

TABLE DES MATIERES

INFOS PRATIQUES POUR LES ECOLES	2
L'EXPOSITION EN QUELQUES MOTS	3
BREF HISTORIQUE DE LA CARTOGRAPHIE	4
LES THÈMES ABORDÉS DANS L'EXPO	6
Les cartes à quoi ça sert?	6
La notion d'échelle	7
De la sphère à la carte	8
Altitude et relief	9
Le Nord et la boussole	11
Le GPS (Global Positionning System)	12
PROPOSITIONS D'ACTIVITES EN CLASSE	14
Orientation avec les moyens du bord	14
Mesurer la longueur de divers objets	15
Plan de la classe	16
Cache-cache sur le plan	16
De quelle longueur est cet objet ?	16
Vision de la 3 ^{ème} dimension	17
Echelle de Blip	17
Où habite Carlos (le principe du GPS)	18
Construire une boussole	18
Une carte avec une orange	19
DÉFINITIONS	21
La Terre	21
Le mètre	21
Les angles	22
Cartes et plans	22
Systèmes de coordonnées	23
Pente	24
La résolution	25
La vision stéréoscopique	25
BIBLIOGRAPHIE	26
Livres	26
Sites Web	26
ANNEXES	27
Echelle de Blip	27
Où habite Carlos ?	28
Cache-cache	29

INFOS PRATIQUES POUR LES ECOLES

Où?

Espace des Inventions
Vallée de la Jeunesse 1
1007 Lausanne
tél. 021 315 68 80
fax 021 315 68 82
e-mail info@espace-des-inventions.ch
www.espace-des-inventions.ch
Plan d'accès disponible sur le site web

Quand?

Du 5 mars 2005 au 30 juillet 2006
Du mardi au vendredi de 8h00 à 18h00

Comment?

Pour les écoles, la réservation est obligatoire (au minimum une semaine à l'avance).
Visite guidée par des animateurs formés (1 animateur pour env. 10 élèves).
Compter 1h30 à 2h00 sur place.
Prix 3.- par élève (visite guidée comprise)

Pour qui?

L'exposition *Plat comme le Globe* est recommandée pour les enfants à partir de 7 ans. Il n'y a pas en revanche de limite supérieure. Chaque tranche d'âge y trouvera matière à réflexion et étonnement. Les animateurs s'efforcent d'adapter la visite à l'âge et à l'intérêt des élèves.

REMARQUE IMPORTANTE

Pour assurer la pertinence et l'intérêt de la visite, il vous est fortement recommandé de la préparer en classe AVANT votre venue à l'Espace des Inventions.

L'EXPOSITION EN QUELQUES MOTS

L'exposition *Plat comme le Globe* a pour objectif de familiariser ses visiteurs avec le monde de la cartographie via des manipulations interactives. Voici quelques exemples non exhaustifs de ce que vous pourrez y trouver :

Si la terre est ronde et les cartes plates, comment fait-on pour représenter la première sur les secondes ? Plusieurs expériences abordent cette délicate question permettant ainsi de toucher du doigt de manière ludique la notion de projection mathématique.

Que représente-t-on sur une carte ? Une seule carte peut-elle contenir toutes les informations disponibles sur une région ? Les visiteurs répondront à cette question en se promenant sur une grande photo aérienne de la Ville de Lausanne.

Une carte permet de se positionner mais quel est l'outil indispensable pour s'orienter ? La boussole bien sûr ! L'exposition vous permettra d'évaluer votre sens de l'orientation grâce à de petites bornes judicieusement placées. Elle vous permettra également de découvrir les limites de la boussole (savez-vous où est le nord magnétique ?). Vous pourrez finalement tester un chariot très ingénieux, sorte de boussole mécanique inventée par les chinois il y a plus de 4000 ans

L'exposition aborde également la notion d'échelle et les questions liées à la représentation de la 3^{ème} dimension sur les cartes (courbes de niveaux, pentes,...). Une manipulation explique également le principe de fonctionnement du GPS. Et de manière générale, cette exposition rend attentif à la subjectivité qui sous-tend la façon que nous avons de représenter le monde qui nous entoure.

L'exposition *PLAT COMME LE GLOBE* est une création de l'Espace des Inventions.

Elle a été conçue et réalisée grâce au soutien de la Loterie Romande, de la SATW, de Swisstopo-Office fédéral de topographie, de Retraites Populaires Vie, de Lombard Odier Darier Hentsch & Cie, de Metal system SA et de l'ETML. Nous les remercions vivement.

Dossier rédigé par Cyril Muller

Illustré par Giorgio Pesce/Atelier Poisson

Merci pour leur relecture attentive à Séverine Altairac,

Paul Henri Cattin, Emmanuelle Giacometti et Romain Roduit

Espace des Inventions, mars 2005



BREF HISTORIQUE DE LA CARTOGRAPHIE

L'homme a toujours cherché à représenter son environnement pour l'explorer, le conquérir et le gérer. En effet, dès l'antiquité, avant même qu'il ne découvre l'écriture, l'homme a gravé sur des tablettes d'argile les contours et les itinéraires du monde qu'il connaissait. Toutefois à cette époque, la cartographie en est à ses balbutiements et la croyance générale était de considérer la terre comme un monde circulaire entouré par l'océan.



3000 av. JC. Tablette babylonienne en terre cuite représentant par une image d'un monde circulaire entouré par un océan

Ce sont les Grecs et plus précisément Pythagore, qui au IV^{ème} siècle av. J-C. imaginent une terre ronde en forme de sphère. Cette théorie est confirmée par les observations d'Aristote qui remarque que lorsqu'un bateau part en mer, sa coque puis son mât disparaissent sous l'horizon.

Au II^{ème} siècle avant notre ère, Eratosthène, bibliothécaire d'Alexandrie, mesure la circonférence de la terre avec une précision étonnante en utilisant l'ombre portée de plusieurs pieux à des latitudes différentes.

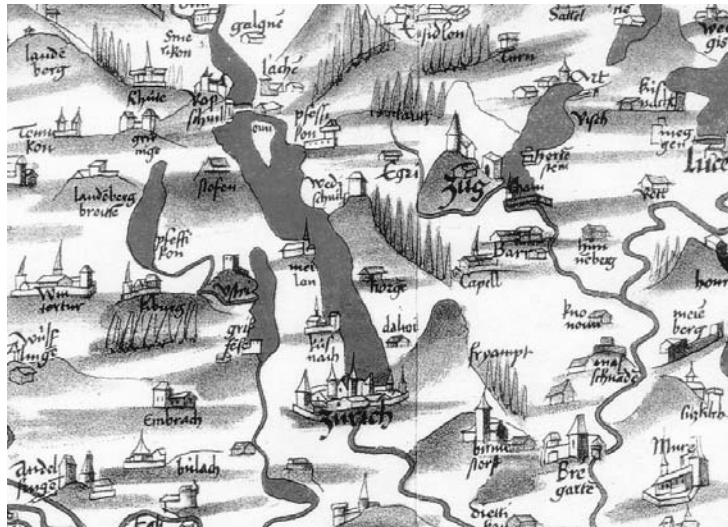
Au II^{ème} siècle av. J-C, Ptolémée, géographe et mathématicien énonce les règles de deux projections coniques et établit un système de longitudes et de latitudes. Il énumère la position de 8000 points.

Le Moyen-âge est une époque noire pour la cartographie. L'église réfute alors que la Terre est ronde, les cartes de cette époque représentent essentiellement les idéologies de l'église plutôt que la réalité.

Les Européens ne sont pas les seuls à s'intéresser à la cartographie. En effet, les Chinois et les Mayas sont eux aussi assez avancés dans ce domaine. Les Chinois ont inventé la boussole et les Mayas avaient des cartes bien avant l'arrivée des Espagnols!!!

Les grands voyages de Vasco de Gama, Colomb et Magellan à la fin du XV^{ème} et au début du XVI^{ème} élargissent énormément les connaissances géographiques et font pour la première fois figurer l'Amérique sur des cartes.

Durant la même période la plus ancienne carte connue de la Suisse est dessinée à la plume.



La première carte suisse, dessinée vers 1496 par Konrad Türst, région de Zürich

Du XVI^{ème} au XVIII^{ème} siècle, les mathématiciens définissent les projections actuellement connues, un certain Mercator invente une projection à laquelle il donne son nom et réalise la carte Helvetia.

