

Thème 3 - Représenter le monde

Chapitre 1

Représentations et cartes du monde depuis l'Antiquité

Introduction du thème

Qu'est-ce qu'une carte ? En fait, il n'existe pas de définition unique de la carte dans le temps. Aux XIX^e et pendant une grande partie du XX^e siècle, une carte, c'est une façon d'exprimer la vérité, la réalité d'un territoire, une image concrète de la réalité : elle en donne une représentation totale, fidèle, à la manière d'une photographie prise d'avion. En conséquence, la carte est construite avec un souci scientifique (calcul des coordonnées, échelle, etc.) à la différence d'autres représentations du monde.

Doc. 1 : Pierre Paul RUBENS, Les quatre continents, 1515-1516 : représentation du monde sous la forme des continents symbolisés par une femme assorties chacune du fleuve représentatif. Asie et Gange à droite, Europe et Danube au fond, Afrique et Nil au premier plan et Amérique et Rio de la Plata à gauche. Vision allégorique du monde qui n'exclut pas un certain souci de la géométrie : les couples sont placés comme sur un planisphère classique.

Plus récemment, la carte est définie comme une représentation c'est à dire une "image, représentation du monde, ou d'un morceau du monde. Ou plus exactement de quelque chose, quelque part" (Brunet, 1987). Ainsi, la carte est perçue comme une construction intellectuelle et non une vérité absolue et définitive. La carte n'est que le reflet réduit de son modèle, la Terre. Les cartes sont le produit, non seulement de règles relevant de la géométrie et de la raison, mais aussi des normes et valeurs d'un époque et d'un lieu donné. Une carte peut donc se lire à plusieurs niveaux : pour son contenu (caractère informatif) et pour ce que les choix faits par le cartographe (contenu, représentations) nous disent de la société dans laquelle il vit (d'où le chap 2 sur l'étude critique de la carte).

On n'a jamais autant utilisé les cartes qu'aujourd'hui, dans le contexte de la mondialisation. Chaque jour les informations évoquent des événements qui se produisent dans des lieux que nous ne connaissons pas personnellement, d'où le besoin plus fort que jamais de localiser pour ne pas se sentir perdu, pour mieux comprendre les enjeux (ex : le Moyen Orient). Par ailleurs, de nouvelles techniques apportent sans arrêt des infos géolocalisées, tandis que les ordinateurs permettent d'additionner des données cartographiables comme jamais auparavant.

Ce thème repose donc sur une problématique double :

- 1) démontrer que la carte est une construction qui dépend de l'époque où elle est créée ce qui implique de retracer l'histoire de la cartographie (chap 1)
- 2) apprendre à lire les cartes en y décryptant les enjeux politiques (chap 2).

Introduction du chapitre

Problématique : Comment ont évolué les représentations du monde depuis l'Antiquité ? Cette évolution est directement liée aux attentes des sociétés (qui sont les commanditaires et les utilisateurs des cartes ? A quoi servent les cartes ?) et aux évolutions des savoirs (ainsi, la difficulté à calculer exactement la longitude reste jusqu'au XVIII^e siècle un obstacle sérieux dans l'élaboration de cartes exactes).

I Tout commence dans l'Antiquité

A L'apport des Grecs

Les Grecs n'ont pas inventé les cartes : les premières cartes sont nées en Mésopotamie (actuels Irak et Iran), en particulier à Babylone vers le VII^e s av. J.-C. Ce sont à la fois des documents servant à s'orienter et à repérer des itinéraires mais aussi à représenter le monde et l'univers. Peu de ces cartes nous sont parvenues :

Doc. 2 : tablette babylonienne du VI^e siècle av. J.-C. C'est la première carte image du monde connue. Centrée sur la Mésopotamie avec Babylone (3), le cours de l'Euphrate (2) ; elle est entourée d'un océan circulaire dit "rivière amère" (8) relié à l'Océan Céleste. On y voit aussi les régions marécageuses du sud (4). Cette tablette d'argile est conservée au British Museum.

1 La cartographie grecque est attachée à de grands savants, célèbres à l'époque et encore connus aujourd'hui

Eratosthène, Hipparque de Nicée, Marin de Tyr et surtout Ptolémée d'Alexandrie sont les principaux. Ils vivent entre le III^e siècle av. J.-C et le I^{er} siècle à Alexandrie, capitale culturelle du monde hellénistique (bibliothèque de 700 000 ouvrages). Le plus connu et le plus fondamental de ces géographes est Claude Ptolémée (100-170 ap. J.-C). Son œuvre majeure est La Géographie (8 livres) qui donne la méthode d'élaboration des cartes. Le livre 8 est une sorte d'atlas régional du monde antique. Son œuvre a été mieux conservée que celle des autres ce qui explique pourquoi, malgré certaines erreurs (par rapport à Eratosthène, Ptolémée estime mal certaines surfaces, en particulier l'Eurasie), elle a été la base des cartes du monde jusqu'aux Grandes Découvertes. Elle n'est toutefois connue en Europe occidentale qu'au XV^e siècle. Il n'existe plus aucune carte originale de Ptolémée : les plus anciennes ne sont que des copies parfois tardives :

Doc. 3 : carte du monde d'après Ptolémée, version de 1482.

