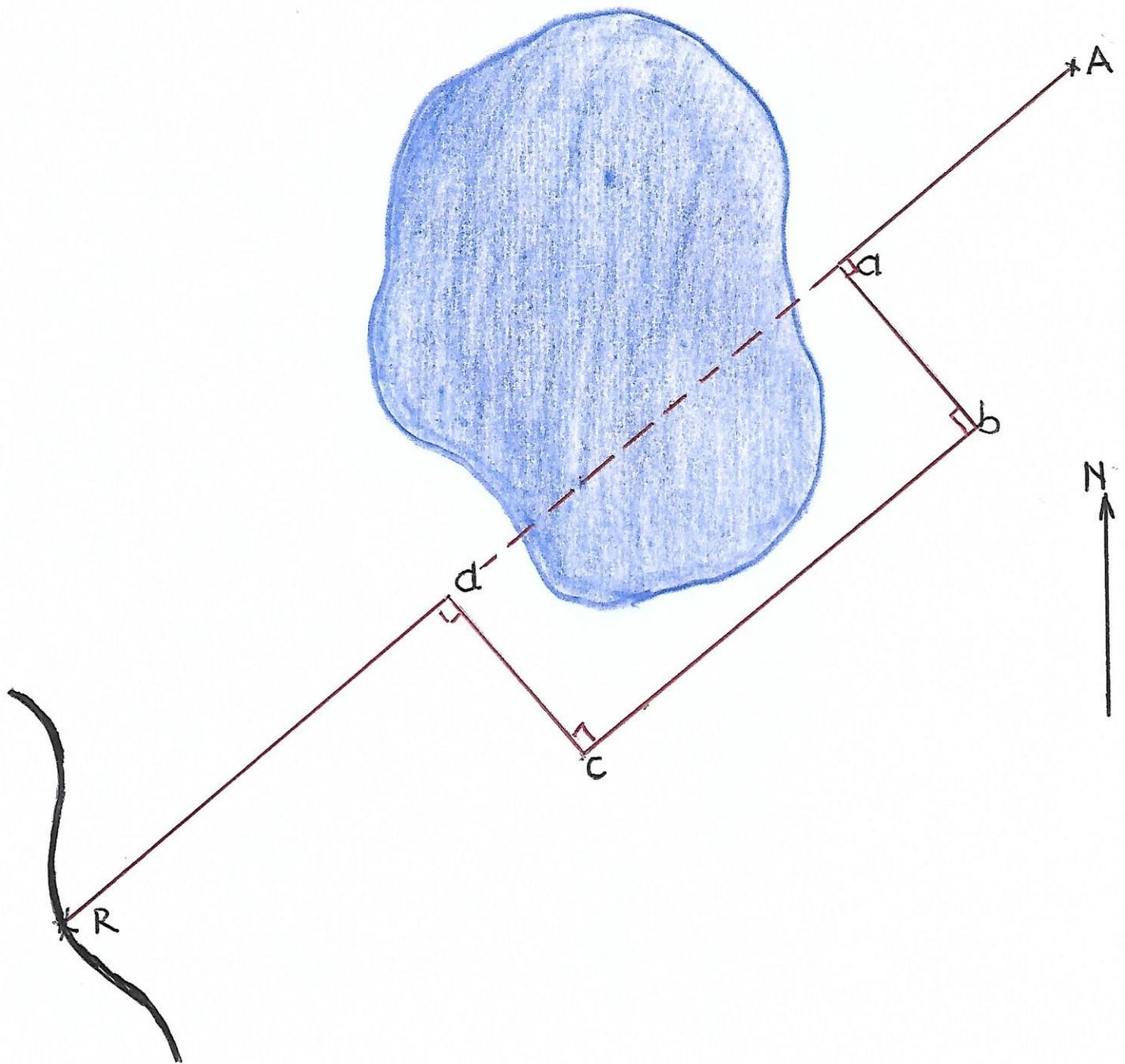
Contournement d'un obstacle :

De votre position (A), vous souhaitez rejoindre le refuge R. La visée donne un cap de 230° . Cependant, l'examen de la carte montre que vous ne pourrez pas gagner directement le refuge : un obstacle se dresse sur votre chemin, (un lac, par exemple). Il faudra contourner le lac. Pour ce faire, vous allez procéder en plusieurs étapes :

= Vous suivez le cap initial ...

