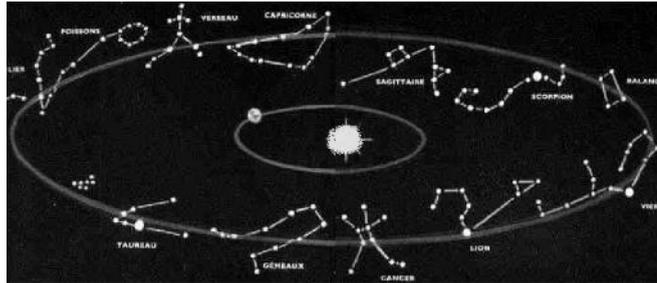


De la carte imaginaire à la carte image

Bruno Decriem

Les premiers outils

Les premiers peuples de l'antiquité, en particulier les Sumériens qui vivaient en Mésopotamie, étaient constitués de bergers et d'agriculteurs, ils regardaient le ciel. Les astronomes observèrent le déplacement du soleil par rapport aux étoiles qui semblaient fixes : le soleil apparaissait au cours de l'année dans des groupes d'étoiles différents. Ils dénombrerent douze constellations appelées les maisons du soleil qui sont probablement à l'origine des douze mois de l'année.



Ils comptèrent le nombre de jours au bout duquel le soleil revenait dans la même position par rapport aux étoiles, ils trouvèrent 360 jours (les mesures n'étaient pas très précises, mais très vite l'erreur va se manifester car les saisons seront décalées par rapport au calendrier). Il faudra ajouter les 5 jours 1/4 manquants et les Égyptiens en particulier vont les intégrer à la durée de l'année. Cette valeur de 360 va être conservée au cours des siècles et nous l'utilisons aujourd'hui dans les mesures d'angles : les 360° représentent tout simplement les 360 positions du soleil au cours de l'année.

D'autres outils seront nécessaires pour les premières représentations du monde, ils seront développés par les Égyptiens et les Grecs.

Premières conceptions du monde

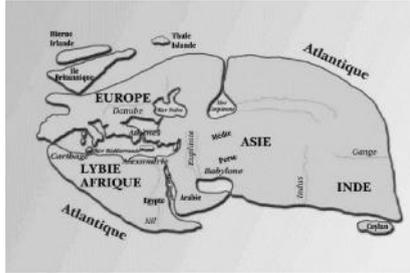
La terre est plate, elle a la forme d'un disque.

Cette première conception du monde est celle de tout un chacun observant le paysage, notre vision du monde est limitée par l'horizon.

Ératosthène était de ces savants de l'Antiquité qui croyaient déjà que la Terre est une sphère. Cette théorie n'était pas universellement reconnue, loin de là. Ses adversaires avaient pour eux l'évidence quotidienne, ce que voient nos yeux, et les esprits scientifiques étaient entraînés à n'accepter comme vérité que ce qu'ils voyaient, la vérité telle que l'œil la perçoit étant indiscutablement que la Terre est plate.

Il est très difficile de se rendre compte de la courbure de la Terre car celle-ci ne s'incline que de quelques mètres tous les kilomètres. Il y avait bien, naturellement, des phénomènes difficiles à concilier avec l'idée d'un monde plat ainsi l'apparition, à l'horizon, d'un navire dont on ne voit d'abord que le haut du mât, puis la voilure, et enfin la coque. Certains philosophes en déduisaient une preuve de la courbure de la Terre, mais ils demeuraient une minorité.

À partir des observations et récits des campagnes d'Alexandre le Grand, Ératosthène décrit et dessine le monde légué aux savants par les conquêtes du macédonien.



Essai de reconstitution du monde connu fondé sur les légendes et récits des voyageurs de l'antiquité

La géométrie grecque

Géométrie : « l'art de mesurer la Terre, de métrie = mesure et géo = la terre ».

Vers 2600 avant Jésus-Christ, les Égyptiens ont des connaissances empiriques ; par exemple, pour les angles droits, ils utilisaient une corde à douze nœuds (qui délimite des segments 5, 4, et 3).

Thalès, savant grec vivant vers 550 avant J.-C., voyagea en Égypte et apprit les méthodes d'arpentage utilisées par les Égyptiens ainsi que leurs recettes géométriques.

Rentré à Milet, Thalès va continuer à se poser des problèmes de géométrie comme, par exemple, comment mesurer la hauteur d'une montagne. Il cherche à démontrer les propriétés des triangles et invente le théorème qui porte son nom.

Anaximandre propose une vision du monde totalement nouvelle : la Terre est un objet suspendu dans le vide et au centre, ayant la même forme dans toutes les directions, c'est-à-dire la forme d'une sphère ; le ciel entièrement sphérique l'enveloppe de toutes parts.

