

# INTRODUCTION:

## “Trouver son chemin”.

**P**our s'orienter, il faut pouvoir se référer à une direction. Cette direction doit pouvoir être retrouvée et comprise facilement par tout le monde. On a découvert il y a bien longtemps déjà une direction à peu près fixe: celle que prend une aiguille aimantée posée en son milieu sur un axe et pouvant tourner librement sur l'extrémité de cet axe. Tu l'as deviné: ce petit instrument n'est qu'une **BOUSSE** et la direction est le **NORD MAGNETIQUE**.

Afin de pouvoir te débrouiller dans presque tous les cas de figure, nous allons aborder dans ce carnet de badge de nombreuses parties de la cartographie générale et particulière. Il est bien évident que bon nombre d'informations ne sont ici qu'à titre indicatif, pour ta culture générale. Cependant, afin d'avoir une vision globale de ce que c'est que la cartographie, je t'engage à lire une fois complètement ce fascicule (au moins j'aurai l'impression de ne pas l'avoir rédigé pour rien).

Quoi que l'on puisse en dire, la cartographie, si elle demande des notions de base, est également une technique qui demande de l'expérience, et celle-ci, on ne l'acquière qu'en se décidant à prendre une carte et à faire des exercices soi même (tu cherches la distance et la direction de ta maison au

local sur une carte IGN de Waterloo, tu fais un petit azimuth dans ton jardin et tu t'amuses à repérer les coordonnées de différents endroits que tu connais : école, local, maison,...). Je sais que cela peut paraître stupide, mais dis-toi bien qu'au camp, il sera trop tard pour se dire qu'on aurait mieux fait de ...

Rome ne s'est pas faite en un jour, et tu verras que tu risques de souvent te tromper, mais ce n'est pas grave, tant que tu n'es pas sur le terrain !!! Ce badge est fait pour t'aider à devenir une vraie baroudeuse qui ne risque pas de faire des kilomètres en trop, ni de partir dans la direction opposée à celle indiquée.

Afin d'acquérir ce dernier, il te sera bien entendu demandé de montrer à la compagnie que tu as été capable d'emmagasiner ces informations et que tu es prête à les mettre au service des autres. Il s'agira de pouvoir retrouver sur une carte différents endroits sur base de coordonnées, azimuths,... ainsi que sur le terrain.

Bon amusement et non entraînement. Je reste à ton entière disposition pour tout renseignement complémentaire.

Castor Public relation

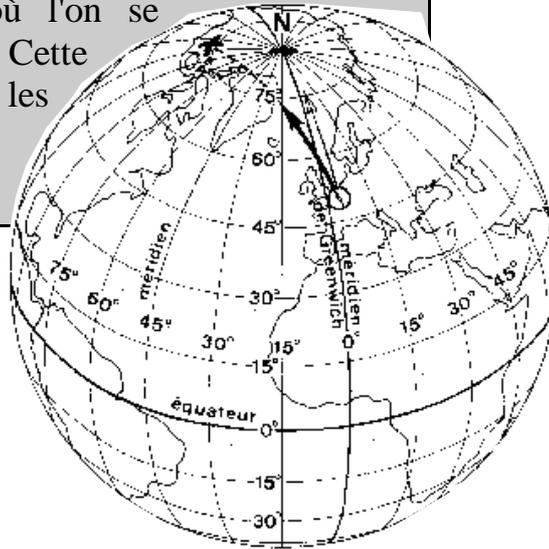
02/351.04.72 – 075/74.81.61

# CHAPITRE 1: LE NORD.

## 1. Le nord géographique.

La terre a deux pôles : le *pôle arctique* au pôle nord et le *pôle antarctique* au pôle sud. La terre tourne autour d'un axe imaginaire. Les pôles sont les points où cet axe imaginaire perce la surface de la terre au Nord et au Sud. Par convention, on a appelé Nord l'extrémité de l'axe dirigée vers l'étoile polaire.

Le *Nord géographique* est la direction du plus court chemin entre le point où l'on se trouve et le pôle nord. Cette direction est indiquée sur les cartes par les *méridiens*.



## 2. Le nord magnétique et la déclinaison magnétique.

Le *Nord magnétique* est la direction horizontale prise par la pointe aimantée de l'aiguille de la boussole. Cette direction est hélas différente de la direction du Nord géographique; de plus, elle varie dans le temps.

L'angle formé par la direction du Nord géographique et la direction du Nord magnétique s'appelle *déclinaison magnétique*. Pour la Belgique, en 1978, la valeur de la déclinaison magnétique, qui va actuellement en décroissant de l'Ouest vers l'Est, est d'environ 4°.

# CHAPITRE II:

## COMMENT RETROUVER LE NORD.

### 1. La boussole.

**Boussole**, instrument indiquant une direction (en général nord-sud) et permettant de se rendre d'un point à un autre. Il existe deux principaux types de boussoles : les boussoles magnétiques et les boussoles gyroscopiques — ou compas gyroscopiques.

#### 1.1. Retraçons l'histoire de la boussole.

##### 1.1.1. Boussoles magnétiques

Les Chinois auraient remarqué les premiers que l'aiman était attiré par une masse de fer magnétique qui se situe aux environs du Nord de la terre. Le dictionnaire Chone Wey, vers l'an 120 de notre ère, le mentionne, et aux VII<sup>ème</sup> et VIII<sup>ème</sup> siècles, les navigateurs chinois utilisaient l'aiguille aimantée. Les Arabes apprirent d'eux à se servir de la boussole, et la révélèrent aux Européens. Un poème, vers 1180, parle d'une pierre laide et noirette appelée "Marinette", c'est à-dire compagne des marins. Un contemporain précise qu'il s'agissait là d'une ~~neuille~~ <sup>aiguille</sup> aimantée renfermée dans une fiole de verre à moitié remplie d'eau : elle flottait posée sur deux morceaux de paille et on l'appelait *alamite*.

boussole: cependant l'inventaire de bord du Saint Nicolas en 1284 porte: "calamita cum apparatibus suis et una bussula de ligno", ce qui fixe l'origine sicilienne du mot.

Le premier compas complet avec rose des vents semble dû au portugais Ferrande en 1483. Christophe Colomb reconnut le premier, semble-t-il, qu'une aiguille aimantée mobile dans un plan horizontal ne prend pas exactement la direction Nord-Sud.

Dans une boussole magnétique, les directions sont indiquées par une ou plusieurs aiguilles mobiles et aimantées, indiquant la direction générale du pôle Nord magnétique, sous l'influence du champ magnétique terrestre (le pôle Nord magnétique étant différent du pôle Nord géographique).

On ignore l'origine précise de la véritable

##### 1.1.1.1. Compas sec

Le compas sec demeura longtemps le principal instrument de navigation. Sous sa forme la plus simple, il est constitué d'une aiguille aimantée, montée sur un pivot vertical au centre d'une rose des vents graduée fixe, de manière que cette aiguille tourne librement dans le plan horizontal. La rose des vents est un cercle gradué de 0 à 360° et divisé en 32 parties. L'aiguille oscille et tend à prendre une position d'équilibre stable, celle du nord magnétique.

Le compas sec des navigateurs contient des aiguilles aimantées parallèles, fixées à la face inférieure de la rose du compas qui pivote sur son centre dans une cuvette en bronze recouverte d'une glace de protection (le système est fermé et étanche). La cuvette est suspendue à la Cardan. Sur un bateau, les roulis et les tangages engendrent des oscillations de la rose, qui met du temps à retrouver une position d'équilibre stable.

### 1.1.1.2. Compas liquide

Le compas liquide est le plus stable des compas de marine. Dans un compas liquide, de structure identique à celle du compas sec, la cuvette est remplie d'un liquide (en général un mélange d'alcool et d'eau). Ce liquide porte la rose graduée qui pivote sur son centre et flotte, réduisant les frottements du pivot ainsi que les oscillations de la rose provoquées par le déplacement du bateau, par exemple.

Ces avantages expliquent que le compas liquide soit plus fréquemment utilisé que le compas sec. Dans les deux cas, une ligne verticale noire, la ligne de foi, est tracée sur la surface intérieure de la cuvette. Le cap du bateau peut être obtenu par la simple lecture du nombre de degrés indiqués par la rose à l'opposé de la ligne de foi.

### 1.1.2. Compas gyroscopique

Le compas gyroscopique fonctionne suivant le principe du gyroscope (mis en évidence par Léon Foucault) : l'axe d'une toupie en rotation rapide tend à s'orienter parallèlement à l'axe de la Terre. Le compas gyroscopique fut expérimenté au début du XXe siècle par l'allemand Anschültz. Cet appareil, qui comprend un ou plusieurs gyroscopes, est utilisé pour la navigation de tous les bateaux de grande dimension. Insensible au magnétisme et indiquant le nord géographique, le compas gyroscopique n'est pas sujet aux erreurs inhérentes de déviation et de déclinaison du compas magnétique. Il est équipé d'appareils de correction de la dérive vers l'est résultant du déplacement de la Terre, et de correction des erreurs de vitesse et de cap.

Sur la plupart des bâtiments de haute mer, le compas gyroscopique est relié électriquement à un gyropilote, appareil qui dirige automatiquement le bateau et garde le cap en fonction des signaux provenant du compas gyroscopique. Un compas mère ou compas maître est situé dans la cale du navire et des répéteurs sont placés près de la commande de la barre, en des points d'où l'on peut prendre des relèvements. Le compas gyroscopique est un appareil délicat et coûteux, qui nécessite des réglages fréquents. Les navires équipés de tels compas utilisent parfois un compas magnétique pour détecter une éventuelle dérive du compas gyroscopique.

## 1.2. Description de la boussole.

En maintes occasions, par exemple si on veut orienter la carte en un endroit donné d'après les points cardinaux, on peut utiliser une boussole ordinaire. Mais le plus souvent cet instrument s'avère insuffisant, car il est difficile d'obtenir par ce moyen une direction précise. Pour permettre à l'aiguille de s'immobiliser sur la ligne de déclinaison, on est contraint en effet de tenir la boussole bien horizontalement contre soi, de manière à ce que le regard tombe verticalement sur le cadran. On n'obtient ainsi qu'une orientation approximative. Pour déterminer avec précision un point quelconque sur le terrain ou sur une carte, il est nécessaire de viser en utilisant un cadran plus détaillé. C'est ce que permet de faire la boussole perfectionnée dont je te parlerai plus loin.

**1.2.1. La boussole ordinaire** est une boîte ronde dans laquelle oscille une aiguille aimantée, montée sur un pivot de métal et dominant un cadran avec la rose des vents. Ce cadran est en outre divisé, dans le sens des aiguilles de la montre, en 360 degrés, marqués par un trait tous les 5 degrés.

Le bouton extérieur bloque l'aiguille lorsqu'on utilise pas la boussole, ceci afin d'éviter une usure trop rapide.

Pour se servir de l'instrument, on débloque l'aiguille et l'on attend qu'elle s'immobilise. Elle indique alors, avec sa moitié de couleur sombre, non pas le Nord géographique, mais bien le Nord magnétique, à quelques degrés plus à l'Ouest.

Cette légère déviation ou déclinaison est marquée sur la boussole: en effet, lorsque le Nord géographique est exactement sur zéro (lettre N) l'aiguille s'immobilise à l'endroit indiqué par un trait, un point ou une petite flèche.

Pour connaître l'angle de déclinaison exact d'un lieu habité, tu peux te renseigner dans un magasin d'optique ou lire les cartes militaires qui sont très précises à ce sujet.

Certaines boussoles portent comme indication  
W = Ouest                      0 = Est.

**1.2.2. La boussole perfectionnée:** ces boussoles se présentent de manière fort différente d'un modèle à l'autre. Cependant, elles sont toutes construites selon le même principe.

1. dispositif permettant de viser un but (viseur et miroir) ;
2. cadran mobile, indépendant de l'aiguille: il permet, grâce à un index (repère, encoche ou triangle), de lire l'angle de direction ;
3. arrête (ou flèche dessinée) droite, parallèle à la ligne de visée et indiquant cette direction lorsque l'on pose la boussole sur la carte étalée;
4. miroir permettant de contrôler la direction constante de l'aiguille lorsqu'on porte la boussole à hauteur des yeux pour viser un but ;

le plus souvent, ces boussoles contiennent un liquide incongelable dans lequel se meut l'aiguille: cela lui donne une plus grande stabilité. Seul ce dernier type de boussole permet la marche à la boussole.

Un certain nombre de boussoles comprennent encore d'autres perfectionnements: par exemple, un mécanisme pour mesurer les angles verticaux, un niveau d'eau permettant de maintenir l'instrument tout à fait horizontal pour les mesures précises...

Tous les instruments n'ont pas le cadran divisé en 360 degrés: on en trouve à 400 grades (dans ce cas l'angle droit est de 100 grades) et même à 6400 °/°.

Ne jamais oublier qu'un objet de fer trop proche de la boussole fait dévier l'aiguille de sa direction vers le pôle magnétique. Pour avoir des mesures exactes, il faut s'éloigner de toutes balustrades, voies de chemin de fer... un simple canif pouvant influencer l'aiguille.

### 1.3. Utilisation.

Pour travailler facilement, mets ta boussole à plat, relâche la cale de l'aiguille et attends qu'elle s'immobilise. Tourne alors lentement ta boussole de manière à ce que l'aiguille soit sur le N. Ta boussole est ainsi orientée. L'indication en grades ou en degrés est faite dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre et l'indication des millièmes en sens opposé.

## 2. La montre.

Attention à *l'heure solaire*: l'heure solaire = notre heure d'hiver moins une heure. Nous nous situons en effet à GMT + 1 (Greenwich Meridian Time + 1). En été, il faut donc retrancher deux heures à l'heure Belge pour obtenir l'heure solaire. Mais il est courant que lors d'un camp, on retire une heure pour obtenir des veillées dans le noir plus tôt, dans ce cas, nous redescendons à l'heure d'hiver et il suffira donc de retirer encore une heure pour rejoindre l'heure solaire. C'est sur cette heure, et seulement celle-ci que les calculs suivants peuvent être effectués.

Il est utile que la montre d'une guide au moins indique l'heure solaire car c'est seulement avec celle-ci qu'il est possible de retrouver le Nord géographique.

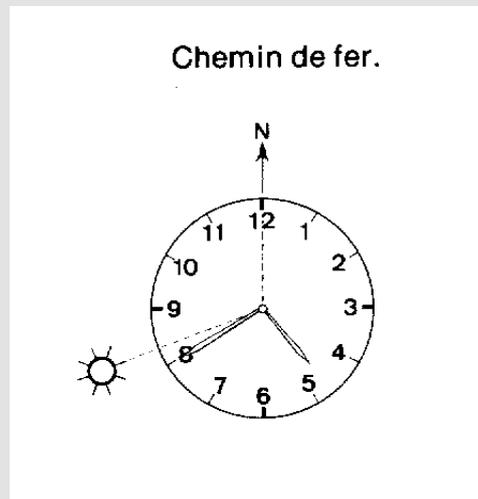
Deux méthodes pour retrouver le Nord :

### 2.1. Méthode "chemin de fer" (ainsi baptisée car pour les horaires des chemins de fer notamment, les heures se comptent à partir de minuit, donc de 0 à 24 h.).

H = nombre d'heures écoulées depuis minuit (donc deux heures de l'après-midi = 14 heures)

Tu prends ce nombre H et tu le divises par deux ( $H/2 = 14/2$  dans notre exemple, donc 7)

le résultat est dirigé vers le soleil. Le 12 indique alors la direction du Nord géographique.



*Exemple:*

le 20 août 1977, il est 6h.40' (heure civile) de l'après-midi.

Heure solaire = 18h.40' - 2h. = 16h.40' = 16h.2/3.

$$H / 2 = 8h.1/3.$$

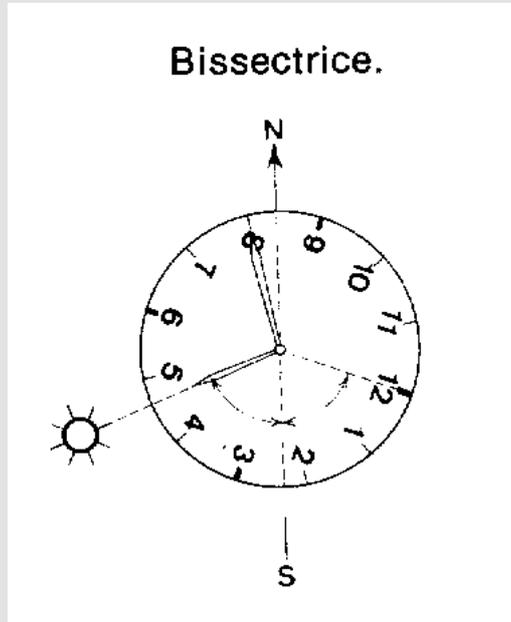
Diriger 8h.1/3 vers le soleil, la direction du Nord géographique sera indiquée par le 12.

## 2.2. Méthode de la bissectrice.

H = heure lue sur la montre.

H/2 donne la direction du nord géographique avant midi en dirigeant la petite aiguille vers le soleil.

H/2 donne la direction du Sud après-midi.