2 Comment les Grecs élaborent-ils leurs cartes ?

Tous les cartographes grecs sont des mathématiciens et astronomes. L'approche grecque de la cartographie est donc déterminée par les mathématiques : pour ces

savants, la carte est un moyen d'exprimer une vision complète, scientifique et rationnelle du monde avec les outils mathématiques de l'époque. Leur postulat est que l'univers est écrit en langage mathématique. Ils posent ainsi les bases de la cartographie moderne à savoir : la rotondité de la Terre et parviennent au calcul quasi exact de sa circonférence (Eratosthène). Mais ils envisagent un univers géocentrique (Doc. 4). Ils mettent au point le principe des coordonnées géographiques : Equateur et Tropiques, latitude, longitude (Doc. 5). Leurs estimations sont cependant très imprécises, faute d'outils mathématiques et astronomiques suffisants. Ils s'intéressent enfin au problème de la projection cartographique (comment représenter à plat ce qui est sphérique ?)

Pour les Grecs, la carte doit être utile, elle doit représenter le plus exactement possible le monde dans sa globalité. Les cartes grecques sont donc plutôt des cartes à petite échelle (c'est à dire qui représentent des espaces vastes, au moins régionaux) :

Doc. 6 : carte d'après Eratosthène, vers 220 av. J.-C. On y observe un réseau de parallèles et de méridiens irrégulier, des longitudes fausses, des pays mal connus résumés par une forme géométrique, mais la représentation du monde méditerranéen y est remarquable. Comme toutes les cartes grecques elle est orientée au nord.

B L'approche cartographique des Romains

1 La Table de Peutinger

Doc. 7 : détail de la Table représentant l'extrémité Est de l'Empire (actuel Iran)

La Table de Peutinger est un document au destin particulier. Dessinée au 1^{er} siècle av. J.-C elle est reproduite de nombreuses fois avec de multiples déformations et erreurs. L'une de ces copies est signalée à Colmar au XIII^e s où elle est recopiée par un moine. Cette copie disparaît ensuite pendant un siècle avant d'arriver dans les mains de Conrad Peutinger, un collectionneur qui la lègue à la bibliothèque de Vienne où elle est conservée depuis.

La Table de Peutinger se présente sous la forme d'un rouleau de 7 m de long sur 34 cm de large (d'où le nom de Table). Son contenu est, en fait une série d'itinéraires dans tout l'Empire romain. Ces itinéraires rejoignent des villes ou des relais pour voyageurs. On y voit aussi les forêts, les grands fleuves, la mer, la côte. Aucune coordonnée géographique n'est visible, les distances sont erronées, la hiérarchie urbaine ignorée : des grandes villes n'y figurent pas mais de simples relais routiers y sont signalés. Il n'y a pas de figuré de la topographie : les routes sont souvent rectilignes. Cette Table ne s'apparente donc en rien aux cartes grecques ; elle n'a rien de scientifique. C'est un document pratique sans aucune portée philosophique. Mais comme toute carte, elle recherche l'utilité, en l'occurrence non pas connaître le monde mais se déplacer. Ainsi, sont minutieusement représentés : les ponts et les gués, les relais avec une très grande précision - auberge, hospice, thermes, etc. -. Elle donne le choix d'itinéraires différents selon le moyen de transport et présente les embranchements des itinéraires. Comme certaines cartes modernes, elle utilise un langage particulier : les pictogrammes. Cette Table retrace ainsi très bien la place des voies (routes principales et secondaires) dans l'Empire romain : elles sont au cœur de l'Empire (déplacement armées, échanges, diffusion des idées). A sa manière, elle donne donc bien à voir une des réalités majeures de l'Empire.

2 À côté de ces cartes routières, il existait d'autres cartes romaines dont aucune n'a été conservée

C'étaient des cartes plus globales de l'Empire et qui se voulaient le reflet de la réalité physique des territoires (rivières, topographie) dans un objectif politique : mettre l'Empire en scène, le montrer dans sa globalité et sa variété. Sur certaines, une logique géohistorique transparaît car elles permettent de retracer les agrandissements successifs de l'Empire.