= à proximité du lac, (**point a sur le schéma 1**) vous vous déviez de 90° , soit un nouvel azimuth de $230^\circ - 90^\circ = 140^\circ$. De ce point, vous suivez ce nouvel azimuth en prenant soin de compter les pas (155) jusqu'au **point b** où vous reprenez le cap initial, soit 230° et ce jusqu'au point c. De ce point, pour terminer le contournement du lac, vous allez au point d selon un azimuth de $230^\circ + 90^\circ = 320^\circ$ en comptant 155 pas. Du point d, vous retrouvez le cap $320^\circ - 90^\circ = 230^\circ$. Plus d'obstacle, vous regagnez le refuge en marchant sous un angle de 230° !

En déviant de 60° , par exemple, (**schéma 2**), on raccourcit la distance !



Azimut initial AR 230°

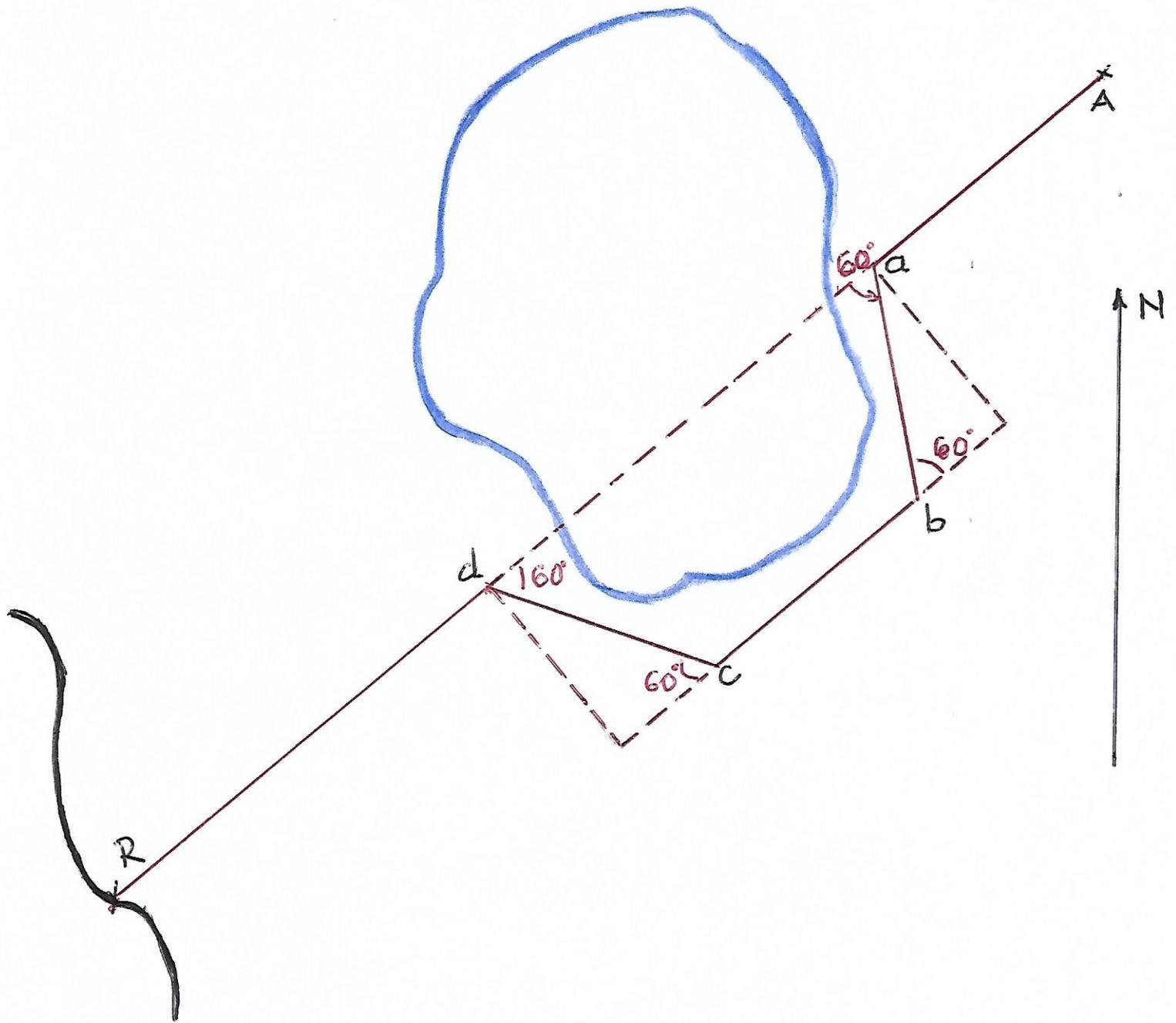
Au point a, vous déviez de -90° **azimut ab = $230^\circ - 90^\circ = 140^\circ$**