*Même exemple:*

Heure solaire = 4h.40' = 4h.2/3.

H/2 = 2h. 1/3.

6h.40' de l'après-midi.

La bissectrice de l'angle formé par la direction du 12 et la petite aiguille est la ligne Nord-Sud lorsqu'on place la petite aiguille dans la direction du soleil.

Puisqu'on est au cours de l'après-midi, la direction ayant pour origine le centre de la montre et passant par 2h.1/3 est celle du *Sud*.

*Autre exemple:* le 13 février à 10h15'.

Heure solaire = 10h15' - 1 h. = 9h. 15' = 9h. 1/4.

H/2 = 4h. 5/8. Puisqu'on est avant midi, la direction trouvée sera celle du nord géographique.

**N.B.:** Il est évident, comme l'aurait dit Monsieur de Lapalisse, que pour cette méthode il est indispensable que le soleil soit visible.

Il est bon de rappeler que vers quatre heure, le soleil se trouve non loin de l'endroit où il se couche... c'est-à-dire l'Ouest.

### 3. Le cadran solaire.

Il s'agit ici encore de moyen d'orientation.

Au camp, tu plantes en terre, sur un terrain bien horizontal, un bâton. Si le terrain n'est pas bien horizontal, ton résultat sera faussé. Toutes les heures, tu plantes en terre un nouveau bâton à l'extrémité de l'ombre faite par le bâton précédent. L'ensemble des bâtons dessinera sur le sol une ligne courbe qui d'abord se rapprochera et ensuite s'éloignera du bâton central.

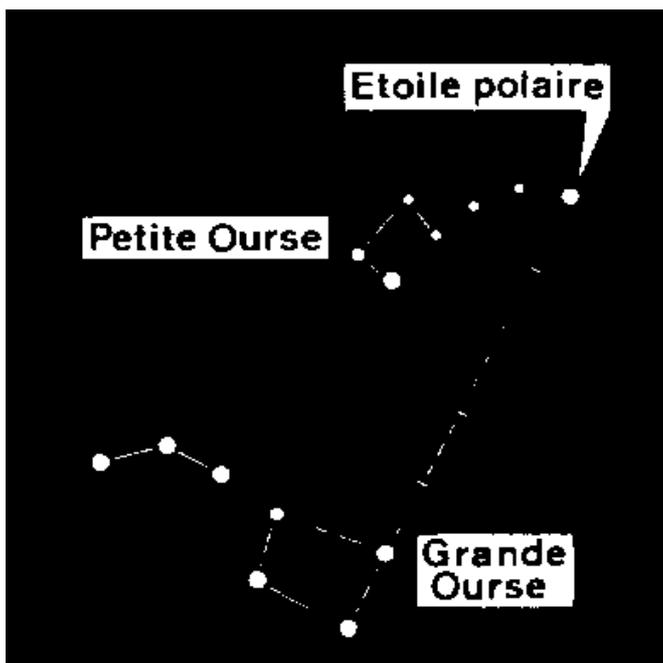
Le point le plus rapproché du bâton central indique le Nord. Quand l'ombre passera par ce point, il sera midi, à l'heure solaire.

### 4. L'étoile polaire.

Etoile bien visible dans l'hémisphère Nord, située à proximité du pôle céleste boréal, marquant ainsi la direction du nord. C'est une céphéide (Beaucoup d'étoiles variables manifestent "une pulsation" : leurs variations d'éclat sont dues à ce qu'elles se dilatent et se contractent. Certaines, nommées céphéides, montrent une variation périodique dont la période va d'un jour environ à plusieurs centaines de jours; elles sont toutes des centaines de fois plus lumineuses que le Soleil. Plus la période d'une céphéide est longue, plus l'éclat moyen de l'étoile est élevé) de magnitude variant entre 2,1 et 2,2 suivant une période d'environ quatre jours. Elle est située à près de trois cents années-lumière. Cependant, elle se rapprochera du pôle nord céleste pendant cent cinquante ans en raison du mouvement de précession de l'axe terrestre; ensuite, elle s'en éloignera. L'étoile change de nom selon les périodes. En l'an 7600, elle sera appelée Alderamin; en l'an 13600, ce sera Véga.

- Elle indique sensiblement le Nord géographique.
- Elle appartient à la petite Ourse.
- Elle ne brille pas très fort.

**Comment la retrouver?** Repérer la grande Ourse, grand chariot. Prolonger la ligne formée par les 2 étoiles formant le fond vertical du chariot, vers le haut et sur une distance de  $\pm 5 X$  celle qui sépare les 2 étoiles ; on tombe juste sur l'étoile polaire.



## 5. Les autres méthodes.

Elles sont hasardeuses: mieux vaut ne pas trop s'y fier. Voici cependant quelques trucs pour retrouver ton chemin....Ni bons, ni mauvais, ni universels, ni infaillibles, ils sont souvent propres à une région !!!

- 1) de nombreuses églises ont le cœur tourné vers le sud-est (Terre Sainte). Si tu cherches le Nord, il te faudra donc compter sur cette indication. Exemple, imaginons que l'Eglise de Waterloo centre ait en effet le cœur dirigé vers le sud-est, il te faudra chercher le Nord entre la rue de la station et la petite route en sens unique qui arrive dans celle-ci en face de la rue François Libert.
- 1) dans les hautes fagnes, de grandes haies protègent souvent les maisons du côté du vent dominant. ( En Belgique, le vent dominant vient de l'Ouest, mais cela ne veut pas dire charrette )
- 1) les habitants te diront souvent avec précision où se trouve le soleil à midi. Même si ils ne peuvent te dire où se situent le Nord, ils pourront souvent te dire où ils prennent leur bain de soleil.

Dans le Nord de la Belgique, beaucoup de routes sont bordées de grands arbres (surtout peupliers du Canada). Ceux-ci sont généralement inclinés vers l'Est à cause du vent dominant qui vient de l'Ouest.

Mais fais attention : si tu es sur la digue d'un canal, les peupliers penchent souvent du côté de la digue. En effet, à cause de la pente, les racines ne trouvent qu'un appui insuffisant et par conséquent malgré le vent, ils penchent de ce côté.

En d'autres endroits, tu trouveras de la mousse sur les arbres du côté abrité du vent le plus froid qui, chez nous, vient du nord-est. Il faut donc oublier cette idée préconçue comme quoi la mousse pousse au Nord

Inutile de te dire que ces méthodes appartiennent plus au folklore qu'à l'art de s'orienter!

# CHAPITRE III:

## LA CARTE TOPOGRAPHIQUE DE BASE

### CHAPITRE III: LA CARTE TOPOGRAPHIQUE DE BASE

#### 1. Une carte, qu'est-ce que c'est ?

Il s'agit d'une représentation dessinée ou imprimée sur une surface plane d'une zone géographique correspondant généralement à une portion de la surface de la Terre. Dans la plupart des cas, une carte est une représentation schématique plutôt qu'illustrée d'une zone donnée; elle contient habituellement différents symboles communément admis, qui indiquent les caractéristiques naturelles, artificielles ou culturelles de la région représentée.

Les problèmes essentiels liés à l'élaboration d'une carte sont la représentation d'une surface courbe (la Terre ou une partie de la Terre) sur un plan, et le choix de l'échelle. Avant l'apparition des ordinateurs, l'établissement de cartes exigeait de multiples talents: la capacité de découvrir et de sélectionner des informations provenant de diverses sources sur divers aspects de la géographie, puis de synthétiser les résultats en un ensemble de données simple, cohérent et exact; des dons de concepteur pour créer la carte finale capable de communiquer correctement le "message" destiné à des lecteurs d'origines diverses; une dextérité manuelle pour représenter les informations en utilisant symboles, lignes et couleurs pour rendre lisible l'ensemble de la carte; des connaissances et une conception graphique pour simplifier des motifs souvent complexes.

Il n'existe pas une façon "correcte" de faire une carte. La façon dont elle est réalisée dépend du but de la carte, des outils dont dispose le cartographe et de ses connaissances.

#### 1.1. Types de carte

On peut utiliser des cartes pour diverses raisons, ce qui explique l'existence de différents types de cartes spécialisées.

##### 1.1.1. Cartes topographiques

Les cartes topographiques sont généralement utilisées pour représenter des régions terrestres. Elles indiquent les caractéristiques naturelles et artificielles de la région représentée: elles peuvent ainsi comporter le réseau de transports (routes, voies ferrées, canaux, sentiers, aéroports), l'hydrographie (cours d'eau, lacs, aspects des côtes), les habitations (villages, bourgs, villes), la forme et l'altitude du relief, etc. Les limites politiques, qui marquent les séparations entre des départements, des régions et des États sont également précisées. En raison de la grande diversité des informations qu'elles comportent, les cartes topographiques servent le plus souvent de cartes de référence pour un usage courant.

### 1.1.2. Cartes spécialisées

Les cartes marines et aéronautiques sont parmi les plus importantes des cartes spécialisées. Les cartes marines sont utilisées pour la navigation; elles couvrent les océans. Des chiffres indiquant la profondeur de l'eau à marée basse sont disposés à intervalles rapprochés sur les parties correspondantes de la carte. Les hauts-fonds et les bas-fonds sont entourés d'un cercle ou sont en grisé pour qu'ils apparaissent plus clairement, et les limites des chenaux sont indiquées par des lignes. La nature du fond (sable, boue, roche, etc.) est également précisée. La localisation exacte des phares, des bouées et des autres aides à la navigation est l'une des caractéristiques importantes des cartes marines. Certains repères des côtes, comme des immeubles ou des pics élevés, sont également indiqués car ils permettent au navigateur d'établir sa position. Les cartes

aéronautiques que l'on utilise en vol ressemblent quelque peu aux cartes topographiques; elles indiquent en plus l'emplacement des radiobalises, des voies aériennes et des zones couvertes par les chenaux de radio-guidage.

Parmi les autres cartes spécialisées figurent les cartes politiques, qui ne retiennent des caractéristiques topographiques que les limites des villes et les frontières politiques, les cartes géologiques, qui montrent la structure géologique d'une zone, ainsi que bien d'autres cartes, qui indiquent par exemple la répartition géographique des récoltes, l'utilisation de la terre, la hauteur des précipitations, le nombre d'habitants. Les cartes en relief représentent une région donnée en trois dimensions. Pour accentuer le relief, l'échelle verticale représente en général plusieurs fois l'échelle horizontale. Les cartes en relief sont très utilisées pour la conception de plans en ingénierie et dans le domaine militaire.

## 2. Notions préliminaires : l'échelle.

### 2.1. Le rapport d'échelle

L'échelle représente le rapport existant entre la distance qui sépare deux points sur la Terre et sa représentation sur la carte. L'échelle se présente en général sous la forme de chiffres, comme 1/100 000, qui signifie qu'une unité mesurée sur la carte (en l'occurrence 1 cm) correspond à 100 000 fois la même unité à la surface de la Terre. L'échelle est précisée dans la marge de la plupart des cartes, qui souvent présentent également une ligne graduée indiquant la longueur sur l'échelle d'une, de cinq ou de dix unités, souvent des kilomètres.

Les cartes à très grande échelle (supérieure à 1/10 000) sont appelées plans. Les cartes à grande échelle vont de 1/10 000 (où 1 cm sur le papier équivaut à 100 m sur le terrain) à 1/25 000, l'échelle moyenne va jusqu'à 1/100 000 et la petite échelle commence avec les cartes à 1/200 000 (où 1 cm sur le papier équivaut à 2 km sur le terrain) ou 1/250 000.

Les cartes à grande échelle les plus détaillées sont souvent celles qui montrent la propriété des terres et des bâtiments. Ces cartes sont souvent faites à des échelles variant entre 1/500 et 1/5 000 et il n'est pas besoin de généraliser ou de

simplifier beaucoup l'information que l'on veut représenter. Plus une zone est densément peuplée, plus l'échelle utilisée sera grande.

Les cartes à petite échelle, comme celles qui figurent sur les atlas, doivent être en revanche fortement simplifiées. Les routes, par exemple, sont souvent élargies et peuvent être déplacées pour faciliter la perception, à condition qu'elles restent placées correctement les unes par rapport aux autres.

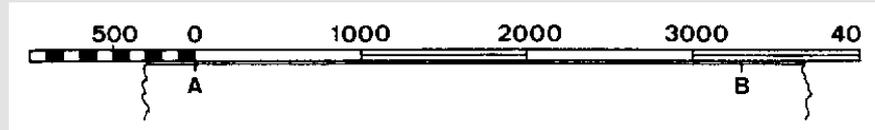
Les cartes topographiques ordinaires, comme celles qui sont produites par l'Institut géographique national (IGN), sont à l'échelle de 1/50 000, 1/25 000 et 1/10 000. Depuis le début du siècle, un certain nombre de pays participent à l'élaboration d'une carte standard du monde à l'échelle de 1/1 000 000.

Les échelles les plus employées en Belgique pour les cartes topographiques sont 1/10.000, 1/25.000, 1/50.000.

Remarquons encore que l'échelle étant représentée par un quotient, il est normal que le résultat de ce quotient diminue lorsque le diviseur augmente. On dira donc que l'échelle 1/50.000 est une échelle *plus petite* que l'échelle 1/10.000.

## 2.2. L'échelle métrique.

Les cartes topographiques portent généralement dans leur "hors-cadre" une échelle métrique. Il s'agit d'une droite partagée en parties égales par de petits traits verticaux.



L'intervalle entre deux traits correspond à une distance sur le terrain ramenée à l'échelle de la carte. Elle est très utile lorsqu'on ne possède pas d'instruments permettant de mesurer une longueur ou une distance sur la carte pour la transformer en longueur terrain. En effet, il suffit de repérer sur le bord d'une feuille de papier les deux points extrêmes de la distance, de faire coïncider un des points avec le zéro de l'échelle métrique, et de placer le bord de la feuille le long de l'échelle. L'emplacement du second point sur l'échelle permettra de lire directement la distance terrain qui sépare les deux points.

### 3. Analyse de la carte topographique

Une carte topographique est une carte qui représente graphiquement, à l'aide de signes conventionnels, le maximum de détails visibles sur un terrain, ainsi que son relief. Mieux connue sous son ancien nom de "carte d'Etat-major", cette carte est établie à l'échelle du 1/25.000. Elle est dite "de base" parce que c'est à partir d'elle que seront établies *toutes* les autres cartes couvrant l'entièreté du territoire de la Belgique. La carte topographique de base a été tracée à partir d'un réseau de points déterminé avec la plus haute précision et à partir de photos aériennes.

En marge de la carte se trouvent tous les renseignements utiles à la lecture de cette carte.

La carte comprend donc deux parties principales:

1. la carte proprement dite et son cadre;
2. le "hors-cadre".

#### 3.1. Description de la carte et de son cadre.

##### **3.1.1. La carte proprement dite.**

Comme le dit sa définition, elle est la représentation d'une partie du territoire, la surface représentée étant un rectangle de 16 km. dans le sens EST-OUEST et de 10 km. dans le sens NORD-SUD. La carte, qui est donc à l'échelle 1/25.000, est un rectangle de 64 cm. sur 40 cm.

##### **3.1.2. Le cadre.**

C'est une bande d'environ 1 cm. entourant les bords de la carte. On y trouve représentées:

###### **3.1.2.1. les amorces**

(petits traits perpendiculaires au cadre) *du réseau géographique*. Ce sont celles des méridiens et parallèles marquées de 2'30" en 2'30".

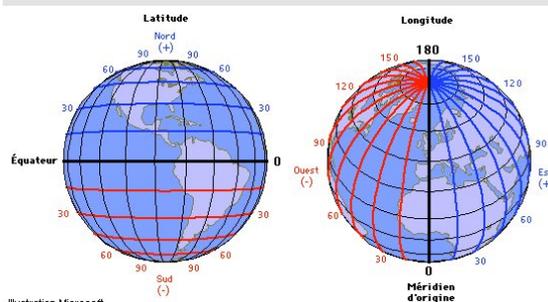


Illustration Microsoft

Pour rappel : la sphère terrestre (voir croquis) est divisée par des méridiens qu'on numérote habituellement en degrés à partir d'un méridien origine (celui passant par Greenwich, près de Londres). Les méridiens vont du pôle Nord au pôle Sud. La terre est aussi divisée par des parallèles qu'on numérote habituellement à partir de l'équateur, à raison de 90° vers le Nord

et 90° vers le Sud.

Chaque degré est divisé en soixante minutes (60') et chaque minute en soixante secondes (60'')

###### **3.1.2.2. les amorces kilométriques du quadrillage Lambert.**

Il est formé, d'une part, des lignes parallèles au méridien passant par Uccle, et d'autre part des lignes perpendiculaires aux premières. Les distances entre ces lignes parallèles sont égales entre elles et équivalent à 1 km. C'est pour cela qu'on l'appelle le quadrillage kilométrique.

### 3.1.3. Les teintes.

**Le noir:** est utilisé pour toutes les *écritures* (nom de villes, de hameaux, abréviations), sauf celles se rapportant aux eaux. C'est aussi la couleur des *limites* (d'Etat, de province ... ).