L'apport de l'Antiquité est donc fondamental pour les cartes d'aujourd'hui : les Grecs ont établi la nécessité des coordonnées géographiques (d'où le terme de carte euclidienne pour désigner une carte avec un fond de carte, une projection et des coordonnées géographiques), et assigné à la carte la mission de dire le monde. Les Romains ont inventé les cartes routières et les cartes politiques, non euclidiennes. Ces apports ne sont pas immédiatement repris dans l'Europe occidentale chrétienne : il faut attendre le XV^e siècle pour que les principes cartographiques des grecs soient découverts et pour certains, très vite remis en cause par les Grandes Découvertes. Entre temps, la Chrétienté médiévale impose l'élaboration d'un autre type de carte.

II Les cartes durant le Moyen-Âge

A Le monde représenté au Moyen-Âge : une carte-image théologique

1 Les bases intellectuelles de ces cartes

Sous l'influence des Pères de l'Église comme Saint Augustin, les cartes médiévales remettent en cause certaines affirmations de l'Antiquité, comme la sphéricité de la Terre. Pour élaborer leurs cartes, les théologiens-géographes du Moyen Âge puisent leur inspiration dans la Bible, dans le livre de la Genèse plus particulièrement, dont les descriptions sont prises au pied de la lettre.

2 La forme la plus courante : la carte dite T en O (*Terrarum orbis*)

Doc. 8 (miniature du XV^e siècle) : Principe : la Méditerranée forme la barre verticale du T, la barre horizontale est l'axe formé par le cours du Don, la Mer Noire et le Nil (nb. : en réalité, ces repères s'organisent sur un axe nord-sud, mais sur la carte ils sont représentés de gauche à droite). Ce T détermine les 3 continents de la Bible (selon les trois fils de Noé). Mais c'est aussi le T de Trinité et le symbole de la croix de Jésus. A la jonction des deux axes du T se trouve Jérusalem. Enfin, le O délimite souvent l'ensemble, comme une référence à la conception biblique d'un monde entouré d'eau.

Les représentations graphiques sont parfois plus sophistiquées mais on retrouve les mêmes éléments avec d'autres, eux aussi très classiques :

Doc. 9 : carte du monde de Beatus de Liébana (début XII^e s). On retrouve le T avec la Méditerranée au centre (ligne verticale bleue) Jérusalem (forteresse). En haut, l'Asie, à gauche l'Europe et à droite l'Afrique. En plus : le jardin d'Eden avec Adam et Eve (mythiquement situé quelque part vers l'Euphrate), le Nil (crochet bleu), la Mer rouge (toujours représentée en rouge sur les cartes médiévales). Sur

la partie Europe, on repère les montagnes (sortes de feuilles) et deux rectangles qui représentent les îles britanniques. Les légendes sont en latin et en wisigoth.

B Grâce aux contacts avec les autres civilisations, les cartes médiévales s'enrichissent progressivement

1 L'évolution de la cartographie dans l'occident médiéval

Doc. 10 : une des **Mappae Mundi** (mappemonde) dessinée au XIII^e siècle On retrouve les éléments habituels des cartes médiévales - le T en O - avec l'orientation à l'Est et le centrage sur Jérusalem. Au dessus, Jésus porte le globe dans la main gauche (signe que l'idée d'une terre sphérique est admise) et bénit de la main droite. Il est flanqué de deux anges. On voit le Paradis avec les 4 fleuves qui en sortent d'après la Bible, et la Mer rouge. Mais en plus : les vents sont représentés sous forme de figures autour de la carte et surtout, les personnages en bas à droite (en Afrique donc) sont "les tribus fantastiques" à savoir ces populations inconnues qui excitent l'imaginaire des hommes du Moyen-Âge. Le XIII^e siècle est le siècle des voyages de Marco Polo qui ont un immense retentissement en occident.

Le contact avec les Arabes qui connaissent *La Géographie* de Ptolémée amène des connaissances nouvelles que les cartographes essaient d'intégrer tant bien que mal aux cartes faisant des cartes médiévales un improbable mélange de théologie et de géographie. De plus, à partir du XIV^e siècle des marins portugais se lancent dans l'exploration des côtes africaines ce qui les amène à l'élaboration d'atlas dont le plus connu est l'Atlas catalan (vers 1375).

Doc. 11 : Atlas catalan : zone représentée : la Chine (Catayo) et le Grand Khan avec ses richesses.

Doc. 12 : détail de l'Atlas catalan centré sur le Détroit de Gibraltar : noter la précision remarquable des côtes et des îles. Les lignes sont des repères de navigation (lignes de rumbs), la carte est orientée au nord.

Doc. 13 : détails de la civilisation (dromadaires, tentes). Longitude de la Méditerranée quasi correcte.