Au point b, vous déviez de $+90^\circ$ **azimut bc = $140^\circ + 90^\circ = 230^\circ$**

Au point c, vous déviez de $+90^\circ$ **azimut cd = $230^\circ + 90^\circ = 320^\circ$**

Au point d, vous déviez de -90° **azimut dR = $320^\circ - 90^\circ = 230^\circ$**

Schéma 1



Azimut initial AR 230°

Au point a, vous déviez de -60° azimut ab = $230^\circ - 60^\circ = 170^\circ$

Au point b, vous déviez de $+60^\circ$ azimut bc = $170^\circ + 60^\circ = 230^\circ$

Au point c, vous déviez de $+60^\circ$ azimut cd = $230^\circ + 60^\circ = 290^\circ$

Au point d, vous déviez de -60° azimut dR = $290^\circ - 60^\circ = 230^\circ$

Schéma 2

1/ Sur la boussole, placer le N de la graduation en regard de la ligne de direction (flèche de la plaquette)

2/ Placer un des 2 côtés de la boussole le long de la ligne de NG de la carte (bord de la carte)

3/ En maintenant boussole et carte, pivoter sur place jusqu'à ce que le Nord Magnétique de l'aiguille aimantée -partie rouge- vienne sur le Nord Géographique (lignes rouges de la capsule).

Votre carte est orientée au Nord ...

Quel intérêt ?

Carte et terrain «se superposent », si l'on peut dire ...

Par exemple, vous vous trouvez sur une section rectiligne du sentier à l'extrémité duquel vous repérez un cabanon ... sur la carte vous lisez la même situation ... ou, le sentier vire à droite sur la carte ... de même sur le sentier- terrain.

En somme, on lit sur la carte comme on lit sur le terrain et réciproquement !

Annexe

1/Synthèses (Exercices)

1.1 Sur la carte TOPO 3334 OT MASSIF DE LA CHARTREUSE SUD, on relève les azimuts suivants :

Point A- Roc d'Arguille (PC 1768) [pli 7-B] = 336°

Point A- Dent de Crolles (PC 2062) [pli 7-B] = 102°

Quelle est ma position A : _____

Donner les coordonnées UTM de A :

1.2 Sur la carte TOPO 3334 OT MASSIF DE LA CHARTREUSE SUD, on relève les azimuts suivants :

Point A- Ecoutoux (PC 1406) [pli 4-C/D] = 268°

Point A- La Pinéa (PC 1771) [pli 4- B/C] = 320°

Point A- Chamechaude(B de Brèche Arnaud) [pli 5- C/D] = 10°

Quelle est ma position A : _____

Donner les coordonnées UTM de A :

1.3 Dans cette situation, hors sentier, mon altimètre indique 1170 m. J'utilise une carte IGN au 1/25000. Sur le terrain je repère une croix (sommets) que je situe sur ma carte (point B). Depuis ma position- terrain, je vise la croix (B) et relève un azimut de 244° .

Quelle est ma position A sur la carte ?



d

c

b

a

1

2

3

4

Soit les points $A(1,c)$ et $B(2,d)$. Donner l'azimut correspondant.

De même avec les points $C(4,d)$ et $D(3,c)$...

Vous pouvez multiplier les situations !

A noter :

Dans la préparation d'une sortie, plusieurs éléments doivent **d'abord** retenir notre attention : ça commence par **la lecture de carte et l'orientation**.

Il peut être intéressant de regrouper des informations sur une fiche, comme :

= les changements importants de direction notés par des points et le cap à suivre pour chacun ;

= la distance entre 2 points consécutifs et le cumul ;

= le dénivelé entre 2 points consécutifs et le cumul ;

= le temps mis pour aller d'1 point au suivant et le cumul ;

= ...

A l'aide de la grille ci- dessus, on peut simuler un itinéraire en notant les points pour les changements importants de direction.