**Le noir descendu** est utilisé pour les détails de la carte, sauf ceux se rapportant aux eaux et au relief. C'est donc la couleur des voies de communication, des constructions, des types de végétation et de leurs limites.

**Le bleu** est réservé à tous les détails relatifs à l'eau : rivières, marécages, et constructions telles que châteaux d'eau, écluse, etc. Il est utilisé également pour les écritures relatives à ces détails.

**Le rouge:** utilisé uniquement pour le réseau routier, il est toujours limité par les traits en noir descendu qui représentent conventionnellement les bords de la route. Le revêtement de la route représentée en rouge est un revêtement dur (pavés, asphalte ... ) résistant en cas de pluie. A l'intérieur des villes, le rouge ne sera utilisé que pour renforcer le tracé des routes nationales ainsi que des rues principales.

**Le vert** sert uniquement à faire ressortir les étendues d'arbres. Il s'agit donc dans la plupart des cas d'une végétation élevée faisant obstacle à la vue.

**Le bistre** est la teinte réservée à la représentation du relief, des rochers et des grandes étendues de sable.

### 3.1.3. Description du “hors-cadre”.

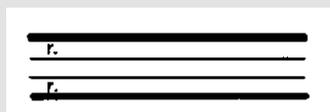
On entend par “ hors-cadre” la partie de la feuille qui se trouve à l'extérieur de la carte. C'est dans cette partie que l'on trouve tous les renseignements nécessaires à l'utilisation de la carte, soit

1. l'**échelle** de la carte
2. une **échelle métrique** subdivisée en mètres et en yards
3. un croquis accompagné d'un petit texte donnant la valeur et la direction de la **déclinaison magnétique** pour le centre de la feuille à une date déterminée, ainsi que sa variation annuelle
4. le numéro de la carte et son titre:
  - le numéro** comporte d'abord un ou deux grands chiffres: c'est le numéro de la feuille à l'échelle du 1 /50.000 dont fait partie la carte au 1/25.000. Les deux petits chiffres qui suivent indiquent de quel quart de cette feuille il s'agit ;
  - le titre** est habituellement composé de deux noms de localités: ce sont les localités les plus importantes de la moitié Ouest et de la moitié Est de la carte.  
Exemple: WAVRE - CHAUMONT-GISTOUX 40/1-2.
4. **un schéma** indiquant le numéro des feuilles contiguës
5. un texte donnant les procédés utilisés pour **l'établissement de la carte**. “Levé par aérophotogrammétrie” signifie que cette carte a été faite à partir de photos aériennes.
6. une liste complète des abréviations françaises et néerlandaises utilisées sur les cartes au 1/10.000 et 1/25.000
7. une liste complète des **signes conventionnels** utilisés
9. **l'équidistance des courbes de niveau** (voir plus loin: les signes relatifs au relief).

### 3.1.3.1. *Les signes conventionnels.*

Les principaux signes conventionnels de la carte au 1/25.000 sont ceux utilisés à partir de la 2<sup>ème</sup> édition. Cela veut dire que pour des éditions moins récentes, il faut consulter la liste figurant dans le hors-cadre. Afin de t'habituer à les reconnaître, je te propose de les colorer au marqueur dans leur couleur véritable, en t'aidant d'une carte (r. = rouge, bl. = bleu, bl. cl. = bleu clair, v. = vert, v. cl. = vert clair).

#### Réseau routier.



Autoroute



route dont le revêtement est dur (différentes largeurs)



chemin de terre



sentier



coupe-feu (dans les bois)

#### Chemin de fer.



A 2 voies ou plus



à 1 voie

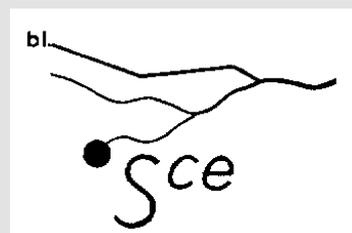


dont la ligne est électrifiée

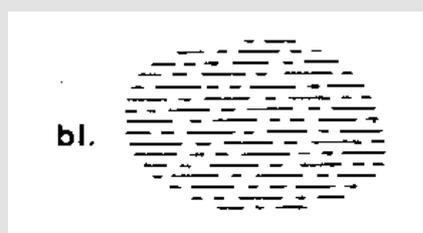
## Eaux.



canal, fleuve, rivière large de plus de 10 m.



rivière étroite, ruisseau avec source, fossé...

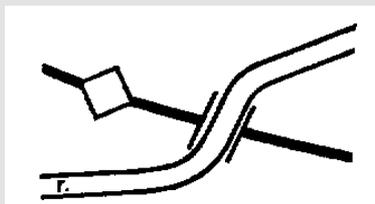


marécage

## Ponts.

Ce sont des constructions permettant le croisement de deux voies de communication (exemple: route et chemin de fer) à des niveaux différents. La voie de communication passant au-dessus de l'autre est bordée de deux traits noirs qui lui sont parallèles; la voie de communication passant au-dessous de l'autre est interrompue entre ces deux traits noirs.

### **Exemple:**



route passant au dessus d'un chemin de fer électrifié à voies multiples

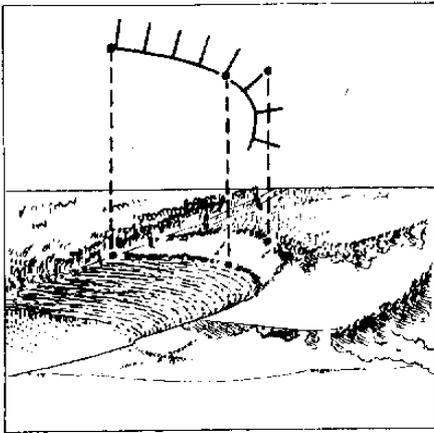


chemin de fer à voie simple passant au-dessus d'une rivière



viaduc.

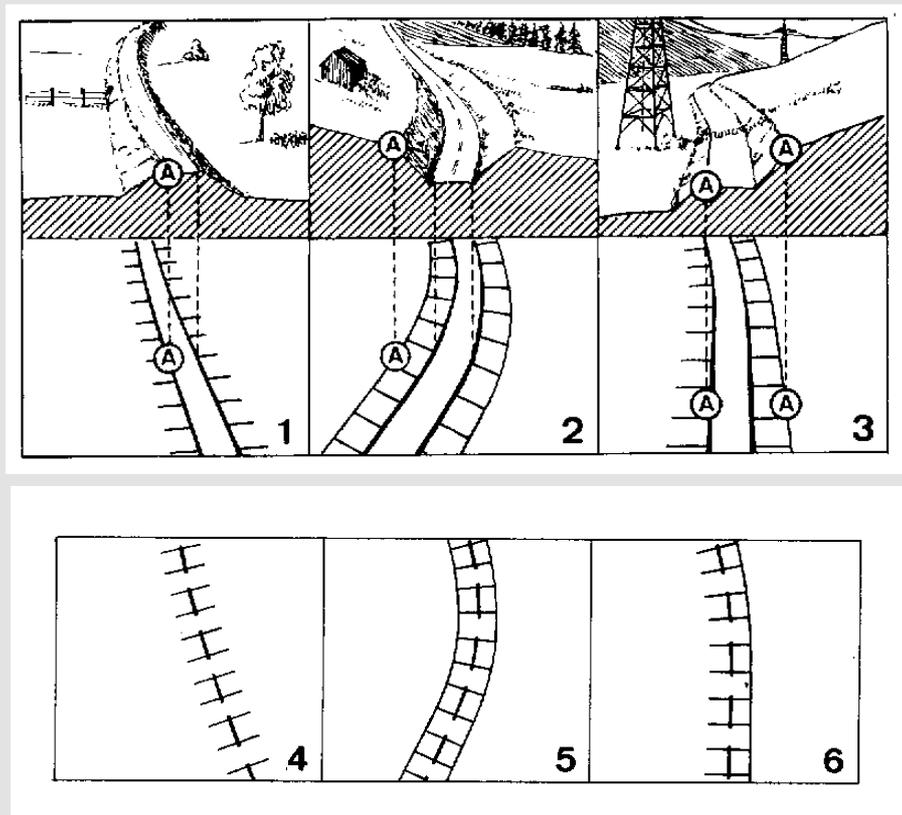
## Talus.



Le signe conventionnel du talus peut se comparer à un peigne dont le dos représente le haut du talus, tandis que la pointe des dents en est le bas.

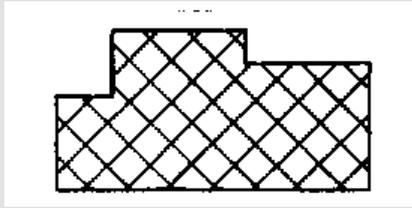
Lorsque le talus est situé le long d'une voie de communication, si le haut du talus est accolé à cette voie, le "dos du peigne" est alors confondu avec le bord du signe conventionnel. Au contraire, lorsque le bas du talus rejoint la voie de communication, les "pointes des dents" rejoignent le bord du signe conventionnel. Dans ce cas le dessin ressemble à une échelle.

Lorsque la voie de communication est un sentier, les figures 1, 2 et 3 deviennent, les figures 4, 5 et 6.

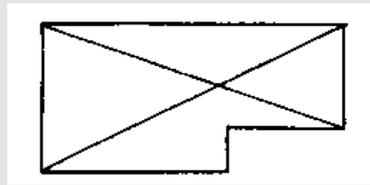


## Les bâtiments et bornes.

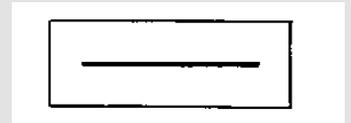
Tout bâtiment est représenté par sa vue en plan réduite à l'échelle de la carte, en "noir descendu". Il existe cependant quelques cas particuliers.



Usine

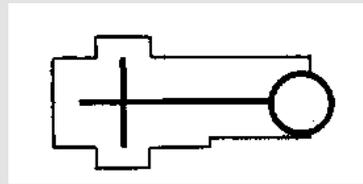


Serre



Hangar

D'autres types de constructions sont représentés par un signe conventionnel :

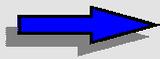


**Eglise** (le cercle correspond au clocher).

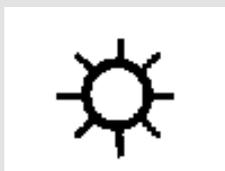


**Chapelle** (le cercle correspond à son emplacement sur le terrain).

**Croix** (le pied de la croix correspond à son emplacement sur le terrain)



Moulin à vent (le cercle correspond à son emplacement sur le terrain).

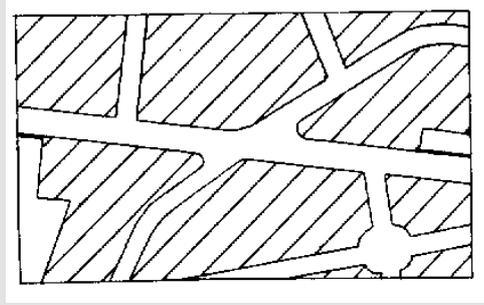


**Moulin à eau** (le cercle correspond à l'emplacement de la roue du moulin).



**Château d'eau**

Dans une agglomération, les quartiers de maisons entièrement bâtis sont représentés par une zone hachurée.



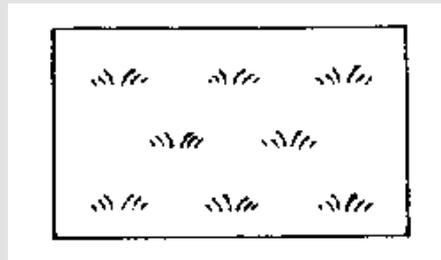
**K 17**



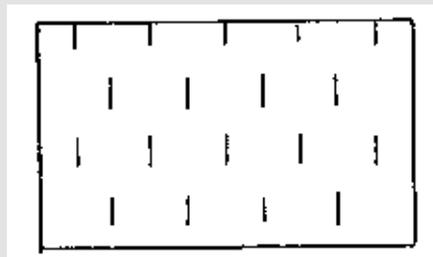
Représente une borne kilométrique. Le nombre qui suit la lettre K représente le kilomètre indiqué sur la borne. On les trouve le long des principales voies de communication et des canaux. Dans ce second cas elles sont représentées en bleu.

### Végétations.

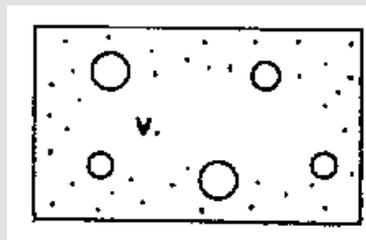
*Bruyères ou lande:* parcelles de plantes herbacées- non entretenues.



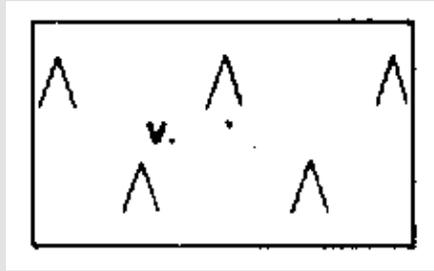
*Prairies permanentes.*



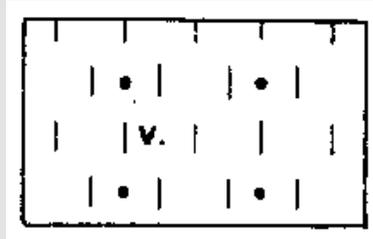
*Feuillus:* chênes, hêtres, érables, châtaigniers, mais pas les arbres dont les fruits sont des cônes (conifères).



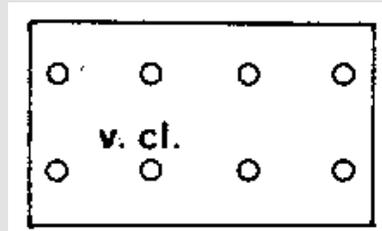
*Conifères.* Attention : le mélèze perd ses aiguilles en hiver...



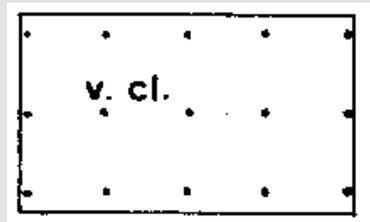
*Peupleraie:* Parcelle de peupliers uniquement sur sol couvert d'herbe



*Vergers*



*Pépinière ou oseraie.* (où l'on plante de l'osier)



*Rangée d'arbres.*



*Haie.*

### 3.1.3.2. Les signes relatifs au relief.

#### 3.1.3.2.1. Qu'est-ce qu'une courbe de niveau ?

C'est une ligne imaginaire dont tous les points sont à la même altitude par rapport à une altitude choisie comme zéro. Dans notre pays, ce zéro est le niveau moyen de la mer.

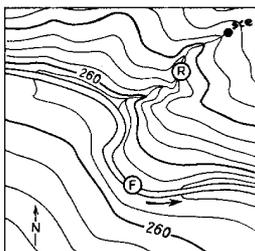
Comment se représenter les courbes de niveau?

Tu as déjà vu un lac de barrage, celui de l'Eau d'Heure par exemple. Imagine que l'on peigne une grosse ligne blanche au bord de l'eau, tout autour du lac. Imagine ensuite que l'on fasse descendre le niveau de l'eau de 5 en 5 mètres, en peignant chaque fois une nouvelle ligne blanche au bord de l'eau. Le barrage une fois vidé, on aura obtenu toutes les courbes de niveau, *équidistantes* de 5 mètres, du terrain qu'occupait l'eau du barrage. Si, à ce moment-là, tu survoles le barrage en avion, tu pourras voir les courbes de niveau comme tu les vois sur la carte. Là où la pente du terrain est forte, les courbes seront rapprochées. Lorsque la pente est faible, les courbes seront très éloignées l'une de l'autre.

Sur la carte de base au 1/25.000, l'équidistance est de 5 mètres en Haute Belgique, de deux mètres cinquante en Moyenne Belgique et de 1 mètre en Basse Belgique.

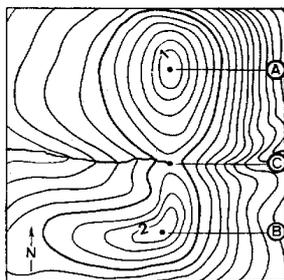
#### 3.1.3.2.2. Quelques formes de relief assez typiques

##### 1°) Vallées.



En bleu: la grosse rivière F et le ruisseau R avec sa source. Les courbes de niveau forment aux abords du ruisseau une espèce de pointe: on en déduit facilement que l'eau coule dans la direction opposée aux pointes des courbes. Il en est de même pour la rivière. Si l'on compare la distance qui sépare les pointes où deux courbes successives traversent le ruisseau, à la distance qui sépare deux courbes qui traversent la rivière, on constate que cette distance est beaucoup plus courte sur le ruisseau que sur la rivière. On en déduit donc que la pente du ruisseau est plus forte que celle de la rivière.

##### 2°) Collines.



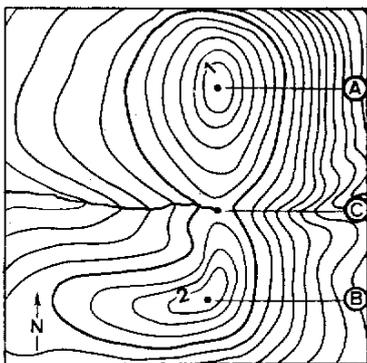
Sur cette figure, les courbes de niveau nous font voir deux collines: A, conique, et B, en forme de croissant. Chacune d'elles est représentée par des courbes de niveau successives "fermées".