Les progrès décisifs de la science réalisés au XVII^{ème} siècle, permettent de mesurer plus précisément et de réaliser des cartes où la géométrie est vraiment respectée.

Aujourd'hui, la cartographie a considérablement évolué. On connaît maintenant précisément la forme de la terre et les cartes sont souvent sur des supports numériques.



Superposition du modèle numérique du terrain MNT25 et de différentes cartes, région de Lucerne

LES THÈMES ABORDÉS DANS L'EXPO

L'exposition *Plat comme le Globe* fait appel à de nombreuses notions. Les plus importantes d'entre elles sont présentées dans ce chapitre afin d'aider les enseignants à préparer la visite de l'exposition.

Les cartes à quoi ça sert?

Autrefois utilisées seulement par les navigateurs, leur emploi est maintenant très répandu voire indispensable pour de nombreuses personnes.

Tout d'abord c'est quoi une carte ?

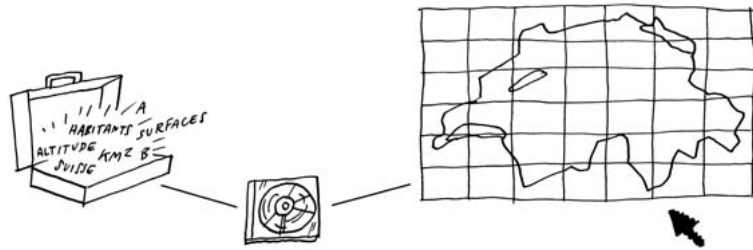
Une carte c'est un document papier ou numérique qui représente à une échelle réduite la surface totale ou partielle de la terre. Généralement le Nord se trouve en haut, l'Est à droite et ainsi de suite. Puisque les objets dessinés sur la carte ne sont pas à leur vraie grandeur, on les représente par des symboles afin que le lecteur puisse en comprendre le sens sans surcharger la carte. La carte possède en général un système de coordonnées soit cartésien (abscisse et ordonnée), soit géographique (latitude, longitude) qui permet de repérer un point. (voir chapitre système de coordonnées)

Et qu'est-ce qu'on en fait ?

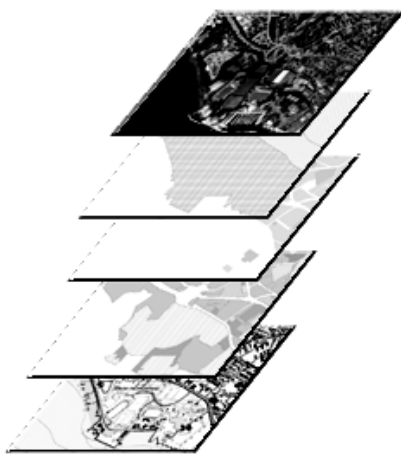
Une carte sert tout d'abord à s'orienter dans un lieu inconnu que se soit en ville, en montagne ou dans un supermarché. Cependant il existe de nombreuses cartes qui ne servent pas à se positionner mais plutôt à géo-référencer¹ un thème. On peut citer en exemple les cartes géo-référençant les ressources naturelles (pétrole, gaz, bois, ...), les cartes spécialisées pour une profession (géologique, zoologique, anthropologique,...), les cartes qui mettent en valeur des statistiques (consommations d'un produit, mouvement d'individus, personne ayant accès à la formation). Toutes ces cartes ont pour but de synthétiser une information qu'un texte décrirait beaucoup plus difficilement.

Grâce à l'informatique, de nouveaux médias géographiques ont vu le jour, ce sont les Système d'Information Géographique (SIG). Ces systèmes sont composés d'une carte numérique liée à une base de données.

¹ Géo-référencer signifie littéralement référencer sur la Terre, communément on utilise ce verbe pour mentionner qu'un objet est positionné sur un support géographique (carte, plan)



Ces systèmes permettent d'améliorer la gestion et l'utilisation d'une portion du territoire. Ils permettent de prendre les bonnes décisions en ayant toutes les cartes en mains. Les données sont regroupées par thème, le système est alors comme un millefeuille qui contient tous les objets qui intéressent le gestionnaire.



© www.geoplanet.ch

guichet cartographique du canton de Vaud

Exemple de la structure dite du millefeuille d'un SIG

- Orthophoto (photo aérienne)
- Secteur de protection des eaux
- Etat de la construction
- Zone d'affectation du sol
- Carte nationale

Voici un exemple permettant de mieux comprendre ce qu'est un SIG: Une commune doit gérer de nombreux réseaux (eau, gaz, électricité,...) qui sont enterrés parfois sous des propriétés privées. Avant les SIG, lorsque la commune voulait déplacer une canalisation, elle devait consulter les plans des autres réseaux afin de contrôler qu'aucune conduite n'empêche la réalisation des travaux. Il fallait ensuite consulter de nombreux autres corps de métier (registre des propriétaires fonciers, géomètre,...). Les SIG permettent maintenant d'avoir tous les plans sur un même système, une seule personne peut répondre à toutes les questions très rapidement. Grâce à un système de recherche informatique, ils permettent de planifier le remplacement de conduite ou de lignes électriques et de savoir quels propriétaires sont touchés... en un clic !!!

La notion d'échelle

Lorsqu'on représente un objet que ce soit la terre ou un microbe, on est obligé de le dessiner à une taille qui n'est pas celle d'origine, afin d'apprécier ses caractéristiques. On augmente ou au contraire réduit la taille de l'objet d'un certain facteur. Ce facteur est ce qu'on appelle l'échelle de la représentation.

Les échelles sont communément symbolisées par un quotient :

$$\frac{\text{dimensions du dessin}}{\text{dimensions de l'objet}} \quad \text{ou } 1:2000$$

Un objet qui aurait été agrandi pour être visualisé (insecte,...) possède un quotient plus grand que 1 (2:1, agrandi 2 fois).

Pour un objet qui aurait été réduit, on aura au contraire un quotient plus petit que 1 (1:2, réduit 2 fois).

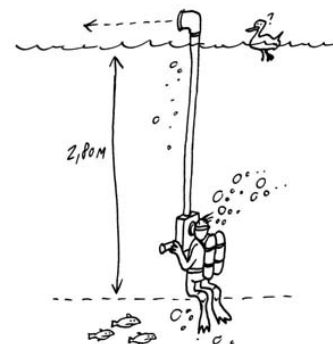
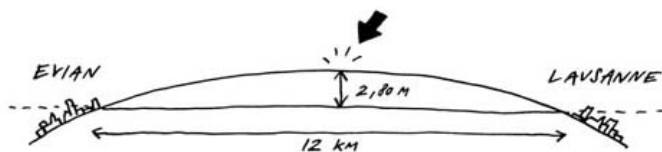


Ainsi pour mesurer sur une carte à l'échelle 1 : 25'000 une distance entre votre maison et le collège, on utilisera l'échelle de la façon suivante :

- Une carte 1:25'000 veut dire que 1 cm sur la carte est 25'000 fois plus grand dans la réalité donc 1 cm = 25'000 cm sur le terrain soit 250 m.
- En sachant l'échelle à laquelle la carte est dessinée, on mesure la distance entre les points qui nous intéressent ; distance entre ma maison et le collège 3.5 cm donc $3.5 \times 25'000 = 87'500$ cm à cette échelle soit 875 m.

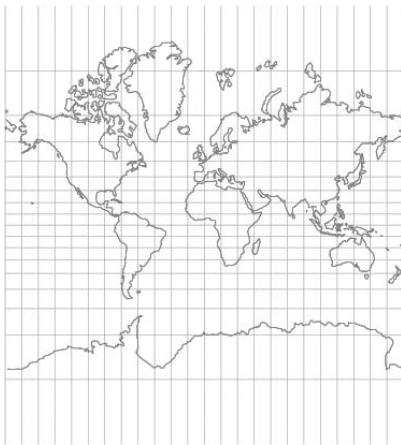
De la sphère à la carte

On ne s'en rend pas compte mais la Terre est ronde, si ronde que si on tendait un câble entre Lausanne et Evian, on n'arriverait pas à marcher dessus sans avoir la tête sous l'eau.

