

LA PROJECTION DE PETERS ET NOUS

Par Jean-Georges AFFHOLDER, Laboratoire COGIT, IGN Saint-Mandé.

1. Bref historique

C'est en 1973 que Arno Peters a présenté comme une grande nouveauté sa projection, simple variante de celle qui avait été décrite par Lambert dès 1770 et reprise par Tissot en 1880 et Behrmann en 1910. Plus précisément, Lambert avait décrit une projection équivalente qui avait pour centre l'équateur¹. Tissot a fait remarquer en 1880 que les formules de Lambert n'étaient qu'un cas particulier de formules plus générales faisant intervenir la latitude - en valeur absolue - que l'on désire privilégier. C'est ainsi que Behrmann a proposé en 1910 de centrer la projection sur les parallèles $\pm 30^\circ$, tandis que la carte de Peters privilégie les latitudes de $\pm 45^\circ$.

Du 22 novembre 1981 au 26 mai 1985, Antenne 2 a utilisé comme décor pour son journal télévisé une maquette en bois du contour des continents inspirée du planisphère de Peters, ce qui a fait l'objet d'une demande de dommages-intérêts fort importants, pour ne pas dire exorbitants, de la part de l'*Institut d'édition Aacadémique* (Vaduz, Liechtenstein), éditeur de ce planisphère. C'est alors que H.M. Dufour, Ingénieur Général Géographe sollicité par le service juridique d'Antenne 2 via l'IGN, a rédigé à l'attention du tribunal une expertise cartographique de la carte de Peters, expertise où il contestait l'originalité de cette projection. Le tribunal de grande instance de Paris, dans son jugement rendu le 27 août 1989, a pour sa part reconnu l'originalité du *document cartographique* de PETERS (nous reviendrons plus loin sur la différence entre originalité d'une projection et originalité d'une carte) et a condamné An-

tenne 2, mais la pénalité était bien modeste par rapport à la somme réclamée par la partie adverse.

H.M. Dufour a rédigé une note de quatre pages consultable à la cartothèque de l'IGN (*Note au sujet du jugement Arno PETERS/ANTENNE 2*, novembre 1990) d'où est extrait ce qui précède. C'est essentiellement aux personnes n'ayant pas eu connaissance de cette note que le présent article est destiné. Mais nous avons trouvé - sur le thème des projections en général et Peters contre Mercator en particulier et sous des plumes prétendument autorisées - des erreurs telles, que nous avons jugé bon de compléter de quelques réflexions personnelles les informations fournies par notre collègue.

2. De quelques erreurs anciennes et d'autres plus récentes ²

Non, une carte n'est pas fautive parce qu'elle est plate et que la terre est ronde. Une carte n'est fautive que quand elle ne respecte pas les règles explicites ou implicites qu'elle s'est données. Expliquons-nous : une carte est une représentation graphique de certaines réalités spatiales ; en tant que telle, elle obéit à certaines conventions, comme par exemple, pour une carte politique, de représenter les frontières par un suite de points, de tirets ou de croix. Dirait-on que la carte est fautive parce que, dans la réalité, une frontière n'est pas une succession de tirets, pas plus que la France n'est une étendue rouge brique ou une ville un petit cercle de un ou deux millimètres de diamètre³?

¹ nous employons ici le terme *centre* dans le sens qu'il a en théorie des projections; il s'agit donc du lieu des points où la projection est à la fois conforme et équivalente; ou, si l'on préfère, du lieu des points où d'une part l'échelle surfacique est constante, et où d'autre part l'échelle linéaire est indépendante de la direction.

² Nous prions le lecteur du *Monde des cartes* de nous pardonner ces évidences. On aura compris que, plutôt que de nous adresser aux seuls spécialistes, nous avons aussi voulu faire oeuvre pédagogique.