Le sommet de chaque colline est situé à l'intérieur de la plus petite courbe fermée (N° 1 pour la colline A et N° 2 pour B).

Laquelle de ces deux collines est la plus élevée? En partant de la plus haute courbe de niveau commune (trait gras), on compte 5 courbes pour la colline A et 3 courbes pour la colline B. C'est donc la colline A qui est la plus élevée.

En considérant l'espace qui sépare les courbes de niveau, on constate que les flancs Est et Ouest de la colline B ont à peu près la même pente. Au contraire, le flanc Est de la colline A est bien plus escarpé que son flanc Ouest. De plus, un ruisseau prend sa source dans le creux du croissant.

### 3°) Le col.



Un point caractéristique du relief représenté ici est le point C. Ce point s'appelle "col". Entre deux sommets, il existe toujours un col : c'est le point qui est le plus bas sur la ligne la plus élevée reliant les deux sommets. Retrouver ce point permet de s'élever le moins possible en traversant une ligne de collines ou de montagnes.

Avec un peu d'habitude, on arrive assez vite à percevoir, grâce aux courbes de niveau, l'ensemble du relief du terrain que la carte représente. Pour y arriver, il est toujours bon de se rappeler que les lignes bleues de la carte représentent ruisseaux, rivières, fleuves: ils indiquent donc toujours le fond des vallées.

C'est entre ces lignes de fonds que se situent les lignes de crêtes avec leurs sommets et leurs cols. Beaucoup de courbes de niveau ont une altitude indiquée en mètres, ce qui aide à rechercher le sens des pentes et à calculer les différences de niveau.

### 3.2. Orienter la carte.

Cette opération indispensable pour utiliser la carte se fait à l'aide de la boussole. On peut aussi se servir des détails visibles sur le terrain lorsque l'on sait où l'on se trouve sur la carte

**Voici comment procéder à l'aide de la boussole.**

1. Calculer la valeur de la déclinaison magnétique d'après les indications de la carte. Si cette déclinaison magnétique est dirigée vers l'Est, la direction du Nord magnétique sera de  $0^\circ +$  la valeur de la déclinaison. Si cette déclinaison est dirigée vers l'Ouest, la direction du Nord magnétique sera de  $360^\circ -$  (moins) la valeur de la déclinaison. Au moins jusqu'à la fin de ce siècle, la déclinaison magnétique en Belgique sera probablement toujours dirigée vers l'Ouest.
2. Tracer un méridien sur la carte, en se servant des repères du cadre.
3. Maintenir le porte-carte bien horizontal, ou, si vous n'avez pas de porte-carte, poser la carte le plus horizontalement possible sur tout objet qui ne contient pas de fer, ou à défaut sur le sol. Jamais sur le capot d'une voiture!
4. Poser la boussole sur la carte, de telle manière que la direction Nord-Sud de la boussole coïncide ou soit bien parallèle au méridien tracé.
5. Faire tourner horizontalement l'ensemble carte boussole jusqu'à ce que la pointe aimantée de l'aiguille de la boussole vienne coïncider avec le Nord magnétique.

N'oublie jamais de t'éloigner de tout objet contenant du fer. N'oriente jamais ta carte lorsque tu te trouves à moins de 100 mètres d'une usine, d'un chemin de fer, d'un pont, d'une ligne à haute tension, etc. Ne laisse pas approcher à moins d'un mètre d'autres guides qui portent sur elles un canif ou tout autre objet contenant du fer, de l'acier.

Dans tous ces cas, le Nord indiqué par ta boussole pourrait varier parfois de plusieurs dizaines de degrés

### 3.3. Les projections

Une carte doit avoir la forme d'une sphère pour représenter toute la surface de la Terre sans introduire de déformation; on parle dans ce cas de globe. Une carte plate ne peut pas figurer avec précision une surface arrondie, en dehors de régions peu étendues où la courbure de la Terre est négligeable.

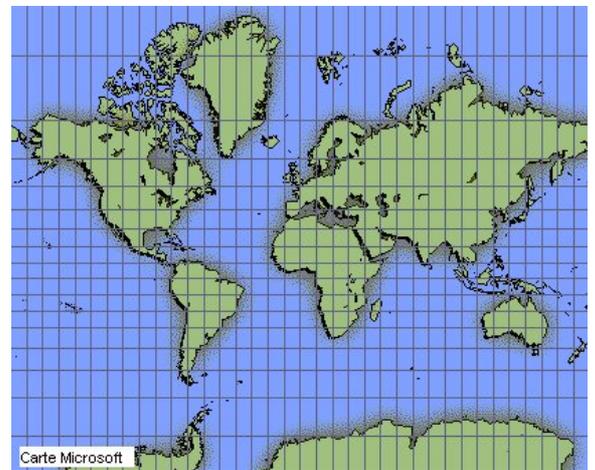
Quand il s'agit de représenter fidèlement des régions de taille moyenne ou grande, la carte doit proposer un compromis entre des déformations portant sur la surface, la distance et la direction. Dans certains cas, le cartographe peut privilégier l'un de ces éléments au détriment des autres, qui perdent alors en précision. On emploie le terme de projections pour désigner les différentes façons de préparer une carte à deux dimensions de la surface de la Terre; on distingue les projections géométriques des projections analytiques, selon la technique de développement adoptée. Les projections géométriques sont classées selon le type de surface utilisée pour l'établissement de la carte, comme les cylindres, les cônes ou les plans; les projections planes sont également désignées par le terme de projections azimutales ou zénithales. Les projections analytiques s'appuient sur des calculs mathématiques.

#### *3.3.1. Projections cylindriques*

Quand il réalise une projection cylindrique, le cartographe considère la surface de la carte comme un cylindre qui entoure le globe et se trouve en contact avec celui-ci au niveau de l'équateur. Les parallèles sont prolongés en dehors du globe, comme des plans parallèles qui coupent le cylindre, en restant parallèles à l'équateur. À cause de la sphéricité du globe, les parallèles à proximité des pôles sont progressivement rapprochés les uns des autres quand ils sont projetés sur le cylindre; de plus, les méridiens projetés sont représentés comme des lignes droites parallèles, qui sont perpendiculaires à l'équateur et se prolongent vers les pôles Nord et Sud. Une fois la projection effectuée, le cylindre est supposé être découpé dans le sens vertical puis déroulé à plat.

La carte obtenue représente la surface du monde comme un rectangle avec en longitude les méridiens régulièrement espacés et en latitude les parallèles disposés d'une façon inégale. Bien que les régions soient très déformées à proximité des pôles sur une projection cylindrique, on retrouve sur la carte les proportions qui sont celles des régions dans la réalité.

Le géographe flamand Gerardus Mercator s'appuya sur les mathématiques pour développer un type de projection bien connu qui porte son



nom et s'apparente, avec certaines modifications, à la projection cylindrique. Une carte de Mercator est précise pour les régions équatoriales, mais déforme sensiblement les régions situées dans des latitudes élevées. Toutefois, les directions sont représentées fidèlement, ce qui est particulièrement intéressant pour la navigation et correspondait au projet initial de Mercator. Toute ligne coupant deux méridiens ou plus selon le même angle est représentée sur une carte de Mercator par une ligne droite, appelée ligne de rhumb. Celle-ci représente dans le cas d'un navire ou d'un avion une route directe établie à l'aide d'une boussole. Un navigateur peut décider de sa route à l'aide d'une carte de Mercator en traçant simplement une ligne entre deux points et en suivant sur la carte la direction donnée par la boussole.

### 3.3.2. Projection azimutale

La projection azimutale correspond à une projection du globe sur une surface plane qui peut être en contact avec le globe à n'importe quel point. Les projections azimutales regroupent les projections planes de type gnomonique, orthographique et stéréographique. La projection azimutale de surface égale et la projection azimutale équidistante renvoient à deux autres types de projections planes; elles ne peuvent pas être projetées, mais sont conçues selon un plan tangent (en contact). La projection gnomonique correspond à des rayons projetés du centre de la Terre. Dans une projection orthographique, la source des rayons se situe à l'infini, et les cartes conçues selon ce procédé donnent l'impression que la Terre a été photographiée depuis le cosmos. Dans le cas d'une projection stéréographique, la source des rayons est un point qui est diamétralement opposé à la tangente du plan sur lequel est réalisée la projection.

La nature de la projection varie selon la source des rayons. Ainsi, la projection gnomonique couvre des zones plus petites qu'un hémisphère alors que la projection orthographique couvre les

hémisphères; la projection azimutale équivalente et la projection stéréographique correspondent à des zones plus larges, et la projection azimutale équidistante concerne le globe tout entier. Toutefois, dans tous ces types de projection (à l'exception de la projection azimutale équidistante), la partie de la Terre qui apparaît sur la carte dépend du point de contact du plan imaginaire avec la Terre. Une carte de projection plane dont le plan est tangent à la surface de la Terre au niveau de l'équateur représente la zone de l'équateur, mais ne peut pas figurer toute la région sur une carte; si le plan est tangent à l'un des pôles, la carte représente les régions polaires.

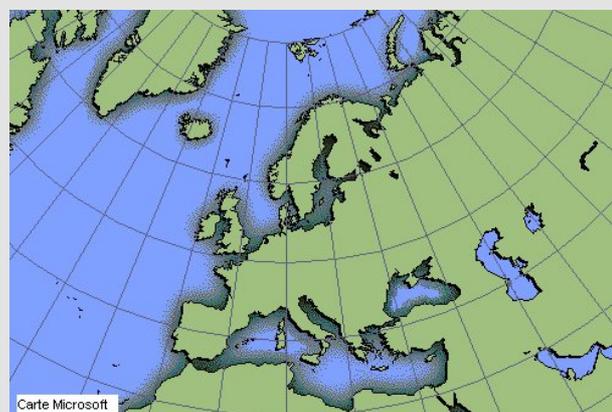
Dans la mesure où la source de la projection gnomonique est au centre de la Terre, tous les grands cercles (l'équateur, chaque méridien et tous les autres cercles divisant le globe en deux parties égales) sont représentés comme des lignes droites. Un grand cercle qui relie deux points sur la Terre correspond toujours à la distance la plus courte entre ces deux points. C'est pourquoi la carte gnomonique est très utile pour la navigation quand elle est utilisée avec la carte de Mercator.

### 3.3.3. Projections coniques

Dans ce type de projection, on suppose qu'un cône est placé au sommet du globe. Après la projection, le cône est censé être découpé et déroulé sur une surface plane. Le cône est en contact avec le globe sur chacun des points d'un seul parallèle; la carte obtenue est extrêmement précise pour toutes les zones situées près du parallèle, mais elle devient très déformée pour toutes les autres zones, en respectant le rapport exact de la distance de ces zones au parallèle standard.

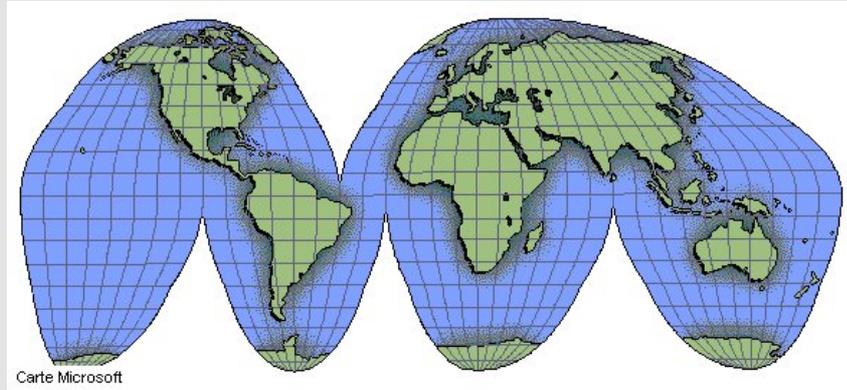
Pour atteindre une plus grande précision, la projection conique conforme de Lambert part d'un cône qui passe par une partie de la surface du globe et coupe deux parallèles. Du fait de la précision obtenue par ce type de carte dans la proximité immédiate des deux parallèles, la zone représentée entre les parallèles standard est moins déformée que la même zone reproduite par une projection conique unique.

La projection polyconique est un type de projection bien plus complexe, qui met en jeu une série de cônes, chacun d'eux étant en contact avec le globe à un parallèle différent, et seule la zone à proximité immédiate de chaque parallèle est utilisée. En rassemblant les résultats de la série des projections coniques limitées, il est possible de couvrir une large zone avec une très grande précision. Parce qu'un cône ne peut pas être en contact avec le globe dans les régions polaires et équatoriales les plus éloignées, les différentes projections coniques sont utilisées pour représenter des régions relativement petites dans les zones tempérées. Les cartes polyconiques offrent un bon compromis entre la représentation de la surface, de la distance et de la direction dans le cas de petites régions.



### 3.3.4. Calcul mathématique

Un certain nombre de projections, selon le terme consacré, ont été développées à l'aide des mathématiques pour figurer dans le détail des zones importantes à une petite échelle. Les cartes fondées sur les calculs mathématiques représentent la Terre entière en cercles, en ovales ou selon d'autres formes. Dans le cas de cartes spécialisées, la Terre est souvent dessinée en ne suivant pas la forme originale de la projection, mais avec des parties jointes et irrégulières. Les cartes de ce type sont appelées projections interrompues et comprennent la projection de Goode et la projection équivalente d'Eckert.



### **3.4. Réalisation d'une carte**

Les progrès les plus importants dans la fabrication des cartes sont venus des techniques de captation à distance, c'est-à-dire des techniques qui rassemblent des données sur un objet sans le toucher véritablement, notamment la photographie aérienne (qui comprend la photographie à infrarouge) et la photographie par satellite. Le Global Positioning System (GPS) met en œuvre la triangulation par satellite, qui a considérablement réduit la marge d'erreur quand il s'agit de localiser exactement des points à la surface de la Terre. Le recours à l'ordinateur pour dessiner des cartes compte parmi les innovations les plus récentes.

#### ***3.4.1. Observation***

Une carte repose pour l'essentiel sur un levé minutieux des emplacements géographiques et des relations existant entre un grand nombre de points dans la région considérée. Aujourd'hui, presque toutes les cartes originales font appel à l'observation aérienne en plus des informations obtenues par les techniques habituelles de la topographie. Les images obtenues par satellite procurent un grand nombre d'informations précises concernant l'emplacement de dépôts minéraux, le développement des villes tentaculaires, la pénétration de la végétation et les différents types de sols.

#### ***3.4.2. Compilation et reproduction***

Une fois les données rassemblées, la carte doit être soigneusement préparée en fonction de sa destination finale afin que toutes les informations pertinentes soient communiquées avec clarté et précision. Les levés et les photographies effectués sont alors utilisés pour entrer un grand nombre de points sur une grille de lignes croisées qui correspondent à la projection choisie pour la carte. Les hauteurs sont indiquées et les courbes de niveau, si

elles sont utilisées, sont directement tirées de paires stéréoscopiques de photographies. Les routes, les fleuves et les rivières sont dessinés selon le même procédé, ainsi que l'emplacement des autres éléments de la carte.

La préparation d'une carte en vue de l'impression commence par une série de feuilles, à raison d'une feuille pour chaque couleur utilisée. Ces feuilles se composent d'un plastique recouvert d'une substance opaque; les lignes et les symboles sont tracés sur la surface à l'aide d'un instrument de gravure acéré qui enlève la couche opaque, selon une technique qui relève de la lithographie. Chacune de ces feuilles constitue un négatif à partir duquel est réalisée une plaque lithographique.

Il existe également des orthophotocartes, dont la base est constituée de véritables photographies. Les cartes de ce type sont une mosaïque de parties de photographies aériennes soigneusement découpées, qui ont été modifiées à l'aide d'un orthophotoscope pour éliminer les déformations d'échelle et d'angle. Il est possible d'enregistrer des informations sur les coordonnées d'une zone géographique et sur la répartition des phénomènes statistiques de cette zone. Un instrument comme un traceur de courbes continues permet à un ordinateur de réaliser des cartes en utilisant les données enregistrées. Il est possible d'afficher sur un écran vidéo les cartes créées par ordinateur, qui peuvent être facilement modifiées par un opérateur. Les cartes de ce genre permettent de fournir une image animée d'un changement pour une période déterminée, car les données de la carte et des modifications ultérieures sont enregistrées.

### 3.5. Histoire des cartes

Les plus anciennes cartes ont été réalisées par les Babyloniens en 2300 av. J.-C. Elles étaient tracées sur des carreaux d'argile et se composaient principalement de levés de terres réalisés pour le paiement des impôts. En Chine, des cartes régionales ont été dessinées sur de la soie au II<sup>e</sup> siècle av. J.-C. Parmi les cartes primitives les plus intéressantes figurent les cartes marines réalisées à l'aide de cannes par les habitants des îles Marshall, dans le sud du Pacifique. Ces cartes se composent d'un treillis de fibres de cannes disposées de façon à indiquer l'emplacement des îles. Les civilisations mayas et incas connaissaient bien l'art de la cartographie; ainsi, les Incas réalisèrent des cartes des terres qu'ils conquièrent dès le XII<sup>e</sup> siècle apr. J.-C.