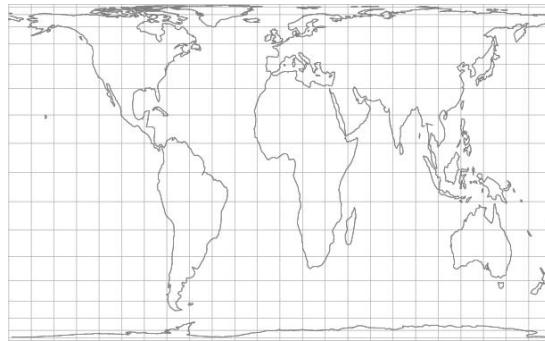


Toute carte du globe terrestre représente la projection de la terre sur une surface plane. Les projections sont des opérations mathématiques. A chaque point du globe, elles font correspondre un point sur la carte. Il existe plusieurs types de projection. Elles impliquent toutes des distorsions (modifications des angles, longueurs ou surfaces). Essayez de mettre à plat une pelure d'orange, il y aura de toute façon des déchirures donc des déformations (voir bricolages).

Voici deux exemples de projections : la première celle de Mercator respecte les angles donc la forme des continents mais pas les surfaces. Ainsi le Groenland est beaucoup trop étendu par rapport aux autres pays. Il a presque la même surface que l'Afrique.



Projection de Mercator



Projection de Peters

La deuxième celle de Peters est une projection qui respecte les surfaces. On voit que le Groenland est beaucoup moins important que sur la première carte en revanche on ne reconnaît pas sa forme.

Altitude et relief

Les plans et cartes sont pour la plupart en deux dimensions mais on vit en trois dimensions. Autour de nous, il y a en effet des plaines, des montagnes ou encore des vallées.

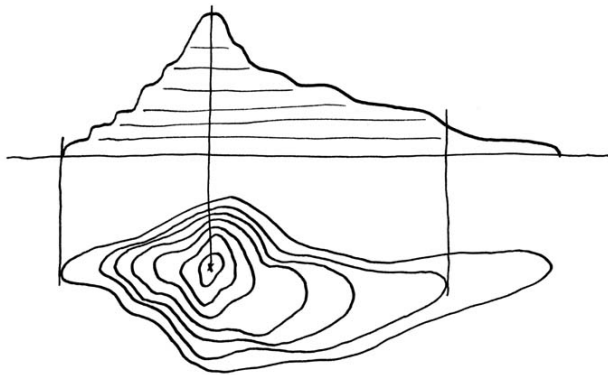
Les géographes et les cartographes ont toujours cherché à faire figurer la troisième dimension sur leurs cartes. Le relief a d'abord été dessiné de profil comme sur un paysage.



Atlas de Ptolémée publié en 1513 par Waldseemüller

Puis lorsque les cartes ont été issues de bases géodésiques (mesures trigonométriques et projection de la terre) elles sont passées d'une représentation artistique à une représentation géométrique vue du dessus de la Terre et on a alors commencé à dessiner des ombrages. Cela permet aux utilisateurs d'apprécier rapidement la pente du terrain.

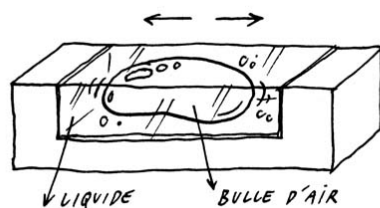
De nos jours, suite à plusieurs séries de mesures, le relief est mieux connu, on a ainsi pu



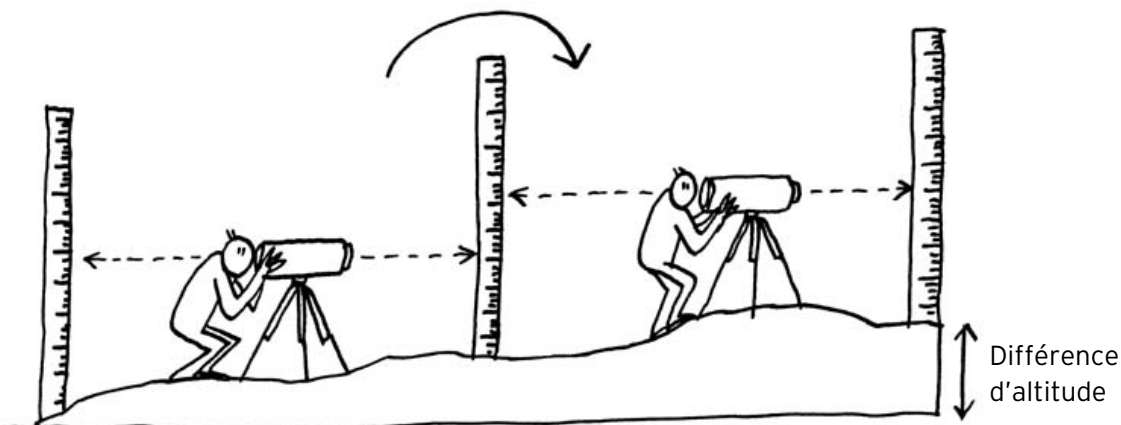
dessiner sur nos cartes des courbes d'égale altitude qu'on appelle courbes de niveaux. Ces courbes donnent ainsi l'escarpement du terrain, plus les courbes de niveaux sont resserrées sur la carte, plus le terrain est raide.

Qu'est-ce qu'une altitude ? Une altitude est une distance mesurée verticalement. Son origine a été fixée au niveau de la mer.

Comment fait-on pour mesurer des altitudes ? Plusieurs instruments permettent de mesurer l'altitude ou plus précisément des différences d'altitudes. L'instrument fort connu des randonneurs est l'altimètre. Il s'appuie sur la différence de pression qu'on observe lorsqu'on change d'altitude. Malheureusement, cet instrument n'est pas très précis car il dépend de la météo et les altitudes qu'il donne doivent souvent être corrigées. L'instrument le plus utilisé par les professionnels est le niveau. Le niveau est une lunette qui doit être placée horizontalement de manière très rigoureuse grâce à une nivelle (voir dessin) comme celle utilisée par les maçons.



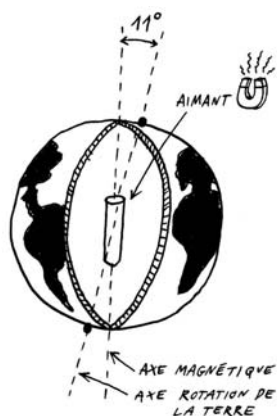
Le niveau tourne sur lui-même selon un axe vertical, il définit ainsi un plan horizontal à une certaine hauteur. On pose ensuite verticalement une règle graduée sur un point dont on aimerait connaître l'altitude et en regardant au travers de la lunette, on peut directement lire la valeur sur la règle. L'instrument est posé entre deux règles de mesure graduées. On obtient la différence d'altitude des points sous les règles en soustrayant la valeur de la latte avant à la valeur de la latte arrière. Ce procédé est répété autant de fois qu'il est nécessaire pour couvrir la distance entre les points, en déplaçant l'instrument puis la règle arrière et ainsi de suite.



Cet instrument a permis de fixer les altitudes suisses. En effet, au début du XX^{ème} siècle, l'office fédéral topographique s'est basé sur des mesures d'autres pays ayant accès à une mer pour déterminer l'altitude d'un point de référence. Ce point est un bloc erratique de la rade de Genève appelé la pierre du Niton. Il sert maintenant de référence à toutes les altitudes suisses. Son altitude est de 373.6 m au-dessus du niveau moyen des mers.

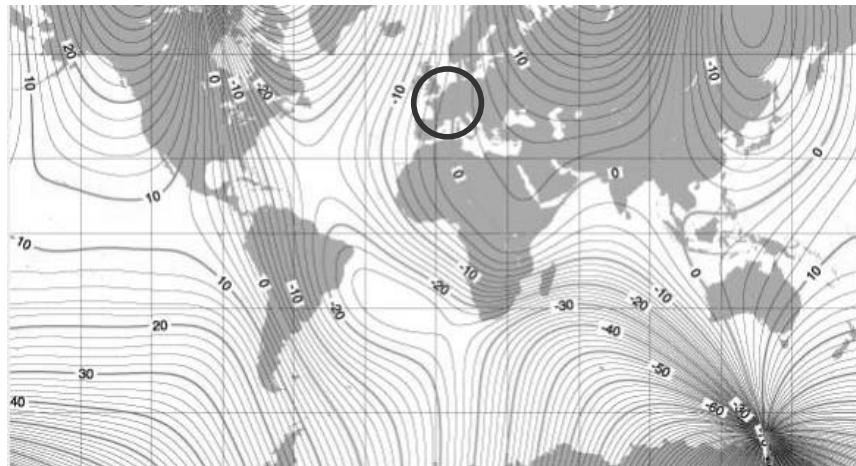
Le Nord et la boussole

Tout le monde le sait, l'aiguille de la boussole indique le Nord. En effet, la terre se comporte comme un gros aimant.