³ Les cartes auxquelles nous sommes habitués sont en général censées respecter la métrique; ainsi, à défaut de permettre de lire directement des distances, ces cartes permettront de les calculer en appliquant des règles plus ou moins simples, et ce, avec une précision donnée elle aussi par certaines règles. La carte sera alors dite fautive si l'application de ces règles fournit un résultat erroné. Il existe cependant des cartes qui ne sont pas métriques, mais simplement topologiques : un bon exemple est donné par certains plans de métro - ce n'est pas le cas du métro parisien - ou plus généralement, de certains plans de réseaux, ou mêmes de certains plans de villes, notamment aux États-Unis : il s'agit alors de respecter simplement la position relative des objets : sur une ligne donnée les signes représentant les distances pourront être équidistants, même si dans la réalité, les stations sont plus rapprochées dans le centre qu'en banlieue. De même, pour certaines villes dont les routes sont composées de deux familles se coupant à angle droit, un plan topologique, mais non métrique, pourra les représenter comme équidistantes : tous les pâtés de maison seront alors représentés par des carrés égaux. Cependant, on ne dira pas qu'un tel plan est faux, à partir du moment où il ne prétend pas être métrique.

Non, la cartographie n'est en aucune manière l'art de construire des représentations planes ⁴. Il suffit pour s'en convaincre de parcourir les différentes revues françaises ou étrangères de cartographie : la question des projections n'y apparaît que fort rarement, et, lorsqu'elle apparaît, c'est en général dans le cadre de recherches historiques (identification du système de représentation utilisé pour la réalisation de certains documents cartographiques anciens).⁵

Non, l'Église n'a pas enseigné au Moyen Âge que la Terre était plate. L'autorité scientifique à cette époque était Aristote, pour lequel la terre est ronde.⁶ Ce qui n'empêche pas des personnes ayant fait des études dites supérieures de raconter que Galilée a eu des ennuis avec l'Inquisition pour avoir affirmé que la Terre était ronde.

Non, la carte d'État-Major ne date pas de 14-18. Non, l'IGN n'a pas recours automatiquement à la projection de Mercator lorsqu'il s'agit de représenter l'ensemble du monde : cela fait plus de trente ans que nous publions un planisphère, régulièrement mis à jour, dont la projection n'est ni conforme ni équivalente mais assure une sorte de compromis entre les exigences contradictoires de conservation des formes et de conservation des superficies et, en tout état de cause, dilate beaucoup moins les zones de latitude élevée que ne le fait Mercator. Auparavant, nous avons réalisé des planisphères en projection UTM et des mappemondes (représentation non plus d'un seul tenant, mais où les hémisphères sont représentées séparément) en projection stéréographique.

Non, ce n'est pas parce que les méridiens et les parallèles sont représentés par deux familles de droites orthogonales que les angles sont conservés!

Non, ce n'est pas parce que l'on a trouvé à la projection de Peters trois qualités que la projection de Mercator ne possède pas que la première est à préférer à la deuxième.

Non, la projection de Mercator n'est pas obtenue par la perspective depuis le centre de la sphère sur le cylindre tangent à l'équateur.

Non, les préjugés européocentriques n'ont joué aucun rôle dans l'invention de la projection de Mercator.

Non, la projection de Mercator ne visait pas davantage à privilégier Jérusalem

3. Mercator : ses origines ; valeur et limite

Il semble tout naturel d'attribuer à Mercator la paternité de la projection qui porte son nom. En réalité, ainsi que l'a bien montré Clos-Arceduo (*L'énigme des portulans - les origines de la projection de Mercator, IGN 1962*), vers la fin du Moyen-Âge les réalisateurs de portulans ont fait du Mercator comme Monsieur Jourdain faisait de la prose, selon une construction très simple qui ne fait pas intervenir de connaissance particulière sur la forme de la Terre. La donnée de base était le cap, supposé constant, qu'il fallait suivre pour joindre entre eux divers ports de la Méditerranée : c'est tout naturellement que, pour les besoins de la navigation, on a été amené à représenter les loxodromiques (lignes coupant les méridiens selon un angle constant) par des droites, ce qui est caractéristique de la projection de Mercator ⁷.