L'une des premières cartes du monde, exécutée par Anaximandre au VI<sup>e</sup> siècle av. J.-C., était de forme circulaire et représentait les terres connues à l'époque; celles-ci avaient pour centre la mer Égée et étaient entourées par l'océan. Sur la carte d'Ératosthène, datant d'environ 200 ans av. J.-C., le monde connu était représenté depuis Gibraltar à l'ouest jusqu'à l'embouchure du Gange à l'est et à la Libye au sud. Il s'agit de la première carte montrant des latitudes égales à l'aide de lignes parallèles transversales. Plusieurs méridiens, espacés de façon irrégulière, étaient également figurés. Vers 150 apr. J.-C., Ptolémée produisit sa *Géographie*, qui contenait des cartes du monde. Il s'agissait des premières cartes utilisant une forme mathématiquement précise de projection conique; elles contenaient toutefois beaucoup d'erreurs, ainsi l'Eurasie représentait une masse trop importante par rapport au reste du monde. Après la chute de l'Empire romain, la cartographie européenne cessa pratiquement d'exister; les cartes créées par la suite étaient dessinées par des moines.

#### Les cartes des grandes découvertes

Les navigateurs arabes créèrent et utilisèrent des cartes marines très exactes. Le géographe arabe al-Idrisi réalisa une carte du monde en 1154. À partir du XIII<sup>e</sup> siècle environ, les navigateurs dessinèrent des cartes précises de la Méditerranée, qui étaient en général dépourvues de méridiens ou de parallèles mais présentaient des lignes reliant les positions des ports importants, d'où leur nom de portulans. L'imprimerie, développée en Chine puis introduite en Europe vers 1450, permit de multiplier les éditions. Les premières cartes imprimées, à partir de la fin du XV<sup>e</sup> siècle, furent celles de Ptolémée, réalisées treize siècles plus tôt. L'un des premiers globes terrestres fut fabriqué par Martin Behaim vers 1492.

En 1507, le cartographe allemand Martin Waldseemüller créa probablement la première carte qui désignait par le nom d'Amérique les terres récemment découvertes de l'autre côté de l'Atlantique. Imprimée sur douze feuilles séparées, cette carte était également la première

à bien distinguer l'Asie de l'Amérique du Nord et du Sud. En 1570, le cartographe flamand Abraham Ortelius publia le premier atlas moderne, *Orbis Terrarum*, qui contenait soixante-dix cartes. Au XVI<sup>e</sup> siècle, les cartes intégraient les informations rapportées par les navigateurs et les explorateurs. La projection conçue par Gerardus Mercator pour sa carte du monde se révéla d'une valeur inestimable pour tous les navigateurs des générations suivantes.

La précision des cartes ultérieures fut grandement améliorée par des mesures plus exactes qui portaient sur les latitudes, les longitudes ainsi que sur les dimensions et la forme de la Terre. Les premières cartes indiquant des déclinaisons magnétiques locales remontent à la première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle, et les premières cartes marines présentant les courants des océans datent d'environ 1665. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les principes scientifiques de la cartographie étaient bien établis et les inexactitudes les plus importantes portaient sur les régions inexplorées du monde.

## Les relevés aériens

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, plusieurs pays d'Europe entreprirent des levés topographiques détaillés de leurs territoires nationaux. Cassini fut chargé par Louis XV d'établir une carte de France, qui fut achevée en 1815. En 1891, le Congrès international de géographie proposa de créer des cartes couvrant le monde entier à l'échelle de 1/1 000 000, tâche qui n'est toujours pas achevée. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, d'importantes innovations techniques marquèrent la cartographie. La photographie aérienne s'est développée pendant la Première Guerre mondiale et elle a été très utilisée pendant la Seconde Guerre mondiale pour établir des cartes.

À partir de 1966 avec le lancement du satellite Pageos, puis dans les années 1970 avec les trois satellites Landsat, les États-Unis ont entrepris un levé géodésique complet de la Terre à l'aide d'équipements de prise de vue de haute résolution. La France, à partir de 1986, a lancé les satellites SPOT, qui permettent de distinguer des détails de 10 m de longueur. Malgré

les grands progrès de la technique et de la connaissance cartographiques, des parties importantes de la surface de la Terre n'ont pas encore fait l'objet d'un levé précis. C'est le cas par exemple de l'Antarctique, où sont entrepris des travaux topographiques.

### L'apport de l'informatique

À partir de 1990, la situation de la cartographie a changé de façon radicale à la suite de l'introduction de l'informatique dans la fabrication des cartes. Les premiers travaux semblent avoir été le fait de météorologistes et de biologistes travaillant en Suède, en Grande-Bretagne et aux États-Unis, mais les études majeures furent effectuées par des équipes de recherche, l'une britannique, l'Experimental Cartography Unit, dans la période allant de 1968 à 1973, l'autre de l'université Harvard à peu près à la même époque, et ensuite par d'autres chercheurs dans le monde entier.

Ces études ont transformé la cartographie. Les cartes sont désormais construites à partir de bases de données informatisées. L'ordinateur ne sert plus simplement à automatiser le tracé cartographique, mais est devenu également un dispositif destiné à vérifier la qualité des données, à

relier des données de différentes provenances, à rechercher les informations intéressantes et à présenter les résultats de la manière choisie par l'utilisateur.

Les cartes virtuelles sont des cartes produites sur l'écran d'un ordinateur et dont certaines ne seront jamais exploitées sous forme imprimée. Les données et les logiciels permettant de créer ces cartes sont de plus en plus répandus. Certaines de ces nouvelles cartes sont fondamentalement différentes des anciennes cartes de style "linéaire". Les distorsions géométriques des photos aériennes et des vues prises par satellite peuvent maintenant être éliminées par traitement informatique, ce qui permet la production semi-automatique de "cartes photographiques". Ce genre de carte est particulièrement intéressant lorsque les anciennes cartes ne sont plus à jour ou pour certains types de paysages (tels que les estuaires ou les zones inondées).

## **Les systèmes d'informations géographiques**

Jusque vers 1985, les rôles des divers spécialistes de la cartographie topographique étaient clairs et évidents. Le géodésiste effectuait les observations détaillées et les calculs qui définissaient la forme fondamentale du pays. À partir de cette information, des arpenteurs géomètres mesuraient les détails au sol ou des photogrammètres analysaient des photographies aériennes. Les cartographes mettaient tous ces résultats sous une forme attrayante, alliant une grande élégance graphique à une présentation efficace et non ambiguë de l'information. Les géologues et les pédologues, par exemple, utilisaient ces cartes comme une base à partir de laquelle ils pouvaient rassembler les données qui

les intéressaient.

Cependant, à partir du milieu des années 1980, cette structure bien établie a été bouleversée par l'arrivée de techniques nouvelles. Une grande partie du travail hautement qualifié a été déqualifié par l'introduction des satellites du Global Positioning System (GPS) et des nouveaux appareils de prospection.

L'essor de l'informatique a entraîné le développement d'un nouveau type d'outils appelés systèmes d'informations géographiques (SIG). Le premier SIG fut créé au Canada, en 1965, à l'occasion d'un inventaire de la faune et de la flore du pays tout entier. Il en existe maintenant des dizaines de milliers dans le monde et leur nombre s'accroît d'environ 20% par an. De nombreuses entreprises s'emploient à créer les logiciels et à les adapter aux besoins de différents clients.

# CHAPITRE IV:

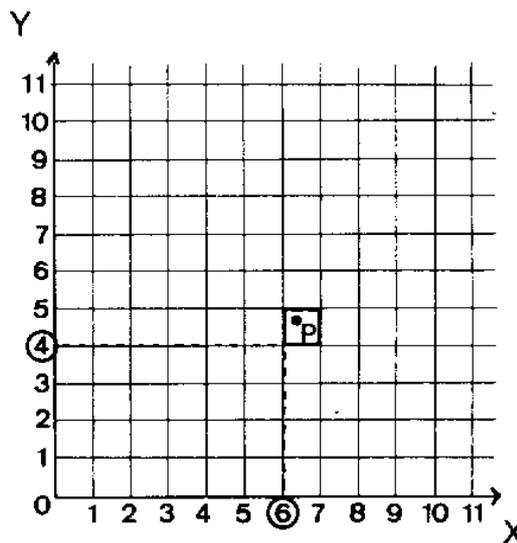
## LES COORDONNEES.

### 1. Les coordonnées... c'est quoi?

Voici comment te représenter ce que sont les coordonnées.

Prends une feuille de papier rectangulaire quadrillée parallèlement au bord. Places-en un petit côté face à toi. Ecris un 0 (zéro) dans l'angle inférieur gauche. Numérote le quadrillage comme indiqué sur le dessin : à partir du point 0, horizontalement le long de l'axe "X" et verticalement, le long de l'axe "Y".

Si tu places maintenant un point P au hasard sur cette feuille, tu peux expliquer exactement où il se trouve à quelqu'un qui ne le voit pas, mais qui dispose d'une feuille quadrillée pareille à la tienne. Tu diras, par exemple, que P est situé dans le carré dont le côté gauche est formé par la ligne verticale numérotée 6 et le côté inférieur par la ligne horizontale numérotée 4.



En disant cela, tu utilises des *coordonnées*. La première coordonnée s'appelle *coordonnée X*: c'est le 6 dans notre exemple. La seconde coordonnée s'appelle *coordonnée Y*: c'est le 4. Par convention, la coordonnée citée en premier lieu est X. Tu diras donc que le point P a pour coordonnées 6-4. Tu énonceras six, quatre et non soixante-quatre.

### 2. Utilisation.

Les coordonnées ne te permettent pas seulement de jouer combat naval... elles te sont aussi utiles pour t'orienter. En effet, toutes les cartes peuvent être quadrillées. Et donc également la carte topographique de base. Si tu regardes attentivement son *cadre*, tu y verras les amorces du quadrillage kilométrique Lambert. Si tu joins ces amorces deux à deux, ta carte sera recouverte d'un quadrillage que tu pourras utiliser pour situer n'importe quel point.



# CHAPITRE V:

## LA PHOTO AERIENNE.

### 1. Définition.

Une photo est “aérienne” lorsqu'elle a été prise à partir d'un endroit quelconque du ciel qui n'est pas relié au sol. Les photos prises d'un ballon, d'un hélicoptère, d'un avion, d'une fusée, sont des photos aériennes, mais pas celles que tu peux prendre du haut de la tour Eiffel.

### 2. Réalisation.

Tout le territoire de la Belgique a été photographié par les services de l'I.G.N. (Institut Géographique National). Ces photos sont prises d'avion, perpendiculairement au sol, ce qui permet d'obtenir une image du terrain comparable à une carte. C'est grâce à ces photos qu'est réalisée la nouvelle carte topographique de base, et cela pour tout le territoire de la Belgique.

### 3. Description.

Les photos, que tu peux te procurer auprès de l'I.G.N. sont carrées, d'environ 23 cm. de côté. Suivant l'altitude de l'avion au moment de la prise de vue, l'échelle du terrain photographié sera plus ou moins grande. Elle est habituellement comprise entre 1 : 10.000 et 1 : 30.000.

Réalisées en “noir et blanc”, elles portent dans leur cadre l'indication de l'échelle approximative, (exemple: 1 : 18.500), la date et l'heure de la prise de vue, le numéro de la carte au 1/50.000 dont elles font partie et la direction approximative du Nord (flèche).

### 4. Avantages et inconvénients de la photo aérienne.

Tout comme la carte, la photo aérienne te permettra de trouver ton chemin. Cependant, tu n'utiliseras pas indifféremment l'une et l'autre.

Le principal avantage de la photo est la *représentation fidèle de la réalité*. Les signes conventionnels de la carte te diront que tu trouves là un verger, mais ne te diront pas la quantité d'arbres ni leur disposition. La photo te permettra de le voir, tout comme d'autres détails: forme des toits des habitations, petits chemins d'accès aux maisons...

Il faut dire cependant, au désavantage de la photo aérienne, qu'elle ne reproduit pas certains détails de la carte: le nom d'un village, une borne kilométrique, un sentier dans les bois ne sont pas visibles sur la photo. Cependant, l'usage de la photo est plus facile pour les débutants, car elle donne une image plus proche de la réalité.

Un autre inconvénient de la photo est son échelle. Non seulement elle est approximative, mais elle est peu pratique. Il est plus difficile de calculer une distance sur une photo au 1/18.000 ou au 1/33.000 que sur une carte 1/ 25.000 ou au 1/ 50.000.

La perception du *relief* est plus facile sur une carte que sur une photo. En effet, la photo ne te montre que les formes très marquées du relief grâce aux ombres (montagnes, vallées profondes ...).

Autre différence encore: un agrandissement d'une carte ne procure aucun renseignement supplémentaire. Si elle a été prise avec de bons objectifs, *l'agrandissement* de la photo aérienne t'apportera une quantité importante d'informations supplémentaires.

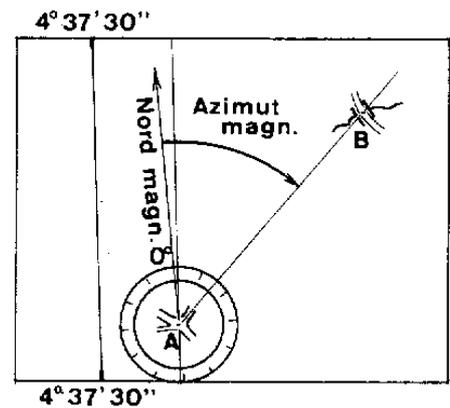
Tu vois que le match est serré entre la photo et la carte! A toi de juger! Un dernier élément, mais qui a son importance: pour une même surface au sol, le *prix* de la carte est inférieur à celui de la photo...

# Chapitre VI :

## L'azimut

L'azimut est l'angle formé par une direction et la direction du Nord. L'angle est compté à partir de la direction du Nord (direction d'origine) dans le sens des aiguilles d'une montre. L'azimut magnétique est celui qui est le plus couramment utilisé: c'est celui qui est compté à partir de la direction du Nord magnétique.

L'azimut peut se mesurer facilement sur une carte à l'aide d'un rapporteur. Tu te trouves, par exemple, au carrefour A (voir croquis), et tu dois te rendre par le plus court chemin au pont B. Trace une droite passant par le point A qui est la direction du Nord géographique, parallèle au méridien. Trace ensuite la droite qui indique la direction du nord magnétique et passe par le point A. Joins ensuite le point A au point B et place le centre du rapporteur de telle manière que la graduation zéro soit sur la droite du Nord magnétique. Il te suffit alors de lire par quelle graduation du rapporteur passe la droite AB.



Au point A, l'azimut de B est 46°.

# CHAPITRE VII:

## LES MARCHES.

Le croquis topographique et l'évaluation des distances sont des utilisations possibles de tout ce qui vient d'être vu. Mais si tu aimes la marche, tu trouveras énormément de plaisir à t'orienter grâce à ces connaissances. Voici comment les appliquer.

### 1. Marche avec carte et boussole.

C'est le moyen le plus sûr de ne pas t'égarer. Encore faut-il constamment suivre sur la carte l'itinéraire choisi. Il s'agit d'observer tous les détails que l'on rencontre et de comparer constamment la réalité avec les informations apportées par la carte. L'habitude de marcher avec la carte en main t'apprendra rapidement à ne plus observer que les détails importants. N'oublie jamais qu'une carte porte toujours la date à laquelle elle a été faite et que des changements ont pu modifier le paysage depuis lors. Cependant, à part les cas de grands travaux, comme la construction d'une autoroute par exemple, il est rare qu'un ancien détail disparaisse sans laisser de trace.

Si ta carte date d'il y a dix ans, et que tu rencontres une parcelle boisée, réfléchis... les arbres que tu vois peuvent-ils avoir été plantés depuis plus de dix ans?

- Ce sont des hêtres de 20 m. de haut: la réponse est "oui". Tu dois retrouver ce bois sur la carte.

- Ce sont des épicéas de 75 cm. de haut et dans la parcelle tu ne vois aucune vieille souche. La réponse est "non". Ne recherche pas ce détail sur la carte.

- Tu vois des mélèzes de 1 m. de haut et tu retrouves de vieilles souches de hêtres. Ne cherches pas sur la carte une parcelle de conifères mais une parcelle de feuillus.

Tu vois combien il faut avoir l'esprit toujours en éveil

### Et la boussole ?

Elle va te servir à contrôler l'orientation de ta carte, au départ et chaque fois que le moindre doute apparaît. Lorsque tu n'es pas tout-à-fait certaine de l'endroit où tu te trouves, ne te base pas sur un seul détail pour le déterminer. Recherches-en plusieurs, et déplace-toi éventuellement pour profiter d'une vue étendue.. Observe aussi le relief du terrain : il ne varie pas au cours des siècles.

Si ton itinéraire a été désigné par des points en coordonnées, recherche-les sur la carte avant de partir. Choisis alors ton itinéraire en fonction du temps dont tu disposes et de la nature du terrain.