L'aiguille aimantée de nos boussoles s'oriente grossièrement selon un axe nord-sud. Oui grossièrement ... car ce qu'on appelle le pôle nord géographique est le point par où passe l'axe de rotation de la terre alors que le pôle nord que montre la boussole est le pôle nord magnétique. Ces deux pôles ne sont pas confondus. En effet le pôle nord magnétique se trouve à environ 2000 km du pôle géographique. De plus, il se déplace tous les jours.

La carte suivante montre la déviation de la boussole par rapport au nord géographique pour l'année 2004 (déviations sont en degrés).



Graphique de la déviation entre le Nord magnétique et géographique

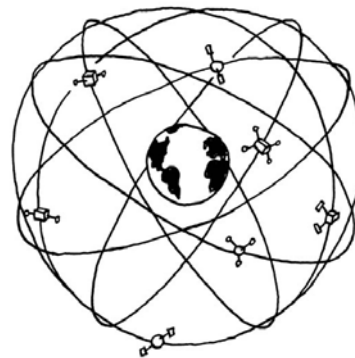
Comme on peut le voir, les randonneurs suisses peuvent se rassurer. La différence est minime chez nous (inférieur à 2°). Par contre, chez nos voisins québécois elle peut être de 20°.

Certains facteurs influencent encore plus ce qu'elle indique, il faut ainsi faire très attention aux objets métalliques ainsi qu'aux téléphones mobiles qui engendrent d'importantes déviations lorsqu'ils sont proches de la boussole.

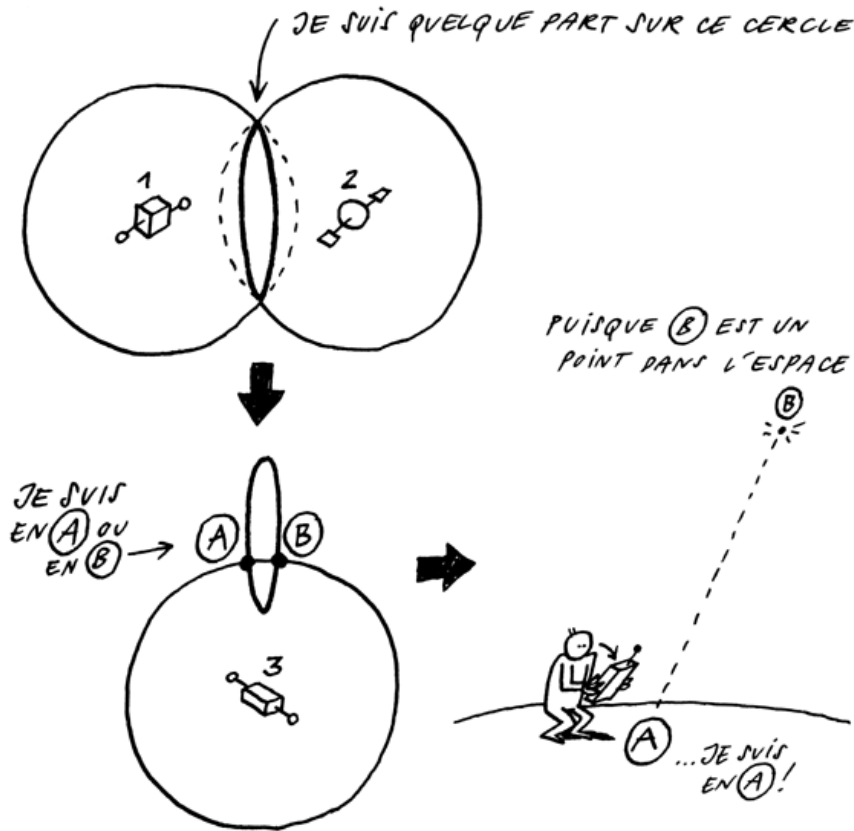
Le GPS (Global Positioning System)

Le système GPS permet à tout utilisateur en possession d'un récepteur GPS de connaître précisément sa position presque n'importe où sur le globe, par n'importe quel temps avec une précision de l'ordre de 10-15 mètres.

Les satellites GPS tournent autour de la Terre à environ 20'000 km de sa surface. Au nombre de 24 environ, ils évoluent sur différentes orbites. Depuis n'importe quel point du globe, on peut en voir 4 au minimum. Ces satellites émettent continuellement des ondes radio contenant des informations de temps et de position.



Le récepteur GPS capte les signaux de différents satellites. En décryptant ces signaux, il obtient l'instant de leur émission et la position de chacun des satellites. En fonction de l'heure d'arrivée des signaux, il déduit leur temps de parcours et calcule la distance depuis chaque satellite. Il définit alors des sphères centrées sur les satellites dont l'intersection donne finalement sa position sur le globe.



En réalité, c'est un peu plus compliqué : pour tenir compte d'un décalage horaire entre les satellites et le récepteur, un quatrième satellite est nécessaire.

Conçu à l'origine pour les militaires américains, GPS est utilisé aujourd'hui par de nombreux civils, par exemple pour se déplacer en voiture ou en randonnée.

A l'aide de récepteurs spéciaux et de logiciels sophistiqués, on peut mesurer directement l'onde porteuse et obtenir une précision nettement meilleure : quelques millimètres pour le vecteur entre deux points distants de quelques kilomètres. Cette utilisation détournée des satellites GPS est à la base de leur emploi quotidien par les géomètres, ainsi que par les scientifiques pour étudier la dérive des continents et la physique de l'atmosphère.

PROPOSITIONS D'ACTIVITES EN CLASSE

Ces activités peuvent être réalisées en classe avant la visite de l'exposition pour entamer une réflexion autour de la cartographie ou après en utilisant les éléments acquis lors de cette visite et servir ainsi de prolongement à celle-ci. Il est fortement recommandé de susciter la réflexion des élèves sur la cartographie AVANT la visite de manière à augmenter la pertinence et l'intérêt de l'exposition.

Orientation avec les moyens du bord

Lorsqu'on n'a pas de boussole, on peut tout de même s'orienter. De jour, on peut utiliser une montre qu'on oriente sur le soleil. De nuit, on peut s'orienter avec les étoiles.

Pour s'orienter de jour, il faut:

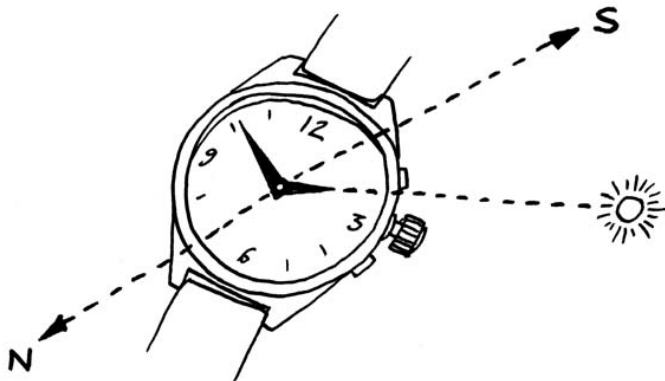
- Une montre à aiguille
- Une journée ensoleillée
- Eventuellement une boussole afin de vérifier

Description de la manip :

Le soleil se lève à l'Est, il est au Sud à midi et se couche à l'Ouest. Sachant cela :

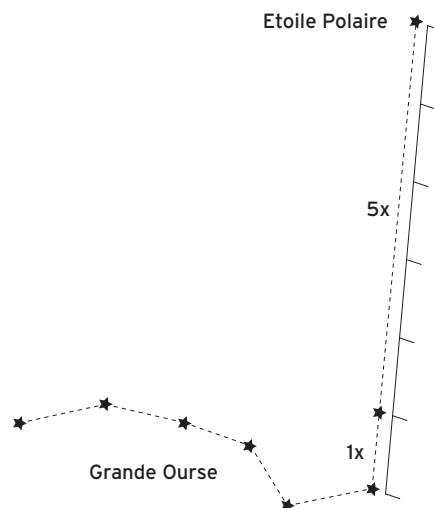
1. Réglez la montre à l'heure solaire (moins 1 heure en hiver, moins 2 heures en été).
2. Orientez la petite aiguille vers le soleil
3. Ne bougez plus. Placer maintenant un crayon entre le 12 et la petite aiguille exactement au milieu.
4. Le crayon indique alors l'axe Nord-Sud, le Sud étant entre la petite aiguille et le 12.
5. Avec une boussole, vérifier le résultat obtenu.