À partir de là des observations de marins prennent un sens : ils avaient raconté que le soleil se plaçait à droite quand ils naviguaient vers l'ouest en voulant faire le tour de l'Afrique. En admettant que la Terre fut une boule, le soleil passe effectivement au nord à midi pour un observateur situé au sud de l'équateur.

Ératosthène va s'occuper pendant quarante ans (de 235 à 195 avant J.-C.) de la bibliothèque d'Alexandrie. Historien, astronome, géographe, il va étudier la Terre et les cartes.

Les enquêtes d'Ératosthène

Une information amusante, mais sans aucune valeur scientifique apparente, doit servir de base à la méthode aussi simple qu'ingénieuse qu'Ératosthène a maintenant l'intention d'employer pour prendre la mesure de la Terre. Il a lu quelque part que, dans la ville de Syène (aujourd'hui Assouan) où il n'est jamais allé, le Soleil de midi, le jour du solstice, est absolument perpendiculaire et ne projette aucune ombre. Des voyageurs rapportaient qu'à ce moment précis on pouvait, en regardant dans un puits très profond et étroit, y voir le Soleil se réfléchir d'aplomb. Tel n'était pas le cas à

Alexandrie : même à midi, même un jour de solstice, les rayons solaires n'étaient pas parfaitement verticaux

Ératosthène pensa que la sphéricité de la Terre pouvait expliquer la différence entre les ombres de Syène et celles d'Alexandrie (villes situées pratiquement sur le même méridien). Le Soleil est si éloigné que ses rayons arrivent parallèlement à la surface de la Terre. Mais à Syène, située au tropique du Cancer, ils tombent verticalement, tandis que, plus au nord, les rayons atteignent Alexandrie sous un angle dû à la courbure de la Terre.

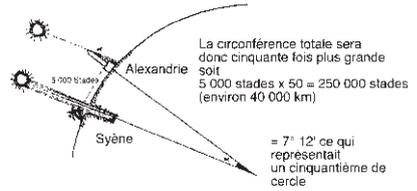


Schéma de la méthode d'Ératosthène.

Une autre information, retrouvée dans les livres de la bibliothèque, complétait la méthode d'Ératosthène. La distance entre les deux villes du Nil était de 5 000 stades (800 km). Fondée sur d'aussi maigres données, la première tentative connue de mesurer le globe terrestre commença à Alexandrie. Il mesura l'angle formé par l'ombre du bâton, et trouva un cinquantième de cercle soit pour la circonférence de la Terre 250 000 stades.

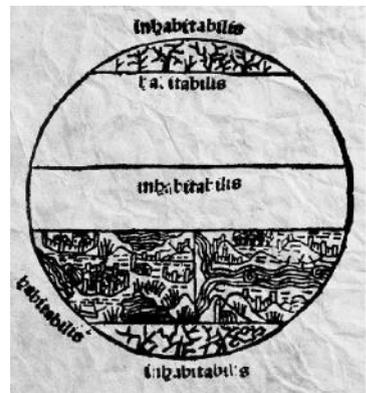
Vers -150 avant Jésus Christ, Hipparque, astronome grec de l'antiquité, va introduire la division du cercle en 360° utilisant les observations des babyloniens. Il invente aussi la division de la Terre en parallèles et en méridiens pour les positionnements sur les cartes. Il sera un des fondateurs de la trigonométrie.

Utilisant les représentations d'Hipparque, grâce aux mesures d'Ératosthène, l'astronome Ptolémée va beaucoup plus tard (127 à 141 après J.-C.), synthétiser les connaissances de la Grèce antique.

Ptolémée, dans sa description du monde, divisa la terre en parallèles. Il définit cinq cercles, l'arctique, le tropique d'été, l'équateur, le tropique d'hiver, et l'antarctique. Ces cercles coupent la Terre en différentes zones climatiques, la zone septentrionale tempérée étant la seule considérée comme habitable.

La géographie de Ptolémée proposait un réseau de méridiens et de parallèles exprimant la latitude et la longitude et permettant de transcrire la surface sphérique de la Terre sur une surface plane. Ptolémée utilisa ces résultats pour reporter avec minutie la localisation précise de huit mille lieux. Il améliora le quadrillage du globe en méridiens et en parallèles et divisa la circonférence terrestre en 360°. Il nomma latitude, la largeur du globe, et longitude, sa longueur.