Ces cartes, destinées avant tout aux navigateurs, sont appelées des portulans. Certains de ces portulans ont même une échelle, signe d'une approche plus scientifique de la cartographie. Les Portugais sont les maîtres des portulans du XV^e siècle, mais comme, pour eux c'étaient des documents stratégiques, ils ont été tenus secrets et peu d'entre-eux nous sont parvenus.

2 À la même époque (XIII^e-XIV^e siècle) la Chine est aussi un grand centre de la cartographie

Au VIII^e siècle, il existe deux types de cartes en Chine : les cartes manuscrites, très précises - ce sont des documents administratifs et militaires, tenus secrets - et les cartes imprimées. N'ayant aucun intérêt stratégique, ces dernières sont destinées au grand public. Les cartes chinoises sont composées selon des principes théoriques énoncés dès le III^e siècle. : échelle, orientation exacte, arpentage, données du relief. Cependant, ce ne sont pas des cartes scientifiques car il n'y a pas de coordonnées géographiques, ni de projection. Les cartes du monde sont centrées sur la Chine.

Doc. 14 : carte chinoise du monde, vers 1500 : Chine au centre, vue comme une île. On repère le Fleuve jaune et le Fleuve bleu, la grande Muraille au nord.

Dès le XIV^e siècle, une révolution dans la manière de représenter le monde est en marche grâce aux explorations portugaises. Mais deux choses ont joué un rôle décisif dans la naissance de la cartographie moderne : la redécouverte des travaux grecs, en particulier de Ptolémée à la fin du XV^e siècle et les voyages de Christophe Colomb (1492-1502) et des autres explorateurs (Vasco de Gama). Il est intéressant de souligner que la redécouverte de La Géographie de Ptolémée a joué un rôle paradoxal dans l'histoire de la représentation du monde. En effet, comme il a été dit plus haut, Ptolémée s'est trompé dans ses calculs de la circonférence de la Terre : par rapport à Eratosthène, il la voit plus petite. Il surestime l'étalement de l'Asie en longitude (180° alors qu'elle n'en fait que 135) et sous-estime la partie inconnue de l'hémisphère nord, à savoir l'océan Atlantique et le Pacifique. Mais c'est cette erreur qui, permet le premier voyage de Christophe Colomb : si les dimensions réelles de l'inconnu (en l'occurrence l'Atlantique) avaient été connues, jamais Colomb n'aurait pu espérer le moindre financement de son voyage car il aurait été jugé impossible techniquement (problème des vivres et de l'eau potable à bord). Christophe Colomb est fasciné par *La Géographie* de Ptolémée, comme de nombreux savants de son époque, même si les erreurs de calculs de Ptolémée sont déjà mises en évidence à l'époque par certains géographes. Les Grandes Découvertes sont parties sur les bases des travaux de Ptolémée... pour aboutir à les remettre en cause quelques décennies plus tard !

III L'ÂGE DE LA CARTE MODERNE : XVI^e-XIX^e siècle

A L'essor de la cartographie correspond à l'essor du capitalisme marchand à partir du XVI^e siècle

1 Les Grandes Découvertes permettent d'établir des cartes du monde de plus en plus vraies

À partir des relevés de C. Colomb, de nombreuses cartes sont dessinées, imprimées et rectifiées au fur et à mesure des voyages des uns et des autres. La première carte dessinée d'après Christophe Colomb est celle du cartographe espagnol Juan de la Cosa en 1500. Sur cette carte, Cuba est bien une île mais les terres situées à l'ouest sont encore fantasmées.

Doc. 15 : en 1507, la carte de Waldseemüller représente le Monde en projection : de nouvelles terres apparaissent dans un espace plus vaste que celui de La Géographie de Ptolémée. Les nouvelles terres se distinguent enfin de l'Asie. Le nom d'America apparaît pour la première fois, en hommage à Amerigo Vespucci, premier navigateur à avoir exploré le continent sud américain. Mais l'Océan Pacifique n'est pas représenté (Sipango tout proche de Cuba) et un territoire fantaisiste apparaît : le Brésil inférieur.

Doc. 16 : Mappemonde de 1544 de Battista Agnese présentant le voyage de Magellan : les continents sont bien séparés et le Pacifique apparaît clairement. Mais les distances sont erronées, les formes des continents approximatives et les basses latitudes fantaisistes.

Un progrès majeur dans la véracité de la représentation du monde est réalisé par les cartes de Gérard Mercator.

Doc. 17 : Carte de Mercator, édition de 1750,

Doc. 18 : autre carte de Mercator essayant un autre type de projection.