Cette méthode n'est pas très précise, il ne faut l'utiliser que si on n'a pas de boussole.



Attention aux objets métalliques ainsi qu'aux téléphones mobiles.

Pour s'orienter de nuit, il faut un ciel dégagé. On repère la Grande Ourse puis on prolonge l'arrière de 5 longueurs comme sur la figure. On trouve ainsi l'Etoile polaire qui indique le nord à moins d'un degré près.



Mesurer la longueur de divers objets

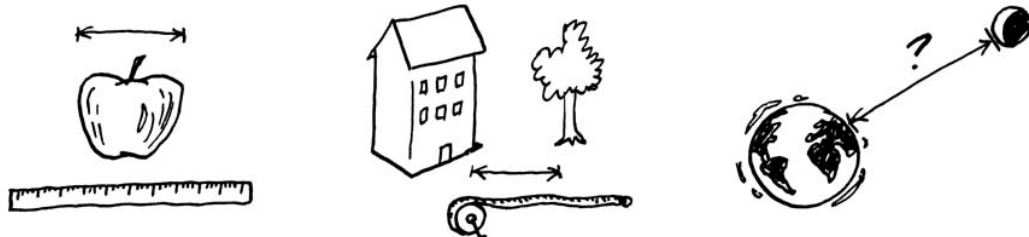
Cet exercice a pour but de sensibiliser les élèves aux outils de mesures. Il leur exposera aussi que le choix des instruments de mesure change selon la taille de l'objet. On ne mesurera pas la distance Terre-Lune avec une règle de 30 cm !

Matériel :

- Toutes sortes d'objets de différente taille (stylos, classeur, table, salle de classe...)
- Différents instruments de mesure de distances (règle, double mètre, chevillière ou ruban métrique,...)

Déroulement en classe :

L'enseignant(e) engage une discussion sur la méthode et l'instrumentation qu'il faut pour mesurer la longueur de ces objets, les élèves mesurent les objets. Puis, il/elle les questionne pour savoir comment ils mesureraient la classe, la cour de récréation et la distance Lausanne-Genève (chevillière, en comptant les pas, avec le compteur kilométrique, ...)



Plan de la classe

Réaliser un plan de la classe, ou de la cour de récréation sur le tableau noir !!! Ce travail a pour but d'aider les élèves à passer de la réalité au plan.

Matériel : Un tableau noir

Déroulement en classe :

L'enseignant(e) demande aux élèves ce qu'ils voudraient faire figurer sur le plan de la classe ou de la cour (tables, lavabos, tableau noir, élèves, arbres, banc, surfaces bétonnées ou gazon). Il/elle explique qu'il n'est pas possible de dessiner tous les objets de la classe ou du préau, ils doivent faire un choix pour que le plan soit encore lisible. Il/Elle explique que les objets mobiles comme les sacs d'école ou les voitures n'ont pas de raison d'être sur un plan. Les élèves dessinent ensuite les objets sur le plan.

Variante : selon l'âge, les élèves mesurent les objets à dessiner et réalisent ensuite le plan à une échelle choisie (par exemple 1:10). Il faut alors disposer d'instruments de mesures (règle, double mètre, chevillière ou ruban métrique,...).

Cache-cache sur le plan

Le but de ce jeu est de familiariser les élèves avec les systèmes de coordonnées et les points cardinaux.

Matériel : Une photocopie de la page 29 par groupe de 2 ou 3 élèves

Déroulement en classe :

Les élèves forment des groupes de 2 ou 3. Chaque groupe choisit un point du quadrillage sur la carte qu'il ne révèle pas aux autres(ex : 1 Est ; 2 Nord, le sommet de la montagne). L'un après l'autre, les groupes essaient de deviner où se trouvent les autres groupes en donnant les coordonnées d'un point à la manière d'une bataille navale. Le dernier qui reste caché a gagné !!!

Autre jeu possible :

Chaque élève choisit un objet sur la carte et explique comment il doit se déplacer pour rejoindre un autre camarade. Exemple : je suis sur le bateau, je dois me déplacer de 5 vers l'ouest et de 1 vers le nord pour rejoindre mon copain qui est au château.

De quelle longueur est cet objet ?

Cet exercice donne une notion aux élèves de la grandeur d'un mètre.

Matériel :

- Tableau noir ouvert avec le maximum d'écartement
- Chevillière et/ou double mètre

Déroulement en classe :

L'enseignant(e) demande à plusieurs élèves de venir dessiner au tableau, en traçant un

trait ce qu'ils estiment être la longueur d'un mètre. Puis ils comparent les différentes propositions avec la vraie longueur d'un mètre.

Ensuite l'enseignant(e), propose des objets (table, armoire, classe, cour de récréation,...) dont il faut deviner les dimensions. Marquer les différentes réponses au tableau puis mesurer les objets et comparer. Faites cela avec plusieurs objets afin que les élèves réalisent ce que représente un mètre.

Vision de la 3^{ème} dimension

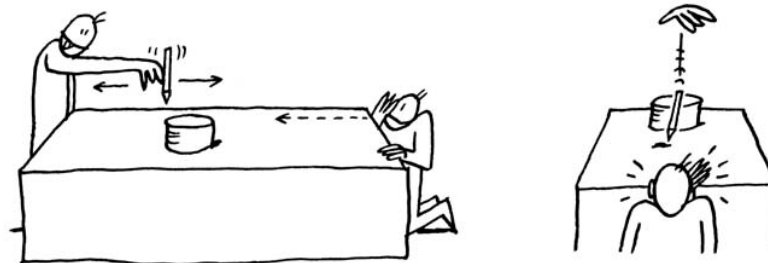
Cette expérience montre qu'il est difficile d'apprécier la troisième dimension avec un seul œil.

Matériel :

- Table de classe
- Un gobelet
- Un crayon

Déroulement en classe :

Par groupe de 2, les élèves se mettent l'un en face de l'autre de chaque côté d'une table de classe. Celui qui va essayer l'expérience met ses yeux à la hauteur de la table et les ferme. L'autre élève pose sur la table le gobelet et tient le crayon en l'air dans l'alignement de l'élève (voir le dessin). L'élève qui tente l'expérience ouvre un œil et doit faire déplacer à son copain le crayon jusqu'à qu'il croie qu'il est au-dessus du gobelet. L'enfant qui tient le crayon le lâche et regarde où il tombe. En général le crayon ne tombe pas dans le gobelet... Refaire l'expérience avec les deux yeux ouverts, c'est beaucoup plus facile.



Echelle de Blip

Ce labo science a pour but de sensibiliser les élèves à la notion d'échelle.

Matériel : Une photocopie de la page 26 pour chaque élève

Déroulement en classe :

Chaque élève doit trouver à quelle échelle Blip le robot est représenté par rapport à son original, 2x plus grand 3x ou alors 2x plus petit,...

Où habite Carlos (le principe du GPS)

Ce jeu a pour but d'initier les élèves à la technique du GPS, en faisant des intersections de distances.

Matériel :

- Une photocopie de la page 28 en annexe pour chaque élève
- Un compas par élève

Déroulement en classe :

L'objectif de ce jeu est de découvrir où habite Carlos.

Sur le dessin, sont représentés la Terre et 3 satellites qui gravitent autour. À l'aide du compas, dessiner les cercles centrés sur les satellites et d'un rayon égal à la distance indiquée pour chaque satellite à droite de la feuille.

Après avoir tracé les trois cercles, les élèves remarquent qu'il y a un seul point où s'intersectent les trois cercles, c'est là qu'habite Carlos (en Amérique du sud, à côté du perroquet).

Notion pour les plus grands : on voit que les cercles ne se coupent pas en un point mais dessinent plutôt un petit triangle, c'est l'incertitude comme pour un vrai GPS.

Construire une boussole

Où est le Nord ? Deux bricolages permettront de réaliser deux types de boussoles.