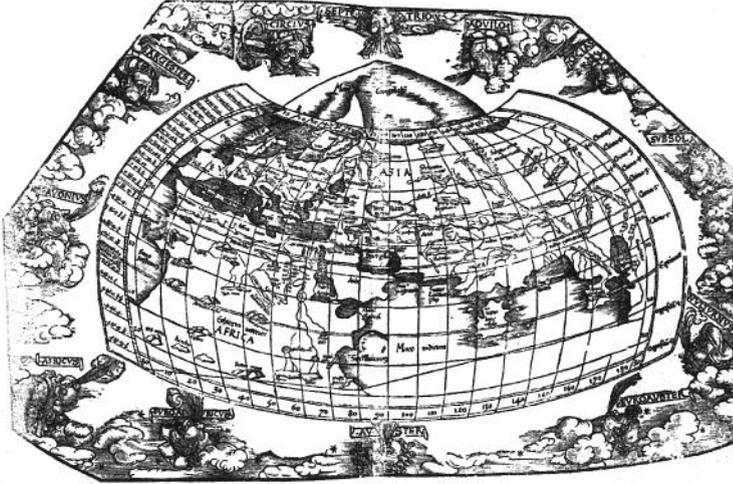
Les cartes vont devenir plus exactes en ce qui concerne les latitudes, les longitudes seront plus difficiles à déterminer. La seule méthode sera l'estime du chemin parcouru.



Carte hémisphérique (Jean de Sacrobosco, Bibliothèque de l'agglomération de Saint-Omer).

Il suffit de savoir quel angle font les rayons du Soleil à midi avec la verticale de cet endroit et de comparer à la verticale d'Alexandrie.

Il diminua les dimensions de la Terre estimant sa circonférence à 28 000 km ; cette valeur aura des conséquences sur les expéditions futures car la navigation utilisera les cartes de Ptolémée jusqu'au XVI^e siècle.



Mappemonde de Ptolémée : Planche gravée sur bois. Extrait de la Géographie, Strasbourg, 1525 (Bibliothèque de l'agglomération de Saint-Omer, 2789).

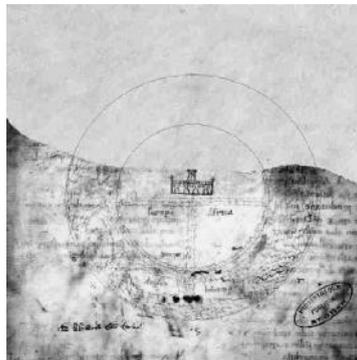
Les mappemondes médiévales

Il va y avoir ensuite une très longue période où les sciences et les mathématiques vont quasiment disparaître ; après la chute de l'empire romain vers l'an 100 et jusqu'en 1400, c'est-à-dire pendant tout le Moyen-Âge, le monde va vivre suivant les conceptions de Ptolémée. La bibliothèque d'Alexandrie qui contenait un million de manuscrits va être brûlée par des fanatiques religieux. Seuls les mathématiciens arabes vont conserver et approfondir les mathématiques grecques.

Les cartes dites « œcuméniques » imposées par l'Église catholique, en Europe, correspondent à une représentation rigoureuse de la Bible. La terre était plate, ronde divisée en trois continents puisque Noé avait eu trois fils. Ce ne sont pas des représentations de la Terre, mais des images symboliques du monde centrées sur Jérusalem.

Ces cartes étaient, d'après l'évêque Isidore de Séville, la représentation de l'Orbis Terrarum.

O comme orbis, c'est le disque terrestre entouré par le fleuve Océan.



Carte médiévale T en O : Recueil du X^e siècle, Abbaye de Saint Bertin. (Bibliothèque de l'agglomération de Saint-Omer).

T comme terrarum, la barre verticale symbolise la Méditerranée (entre l'Afrique et l'Europe), le trait horizontal gauche le fleuve Danube (entre l'Europe et l'Asie), le trait horizontal droit le Nil (entre Afrique et Asie).

Ainsi la carte prend l'aspect d'un « T » inscrit dans un « O ».

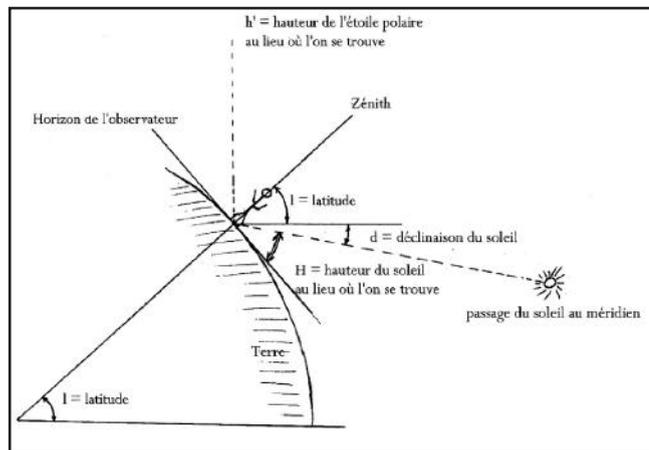
Latitude, Longitude : repérages sur la Terre

À la fin du XV^e siècle la géographie nageait dans le brouillard, et les moyens de navigation ne brillaient pas par leur précision... Mais, perdus en pleine mer, la peur au ventre, les hommes n'avaient pas le choix : le salut viendrait de la boussole, du quadrant, de la sonde, des étoiles.