Par exemple : A-B, B-C, C-D, D-E, E-F, etc ...

on relève et note le cap à suivre en regard du point destination ... A-B (35°), B-C (100°), ...

Documentation/ divers

Quelques types de boussoles



Boussole avec visée et miroir



prisme de visée

Boussole à visée prismatique

cartorando38 novembre 2017 Michel- Ange Garcia



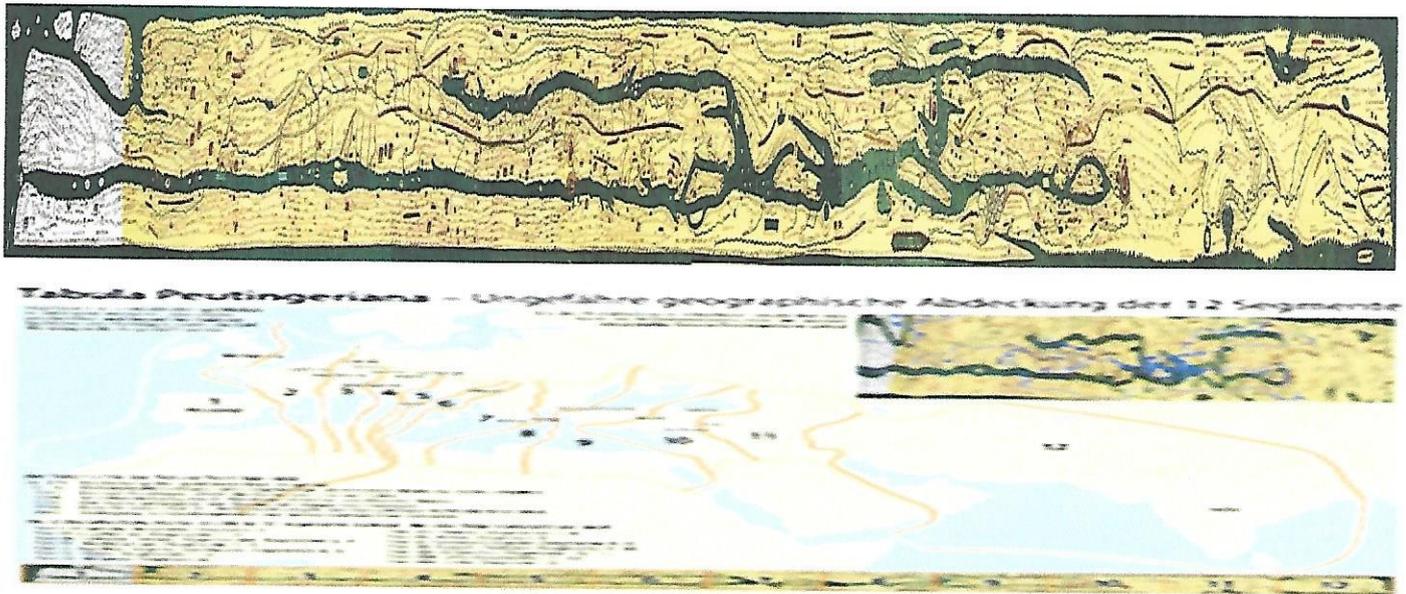
Boussole militaire à prisme de visée



Boussole avec boîtier

cartorando38 novembre 2017 Michel- Ange Garcia

Les cartes(les Tables) de PEUTINGER



Les 12 fragments de la table La 1^{ère}, à l'ouest, n'a pas été retrouvée

Elles montrent 200 000 km de routes, mais aussi l'emplacement de villes, mers, fleuves, forêts, chaînes de montagnes. Elles recouvrent la totalité de l'Empire romain, le Proche-Orient et l'Inde, indiquant le Gange et Sri Lanka (*Insula Taprobane*), et même la Chine y est mentionnée.