Gerhard Kremer dit Mercator est né en 1512 en Flandre et mort en 1594 en Allemagne. C'est un mathématicien qui trace en 1569 la première carte du monde moderne avec une projection dite conforme, c'est à dire une projection sur un plan tangent à l'Équateur par rapport à un cylindre représentant le Globe terrestre. Cette projection conserve les angles et les directions mais altère les surfaces surtout aux hautes latitudes. Les cartes de Mercator sont débarrassées de toutes les références mythologiques et fantaisistes des cartes précédentes : ce sont des cartes qui s'affirment clairement " scientifiques ". Elles rencontrent un immense succès et deviennent la référence en matière de projection qui, elle, est toujours utilisée de nos jours sur la plupart des planisphères. Gérard Mercator, comme son contemporain célèbre Abraham Ortelius rassemble ses cartes dans un recueil qu'il appelle *Atlas*

2 L'élaboration des cartes devient une affaire commerciale

Du temps des découvertes portugaises, les cartes étaient tenues secrètes car elles révélaient l'existence de terres dont les Portugais entendaient rester les maîtres. Ainsi, l'espionnage ou le vol de cartes étaient des crimes très graves au début du XVI^e siècle (évoqués dans le roman d'Erik Orsenna : *L'Entreprise des Indes*). Les cartes sont élaborées et réalisées dans des ateliers ; elles portent de plus en plus souvent la signature du maître de l'atelier. Le monde des cartographes est un monde très fermé, familial avec une transmission des savoirs de père en fils ou de père en gendre. L'essor de la cartographie n'est pas séparable de l'essor de l'imprimerie : l'imprimeur Christophe Plantin à Anvers est l'un des plus grands imprimeurs de cartes.

La demande de cartes explose dès le début du XVI^e siècle parallèlement à l'essor des échanges commerciaux. En effet, la cartographie est stimulée par la forte demande émanant de riches marchands, ceux qui ont fait fortune grâce au nouveau commerce transatlantique. Ils ont assez d'argent pour acheter les atlas qui coûtent des fortunes et des demeures suffisamment vastes pour accueillir ces ouvrages énormes et très lourds. Pour ces riches commerçants, la possession de cartes est une marque de distinction sociale (ils maîtrisent un savoir nouveau) et une façon pratique de localiser leurs affaires. Cette demande explique pourquoi les cartes sont aussi des objets d'art, très richement décorées car elles font aussi fonction de tableaux : leurs propriétaires aiment les montrer .

Doc. 19 : carte de l'Islande, extraite du *Théâtre de la Terre d'Abraham Ortelius* (1570).

Doc. 20 : remarquer la précision des détails géographiques, de la faune (ours blancs). L'un des plus beaux exemples de coopération entre géographie et commande privée est la *Galerie des Cartes du Vatican*, dont les cartes-fresques ont été peintes entre 1580 et 1585 dans un couloir de 120 m de long, par deux frères, les Danti, l'un artiste, l'autre géographe.

La carte, Doc. 21, représente la Corse,

la carte, Doc. 22, un détail d'une autre carte (photos E. Febvet-Vuillermot).

La géographie des centres de production cartographique se déplace en fonction de l'essor des puissances commerciales entre la fin du XV^e s et le XVII^e siècle. Au début, tout se passe en Espagne (Séville) et au Portugal (Lisbonne). Puis, dès le milieu du XVI^e siècle, les marchands des Flandres prennent le contrôle du commerce colonial : Anvers puis Amsterdam au XVII^e deviennent le cœur du commerce international. Les ateliers de cartographie se déplacent et la majeure partie des cartes produites proviennent alors des Flandres.

On peut donc dire que l'essor de cartographie est intimement lié à la première mondialisation, celle des marchands c'est à dire à l'essor du capitalisme commercial au XVI^e siècle. Mais les commerçants ne sont pas les seuls à jouer un rôle déterminant : le développement des Etats modernes est tout aussi important pour comprendre l'histoire de la cartographie.

B L'autre stimulant de la cartographie : les États

1 Les États modernes ont besoin de cartes

À partir du XVI^e siècle, on observe une tendance à l'unification des territoires sous l'autorité d'un souverain, surtout en France, en Espagne et en Angleterre. Cela se traduit par le recul du pouvoir des territoires locaux au profit d'un début de centralisation. En conséquence, les souverains ont besoin de cartes pour mieux "spatialiser" leur pouvoir et mieux percevoir l'unité de leur royaume. Catherine de Médicis, commande ainsi des cartes pour "en peu de temps [...] et sans grande dépense, voir à l'œil et toucher du doigt toute l'étendue, grandeur, force et état de tout le royaume". Jusqu'alors, les pouvoirs publics se contentaient de vagues relevés d'itinéraires du type Tables de Peutinger. Dès lors, ils deviennent de gros commanditaires de cartes.