Les navigateurs déterminaient leur position par rapport aux méridiens et aux parallèles.

À l'aide de la boussole ils pouvaient s'orienter par rapport aux méridiens, celle-ci pointant invariablement vers le pôle Nord magnétique permettait une estimation du chemin à suivre.

Les marins utilisaient aussi le quadrant de hauteur ou l'astrolabe pour mesurer l'angle entre l'horizon et l'étoile polaire. En observant la Polaire toutes les nuits à la même heure, le capitaine était en mesure de savoir si le navire se dirigeait vers les hautes latitudes, l'étoile polaire semblait monter dans le ciel de l'hémisphère Nord sinon on se rapprochait de l'équateur.



Pour mesurer la latitude les marins utilisent un sextant. Il permet la mesure de la hauteur ou angle de la position du soleil sur l'horizon.

La déclinaison correspond à la variation de la hauteur H du soleil au cours des saisons, elle est donnée par des tables.

Avec $H + d + l = 90^\circ$.

Lors du passage du soleil au méridien, on mesure une hauteur de 29° le 21 octobre, par exemple.

La déclinaison sera ce jour là de $+10^\circ$.

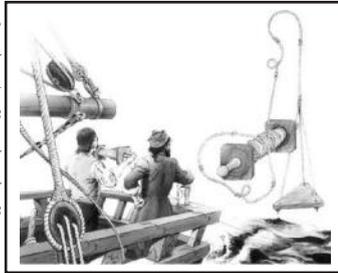
Donc $l = 90^\circ - (d + H)$, soit $l = 90^\circ - 39^\circ = 51^\circ$: c'est la latitude du lieu.

Grâce à la boussole les marins vont pouvoir s'éloigner des côtes. Mais il restait le problème de la détermination de la longitude.

Pour pouvoir calculer la longitude, il est nécessaire de connaître et de comparer l'heure locale du port d'embarquement et l'heure locale de l'endroit où l'on se trouve. Il fallait un garde temps capable de conserver l'heure d'origine pendant la durée du voyage. Pendant longtemps les navigateurs utilisèrent des clepsydres peu précises.

Ils se servaient également du Loch (ou sillomètre) qui permettait de mesurer la vitesse du bateau et ainsi d'estimer le chemin parcouru.

Le sillomètre était constitué d'une corde à nœuds, d'une planchette lestée qui était jetée à l'eau à l'avant du navire. En comptant les nœuds qui passaient et en arrêtant dès que la planchette atteignait l'arrière du navire tout en chronométrant la durée de la manœuvre avec un sablier, on obtenait la vitesse du bateau. Cette mesure est encore aujourd'hui exprimée en nœuds.



L'heure locale était mesurée par la hauteur du soleil à sa culmination à l'aide d'un astrolabe ou un peu plus tard du sextant.

Si le soleil culmine à l'heure h_1 et que l'horloge indique h_2 comme heure du lieu de départ au moment de la mesure

(Exemple : $h_1 = 12$ h, $h_2 = 16$ h 10 min 5 s).

$T = h_2 - h_1 = x$ heures + y minutes + z secondes, soit $T = 4$ h 10 min 5 s (T est l'écart entre les deux longitudes).

Alors la longitude $L = 15 x$ degrés + $15 y$ minutes + $15 z$ secondes, soit $L = 60^\circ 150' 75''$, soit $L = 62^\circ 31' 15''$ W.

Le problème des déterminations des longitudes provoqua des naufrages très importants car une petite erreur d'une minute correspond à une distance de près de 1 800m (dans le brouillard, près de récifs, ...) et 18 km pour un écart de 10 minutes. Vers 1760 un horloger britannique John Harrison après 40 ans de recherches réussit à fabriquer un chronomètre de marine fiable qui permit l'établissement de liaisons régulières entre les continents.

Les grands navigateurs

Les navigateurs portugais à partir du XIV^e siècle se font de plus en hardis. Après avoir franchi la barrière de feu imaginaire des tropiques, Vasco de Gama réussit en 1498 à contourner l'Afrique et à atteindre l'Inde par le sud de l'Océan indien. Entre temps, Christophe Colomb se basant sur les cartes de Ptolémée et une estimation fautive des dimensions de la Terre (de 28 000 km) pensait avoir découvert les Indes par l'ouest.

Quelques années plus tard, un navigateur, Amerigo Vespucci, comprend qu'il s'agit d'un quatrième continent : il publie une relation de ses voyages, « Mundus novus ».

Un moine, Martin Waldseemüller, va publier en 1513 à Strasbourg une carte du monde où figure pour la première fois un nouveau continent qu'il appelle Amérique (ou terre d'Amerigo : Americi Terra vel America).