Mais on peut remonter plus loin dans le temps : Raymond D'Hollander, dans *Historique de la loxodromie*, contribution à l'ouvrage collectif paru sous la direction de Monique PELLETIER la *Géographie du Monde au Moyen Age et à la Renaissance* (éditions du CTHS, 1989), signale que sur la carte de Marin de Tyr ⁸, les loxodromies sont représentées par des droites ; ils s'agit donc là aussi d'une représentation de Mercator avant la lettre : osera-t-on dire que Marin de Tyr voulait privilégier Jérusalem?

⁴ Les éditeurs d'une Encyclopédie honorablement connue ont sollicité nos remarques sur un projet de mise à jour, projet où nous avons trouvé cette étrange définition de la cartographie. Reconnaissons que suite à notre intervention, le texte final a été amendé.

⁵ En plusieurs années, nous n'avons trouvé qu'un seul article dans la littérature cartographique internationale traitant de représentations: autrement que dans un contexte historique : l'auteur proposait des formules mathématiques pour arriver à l'effet de loupe, i.e. pour faire varier de façon continue l'échelle autour d'un point, de telle façon que jusqu'à une certaine distance de ce point, on soit proche d'une échelle donnée, et qu'au delà de cette distance, l'échelle diminue rapidement. Rappelons que dans la plupart des projections, c'est le contraire qui se produit, c'est à dire que c'est au centre (au sens défini plus haut) que l'échelle est la plus petite. Paradoxalement, l'intérêt de cette représentation n'a rien à voir avec la rotondité de la terre : elle pourrait très bien s'appliquer à une surface plane dont on voudrait privilégier une certaine zone, le reste de cette surface n'étant représentée que pour évoquer un contexte.

⁶ Nous renvoyons sur ce sujet à l'article de Danièle LECOQ paru dans le numéro de juin 1996 du présent bulletin.

⁷ L'utilisation de l'aiguille aimantée fait que les caps que l'on suivait étaient des caps magnétiques et que donc les loxodromies que l'on suivait n'étaient pas de rigoureuses loxodromies «géométriques», mais des loxodromies «magnétiques». Il en résulte que les cartes auxquelles on aboutit ne coïncident pas rigoureusement avec des cartes en Mercator et c'est à cause de cet écart qu'on a dû attendre les travaux de Clos-Arceduo pour identifier de façon certaine la projection des portulans: leurs auteurs étant restés muets sur la question. Faisons remarquer à ce propos que les notions de méridien, de parallèle et de loxodromie ne font pas appel à des connaissances particulières sur la forme de la terre : l'observation du soleil et des étoiles conduisant tout naturellement à la notion de nord et de sud, le méridien d'un lieu sera simplement l'ensemble des chemins que l'on suivra en partant de ce lieu et en allant respectivement au nord et au sud. À la limite, on peut utiliser ces notions tout en croyant à une terre plate ...ce qui ne signifie nullement que tel était le cas des géographes du Moyen-Âge!

⁸ Marin de Tyr est légèrement antérieur à Ptolémée.

Quant à Mercator, il aurait été bien incapable de donner les formules mathématiques de sa projection, ni lui, ni aucun de ses contemporains. D'ailleurs, dans le contexte du 16e siècle, une pareille notion est tout à fait anachronique. En réalité notre géographe a dû utiliser une construction géométrique relativement simple, à la règle et au compas, pour résoudre le problème suivant : on a décidé de représenter les parallèles de 10 en 10 degrés jusqu'à, disons, la latitude de 80° par des segments de droite non seulement parallèles à l'équateur mais surtout de même longueur (alors que dans la réalité leur longueur diminue quand on va de l'équateur au pôle).

Les figures seront donc de plus en plus dilatées dans le sens est-ouest quand la latitude augmentera. Où faudra-t-il alors placer l'image de ces parallèles, ou, si l'on veut, comment faudra-t-il dilater dans le sens nord-sud pour que les deux dilatations s'égalent, i.e. que, localement, les formes soient conservées? Les formes étant conservées, et les méridiens étant représentés par des segments de droite, les loxodromies seront *ipso facto* également représentées par des segments de droite, ce qui sera du plus haut intérêt pour la navigation. On ne connaît pas la construction réellement utilisée par Mercator. Plusieurs sont possibles, qui ne font appel qu'à des notions de mathématiques rudimentaires, même pour l'époque.