Boussole flottante

Matériel:

- Un bouchon de liège
- Une épingle
- Un aimant
- Une assiette à soupe
- Une boussole (pour comparer les directions obtenues)

Opérations:

1. Pour aimanter l'épingle, frotter celle-ci environ 30 sec. sur l'aimant
2. Couper une tranche de bouchon de liège d'environ 5 mm
3. Poser la rondelle de bouchon sur la tranche et enfiler l'épingle à travers celle-ci de haut en bas de manière qu'elle ressorte de l'autre côté.
4. Mettre de l'eau dans l'assiette à soupe
5. Placer le bouchon traversé de l'épingle à la surface de l'eau
6. Observer la direction montrée par l'épingle et comparer avec une boussole

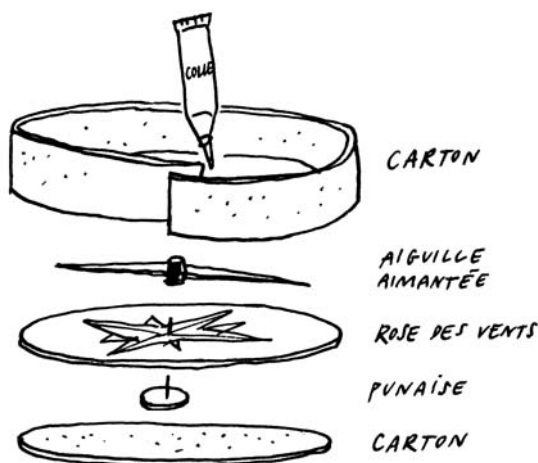
Boussole

Matériel (par élève) :

- Une demi page A4 de carton d'épaisseur 2 mm environ
- Colle blanche
- Une aiguille aimantée (disponible chez Opitec.ch Aiguille aimantée N° 240.084)
- Une punaise
- Scotch
- une rose des vents à réaliser dans du papier
- En option : un rond de 8cm de diamètre découpé dans du calque transparent pour rétroprojecteur

Opérations:

1. Découper dans le carton un cercle de diamètre de 8 cm.
2. Découper une bande de 2 cm de large et de 26 cm de longueur.
3. Avec la bande découpée faite un cercle autour du rond (assouplir le carton en faisant des va-et-vient sur le coin de la table) et coller la bande pour qu'elle conserve sa forme.
4. Scotcher le fond avec le bord.
5. Percer la rose des vents par-dessous avec la punaise. Coller l'ensemble au fond de la boîte.
6. Déposer l'aiguille sur la pointe de la punaise.
7. Option : Coller avec deux morceaux de scotch le film transparent de manière à ce qu'on puisse ouvrir la boîte pour repositionner l'aiguille si elle tombe de son socle.



Une carte avec une orange

Le but de ce bricolage est de comprendre pourquoi une carte du globe déforme l'image réelle de la Terre.

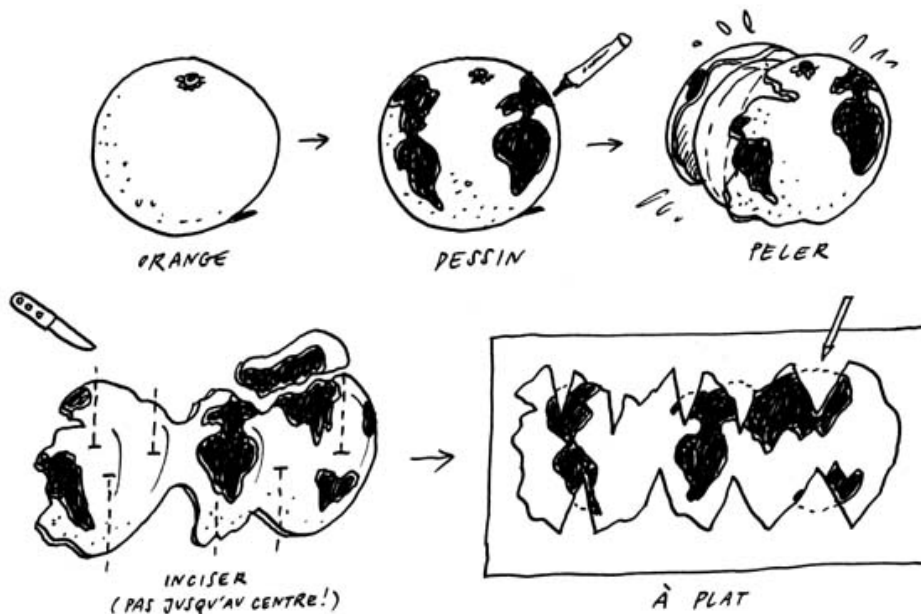
Matériel :

- Une orange ou une mandarine
- Un stylo indélébile
- Une feuille de carton
- Colle blanche
- Couteau de cuisine
- En option : une mappemonde et une carte de la terre

Déroulement du labo :

Les enfants dessinent sur leur orange l'image de la terre ou un dessin fantaisiste. Le dessin doit couvrir toute l'orange.

Ensuite les élèves pèlent leur fruit en moins de morceaux possibles (deux ou trois si possible). Il faut maintenant coller à plat la peau, en reconstituant le dessin s'il est en plusieurs morceaux. Certaines épluchures ne pourront pas à être mise à plat, il faudra donc à l'aide du couteau faire des incisions.



Quand on colle les épluchures sur la feuille de papier on peut observer que le dessin n'est pas continu. Il faut faire le même travail que les cartographes, tracer le prolongement du dessin sur le carton entre les morceaux de pelure.

Les élèves peuvent remarquer que leur dessin est maintenant déformé, il en est de même pour les cartes de la terre.

DÉFINITIONS

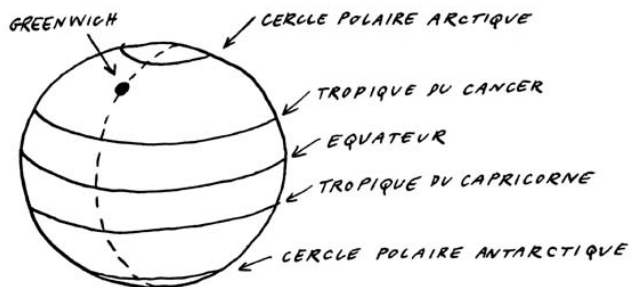
La Terre

La forme de la terre a depuis toujours intrigué les hommes. Ils l'ont tout d'abord imaginé plane, puis sphérique, puis ellipsoïdale. Bien des siècles se sont écoulés avant d'arriver à la forme la plus précise connue actuellement, un géoïde, espèce de sphère déformée bizarrement.

Sur un globe terrestre de la taille d'une orange, les reliefs montagneux seraient moins prononcés que ceux de l'écorce de cette orange. La chaîne des Alpes devient tout à fait insignifiante à cette échelle.

Les points particuliers de notre globe sont :

- Les pôles nord et sud qui sont sur l'axe de rotation de la terre
- L'équateur qui est le cercle qui se trouve exactement à mi-distance entre le pôle nord et le pôle sud.
- Le méridien de Greenwich qui est l'origine des longitudes.
- Les cercles polaires arctique et antarctique, qui marquent la limite où le soleil ne se lève pas aux solstices.
- Les tropiques du cancer et du capricorne qui sont les cercles où le soleil est exactement au zénith lors des solstices.



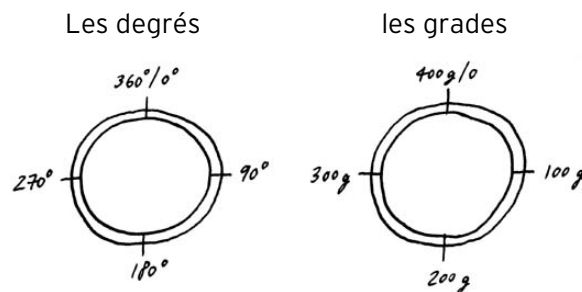
Le mètre

Avant d'utiliser le mètre pour mesurer des distances on utilisait une multitude d'unités de mesures, basées souvent sur les grandeurs de notre corps, telles que le pouce, le pied, la coudée, la brasse. Souvent un même mot représentait plusieurs grandeurs. Les unités n'étaient pas reliées entre elles par un système décimal, il fallait alors faire de compliqués calculs pour passer d'une unité à l'autre. C'est en France au XVII^{ème} siècle qu'un projet d'unification voit vraiment le jour, les scientifiques s'accordent sur le mètre et un système décimal. Mais notre bon vieux mètre voit encore des variations. Il est un jour la longueur du pendule qui bat la seconde sexagésimale, un autre la mesure d'un degré de méridien au Pérou, puis à nouveau la longueur d'un pendule. Mais finalement c'est en 1793 que le

mètre est défini comme la dix-millionième partie d'un méridien entre le pôle et l'équateur. Maintenant, pour être plus précis le mètre est devenu une fraction du temps de parcours de la lumière dans le vide. Certains pays anglo-saxons gardent encore aujourd'hui leurs unités ce qui n'est pas pour faciliter les échanges.