À partir des récits des différents navigateurs, des cartographes flamands Gerhard Kremer dit Mercator et Abraham Ortelius vont éditer des cartes et les premiers atlas. Mercator apporta en particulier une réponse au problème des cartographes : celui des projections. Pour limiter les inévitables déformations de la projection d'une sphère sur un plan, il construisit ses cartes selon le principe du cylindre que l'on déroule. Ces cartes furent publiées par Guillaume Blaeu (vers 1640) et Jan Jansson Jansonius. Elles comportaient des éléments décoratifs inscrits dans des cartouches.



Totius terrarum orbis géographica – America : Carte extraite du nouvel atlas de Guillaume Blaeu, 1640 (Bibliothèque de l'agglomération de Saint-Omer).

Dans les cartouches, on peut distinguer en haut les sept astres remarquables (Lune, Mercure, Vénus, Soleil, Mars, Jupiter, Saturne), en bas les sept merveilles du monde (temple d'Artémis, colosse de Rhodes, les pyramides d'Égypte, les jardins suspendus de Sémiramis à Babylone, le mausolée d'Halicarnasse, la statue de Zeus, le phare d'Alexandrie), à gauche les quatre éléments : le feu, l'air, l'eau, la terre et à droite les quatre saisons.

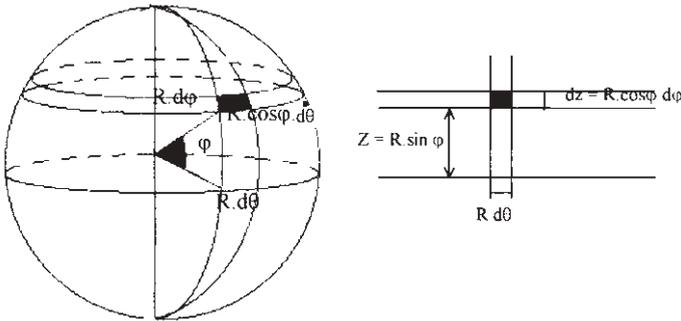
Les grands navigateurs Diaz et Vasco de Gama contournèrent l'Afrique, Magellan doublant l'Amérique du sud et enfin Cook qui identifia l'Australie en 1775 permirent la réalisation de cartes plus précises et mirent fin au mythe du vaste continent austral sensé équilibrer le monde : « Terra Australis incognita ».

Ces cartes utiliseront le système de projection cylindrique de Mercator, puis d'autres projections de plus en plus sophistiquées (projection cylindrique transversale de Mercator, stéréographique de Galle, projection conique, projection sphérique, projection sinusoïdale de Sanson, projection de Bonne, de Mollweide, ...).

La projection orthogonale de la surface de la sphère sur un cylindre circonscrit donne un rectangle dans lequel les droites parallèles horizontales correspondent aux parallèles et des droites parallèles verticales aux méridiens. Il est surprenant de

remarquer au passage que l'aire de la surface de la sphère $4 \pi R^2$ est égale à l'aire de la surface latérale du cylindre ($2 \pi R \times 2 R$). Dans cette projection les distances et les angles ne sont pas conservés.

La projection de la surface s de la sphère sur le plan donne un rectangle qui a la particularité de conserver la même aire mais pas la forme.

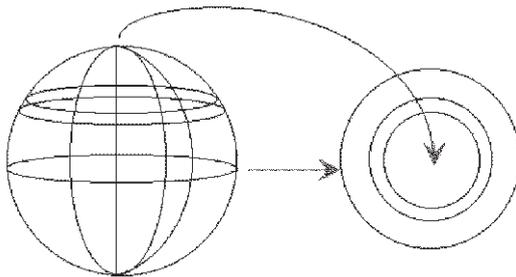


L'élément d'aire sur la sphère est le produit de l'élément d'arc sur le méridien par l'élément d'arc sur le parallèle $R d\varphi \times R \cos \varphi d\theta$, où φ est la latitude et θ est la longitude.

Sur le cylindre circonscrit, l'élément d'aire correspondant est le produit des éléments de longueur parallèlement aux deux axes, soit $R d\theta \times d(R \sin \varphi) = R d\theta \times R \cos \varphi d\varphi$: les éléments d'aire sont donc égaux.

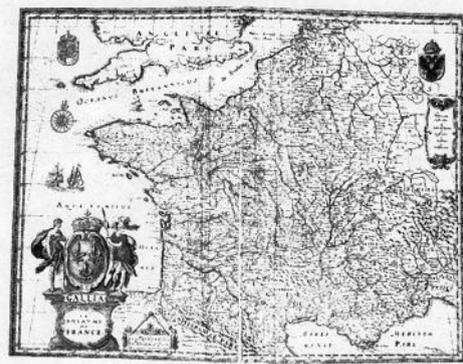
Dans ce type de projection les aires sont conservées, mais la contraction est égale à la dilatation. Les régions polaires sont démesurément aplaties. Mercator va inventer un système de projection dans lequel les méridiens et les parallèles seront projetés comme des droites, les distances entre les parallèles augmentant avec la latitude, ce qui diminue un peu les déformations (il va inventer une échelle logarithmique avant la lettre). Elle conserve les angles. Elle sera acceptable entre les latitudes de $+60^\circ$ et -60° .