En résumé : dès l'Antiquité, on a fait du Mercator sans le savoir, à partir du moment où l'on représentait les loxodromiques - et ce, même si cette dernière notion restait floue - par des droites. Une telle construction est très naturelle. Elle a pour conséquence de respecter localement les formes : au voisinage d'un point, l'échelle est la même dans toutes les directions. Mais, à l'origine, ce n'est pas le but recherché. Cette propriété est, répétons-le, une simple conséquence de la construction choisie, construction basée sur les indications de cap fournies par les navigateurs. Il ne s'agit donc ni de privilégier l'Europe, ni de mettre Jérusalem au centre du monde. À partir du dix-huitième siècle, avec l'invention du calcul intégral, on pourra expliciter les formules de passage des coordonnées géographiques (latitude, longitude) aux coordonnées cartographiques (x, y). Il s'agira de construire une projection conforme telle que les méridiens soient représentés par des segments de droite égaux, parallèles et équidistants (ou, pour être plus précis, l'abscisse est une fonction linéaire de la longitude), et les parallèles par des segments de droite égaux parallèles, en imposant comme condition supplémentaire qu'en chaque point, l'échelle soit indépendante de la direction. On aboutira alors à une représentation des parallèles et des méridiens identique à celle de Mercator. On sera bien conscient que la conservation des formes se fait au détriment de celle des superficies, ce qui conduira à créer de nouvelles projections, comme la projection cylindrique équivalente de Lambert.

4. Peters : ses origines ; valeur et limite.

Nous venons de le dire, dès le dix-huitième siècle on s'est soucié de créer des cartes qui respectaient les superficies. La projection cylindrique équivalente de Lambert correspond aux mêmes exigences initiales que celle de Mercator :

- les méridiens sont représentés par des segments de droite égaux, parallèles et équidistants

- les parallèles sont représentés par des segments de droite égaux parallèles.

La condition supplémentaire est ici que la projection conserve les aires ; en d'autres termes, l'échelle surfacique sera la même en tout point ⁹.

La résolution de ce problème mathématique conduit tout naturellement à des formules qui privilégient l'équateur : le long de cette ligne, la projection sera également conforme. En revanche, dès le 50e parallèle, l'effet d'aplatissement devient difficilement acceptable ; c'est sans doute la raison pour laquelle la projection équivalente de Lambert n'a guère été utilisée.

Toutefois, il existe un moyen simple de pallier cet inconvénient : admettons que, partant d'une figure plane quelconque rapportée à des axes rectangulaires l'on dilate les ordonnées selon un certain coefficient n (supérieur à 1), et que l'on contracte les abscisses selon le coefficient $1/n$: dans ce cas, les superficies seront conservées. Tissot a attiré l'attention sur le fait que si l'on applique cette transformation à une représentation équivalente de Lambert, la représentation sera conforme le long des deux parallèles $\pm\lambda_0$, où $\cos(\lambda_0) = 1/n$. Nous avons dit dans notre bref historique que Behrmann avait proposé en 1910 de prendre $\lambda_0 = 30^\circ$, ce qui de son point de vue assurait un bon compromis entre le respect des formes à l'équateur d'une part et aux latitudes relativement élevées d'autre part, tandis que Peters prend $\lambda_0 = 45^\circ$, ce qui privilégie davantage ces dernières.

Remarquons qu'il y a quelque paradoxe à laisser entendre que la projection de Peters est la première à ne pas privilégier l'Europe au détriment de l'Afrique, alors qu'au contraire elle déforme considérablement l'Afrique, ce que ne font ni la projection de Mercator, ni celle de Lambert, ni celle de Behrmann. Mieux encore : c'est la projection de Peters qui est la plus européo-centrique, puisque centrée sur le 45e parallèle!