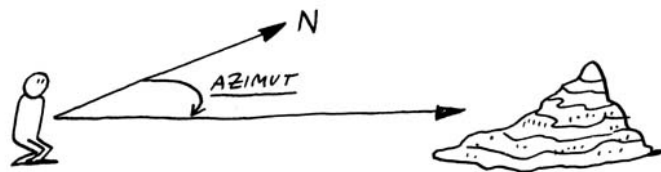
Les angles

Un angle est la figure formée par deux droites qui se coupent. Communément, il se mesure en degré. Un cercle est divisé en 360 parties. Mais d'autres unités sont utilisées comme le grade (gon) par les géomètres ou le radian par les mathématiciens.



Le grade présente un avantage par rapport au degré, car il facilite les calculs des géomètres.

En géographie, on nomme azimut l'angle que fait une direction par rapport au Nord. Il est mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre.



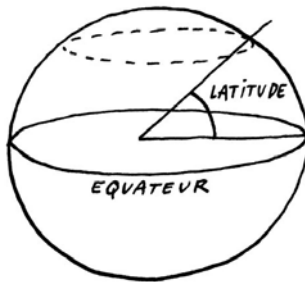
Cartes et plans

Si pour la majorité des gens, une carte et un plan désignent le même document, les cartographes font effectivement une distinction. Une carte est un document à petite échelle. Une petite échelle c'est lorsque les objets sur la carte sont petits. On parle généralement de carte à partir de l'échelle 1:10'000 (1cm = 100 m). Un plan est par opposition dessiné à une grande échelle jusqu'à 1:10'000. On fera plutôt figurer sur une carte une région, un pays ou un continent alors que sur un plan on figurera plutôt un bâtiment, un quartier ou une ville. Les objets sur le plan sont ainsi grands et très détaillés, ils se rapprochent plus de l'échelle originale.

Systèmes de coordonnées

Les coordonnées permettent de définir une position à l'intérieur d'un espace déterminé à l'aide de chiffres. Il existe deux familles de systèmes de coordonnées : les systèmes géographiques et les systèmes cartésiens.

Les systèmes géographiques sont définis par des angles.: Les coordonnées d' un point sont définis en en degrés, minutes secondes (latitude $46^{\circ}25'36''$ Nord et longitude $7^{\circ}12'33''$ Est).



les méridiens
cercles reliant les
deux pôles

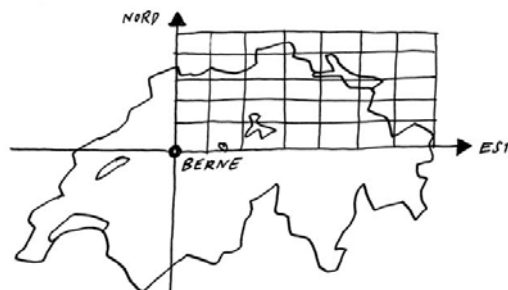
les parallèles
cercles parallèles
à l'équateur



Pour les longitudes, l'origine a été fixée arbitrairement à l'observatoire de Greenwich près de Londres. Pour les latitudes, l'origine est l'équateur qui se situe à mi-distance entre les deux pôles

Ce système est très utile au niveau du globe mais comme la distance entre les longitudes diminue en se rapprochant des pôles, il devient difficile de représenter des territoires à leur proximité. C'est pourquoi chaque pays a choisi un système de coordonnées métriques qui définit un **système cartésien** (Y :542000 m X :15300 m).

Le point d'origine est choisi arbitrairement. Pour la Suisse, le point d'origine est l'ancien observatoire de Berne.

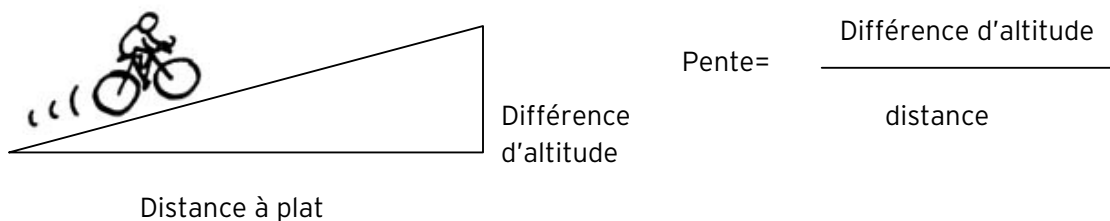


Autre particularité, les X qui sont mesurés sur l'axe horizontal dans un système mathématique sont mesurés sur l'axe vertical. Et cela parce qu'en géographie l'axe principal est le Nord. Les azimuts (angle d'une direction depuis le Nord) sont ainsi mesurés depuis l'axe vertical et dans le sens des aiguilles d'une montre.

Pente

La notion de pente est très utile lors de randonnée ou de conduite automobile mais on ne sait pas toujours à quoi elle correspond. Ainsi une pente de 100% n'est pas la pente d'une paroi verticale.

Tout d'abord une pente est le rapport entre la dénivelée (différence d'altitude) et la distance à plat que l'on doit franchir pour arriver à cette altitude.



Elle peut s'exprimer en pour cent. Une pente de 1% veut dire que sur une distance de 100 m on grimpe de 1 m, pour une pente de 100% on doit grimper de 100 m sur une distance de 100 m.

On définit également une pente en degré. C'est alors l'angle formé entre l'horizontale et la route considérée qui est indiqué. La transition entre les pour cent et les degrés est difficile car il faut passer par un calcul trigonométrique.

Sur les routes (faibles pentes), on parlera plutôt en pour cent alors que les randonneurs ou les skieurs parleront en degrés.

Pente en pourcent	Pente en degré
5%	2.9°
10%	5.7°
20%	11.3°
50%	26.6°
100%	45°

La résolution

En cartographie, et spécialement depuis l'avènement de la carte sur support numérique, on parle souvent de résolution. La résolution d'une image est en fait sa capacité à afficher les détails. En cartographie, ce terme est utilisé d'une part dans l'acquisition des données sur le terrain et d'autre part dans la restitution du terrain sur la carte.

En effet, lorsque le géomètre réalise des mesures à l'extérieur afin de créer un plan ou une carte, il doit d'abord savoir à quelle échelle il réalisera son plan. Sachant cela, il saura par expérience à quelle résolution il mesurera les objets sur le terrain.

Par exemple, il n'ira pas mesurer un poulailler pour faire une carte de la Suisse, par contre s'il doit dessiner un plan de la propriété où se trouve le poulailler il sera judicieux de le mesurer.

En informatique, on parle de résolution d'une image, c'est en fait le nombre de pixel² qu'elle contient. L'utilisateur doit trouver le bon compromis entre la finesse des détails et la taille mémoire de l'image car si elle a une excellente résolution, elle aura une grande taille mémoire et sera donc difficile à manipuler.

La vision stéréoscopique

Quel n'a pas été notre émerveillement lorsque, chaussé de lunettes bleues et rouges, nous avons vu apparaître le relief de cette image un peu bizarre. Le principe est le suivant : il y a en fait deux images superposées, une rouge et une bleue. Avec les lunettes, chaque œil n'en voit qu'une seule. Ces images ont l'air identique mais sont prises sous un angle de vue légèrement différent imitant ainsi la vision binoculaire naturelle. On a l'impression d'observer une image en relief car c'est bien le fait d'avoir deux yeux dont les champs de vision se recouvrent en grande partie qui nous permet d'avoir une perception tridimensionnelle de notre environnement.

² Un pixel : une image est comme une mosaïque. Elle est constituée d'un ensemble de points appelés pixels et qui sont la plus petite partie d'une image. Ils sont réunis en un tableau à deux dimensions. On attribue à chaque pixel une couleur ou une valeur de gris pour les images noir-blanc.