Une autre projection sera utilisée : la projection polaire ou stéréographique. Le centre de projection est un des pôles et les méridiens sont des droites convergeant vers le centre de projection, les parallèles se projetant suivant des cercles. Cette projection conserve les angles.



Les cartes mesurées

Louis XIV ne connaissait pas les limites de son royaume de France. Pour mieux gérer le pays et déterminer les limites du royaume, Colbert confie à deux académiciens, M. Roberval et l'abbé J. Picard, la réalisation d'une carte de la France.



Carte du royaume de France :
Theatrum Orbis Terrarum Gallia, 1640.
Bibliothèque de l'agglomération de Saint-Omer.

L'abbé académicien décide d'utiliser la *méthode de la triangulation*, mise au point quelques années auparavant par le mathématicien hollandais Willebrordus Snellius en 1615, pour mesurer la longueur du méridien qui seule permettra de dresser des cartes exactes.

Il utilise quatre perches de fer de 2 toises chacune (la toise comptait six pieds) et il mesure très exactement la distance entre Malvoisine et Amiens. Puis il recherche dans le ciel la mesure de la Terre en déterminant la différence de latitude entre ces deux lieux.

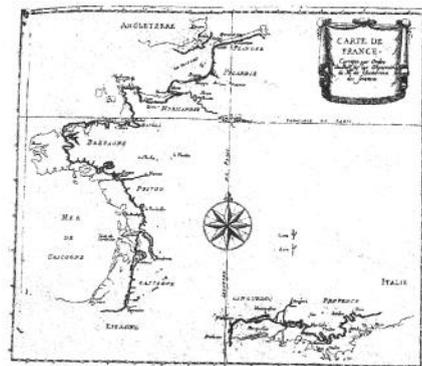
Entre Amiens et Malvoisine il y avait 78 850 toises pour une différence de $1^{\circ} 22' 55''$. 1° calculé correspond à 57 057 toises (une toise vaut environ 1,949 m).

En 1679, Picard, aidé de La Hire, décide de déterminer la longueur du méridien de Paris, ce qui permettra de mesurer les coordonnées (longitude et latitude) des principales villes de France.

Il veut l'utiliser comme méridien origine et écrit à Colbert : *« on a crû qu'on devoit point marquer les longitudes comme elles sont ordinairement dans les cartes, en commençant par l'Isle de Fer, parce que nous ne connoissons pas exactement la position de cette Isle à l'égard de l'Observatoire. »*

Une première carte de France peut être dressée et permet de rectifier la position des grandes villes de France.

Le travail de Picard, mort en 1682, sera repris, approfondi et prolongé par Jean Dominique Cassini, directeur de l'Observatoire de Paris, qui a étudié les satellites de Jupiter, puis par son fils Jacques et son petit-fils Cassini de Thurie qui vérifia la mesure d'un degré sur le parallèle de Paris (de Brest à Strasbourg).

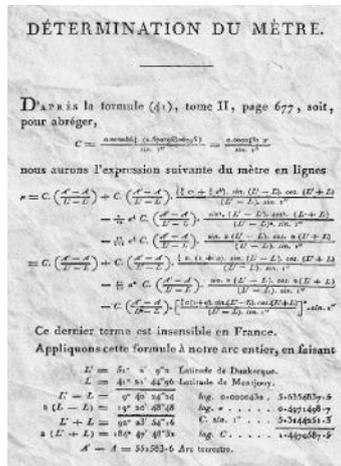
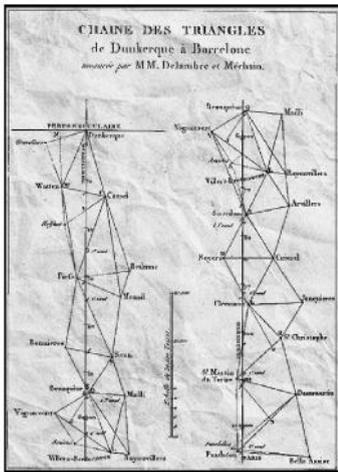


Carte de France corrigeant les positions de plusieurs villes de France (d'après la carte de M. Picard : document de l'Observatoire de Paris).

De la méridienne au mètre du monde

En 1788 il n'y a pas moins de 2 000 unités de mesures différentes sur le territoire français. Une doléance des cahiers révolutionnaires, « qu'il n'y ait pas sur le territoire deux poids et deux mesures », pousse les dirigeants à définir une seule unité de longueur qui soit, de plus, acceptable par toutes les nations : « La nouvelle unité sera la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre ».