*En zone urbaine*, tu ne pourras probablement rien faire d'autre que suivre les rues.

*En terrain boisé*, la marche est toujours plus lente. Si ces bois sont des feuillus, tu peux prendre l'azimut du point auquel tu dois aboutir. S'il s'agit de conifères, mieux vaut ne pas t'y aventurer, car ta vue sera souvent très limitée. Si le relief est fort marqué, choisis plutôt des chemins: tu feras peut-être quelques kilomètres en plus, mais tu risqueras moins de t'égarer et tu épargneras tes forces. Méfie-toi des *chemins de terre*: ils disparaissent facilement. Mais n'hésite pas à t'engager dans un *coupe-feu*: ils constituent un itinéraire de confiance. Evite de traverser en dehors des chemins les bois de faible étendue: tu mettras souvent plus de temps que tu n'en aurais mis à le contourner. Si ton itinéraire est constitué principalement de *prairies*, tu pourras certainement y marcher à l'azimut. Mais les clôtures risquent de retarder ta marche, et certaines prairies sont occupées

par des ruminants qu'il est préférable de ne pas déranger. C'est pourquoi il vaut parfois mieux emprunter les routes et les chemins de terre.

S'il y a une majorité de cultures, c'est le terrain idéal pour marcher à l'azimut, surtout si le relief est faible. Cependant, respecte les champs couverts de récoltes, ne t'y engage JAMAIS si les cultures dépassent 20 cm. Lorsque les céréales sont encore "en herbe", une patrouille ne fera aucun tort en traversant le champ de front, c'est-à-dire non pas en file indienne, mais l'une à côté de l'autre.

Si le temps est pluvieux, la marche en terrain labouré est extrêmement fatigante.

Pour de longs trajets, la meilleure solution est de s'adapter au terrain et de parcourir certaines distances à l'azimut, d'autres en suivant routes et chemins.

## 2. Marche avec carte seule.

Tout ce qui vient d'être dit reste valable, et prend même une plus grande importance, surtout au point de vue de l'observation des détails rencontrés, de leur recherche sur la carte, et inversement.

Le point qui demandera le plus de précautions sera sans nul doute l'orientation de la carte. Sers-toi pour cela de ta montre pour retrouver le Nord géographique. A défaut, redouble de prudence pour suivre avec précautions ta progression sur la carte.

Si tu es égarée, essaye de te placer en un endroit d'où tu profites d'une vue étendue. Donc, il faut monter! Essaye alors d'identifier quelques détails, d'apprécier la distance à laquelle ils sont situés et de les retrouver sur ta carte.

Partant du dernier point par lequel tu es certaine d'être passée, et en fonction du temps qui s'est écoulé depuis lors, fais une estimation du chemin parcouru. Trace alors sur ta carte, autour du dernier point certain, un cercle dont le rayon est égal à la distance parcourue. Tu te

trouves probablement quelque part aux environs de cette circonférence. Hachure les zones où il est invraisemblable que tu te trouves, en fonction de détails que tu aurais dû rencontrer. A ce moment, tu verras sans doute que la région où il est probable que tu te trouves est très réduite. Place le doigt sur un point possible, oriente la carte en faisant correspondre la ligne qui, sur la carte, relie ce point et un détail repéré, avec la direction de ce détail sur le terrain. Contrôle alors la direction des autres détails qui t'apparaissent sur le terrain. Lorsque ces directions correspondent, tu es à peu près certaine d'avoir retrouvé l'endroit où tu te trouves. Sinon, recommence avec un autre point.

Et si tu n'y arrives pas,... pas de panique! mais un bon truc à avoir en tête: descendre: inévitablement tu vas aboutir à un cours d'eau. Si petit soit-il, suis-le dans le sens où coule l'eau. Il te conduira en un lieu habité que tu pourras repérer sur ta carte. Parfois, tu rencontreras avant cela un confluent, un pont ou autre détail qui te permettra de te situer sur la carte.

### 3. Marche avec boussole seule.

A réserver aux expérimentées !

Il s'agit d'une marche à l'azimut qui nécessite une bonne boussole, munie d'une couronne mobile et d'un dispositif de visée.

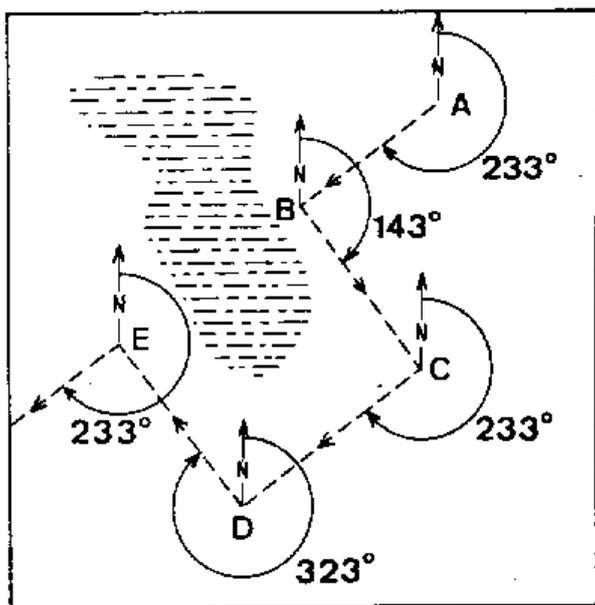
Par exemple, la patrouille doit marcher suivant l'azimut magnétique  $190^\circ$ . Fais pivoter la couronne graduée jusqu'à ce que la graduation  $190^\circ$  se situe sur la ligne de visée, à l'opposé de l'anneau de transport de la boussole.

Porte la boussole à hauteur des yeux, et pivote sur toi-même jusqu'à ce que l'aiguille aimantée de la boussole vienne se placer en face de la graduation zéro de la couronne (ou Nord de la couronne). Repère à travers le système de visée un détail bien visible du terrain situé sur la ligne de visée. La patrouille se rend jusqu'à ce détail, puis recommence l'opération sans oublier de contrôler chaque fois la position de la couronne de la boussole. Le choix du point de repère est très important: il doit être aisément reconnaissable. La meilleure solution est de ne pas le quitter des yeux, mais ce n'est pas toujours possible, à cause du relief du terrain notamment.

Ne choisis pas un objectif trop éloigné: 100 ou 200 mètres sont une bonne distance.

Pratiquée en patrouille, la marche à l'azimut peut être très amusante. Dans ce cas, le "repère" peut être une guide, qui servira "d'éclaireur". Vous convenez entre vous d'un système de guidage, par exemple à l'aide du sifflet. L'éclaireur s'en va, guidée par une guide "pilote": celle qui effectue la visée indique à l'éclaireur la direction dans laquelle elle doit se rendre, et les signaux sont transmis par le "pilote". Lorsque l'éclaireur est dans la bonne direction, elle reste immobile, et toute la patrouille la rejoint. Puis l'opération recommence, en plaçant la boussole exactement à l'endroit où a attendu l'éclaireur.

Cette manière de procéder permet de se déplacer dans presque tous les types de terrain, car rien n'empêche ni les éclaireurs ni la patrouille de contourner les obstacles lors des déplacements. C'est également la seule manière de procéder pour traverser de grandes étendues boisées avec un maximum de chances d'arriver au but.



Un cas difficile: le contournement d'un obstacle étendu.

Partant de A, tu suis l'azimut  $233^\circ$ .

Tu parviens en E en prenant les azimuts indiqués.

ATTENTION :  $BC = DE$

# Chapitre VIII :

## Le ciel

Dès les temps les plus reculés, l'homme s'intéressa au ciel, sans doute par crainte des phénomènes météorologiques et astronomiques (orages, éclipses, comètes). Les mouvements du Soleil et de la Lune l'aidèrent à se repérer dans le temps, tandis que les étoiles l'informèrent des époques favorables aux moissons. Puis les voyageurs, et en particulier les navigateurs, apprirent à s'orienter en observant les astres. L'astronomie dans ses débuts fut étroitement liée à l'astrologie : les peuples associaient les astres à des divinités dont il fallait s'assurer la bienveillance. C'est pourquoi les premiers astronomes, en particulier les astronomes égyptiens et babyloniens, furent avant tout motivés par leurs croyances religieuses.

### *Astronomie égyptienne*

Les Égyptiens furent sans doute les premiers à découvrir que le Soleil se retrouve à la même position par rapport aux étoiles en approximativement 365 jours. Ils constatèrent en effet que l'apparition de Sirius, étoile très brillante située à l'est du Soleil, coïncidait avec la crue annuelle du Nil. Ils adoptèrent le calendrier annuel vers le IV<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.

### *Astronomie babylonienne*

Dès le II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., les Babyloniens avaient dressé une liste des constellations qui se levaient et se couchaient avec le Soleil au cours de l'année. Depuis longtemps, ils avaient remarqué que le Soleil, la Lune et les cinq planètes visibles à l'œil nu, à savoir Mercure, Mars, Vénus, Jupiter et Saturne, se déplaçaient dans une zone étroite appelée zodiaque. Mais ce n'est qu'au VII<sup>e</sup> siècle av. J.-C. que ce peuple représenta le zodiaque sous la forme d'une bande circulaire divisée en 360°, faisant apparaître les douze constellations. Pour perfectionner leur calendrier, les Babyloniens étudièrent les mouvements du Soleil et de la Lune, ce qui leur permit de prévoir avec un succès relatif les éclipses de Lune et de Soleil. Les archéologues ont déterré des centaines de tablettes cunéiformes relatives à ces calculs.

## *Astronomie grecque*

Les Grecs contribuèrent considérablement au développement de l'astronomie. Selon la légende, le philosophe grec Thalès aurait prédit avec succès plusieurs éclipses, notamment l'éclipse solaire de 585 av. J.-C., qui mit un terme à la guerre entre les Mèdes et les Lydiens. Au VI<sup>e</sup> siècle av. J.-C., l'école d'un autre philosophe grec, Pythagore, émit l'hypothèse d'une Terre sphérique par souci d'harmonie. L'un de ses disciples, Philolaos, élaborait le premier système cosmologique. Il croyait que les astres tournaient autour d'un feu central qu'on ne voyait pas de la Grèce, car la Terre présentait toujours au feu sa face opposée. Considérant la sphère des étoiles fixes comme un astre, il postula l'existence d'un dixième corps céleste, l'anti-Terre, les pythagoriciens attachant une importance particulière au chiffre dix. Au total, on obtenait bien dix astres : les cinq planètes visibles à l'œil nu, la Terre, le Soleil, la Lune, la sphère des étoiles et l'anti-Terre. D'après Philolaos, l'anti-Terre n'était pas visible de la Terre car le feu central s'interposait entre les deux astres. Vers 370 av. J.-C., l'astronome Eudoxe de Cnide supposa l'existence d'une grosse sphère tournant autour de la Terre et portant à sa surface les étoiles fixes. Il imagina que le déplacement des autres astres résultait de la composition des mouvements de plusieurs sphères homocentriques invisibles, situées à l'intérieur de la grosse sphère. Au début du III<sup>e</sup> siècle av. J.-C., Aristarque de Samos proposa le premier système héliocentrique, mais son explication fut rejetée par la plupart des philosophes grecs, qui considéraient la Terre comme une sphère immobile, autour de laquelle devaient tourner les astres. Ce modèle

géocentrique demeura en vigueur pendant environ 2 000 ans.

Au II<sup>e</sup> siècle av. J.-C., l'astronome Hipparque mesura les coordonnées célestes de 1 025 étoiles avec une telle précision, qu'il peut être considéré comme le fondateur de l'astrométrie. Il abandonna les sphères homocentriques d'Eudoxe pour un système plus ingénieux de cercles excentriques et d'épicycles. Pour expliquer les irrégularités du mouvement apparent des planètes, il supposa que chacun de ces corps parcourait uniformément un cercle, l'épicycle, dont le centre se déplaçait lui-même sur un cercle plus grand, le déférent, ayant la Terre pour centre. Au II<sup>e</sup> siècle apr. J.-C., cette théorie fut complétée par Ptolémée dans son ouvrage *l'Almageste*.

L'astronomie grecque fut par la suite transmise aux Syriens, aux Hindous et aux Arabes, à la suite des conquêtes d'Alexandre le Grand. Les astronomes arabes, remarquables observateurs, établirent de nouveaux catalogues d'étoiles au IX<sup>e</sup> et au X<sup>e</sup> siècle, ainsi que des tables de mouvements planétaires. Ils perfectionnèrent les instruments d'observation, mais ne firent pas de découvertes fondamentales en astronomie. Dès le X<sup>e</sup> siècle, la science arabe se propagea en Occident par l'Espagne. Mais c'est seulement au XII<sup>e</sup> siècle que des traductions latines de *l'Almageste* de Ptolémée circulèrent en Europe occidentale, stimulant l'intérêt des savants pour l'astronomie. On assista au XV<sup>e</sup> siècle à un renouveau de cette science, favorisé par la diffusion du savoir grâce à la découverte de l'imprimerie. À cette époque, certains scientifiques, comme le Belge Nicolas de Cusa, remirent en question le système géocentrique de l'Univers.

## *Le système de Copernic*

L'histoire de l'astronomie connut un tournant important au XVI<sup>e</sup> siècle grâce aux apports de l'astronome polonais Nicolas Copernic. Dans son traité intitulé *De revolutionibus orbium coelestium libri VI* (1543), il critiqua le modèle géocentrique de Ptolémée et montra que les mouvements des planètes peuvent s'expliquer par un système héliocentrique. En fait, la théorie copernicienne était seulement une réorganisation des orbites planétaires imaginées par Ptolémée. On prêta peu d'attention au système copernicien, jusqu'à ce que Galilée découvrit des preuves pour le corroborer. Il construisit en 1609 une petite lunette astronomique, avec laquelle il découvrit les phases de Vénus et l'existence de satellites tournant autour de Jupiter. Convaincu que certains corps ne tournent pas autour de la Terre, Galilée soutint bientôt le système de Copernic. Il fut dénoncé par l'Église comme hérétique et dut désavouer ses convictions et ses écrits.

## *Lois de Kepler et théorie newtonienne*

En 1576, l'astronome danois Tycho Brahé commença à observer les astres depuis son observatoire situé sur une île près de Copenhague. Grâce aux données relevées par Brahé pendant plus de quinze ans, son assistant allemand Johannes Kepler formula des lois qui régissent le mouvement des planètes, les lois de Kepler. Il établit ainsi que les planètes tournent autour du Soleil selon des orbites elliptiques et non circulaires. Il montra également qu'elles tournent à vitesse non constante et que les dimensions de leurs orbites dépendent de leur période de révolution.

Le physicien anglais Isaac Newton interpréta les lois de Kepler d'un point de vue physique. En 1687, il établit la loi de la gravitation universelle, qui démontre l'existence d'une force attractive entre le Soleil et chacune des planètes. Cette force dépend des masses du Soleil et des planètes, ainsi que des distances qui les séparent. Par cette loi remarquable, Newton parvint à retrouver celles de Kepler.

## **Astronomie moderne**

Après Newton, l'astronomie se ramifia dans plusieurs directions. Grâce à la loi de la gravitation, le vieux problème du mouvement des planètes fut réétudié dans le cadre nouveau de la mécanique céleste. En perfectionnant les télescopes, on put examiner avec précision la morphologie des planètes, découvrir de nouvelles étoiles et mesurer des distances stellaires. En 1814, le physicien allemand Joseph von Fraunhofer inventa le spectroscope, qui révéla que chaque élément chimique possède un ensemble de raies spectrales qui lui est propre. Grâce à cet instrument, on put obtenir des renseignements sur la composition chimique des astres et sur leur vitesse de déplacement. Les analyses des spectres des planètes et des étoiles montrèrent que ces astres sont composés d'éléments chimiques connus sur Terre. Elles fournirent également des informations sur la température et l'indice de pesanteur à la surface des astres.

Au cours du XXe siècle, on construisit des télescopes de plus en plus grands. Grâce à ces instruments, on put mettre en évidence de vastes ensembles d'étoiles, appelés galaxies, ainsi que des amas de galaxies. Dans la seconde moitié du XXe siècle, les progrès de la physique permirent de créer une nouvelle famille d'instruments astronomiques, dont certains furent placés sur des satellites en orbite autour de la Terre. Ces instruments sont sensibles à une gamme étendue de longueurs d'onde et peuvent déceler les rayons gamma, les rayons X, les radiations ultraviolettes et infrarouges, ainsi que les rayonnements radioélectriques. Aujourd'hui, les astronomes étudient non seulement les planètes, les étoiles et les galaxies, mais aussi les plasmas (gaz ionisés), les nuages de matière interstellaire où se forment les nouvelles étoiles, les grains de poussière interstellaire, les trous noirs, ou encore le rayonnement cosmologique, vestige du Big Bang, qui pourrait fournir des renseignements précieux sur la formation de l'Univers.

# Les Constellation

Chacun des 88 regroupements apparents d'étoiles visibles sur la sphère céleste, portant les noms de personnages religieux ou mythologiques, d'animaux ou d'objets. Le terme désigne également la région, délimitée sur la sphère céleste, contenant un regroupement donné d'étoiles.