Les Grandes Découvertes ont ouvert la voie à la recherche de territoires à coloniser. En conséquence, la compétition est féroce entre les grandes puissances européennes, en particulier la France et l'Angleterre, provoquant, là encore, un énorme besoin de cartes, les plus exactes possibles : pour savoir où chercher des territoires et pour les cartographier immédiatement ce qui donne une sorte de "titre de propriété".

2 Les cartes ne cessent de s'améliorer, en particulier au XIX^e siècle

A partir du XVIII^e siècle, les instruments de mesure progressent de manière spectaculaire, par exemple le chronomètre de marine indispensable pour calculer la longitude (Berthoud 1772). D'une manière générale, les Anglais dominent la production des outils de mesure.

La production de cartes dépend officiellement des États qui créent des services spécialisés auxquels ils accordent d'énormes moyens, en particulier en France, pays qui domine la cartographie aux XVIII^e et XIX^e siècle, tout comme elle domine culturellement l'Europe au XVIII^e siècle. C'est ainsi qu'est créée l'Académie des Sciences (Colbert) dont l'une des missions est d'établir des cartes. La recherche y dispose de moyens considérables et se fait dans un état d'esprit particulier à la recherche cartographique française à savoir sa volonté d'universalisme : être utile à tous les pays et ne pas répondre aux seuls intérêts nationaux.

Dans ce contexte, on ne compte plus les progrès réalisés : l'abbé Picard calcule la circonférence exacte de la Terre 1670, mais le calcul de la longitude ne cesse de poser de nombreux problèmes mathématiques et techniques dont les frères Cassini arrivent à bout vers 1690 après une série de mesures astronomiques réalisées dans de nombreux points du globe. Picard et Cassini se lancent ensuite dans la mise au point des cartes topographiques c'est à dire plaçant chaque point dans des coordonnées géographiques exactes, par le système de la triangulation. Cette entreprise gigantesque a duré 40 ans et mobilisé quatre générations. Enfin, en 1745 une première carte de France en 18 feuilles est publiée, jetant les bases de la Carte de Cassini qui demande encore 40 ans (les dernières feuilles sont publiées

au début XIX^e siècle). Le résultat n'est pas encore parfait cependant. Les travaux de la cartographie française sont repris partout dans le monde, mais la France n'est pas le seul pays producteur de cartes (Angleterre, États-Unis). A la fin du XIX^e s, l'ensemble de l'Europe est cartographié, les contours des continents sont exacts.

Au cours du XIX^e s, la production de cartes passe sous le contrôle de l'armée dans de nombreux pays, en particulier en France : en 1888 est créé le service géographique de l'Armée qui se spécialise dans la production de cartes dites d'État major (avant que ce travail ne soit confié à l'IGN (Institut géographique national) en 1940). Les cartes d'État-major ne sont toutefois pas réservées à l'armée. La spécialité de ces cartes est le rendu topographique faisant apparaître la relief par les courbes de niveau.

Doc. 23 et 24 carte de la Rade de Panama, 1886

Le rendu du relief se fait par des hachures et de l'estompage, parfois en couleur. Cette innovation française déclenche une entreprise de mesure des altitudes (nivellement) tout au long du XIX^e siècle. Elle se révèle particulièrement ardue en haute montagne. Le meilleur résultat est la carte de Genève d' H. G. Dufour. La variété des échelles : de la petite échelle (continent) à la grande échelle (plan d'une ville) caractérise également la cartographie moderne, ce qui permet de nombreux utilisateurs possibles : gouvernement, ingénieurs, municipalités, particuliers, etc. Les cartographes des différents pays travaillent de plus en plus ensemble à l'élaboration de règles communes pour faire des cartes des objets réellement universels : mêmes bases de calcul, système métrique, choix d'un méridien commun, dit méridien d'origine. Ce dernier aspect ne s'est pas fait sans difficultés ni arrièrepensées. En effet, en 1881 il existe encore 14 méridiens origine (en fait, chacun à le sien : Greenwich pour les Anglais, Paris pour les Français, etc.). L'adoption d'un méridien de référence est indispensable pour déterminer un temps universel. En 1884, le méridien de Greenwich est choisi comme méridien origine.

Les cartes se diversifient. On trouve désormais des cartes hydrographiques ; la cartographie océanique est une spécialité anglaise et américaine avec, en particulier des cartes bathymétriques (mesure de la profondeur des océans). Grâce à elles, l'existence d'un relief sous-marin a été mise en évidence. La représentation de ces reliefs se fait par des courbes de niveau. Sont aussi disponibles, des cartes du sous-sol ou cartes géologiques :

Doc. 25 : carte géologique de l'Irlande 1838.