Par souci d'exactitude les académiciens décident de refaire la mesure mais cette fois-ci de Dunkerque à Barcelone : ce sera la *méridienne*. Le mètre étalon sera défini le 22 juin 1799.



Document sur le tracé et la mesure de la méridienne (Observatoire de Paris).

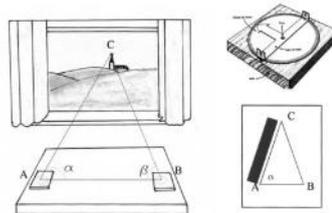
La Triangulation

Méthode inventée par le Hollandais Willebrordus Snellius, la triangulation permet en mesurant un côté et deux angles d'un triangle de déterminer, à l'aide de formules trigonométriques, tous les autres éléments du triangle.

Première méthode : par le graphique, distance d'un objet éloigné

On mesure AB (exemple AB = 50 m), $\alpha = 55^{\circ}$, $\beta = 75^{\circ}$.

Placer les points A' et B' sur une feuille avec une échelle appropriée (1/500) : A'B' = 10 cm. Tracer les angles α et β . Mesurer les distances A'C' = 10,7 cm et B'C', en déduire la distance réelle AC (= 53,43 m).



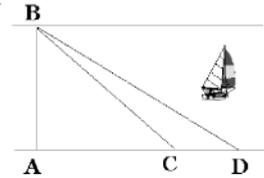
Deuxième méthode : par la trigonométrie, mesure de la distance d'un objet inaccessible

On utilise la fonction trigonométrique tangente dans le triangle rectangle ABC.
Tangente d'un angle α = rapport du côté opposé à l'angle : AB / côté adjacent à l'angle : AC

$$\tan \alpha = \frac{AB}{AC} .$$

Mesurons AC = 50 m, $\alpha = 60^\circ$.

AB = AC \times tan α . Soit AB = 50 \times 1,732 = 86,60 m.



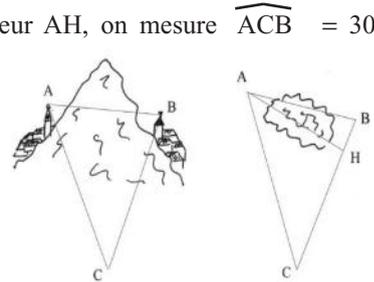
Cas d'un triangle quelconque : Mesure de la distance de deux points invisibles l'un de l'autre.

Dans le triangle ACB, on peut tracer la hauteur AH, on mesure $\widehat{ACB} = 30^\circ$, AC = 4,5 km, BC = 3,2 km.

$$\sin C = \frac{AH}{AC} , AH = \sin C \times AC,$$

$$\cos C = \frac{HC}{AC} , HC = \cos C \times AC$$

$$HB = BC - AC \times \cos C$$



Dans le triangle AHB rectangle en H, d'après le théorème de Pythagore :

$$AB^2 = AH^2 + HB^2.$$

$$AB^2 = (AC \times \sin C)^2 + (BC - AC \times \cos C)^2.$$

$$AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2 \times AC \times BC \times \cos C.$$

$$AB^2 = (4,5)^2 + (3,2)^2 - 2 \times 4,5 \times 3,2 \times \cos 30^\circ.$$

$$AB = 4,24 \text{ km.}$$

Les cartes thématiques

La cartographie devient à partir de 1800 une affaire d'état (ce sont les premières cartes topographiques militaires ou cartes d'état major dressées à l'échelle 1/86 400). La France devient le premier pays cartographié.

Dans le même temps apparaissent les cartes politiques qui délimitent les frontières et des cartes plus spécialisées établies à partir d'enquêtes sur des points particuliers.

Les idées de recensement sont anciennes (civilisations sumériennes, égyptiennes), mais ce n'est que dans la seconde moitié du XVII^e siècle que le besoin d'expliquer les phénomènes économiques et sociaux va se développer en utilisant des tableaux de données chiffrées.

Ce sera le domaine de la statistique : de statisticum = qui a trait à l'État.

Très rapidement apparaît *l'idée d'essayer de prévoir et d'extrapoler* les données (qui est développée aujourd'hui dans les sondages). Ainsi la première estimation de la population fut obtenue par l'abbé Jean d'Expilly, elle est fondée sur les feux : possédant leur nombre total, il le multiplie par l'estimation du nombre d'habitants autour d'un feu, 4,5 en campagne et 5 en ville.

Les graphiques statistiques seront liés à l'utilisation de coordonnées dans un plan (développée par René Descartes en 1640). C'est William Playfaïr qui publie le premier des séries chronologiques sous forme graphique et introduit les premiers outils graphiques : le diagramme en bâtons, les « camemberts ».

En 1826 le français Charles Dupin propose une carte de l'instruction en France où apparaît une échelle de teintes. Les teintes les plus claires correspondant aux départements où il y a le plus de personnes instruites, elle sera très vite intitulée « La carte de la France éclairée et de la France sombre ».