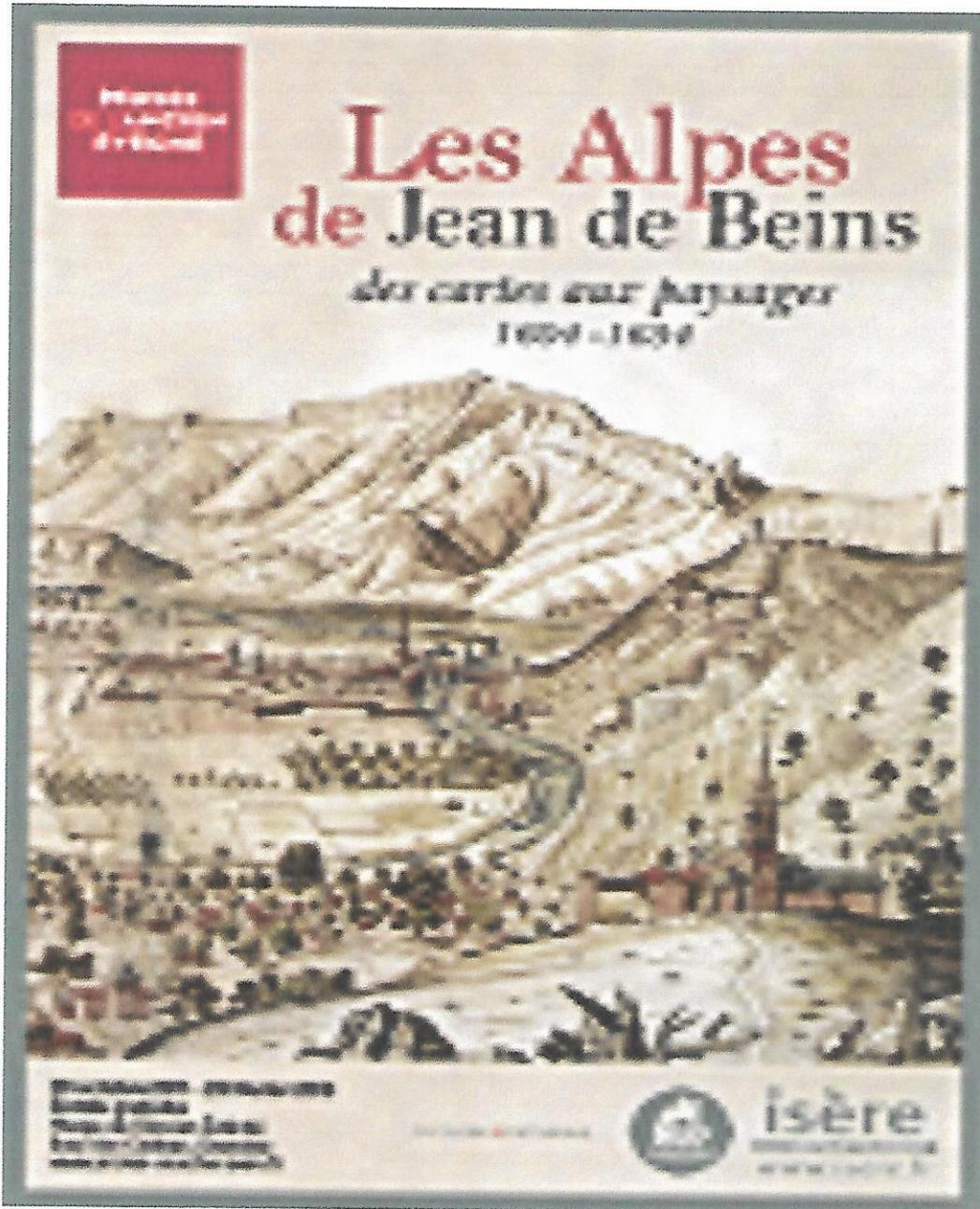
Contribution de Annick V.

Les Alpes de Jean de Beins entre 1604 et 1634



Des Cartes aux Paysages ...

cartorando38 novembre 2017 Michel- Ange Garcia



Exposition du 22/10/2017 au 28/02/2018

Musée de l'Ancien Evêché

Entrée gratuite

Contribution de Lucienne H.

Conclusion (provisoire) ...

Si carte et boussole sont deux outils indispensables tant dans la phase de préparation que dans celle d'orientation sur le terrain, on peut recourir à d'autres instruments.