BIBLIOGRAPHIE

Livres

- **Du ciel à la boussole** *d'Arbona Mandeix aux éditions Milan*. Livre très bien illustré pour les enfants, traitant d'astronomie, de météo et de cartes. Il propose de nombreuses activités et bricolages.
- **S'orienter avec un GPS** *de Radu Horaud aux éditions Edisud*. Ce livre propose une initiation au GPS pour une utilisation optimale d'un GPS portable pour des activités de loisirs.
- **Manuel des cartes nationales** *Martin Gurtner de l'office fédéral de topographie*. Ce livre décrit la conception de nos cartes suisses ainsi que leur utilisation. Ce livre s'adresse principalement aux randonneurs puisqu'il a été fait en partenariat avec le club Alpin suisse.
- **Cartes boussoles et GPS** *Jean-Marc Lord et André Pelletier aux éditions Broquet*. Livre très complet sur l'orientation avec différents moyens.
- **L'aventure cartographique** *de Jean Lefort aux éditions Belin*. Cet ouvrage synthétise 25 siècles d'histoire de la cartographie en un récit passionnant et riche en anecdotes.

Sites Web

www.swisstopo.ch Site de l'office fédéral de topographie. On trouve des explications sur la mensuration suisse ainsi que les produits de l'office (cartes, orthophotos, MNT,...).

http://www.ign.fr site de l'institut géographique de France. Très bon site avec notamment un onglet *connaissances* qui vous expliquera tout...

http://pse.ensg.ign.fr/ site de l'institut géographique de France entièrement dédié à l'éducation.

http://www.gouvernement.lu/publications/download/carto.pdf Dossier pédagogique luxembourgeois produit à l'occasion d'une exposition qui s'est tenu au Luxembourg en 2000. Complet et bien fait. Les informations régionales sont évidemment centrées sur le Luxembourg.

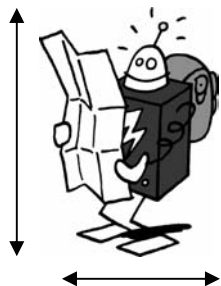
http://depq.eivd.ch site de la filière de géomatique à l'école d'ingénieur du canton de Vaud. Il propose des explications sur la géomatique et notamment une animation en 3d du Nord Vaudois (connexion haut débit recommandé).

http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/magnetisme.terr.html quelques pages de l'université de Laval au Québec dédiées au magnétisme terrestre.

ANNEXES

Echelle de Blip

original



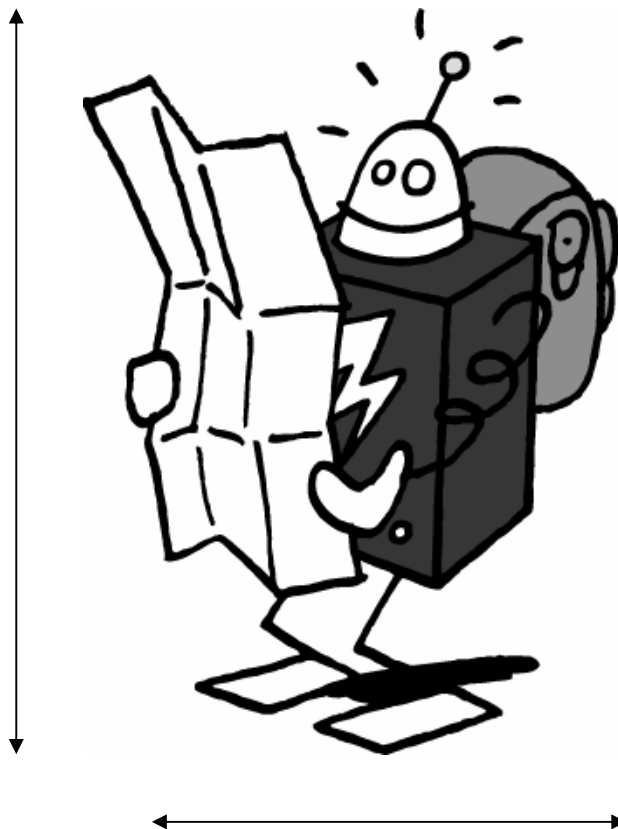
Je suis fois plus
petit que l'original



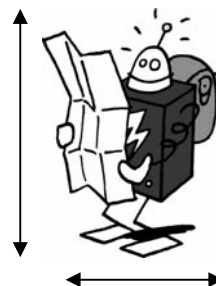
Je suis fois plus
grand que l'original



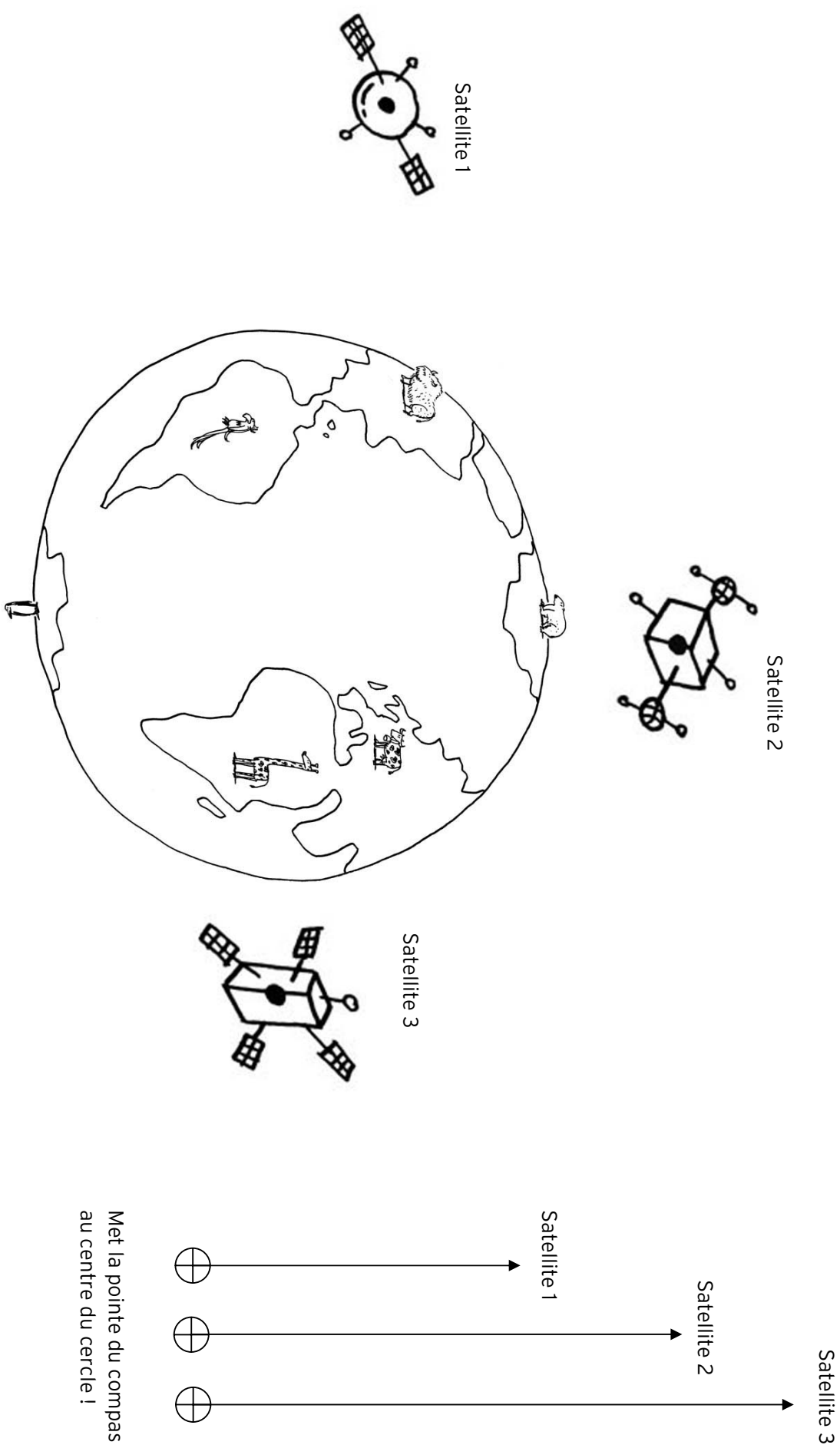
Je suis fois plus
grand que l'original



Je suis fois plus
grand que l'original



Où habite Carlos ?



CACHE-CACHE