Viande de boucherie envoyée dans les départements à Paris. Minard, 1858.

J.L. Charmet : Bibliothèque de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.



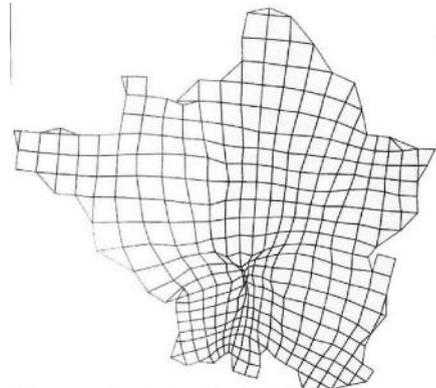
De nouveaux instruments de mesures, le thermomètre de Galilée, le baromètre de Toricelli permettent des mesures de plus en plus habituelles de températures et de pressions atmosphériques.

On calcule des moyennes d'observations thermiques, de régime des vents. En plaçant ces observations sur des cartes topographiques de plus en plus précises, les savants façonnent les premières cartes météorologiques grâce au réseau de Le Verrier créé en 1854 (les observations étaient transmises par télégraphe à travers l'Europe).



Archives photographiques de la météorologie nationale.

Des cartes par anamorphose permettent de distendre l'espace en fonction d'une donnée numérique.



Part des moins de 19 ans dans la population totale en 1982

Il apparaît des cartes de plus en plus spécialisées, des cartes géologiques, des cartes topographiques dont la réalisation nécessite la création de corps de spécialistes.

Anamorphose de la carte de France des jeunes.
Laboratoire de cartographie thématique,
Strasbourg : Cauvin et Serradj.

Les cartes vues du ciel

Inventée en 1829, la première photographie aérienne sera réalisée par le Français Nadar à partir d'un ballon captif. L'invention de l'aviation en 1905, et la première guerre mondiale provoquent le développement des prises de vues aériennes.

La deuxième guerre mondiale favorise l'apparition de nouvelles technologies. Les Anglais développent le radar, les Allemands construisent une arme de représailles redoutable : la Vergelstunwaffe2 ou V2, précurseurs des lanceurs modernes (mise au point par Von Braun pour l'armée nazie). Les pellicules infrarouges sont inventées à cette époque.

Aujourd'hui, grâce à la numérisation des images, les méthodes de représentations de la Terre sont totalement renouvelées, tout en utilisant les techniques anciennes. La distance des satellites au sol est toujours calculée par triangulation ; ces mesures permettent de déterminer la hauteur des océans au centimètre près.

Bibliographie

- Encyclopédie des Sciences : Mathématiques.* Éditions Atlas, Paris.
Histoires d'atomes. Regards sur la Science, par Pierre Radjani et Monique Bordry, Belin.
Le nombre dans les sciences expérimentales, par Georges Bénézé, P.U.F.
La mathématique dans la réalité, par Emma Castelnuovo et Mario Barra, Cedic.
Mathématiques, par Christian Mauduit, Éditions Messidor.
Histoire de la cartographie, Que sais-je ?, P.U.F.
Histoire de la navigation, Que sais-je ?, P.U.F.
Histoire de la statistique, Que sais-je ?, P.U.F.
Couleurs de la Terre, B.N.F Seuil.
La légende de la Terre, par Yves Lacoste, Flammarion.
Navigation astronomique, par Patrick Brassiler, Vuibert.
La mesure du temps, par Caterina Rocha, Éditions de l'Olympe.
La trigonométrie, par Fred Klinger, Éditions Legrain.
Les images satellitaires, Éducation nationale, Jeulin.
L'astronomie CCD, par Patrick Martinez et Alain Klotz, Éditions Adagio.

Sites Internet :

- <http://chronomath.irem.univ-mrs.fr>
<http://ign.fr>
<http://Nasa.gov>
<http://www.lacoupole.com>

Cette étude peut être présentée dans les établissements avec dix panneaux d'exposition. Tous renseignements à Bruno Decriem, collège de la Morinie, Avenue Guy Mollet. BP 260, 62505 St Omer Cédex.

Cette exposition a été possible grâce à La Coupole (Centre d'Histoire et de Sciences), au conseil général du Pas de Calais. Remerciements à Mme la Conservatrice de la bibliothèque de l'agglomération de Saint-Omer pour son aide précieuse.

Remerciements à M. Pierre Legrand qui, par une lecture attentive et rigoureuse, m'a permis d'améliorer cet article.

La Coupole présente actuellement une exposition temporaire sur la cryptographie « de la machine Enigma jusqu'aux cartes à puces » développée par des mathématiciens de l'UST de Lille, M. Delahaye, M. Wegrzynowski et M. Six.