Pour la phase de préparation :

= Le curvimètre pour mesurer des distances sur une carte (peu précis) ;

= Les boussoles-plaquettes transparentes pour déterminer les coordonnées UTM sur le quadrillage bleu de la carte (règle à lecture directe des distances en fonction de l'échelle de la carte) ;

= Les logiciels de tracé d'itinéraires, tels openrunner ou Géoportail de l'IGN ... ils donnent en outre, le dénivelé cumulé, la distance parcourue, le profil, ... Les tracés peuvent être chargés sur un GPS ;

Pour la phase d'orientation sur le terrain :

= L'altimètre qui donne non seulement l'altitude de la position mais peut servir également de baromètre. La précision (1 ou 5 m) varie selon la qualité de l'appareil. La montre est le modèle le plus courant. Cependant, cet instrument ne vaut que s'il est régulièrement « recalé » (= mise à jour de l'altitude)

= Le podomètre : instrument de mesure des distances parcourues par comptage de pas. Il suppose l'étalonnage des pas. Difficile d'utilisation : en fonction de la pente, l'amplitude des pas varie !

= Le clinomètre, assez souvent intégré à la boussole.

= Le GPS, de plus en plus fréquemment utilisé. Ses fonctions se retrouvent couramment dans les smartphones. Il permet de se localiser (géolocalisation satellitaire) tout en donnant de nombreuses informations. On peut y « rentrer » un itinéraire préalablement préparé sur un logiciel (openrunner).

On peut l'utiliser aussi comme simple carte avec le pointeur pour se localiser.

Comme toute technologie, il peut tomber en panne (batterie, froid, zone « aveugle », ...).

Carte et boussole sont alors de mise !

Cette information -cartographie et orientation- ne vaut que si elle est réinvestie dans une pratique régulière et fréquente.

Pour progresser dans la pratique :

Il est conseillé de sortir seul ou en petit groupe (c'est mieux) y compris sur des itinéraires connus. Dans un premier temps n'utilisez que la carte pour vous situer, en « lisant » le paysage, en repérant des points remarquables que vous vous efforcerez de pointer sur la carte ... et l'inverse. A la longue, on y arrive !

La boussole sert de soutien en cas de doute et à diversifier les situations.

On peut aussi pratiquer en milieu urbain.

Sachez que néanmoins l'erreur est possible ... pour tous !

La phase de préparation fait également appel à la météorologie, à la nivologie, ... à une formation pour utiliser le matériel de sécurité-DVA, sonde et pelle- une formation à la diététique ... et parfois à une reconnaissance préalable pour le responsable de groupe.

Elle prend en compte les équipements, leur vérification ... La préparation du sac à dos ...

Sources

Pour la partie Cartographie

La référence de base est le site de l'IGN. L'information y est particulièrement dense.

Sa consultation demande un investissement important en temps, en attention et réflexion car certaines thématiques sont plus ou moins accessibles. Il est « l'œuvre » des ingénieurs de l'IGN.

D'autres sites – wikipédia par exemple- tentent bien de vulgariser avec des simplifications qui entretiennent plus la confusion que la compréhension. (Projections pour ne citer que ce thème).

On se place ici essentiellement dans le domaine de la connaissance pure plutôt que sur le côté pratique qui touche à l'utilisation de la carte !

Pour la Cartographie et l'Orientation

De ce point de vue, les références à l'expérience de formateurs de clubs sont essentielles. Je cite ici :

= Claude ROURE : « Cartographie, Orientation et GPS : repères essentiels » Mise à jour Avril 2005.

= Jean- Yves FERRANDIS : « Cartographie Orientation ». Novembre 2005.

= André SOUVIGNET : « Cartographie Orientation » Octobre 2010.

= CAFGO : Stages Novembre 2011 et Recyclage Juin 2012

= ... auxquels je joins des « souvenirs » comme les années UIAD avec Fernand et encore plus lointains de Géographie- Cartographie (Initiation aux T.P. de Géographie Février 1967 de *TRICART*, *ROCHEFORT* et *RIMBERT* et bien d'autres) ...

Table

Les points cardinaux	p. 2
Boussole plaquette	p. 3
Le magnétisme	p. 4
= le champ magnétique terrestre	p. 4
= la déclinaison magnétique	p. 6
Usage de la boussole	p. 9
1/ De la carte au terrain	p.10
2/ Du terrain à la carte	p.16
= Cas général 1	p.16
= Cas général 2	p.18
= Cas particulier	p.20
Situation 1	p.20
Situation 2	p.22
Situation 3	p.24
Orienter sa carte	p.27
Annexe	p.29
1/ Synthèses(exercices)	p.29
2/ Documentation/ Divers	p.34
Quelques types de boussole	p.34
Peutingier et Jean de Beins	p.36
Conclusion(provisoire)	p.38
Sources	p.40
Table	p.41