Les plus anciennes représentations des constellations sont des motifs sur des sceaux, des vases et des tables de jeu sumériens, ce qui indique que les constellations sont connues depuis 4000 av. J.-C. Les Sumériens nommèrent la constellation du Verseau d'après leur dieu An, qui versait les eaux d'immortalité sur Terre. Vers 450 av. J.-C., les Babyloniens divisèrent le zodiaque en 12 signes. Les constellations septentrionales actuelles sont peu différentes de celles que connaissaient les Chaldéens, les Égyptiens, les Grecs et les Romains. Homère et Hésiode firent état des constellations, et le poète grec Aratus de Soli (315-245 av. J.-C.) décrit 44 constellations dans ses *Phénomènes*. Dans son *Amalgeste*, l'astronome et mathématicien grec Ptolémée décrit 48 constellations, dont 47 portent encore aujourd'hui le nom qu'il leur avait donné.

De nombreux autres peuples anciens ont regroupé les étoiles en constellations, même si, en règle générale, ces arrangements ne correspondaient pas à ceux de l'Antiquité occidentale. Certaines constellations chinoises sont toutefois semblables à des constellations occidentales, ce qui peut laisser supposer une origine commune.

À la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, les premiers explorateurs européens des mers du Sud établirent la carte du ciel austral. De nouvelles constellations furent indiquées par un navigateur hollandais, Pieter Dirckz Keyser, qui prit part à l'exploration des Indes orientales en 1595. Puis, d'autres constellations australes furent découvertes par l'astronome allemand Johann Bayer — qui publia le premier atlas approfondi du

Ciel du monde occidental, l'*Uranometria* — par Johannes Hevelius et par l'astronome français Nicolas Louis Lacaille. Finalement, il fut établi une liste de 88 constellations. Les limites des constellations demeurèrent cependant controversées jusqu'en 1930; les frontières définitives furent alors établies par l'Union astronomique internationale.

Les déclinaisons au génitif des noms de constellations, précédés d'une lettre grecque, désignent environ 1 300 étoiles brillantes; ce système fut introduit par Johann Bayer. Par exemple, la célèbre étoile Algol, dans la constellation de Persée, est appelée *Bêta Persei*. Le tableau ci-dessous donne la liste de certaines constellations.

NOM FRANÇAIS	NOM LATIN	NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
Andromède	Andromeda	Hercule	Hercules
Balance	Libra	Hydre	Hydra
Baleine	Cetus	Lion	Leo
Bélier	Aries	Lyre	Lyra
Cancer	Cancer	Orion	Orion
Capricorne	Capricornus	Pégase	Pegasus
Cassiopee	Cassiopeia	Persée	Perseus
Centaure	Centaurus	Petit Cheval	Equuleus
Céphée	Cepheus	Petit Chien	Canis Minor
Corbeau	Corvus	Petit Lion	Leo Minor
Croix du Sud	Crux	Petite Ourse	Ursa Minor
Cygne	Cygnus	Poissons	Pisces
Dragon	Draco	Sagittaire	Sagittarius
Éridan	Eridanus	Scorpion	Scorpius
Gémeaux	Gemini	Taureau	Taurus
Grand Chien	Canis Major	Verseau	Aquarius
Grande Ourse	Ursa Major	Vierge	Virgo

## Coordonnées (astronomie)

Comme en cartographie terrestre, ce sont des nombres permettant de localiser les objets dans le Ciel, tout comme la latitude et la longitude sont utilisées pour donner la position de points à la surface de la Terre. En astronomie, on repère la position d'un astre par ses coordonnées sur la sphère céleste, sphère imaginaire située dans les cieux. On suppose que tous les corps célestes sont situés sur cette sphère, sans tenir compte de leur distance réelle à la Terre.

Dans tout système de coordonnées astronomiques, un plan particulier sert de référence pour déterminer les positions. Ce plan passe par le centre de la Terre et coupe la sphère céleste. Par exemple, le système équatorial, le plan de référence est l'équateur terrestre, et sa projection sur la sphère céleste est appelée équateur céleste. Pour un astre donné, un cercle passant par ce corps et les pôles célestes est un cercle horaire. Le cercle horaire qui sert de référence est celui qui passe par les pôles célestes et par le point de l'équateur céleste qui coupe l'écliptique en mars (équinoxe vernal). L'angle, mesuré d'ouest en est, entre ce cercle horaire de référence et le cercle horaire de l'astre est l'ascension droite de l'objet. Cette dernière est mesurée en heures. L'angle entre l'équateur et l'astre, le long du cercle horaire de l'astre, est la déclinaison du corps et est mesurée en degrés. L'ascension droite et la déclinaison sont analogues à la longitude et à la latitude sur Terre.

Le système de coordonnées écliptique a pour plan de référence l'écliptique. Le système horizontal a pour plan de référence l'horizon de l'observateur, et les coordonnées sont alors la hauteur et l'azimut.

## Navigation astronomique

Dans cette méthode classique, utilisée le plus souvent en haute mer, le navigateur utilise les corps célestes qui ont été identifiés et regroupés en constellations depuis l'Antiquité. La navigation astronomique permet de voyager pendant des milliers de milles sans repères terrestres. Cependant, ce système de navigation est limité dès qu'une faible visibilité, causée par les nuages, la brume, la pluie, la neige, le crachin ou le brouillard, empêche d'apercevoir les astres.

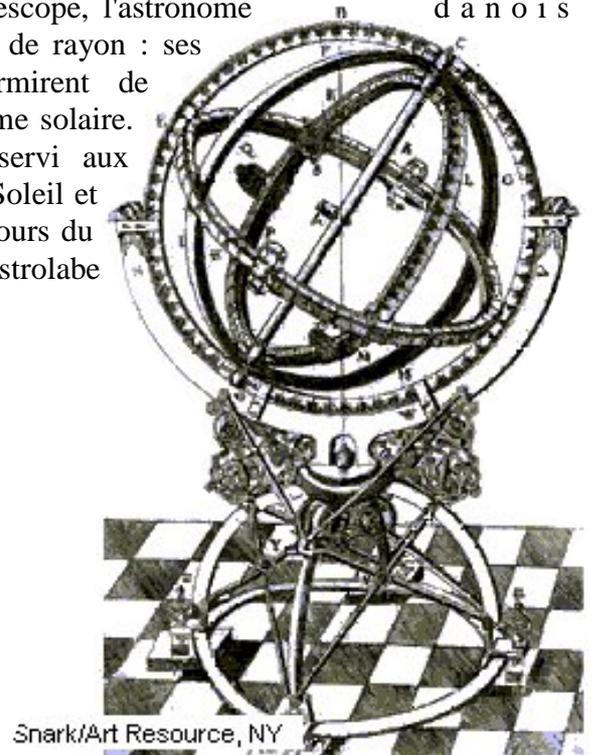
Un système de coordonnées, similaire aux coordonnées terrestres de latitude et de longitude, a été adopté pour décrire la position des astres dans le ciel. Ce système comprend la déclinaison, qui correspond à la latitude terrestre, et l'angle horaire, qui correspond à la longitude terrestre. Pour les besoins pratiques de la navigation, la position des étoiles les unes par rapport aux autres est considérée comme fixe.

Les principales nations maritimes publient chaque année des almanachs nautiques qui contiennent des tables de coordonnées des corps célestes utilisés en navigation à n'importe quelle date. Les tables fournissent aussi d'autres informations astronomiques.

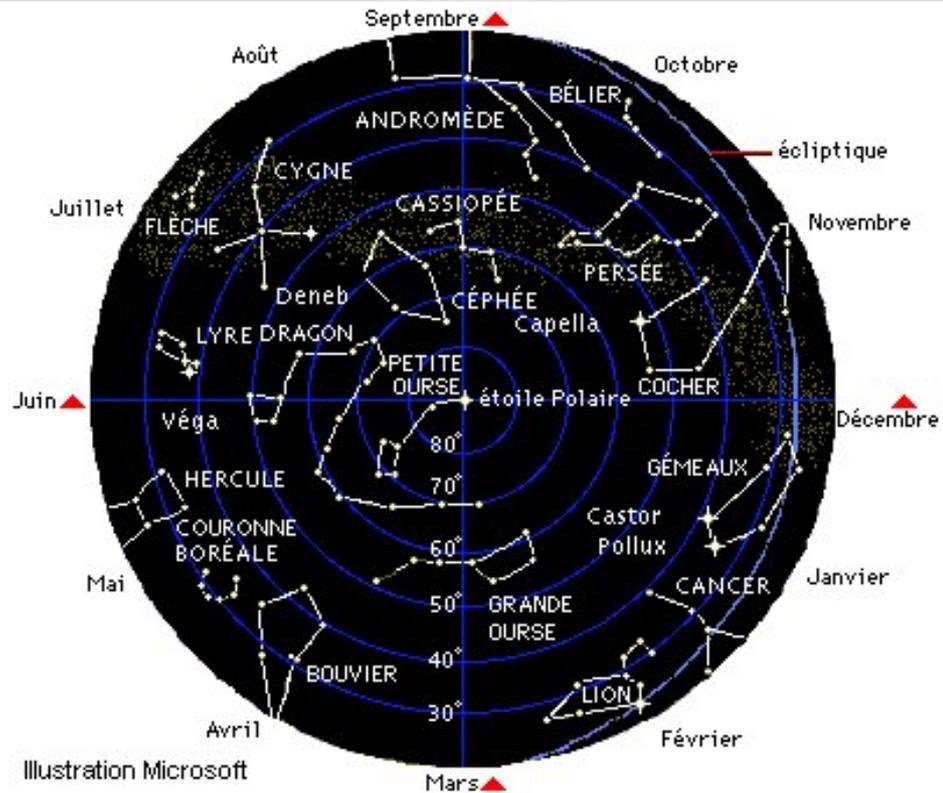
## Astrolabe

En astronomie, instrument servant à mesurer la position angulaire des astres sur la voûte céleste. Il est constitué d'un cercle ou d'un arc de cercle gradué en degrés d'arc, avec en son centre un bras mobile articulé. Après avoir aligné le point zéro du cercle sur l'horizon, on déplace le bras de l'astrolabe pour viser l'astre considéré, sa hauteur (ou azimut) se lisant sur le cadran en regard.

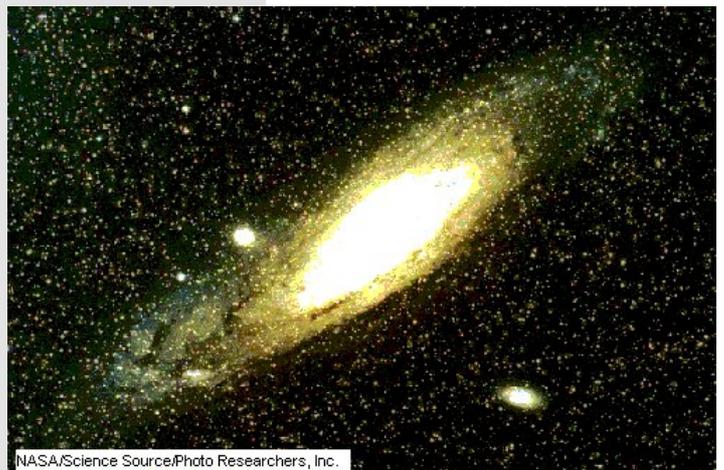
L'astrolabe fut probablement utilisé pour la première fois par l'astronome grec Hipparque. Au XVI<sup>e</sup> siècle, peu avant l'invention du télescope, l'astronome danois Tycho Brahé construisit un astrolabe de 3 m de rayon : ses observations remarquablement précises permirent de définir les lois orbitales qui régissent le Système solaire. Des astrolabes plus petits ont longtemps servi aux navigateurs pour faire le point par rapport au Soleil et aux étoiles, jusqu'à l'invention du sextant au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle. Outre les mesures de latitude, l'astrolabe sert encore de nos jours à déterminer l'heure.

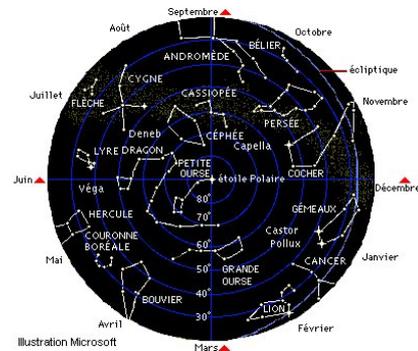


# Lire la carte du ciel



**Andromède**, grande constellation de l'hémisphère boréal située au sud de la constellation de Cassiopée et à l'ouest de la constellation de Persée. Andromède ne contient aucune étoile de magnitude 1, mais est la région du ciel qui contient la galaxie d'Andromède, membre du Groupe local de galaxies, auquel appartient notre Voie lactée. À une distance de 2,2 millions d'années-lumière, la galaxie d'Andromède est à la fois la galaxie en forme de spirale la plus proche, et le groupe d'étoiles le plus lointain que l'on puisse voir à l'œil nu. Avant que sa nature ne soit déterminée au moyen de puissants télescopes, on croyait à tort que c'était une nébuleuse, c'est-à-dire un nuage de matière interstellaire. À l'aide de télescopes, on voit qu'elle est associée à d'autres galaxies, les plus remarquables étant deux petites galaxies de forme elliptique.





**Bélier** (du latin *Aries*), première constellation du zodiaque, très facile à repérer dans le ciel. L'étoile la plus brillante du Bélier est Hammal, de magnitude 2. La constellation présente également une étoile double appelée *Gamma Arietis*, l'une des premières à avoir été observées (Robert Hooke, 1664).

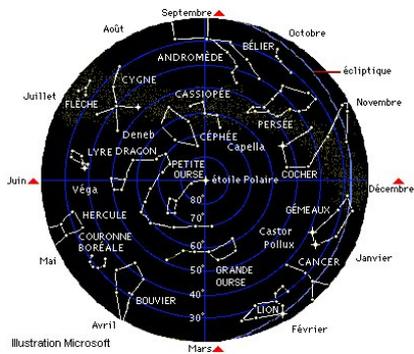
**Bouvier**, constellation boréale visible surtout au printemps, située dans la prolongation de la queue de la Grande Ourse. Le Bouvier (*Bootes* en latin) représentait dans l'imagination des Anciens un berger menant un ours autour du pôle céleste.

L'étoile la plus brillante du Bouvier est l'étoile de première magnitude Arcturus, qui se distingue par son éclat rougeâtre. La constellation contient également un grand nombre d'étoiles binaires intéressantes, dont *Bootis*, connue également sous le nom d'*Izar* en arabe ("ceinture" ou "pagne") et de *Pulcherrima* en latin ("la plus belle") : elle est constituée d'une géante orange, située à 150 années-lumière de la Terre, et accompagnée d'une étoile bleu-blanc. À travers un télescope, on peut observer un très beau contraste de couleur.

**Cancer**, du latin "crabe", constellation dont le nom provient d'une légende grecque faisant intervenir une écrevisse géante. Le Cancer est une constellation zodiacale — c'est-à-dire située sur l'écliptique, trajectoire annuelle apparente du Soleil dans le Ciel. Les Grecs découvrirent que le Soleil entrait dans le Cancer au solstice d'été, moment où le Soleil est à 23°27' au nord de l'équateur céleste. Ainsi, le parallèle situé à cette latitude fut appelé tropique du Cancer. La constellation du Cancer renferme un amas ouvert de plus de 300 étoiles de faible intensité (magnitude inférieure ou égale à 4), appelé M 44, *Praesepe*, "la Crèche" ou "la Ruche".

Le 2 ou le 3 janvier de chaque année, une pluie d'étoiles filantes rayonne dans la partie boréale de la constellation du Bouvier, près de la Grande Ourse : ce sont les Quadrantides, météores qui tiennent leur nom de l'ancienne constellation du Quadrant mural. Dans de bonnes conditions d'observation, il est possible de compter jusqu'à cent étoiles filantes par heure, mais leur éclat reste relativement faible.

**Capella** (du latin "chèvre"), l'une des plus brillantes étoiles visibles dans le ciel. Connue également sous le nom d'*Alpha Aurigae*, Capella est une étoile de magnitude, située dans la constellation septentrionale Auriga. Capella est une étoile géante jaune, dont le spectre est très semblable à celui du Soleil. Cependant, elle est 150 fois plus lumineuse que ce dernier. Capella est en fait une binaire spectroscopique (*voir Étoile : Étoiles doubles*), dont les deux composantes tournent autour de leur centre de gravité commun en 104 jours!; les deux étoiles sont à environ 40 années-lumière de la Terre.



**Cassiopeée**, constellation située vers le pôle céleste Nord. Elle est reconnaissable pour son groupe de cinq étoiles (d'une magnitude entre 2 et 4), qui dessinent approximativement la lettre W. La supernova la plus brillante que l'on ait recensée apparut dans cette constellation, en 1572, et fut observée par l'astronome danois Tycho Brahé. Plus brillante que la planète Vénus, elle fut pendant seize mois environ visible à l'œil nu, même à midi. Cette constellation porte le nom de la reine Cassiopeée dans la mythologie éthiopienne, qui fut la mère d'Andromède.