Ces cartes se révèlent très utiles pour l'évaluation des ressources du sous-sol, lors de la construction d'ouvrages d'art (ponts) ou de réseaux de transport. Les cartes thématiques deviennent abondantes : réseaux de transport

Doc. 26 : carte du réseau de chemin de Fer aux États Unis 1890 (détail),

- cartes généralement réalisées pour le compte des compagnies - cartes démographiques, cartes des ressources etc.

IV Où en est la cartographie aujourd'hui ?

A Les images satellites (ou satellitaires) : vers l'exactitude absolue ?

http://espace-svt.ac-rennes.fr/applic/images_sat/ima_sat/ima_sat.htm

1 Principe (mise au point dans Science et Vie Questions-réponses Spécial Terre. Novembre 2013)

Une image satellite n'est pas une photo aérienne : c'est une composition complexe à base mathématique. Les satellites mesurent le rayonnement du soleil non absorbé et renvoyé dans l'espace : un satellite est muni de capteurs qui mesurent une ou plusieurs longueurs d'ondes électromagnétiques que lui renvoie une surface située au sol. Plus les capteurs sont performants, plus ils sont capables de mesurer des petites surfaces : la résolution augmente. Chacun des points mesurés se voit attribuer une valeur entre 0 et 255 en fonction de l'intensité de l'énergie renvoyée. Au sol, la station lit ces valeurs et les reproduit sur une surface carrée appelée pixel. A ce stade, l'image est en valeurs de gris : 0 = noir, 255 = blanc. La juxtaposition des pixels donne l'image définitive. Plus les pixels sont petits, plus l'image est nette et précise. Aujourd'hui le niveau de résolution permet de " voir " des voitures dans une ville. Pour faciliter l'utilisation, les images obtenues en noir et blanc sont colorées, soit de manière réaliste (végétation en vert, eau en bleu) pour une utilisation grand public type Google Earth, tandis que pour les spécialistes, les images sont souvent colorées en " fausses couleurs " : en général, l'activité chlorophyllienne intense est en rouge, le rayonnement important en couleurs froides (gris bleuté) etc.

Les moyens informatiques permettent désormais une visualisation des lieux par des photos et même par la 3D (Google Street) Ces images donnent une impression de vérité absolue mais elles ne sont pas sans défauts techniques. Par ailleurs, en particulier dans des logiciels comme Google map ou Google earth, les images sont livrées brutes, ce ne sont pas des cartes analysées : leur intérêt informatif est assez limité pour le grand public.

2 Des applications multiples

Voir la série *Le dessous des cartes*, de Jean-Christophe Victor émission consacrée aux images satellites et les nombreux exemples cités dans le numéro spécial de Sciences et Vie cité plus haut.

L'utilité des images satellites est illimitée : militaire (surveillance des installations des autres pays), civiles : écologiques (déforestation, agriculture, étalement urbain), aménagement du territoire, prévention des risques, météorologie etc.

B La révolution des SIG

1 Définition

Un SIG est un système d'information géographique, arrivé en France il y a une vingtaine d'années mais déjà bien connu aux Etats Unis et au Canada dès les années 1960. Un SIG, c'est un croisement de données de localisation des lieux avec des données quantitatives ou qualitatives relatives à ces lieux. Plus simplement, c'est une base de données spatialisées (ou géoréférencées). Les EU ouvrent l'accès de ces statistiques au public en créant le Census Bureau (accès internet libre). En France, l'accès à ces données se fait par le site Geoportail. L'essor des SIG est à relier au développement des outils informatiques qui permettent de traiter de grandes quantités de données et offrent des logiciels de cartographie de plus en plus performants.

2 Comment ça marche et à quoi ça sert ?

<http://www.cartographie.ird.fr/publi/documents/sig1.pdf>

△ Soyez patient ! (4 Mo)

C Peut-on se passer du fond de carte ?

Doc. 27 : carte du monde équinoxiale : chaque pays est représenté par un carré de même taille : il n'est donc tenu compte ni des surfaces, ni de la forme des États et des continents. Seule la couleur permet de repérer les continents. Cela donne une carte finalement pas facile à lire et à analyser (que montre-t-elle ?). Les seuls repères sont la couleur des continents et les quelques noms indiqués. Cependant, la place des continents sur la carte reste classique.

1 Les cartes par anamorphose

Leur principe : les surfaces sont déformées en fonction du phénomène étudié : plus il est important, plus la surface est grande. Voici quelques exemples.