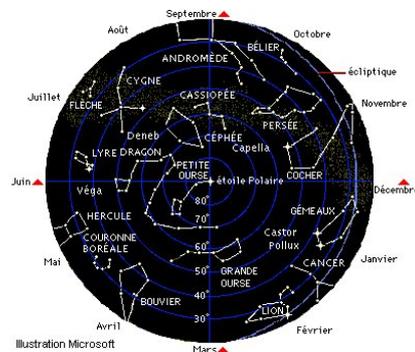
**Castor**, étoile, appelée également **α Gêmeaux**, d'une magnitude de 1,6, l'une des deux étoiles brillantes de la constellation des Gêmeaux. La seconde étoile brillante est **β Gêmeaux**, ou Pollux. En 1719, on découvrit que Castor était une étoile double, ses composantes ayant une magnitude de 2 et 2,8, séparés par 6'' d'arc et tournant l'une autour de l'autre avec une période de 350 ans environ. Chacune de ces composantes s'est par ailleurs avérée être un binaire spectroscopique. Un pendant a aussi été découvert, séparé par 72'' d'arc. Cette étoile est elle-même un binaire spectroscopique dont les deux composantes tournent l'une autour de l'autre en un jour environ. Par conséquent, Castor contient au total six étoiles au moins. Elle est située à une distance d'environ 45 années-lumière de la Terre.

**Cocher ou Auriga**, constellation du Cocher dans l'hémisphère boréal, surtout visible en hiver. Son étoile principale est Capella, de magnitude 0,1. Avec les étoiles voisines Zeta et Eta Aurigae, la constellation évoquait pour les Anciens une chèvre et ses chevreaux, guidés par un cocher. Parmi les autres étoiles remarquables de la constellation, Epsilon Aurigae est une étoile double dont la composante visible, une supergéante, subit périodiquement une éclipse partielle, qui serait le fait d'un anneau de poussières l'encerclant.

La constellation du cocher se trouve dans le plan de la Voie lactée et contient trois importants amas d'étoiles, visibles avec des jumelles : M136, M137 et M138. Ces amas se trouvent à plus de 4 000 années-lumière de notre Soleil, dans un bras de notre Galaxie.

**Couronne Boréale**, (*Corona Borealis*), petite constellation boréale en forme de couronne, constituée d'étoiles de faible magnitude mais bien visibles, et située entre les constellations d'Hercule et du Bouvier. L'étoile la plus brillante de la Couronne boréale est la Perle, de magnitude apparente égale à 2,3. La Couronne boréale contient l'une des plus remarquables étoiles variables de notre ciel, *R Coronae Borealis*, dont la magnitude peut brusquement chuter puis retrouver sa valeur initiale dans une période pouvant atteindre plusieurs années. Une autre étoile de cette constellation, *T Coronae Borealis*, est une nova récurrente qui a explosé en 1866 et 1946.

**Cygne** (du latin, *Cygnus*), remarquable constellation septentrionale située principalement à l'intérieur de la Voie lactée. C'est au début du mois de septembre que l'on peut le mieux observer cette constellation, lorsqu'elle atteint son plus haut point dans le ciel nocturne. Elle contient une étoile brillante de magnitude 1, Deneb ou Cygne, et un groupe de six étoiles qui forment la Croix du Nord. Le Cygne contient de nombreux astres intéressants, comme 61 Cygni, la première étoile (autre que le Soleil) dont la distance à la Terre fut calculée. Le Cygne contient aussi l'une des radiosources les plus puissantes du ciel et une source intense de rayons X, *Cygnus X-1*, qui serait un trou noir.



**Gémeaux** (du latin *Gemini*, “jumeaux”), constellation du zodiaque, c'est-à-dire située le long de l'écliptique, ou chemin annuel apparent du Soleil dans le ciel. Les Gémeaux sont visibles dans l'hémisphère Nord. Les deux étoiles les plus brillantes de la constellation ont été baptisées Castor et Pollux. La constellation possède également un amas d'étoiles visible à l'œil nu les nuits claires et sans lune. Les astronomes de l'ancienne Égypte symbolisaient cette constellation par un couple de jeunes chèvres, les Arabes par des paons, et les Grecs par des enfants jumeaux.

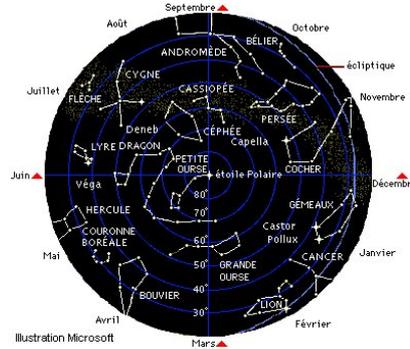
**Étoile Polaire**, étoile bien visible dans l'hémisphère Nord, située à proximité du pôle céleste boréal, marquant ainsi la direction du nord. C'est une céphéide de magnitude variant entre 2,1 et 2,2 suivant une période d'environ quatre jours. Elle est située à près de trois cents années-lumière. Cependant, elle se rapprochera du pôle nord céleste pendant cent cinquante ans en raison du mouvement de précession de l'axe terrestre!; ensuite, elle s'en éloignera. L'étoile change de nom selon les périodes. En l'an 7600, elle sera appelée Alderamin!; en l'an 13600, ce sera Véga.

**Grande Ourse**, (*Ursa Major*), l'une des constellations les plus visibles de l'hémisphère Nord, près du pôle nord céleste. Repérée par tous les peuples dès l'Antiquité, elle reçut de multiples appellations, notamment en raison de sa partie la plus connue, les sept étoiles les plus brillantes dessinant une sorte de casserole.

Les Indiens Cherokee y virent une troupe de chasseurs chassant un ours, de même que les Iroquois ou les Micmacs. Les Sioux y reconnurent un putois à longue queue, les Chinois, un chariot de nourriture à répartir pendant les famines, et les Grecs, la mortelle Callisto transformée en ourse par la jalousie de Héra, la femme de Zeus. Les Britanniques crurent reconnaître le char du roi Arthur, les Romains un attelage de sept bœufs (*Septentrions*).

Parmi les sept étoiles formant le *Grand Chariot* ou la *Grande Casserole*, six sont de magnitude 2 et une de magnitude 3. Deux des étoiles de magnitude 2, *Alpha* et *Beta Ursae Majoris* (qui forment le bord extérieur de la “casserole”), pointent directement vers l'étoile du Berger. Toujours parmi ces sept étoiles, au milieu du “manche de la casserole”, se situe une étoile double facile à repérer, *Dzéta Ursae Majoris*, constituée des étoiles doubles *Mizar* et *Alcor*.

**Hercule (astronomie)**, en latin *Hercules*, grande constellation de l'hémisphère nord, située entre la Lyre et la couronne boréale. C'est en été que l'on peut observer le mieux Hercule. Elle est représentée par la silhouette du héros grec Hercule dans une position agenouillée. Les étoiles de la constellation sont de magnitude inférieure ou égale à 3. Hercule contient un amas globulaire appelé Messier 13, composé de plus de 50 000 étoiles. Cet amas, à environ 34 000 années-lumière de la Terre, peut être vu à l'œil



**Lyre** (en latin, *Lyra*), constellation boréale, située entre le Cygne et Hercule. Elle contient l'étoile blanche de magnitude 1 Véga, l'une des étoiles les plus brillantes du ciel. À l'aide d'un télescope, on peut observer plusieurs étoiles multiples de la constellation, telles que l'étoile double *alpha Lyre*.

**Persée**, constellation septentrionale, située entre le Taureau et Cassiopée. L'étoile la plus brillante est Alpha Persei, ou Mirfak. La constellation contient une paire d'amas d'étoiles, appelée amas double de Persée, et Algol, la plus connue des étoiles variables à éclipses.

**Petite Ourse** (en latin, *Ursa Minor*), constellation de l'hémisphère Nord, située à proximité de la Grande Ourse. La Petite Ourse est visible par nuit claire, de n'importe quel point de l'hémisphère nord de la Terre. Son étoile alpha Petite Ourse, plus connue sous le nom d'étoile Polaire, représente l'extrémité de la constellation de la Petite Ourse; elle est actuellement située à un peu moins de  $1^\circ$  du pôle Nord céleste. L'étoile Polaire est une étoile de magnitude 2, la plus brillante de la constellation.

**Petit Lion** (en latin *Leo minor*), petite constellation située entre le Lion et la Grande Ourse. Toutes les étoiles du Petit Lion ont une magnitude inférieure à 4.

**Véga**, étoile de magnitude 1 de la constellation de la Lyre, la plus brillante de l'hémisphère Nord. Son éclat est teinté d'un reflet bleuté qui lui est propre. Véga se trouve à environ 26 années-lumière de la Terre. En 1983, des images du *satellite astronomique infrarouge (Infrared Astronomy Satellite, IRAS)* montrèrent que cette étoile est entourée d'un essaim de particules de taille indéterminée. Véga serait donc la première étoile, en dehors du Soleil, à posséder un système planétaire potentiel.

**Voie lactée**, galaxie incluant le Soleil et le Système solaire. La Voie lactée se présente comme une bande faiblement lumineuse traversant le ciel nocturne. Son aspect vapoureux résulte de la présence d'une multitude d'étoiles trop lointaines pour être distinguées individuellement à l'œil nu : celles que nous discernons séparément sont suffisamment proches du Système solaire pour être perçues chacune comme un astre isolé de ses voisins.

Aux latitudes tempérées de l'hémisphère Nord, c'est au cours des nuits d'été claires et sans Lune que l'on a le plus de chances de voir la Voie lactée. Elle apparaît alors comme une bande lumineuse de forme irrégulière traversant le ciel de l'horizon nord-est à l'horizon sud-est. Elle s'étend à travers les constellations de Persée, de Cassiopée et de Céphée. Dans la région de la Croix du Nord, qui fait partie de la constellation du Cygne, elle se divise en deux branches : la branche occidentale,

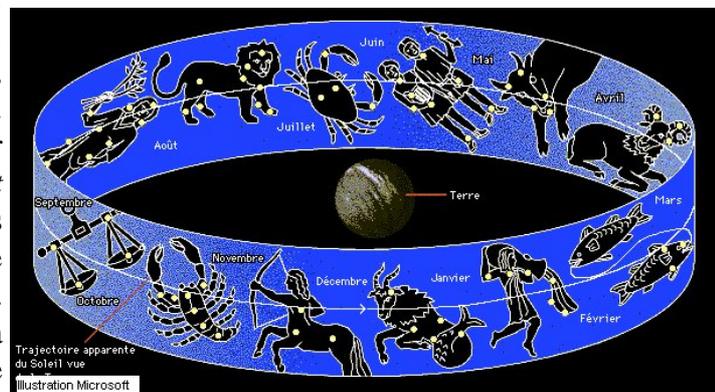


brillante lorsqu'elle passe à travers la Croix du Nord, qui s'affaiblit près d'Ophiucus (qu'on appelle parfois Serpente) à cause de denses nuages de poussières, et réapparaît dans le Scorpion; la branche orientale, dont l'éclat augmente lorsqu'elle traverse au sud l'Écu (le nom complet est Écu de Sobieski) et le Sagittaire. La région la plus brillante de la Voie lactée s'étend de l'Écu au Scorpion, en passant par le Sagittaire. Le centre galactique est situé dans la direction du Sagittaire, à environ 26 000 années-lumière du Soleil.

**Zodiaque**, ceinture imaginaire sur la sphère céleste, s'étendant d'environ 8° de latitude de part et d'autre de l'écliptique et dans laquelle se situent les trajectoires du Soleil, de la Lune et des cinq planètes (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) du Système solaire sauf Pluton. Le zodiaque est partagé depuis l'Antiquité en 12 parties qui s'étendent chacune sur 30° de longitude, appelées "signes du zodiaque". En partant de l'équinoxe vernal et en progressant ensuite vers l'est le long de l'écliptique, chaque division porte le nom de la constellation avec laquelle elle coïncidait il y a environ 2 000 ans. Les noms des signes du zodiaque sont : *Aries*, le Bélier; *Taurus*, le Taureau; *Gemini*, les Gémeaux; *Cancer*, le Cancer; *Leo*, le Lion; *Virgo*, la Vierge; *Libra*, la Balance; *Scorpio*, le Scorpion; *Sagittarius*, le Sagittaire; *Capricornus*, le Capricorne; *Aquarius*, le Verseau et *Pisces*, les Poissons. Du fait de la précession des équinoxes autour de l'écliptique, l'origine du Bélier (ou *point vernal*) rétrograde d'environ 1° tous les 70 ans, de sorte que le signe du Bélier se situe aujourd'hui dans la constellation des Poissons. Dans 24 000 ans environ, lorsque la précession aura accompli un tour complet de

360°, les signes du zodiaque et les constellations coïncideront à nouveau.

Il semble que les signes du zodiaque soient apparus en Mésopotamie il y a près de 4 000 ans. Les Grecs adoptèrent ensuite les symboles des Babyloniens et les transmirent aux autres civilisations de l'Antiquité, mais les Égyptiens donnèrent d'autres noms et d'autres symboles aux divisions du zodiaque. Les Chinois adoptèrent eux aussi la division en 12 signes, mais les nommèrent le rat, le bœuf, le tigre, le lièvre, le dragon, le serpent, le cheval, la brebis, le singe, la poule, le chien et le porc. Indépendamment, les Aztèques inventèrent un système similaire.



# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Le Nord</b>	<b>2</b>
<b>1. Le nord géographique</b>	<b>2</b>
<b>2. Le Nord magnétique et la déclinaison magnétique</b>	<b>2</b>
<b>Chapitre 2 : Comment retrouver le Nord</b>	<b>3</b>
<b>1. La Boussole</b>	<b>3</b>
1.1. Retraçons l'histoire de la boussole	3
1.1.1. Boussoles magnétiques	3
1.1.1.1. Compas sec	3
1.1.1.2. Compas liquide	4
1.1.2. Compas gyroscopique	4
1.2. Description de la boussole	4
1.2.1. La boussole ordinaire	5
1.2.2. La boussole perfectionnée	5
1.3. Utilisation	5
<b>2. La montre</b>	<b>6</b>
2.1. Méthode chemin de fer	6
2.2. Méthode de la bissectrice	7
<b>3. Le cadran solaire</b>	<b>8</b>
<b>4. L'étoile polaire</b>	<b>8</b>
<b>5. Les autres méthodes</b>	<b>9</b>
<b>Chapitre 3 : La carte topographique de base</b>	<b>10</b>
<b>1. La carte, qu'est-ce que c'est ?</b>	<b>10</b>
1.1. Types de carte	10
1.1.1. Cartes topographiques	10
1.1.2. cartes spécialisées	11
<b>2. Notions préliminaires : l'échelle</b>	<b>11</b>
2.1. Le rapport d'échelle	11
<b>3. Analyse de la carte topographique</b>	<b>13</b>
3.1. Description de la carte et de son cadre	13
3.1.1. La carte proprement dite	13
3.1.2. Le cadre	13
3.1.2.1. Les amorces	13
3.1.2.2. Les amorces kilométriques	13
3.1.3. Les teintes	14
3.1.4. Description du hors-cadre	14
3.1.4.1. Les signes conventionnels	15
3.1.4.2. Les signes relatifs au relief	21
3.1.4.2.1. Qu'est-ce qu'une courbe de niveau ?	21
3.1.4.2.2. Quelques formes de relief typiques	21
3.2. Orienter la carte	22
3.3. Les projections	23
3.3.1. Projections cylindriques	23
3.3.2. Projections azimutales	24
3.3.3. Projections coniques	24
3.3.4. Calcul mathématique	25
3.4. Réalisation d'une carte	26
3.4.1. Observations	26
3.4.2. Compilation et reproduction	26
3.5. Histoire des cartes	27

<b>Chapitre 5 : Les coordonnées</b>	<b>30</b>
<b>1. Les coordonnées, c'est quoi ?</b>	<b>30</b>
<b>2. Utilisation</b>	<b>30</b>
<b>3. Un exemple de coordonnées kilométriques</b>	<b>31</b>
<b>4. Et maintenant, un peu de calcul</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre 6 : La photo aérienne</b>	<b>32</b>
<b>1. Définition</b>	<b>32</b>
<b>2. Réalisation</b>	<b>32</b>
<b>3. Description</b>	<b>32</b>
<b>4. Avantages et inconvénients de la photo aérienne</b>	<b>32</b>
<b>Chapitre 6 : L'Azimut</b>	<b>33</b>
<b>Chapitre 7 : Les marches</b>	<b>34</b>
<b>1. Marche avec carte et boussole</b>	<b>34</b>
<b>2. Marche avec carte seule</b>	<b>35</b>
<b>3. Marche avec boussole seule</b>	<b>36</b>
<b>Chapitre 8 : Le Ciel</b>	<b>37</b>
Les constellations	40
Coordonnées	41
Lire la carte du ciel	43
Bibliographie	51

# Bibliographie

Les chemins de l'aventure N°3 : “ Saisons ” (Editions GCB – 1978)

Encyclopédie Universalis 1997

Encarta 1998 (Microsoft éditions)

Dictionnaire Larousse

Site internet des scouts du Canada

Site internet de l'I.G.N.

Site internet des scouts de Marche.