Doc. 28 : carte de la population mondiale en 2005. Plus le pays est gros, plus il est peuplé. L'énorme poids démographique de la Chine et de l'Inde saute aux yeux. Mais la carte est très difficile à lire : comment évaluer précisément le nombre d'habitants exact des pays en utilisant l'échelle fournie ?

Doc. 29 : carte du revenu des ménages français par région en 2009. La carte présente un double niveau de lecture : des surfaces proportionnelles à la population et l'importance du revenu par un dégradé de couleurs. Le problème, si on lit la carte rapidement, c'est la déformation qui met en valeur l'île de France et peut laisser croire que c'est la région où les habitants sont les plus riches, alors que ce qu'il faut lire, c'est que c'est la région la plus peuplée... La richesse des ménages est similaire à celle d'autres régions comme Rhône Alpes. La lecture d'une carte par anamorphose demande donc une certaine prudence et de l'habitude : ce qui est parlant n'est pas nécessairement ce qu'il faut lire.

2 Les cartes iconiques

Doc. 30 : carte du réseau TGV Est (SNCF, TGV Magazine, décembre 2007). Le principe est indiqué clairement : "carte non conforme à la géographie". En effet, la carte ne comporte pas de fond, elle ignore la frontière franco-allemande, les distances ne sont pas calculées en km (donc pas d'échelle), il n'y a pas de coordonnées géographiques, pas d'orientation (carte non-euclidienne), la hiérarchie des villes est approximative. Les distances sont calculées en temps de transport. (notion d'espace-temps). C'est une carte qui donne des informations pertinentes sur les réseaux, l'abolition des frontières, la rapidité toujours croissante des déplacements, la métropolisation.

Ce type de carte est de plus en plus employé pour représenter des flux.

D Quel avenir pour la cartographie ?

1 Les cartes mentales

Il s'agit d'une représentation cartographique de l'espace tel que l'imaginent les individus. C'est donc à la fois l'espace imaginé et l'espace vécu. Les cartes mentales sont souvent demandées à des habitants dans le cadre de projets de rénova-

tion urbaine. Elles constituent une source utile pour connaître les représentations mentales des citoyens. Les pouvoirs publics ont souvent appris à leurs dépens que ce qui paraît le plus pertinent sur le papier ne correspond pas toujours au vécu des personnes et que cela joue de manière déterminante sur leur adhésion aux projets urbains.

2 Les cartes participatives : la carte, un outil citoyen ?

Voir série *Le Dessous des cartes*, épisode consacré aux cartes 2.0

L'implication croissante de certains citoyens dans des projets cartographiques est à relier avec l'essor des réseaux sociaux, des encyclopédies participatives comme Wikipedia. Le rêve de faire de l'internet un "outil citoyen" date du début des années 2000. Le passage obligatoire par l'internet fait qu'on parle de *webmapping*. Dans le même temps, le besoin de " démocratie participative " ne cesse de s'affirmer et d'être pris en compte avec plus ou moins de bonheur.

L'un des projets les plus connus est OSM (Open Street Map). Son objectif est de construire une base de données cartographiques du Monde. Il fonctionne sur le principe des SIG. Ouvert à tous après inscription, le logiciel permet la contribution chacun : tout inscrit peut rectifier, préciser, voire construire une carte, un plan etc. La participation de volontaires ordinaires s'appelle le *crowdsourcing*. Idée généreuse, OSM et ses équivalents ne sont pas sans poser de questions. L'inégale couverture des territoires, pour commencer : OSM donne une carte complète de certaines zones (quartier, ville) mais est assez médiocre à des échelles plus petites (région, pays). C'est logique, chaque contributeur n'agit que sur ce qu'il connaît. On peut aussi regretter l'hétérogénéité des contenus d'un territoire à l'autre car chaque contributeur est différent : ses centres d'intérêt, ses aptitudes, son investissement sont variables. Par ailleurs, on peut s'interroger sur l'expertise des contributeurs, mais c'est là un problème général sur les réseaux sociaux. Enfin, quel temps est consacré à la réflexion, à l'analyse ? Le web est un outil de l'instantané tandis que la cartographie requiert de la réflexion, de l'analyse et de la technique. Plus généralement, les collectivités territoriales utilisent massivement les sites internet pour présenter la politique locale, à grand renfort de cartes, SIG, et autres animations 3D. Mais s'agit-il de communication moderne ou de réelle invitation à participer à la décision ? Le citoyen ne risque-t'il pas de se noyer dans la masse sans cesse croissante d'informations ? Tout le monde est-il capable d'analyser des documents statistiques souvent livrés bruts ? Enfin, toutes ces techniques permettent-elles de changer notre approche de la réalité du monde ? Ou n'est-on pas simplement dans le domaine de l'image pour l'image ? Finalement, à quoi sert une carte aujourd'hui ?