Ceci dit, un facteur que nous n'avons pas encore invoqué peut intervenir en faveur de Peters : il s'agit du rapport hauteur/largeur du planisphère. C'est un fait que, pour les besoins de mise en page dans un atlas, ce facteur peut entrer en ligne de compte. Afin qu'il puisse en juger, le lecteur trouvera dans les figures suivantes un exemple de projection cylindrique équivalente privilégiant respectivement l'équateur (Lambert), les parallèles $\pm 40^\circ$ (Behrmann) et $\pm 45^\circ$ (Peters). Un thuriféraire de cette dernière carte nous expliquait que le rapport hauteur/largeur y était proche du nombre d'or, et il y voyait là un argument décisif. Nous lui laisserons la responsabilité de cette assertion. Pour notre part, ce qui fait la particularité de Peters, c'est que le rapport hauteur/largeur y est légèrement supérieur à celui des formats standards A2, A3, A4 etc. à l'italienne, ce qui, quand la carte occupe toute

⁹ Revenons à cette occasion sur la différence entre conformité et équivalence : la première propriété est locale (les formes ne peuvent être conservées que dans une région peu étendue de la carte) tandis que la seconde est générale (quel que soit le contour fermé tracé sur la carte, on pourra connaître la superficie de la zone correspondante sur le terrain par multiplication de la superficie mesurée sur la carte par une constante qui est l'inverse de l'échelle surfacique)

la largeur de la feuille, ménage un peu de place pour les titres et les explications.

Nous revenons là au problème de la différence entre originalité d'une projection et originalité d'une carte : il est bien évident que la projection n'est qu'un élément du langage cartographique, parmi quantité d'autres. S'il ressort de ce qui précède que la projection de Peters n'a rien d'original, on peut concéder à sa carte une certaine originalité dans son aspect, originalité provenant en partie du choix des couleurs - ce qui n'a rien à voir avec le problème des projections - en partie du choix d'un certain paramètre, dans l'utilisation de la projection cylindrique conforme la plus générale.

En résumé : la projection de Peters n'est qu'un cas particulier d'une projection plus générale, la projection cylindrique équivalente, décrite depuis bien longtemps. Elle a l'avantage par rapport aux projections cylindriques équivalentes employées précédemment, d'avoir un rapport hauteur/largeur plus pratique pour un atlas ou pour un planisphère mural, et pour inconvénient, de déformer énormément les zones tropicales.

5. En feuilletant le Petit Larousse

Il n'est que de parcourir les principaux atlas français ou étrangers, anciens ou récents, pour voir que, contrairement à ce qu'on voudrait nous faire croire, leurs planisphères font un large appel aux projections équivalentes. Cependant, c'est le Petit Larousse qui nous montrera à quel point il est faux de prétendre qu'avant Peters, on était voué à Mercator et que, par voie de conséquence, l'Afrique était minimisée.

Nous avons choisi l'édition de 1963 car c'est une de celles qui ont eu les plus forts tirages de ces cinquante dernières années. Recensons-y les planisphères : nous en trouverons 23, de *bauxite et aluminium* à *zinc* en passant par *blé, caoutchouc, ciment, coton, cuivre, électricité, fer et acier, houille, huiles végétales, industries et populations, laine, métaux alliés au fer, minerais radioactifs, or et métaux précieux, pétrole, plomb et étain, riz, sucre, textiles et soie, transports et vigne*. Et quelle est la projection retenue ? Tous ces planisphères sont en projection équivalente de Briesmeister ! Nous trouverons aussi dans cette édition un planisphère végétation, en projection équivalente de Hammer-Aitoff et enfin, un planisphère *le monde moderne* dans la projection dite de l'Armadillo qui, elle,

n'est pas équivalente (une sur vingt-cinq !), mais qui conserve bien mieux les superficies que celle Mercator. Quant à cette dernière, nous ne l'avons pas trouvée dans l'édition 1963.

Il peut être intéressant de comparer avec l'édition 2001. Nous constatons, non sans une certaine surprise, que toutes ces cartes ont disparu. Seuls quatre planisphères apparaissent : l'un ne sert qu'à illustrer l'entrée *projection* (et il est précisément en Mercator !); les trois autres (signe des temps ?) illustrent les entrées *océaniques (fonds)*, *religion* et *plaque*. Leur projection n'est visiblement pas équivalente.

6. En guise de conclusion

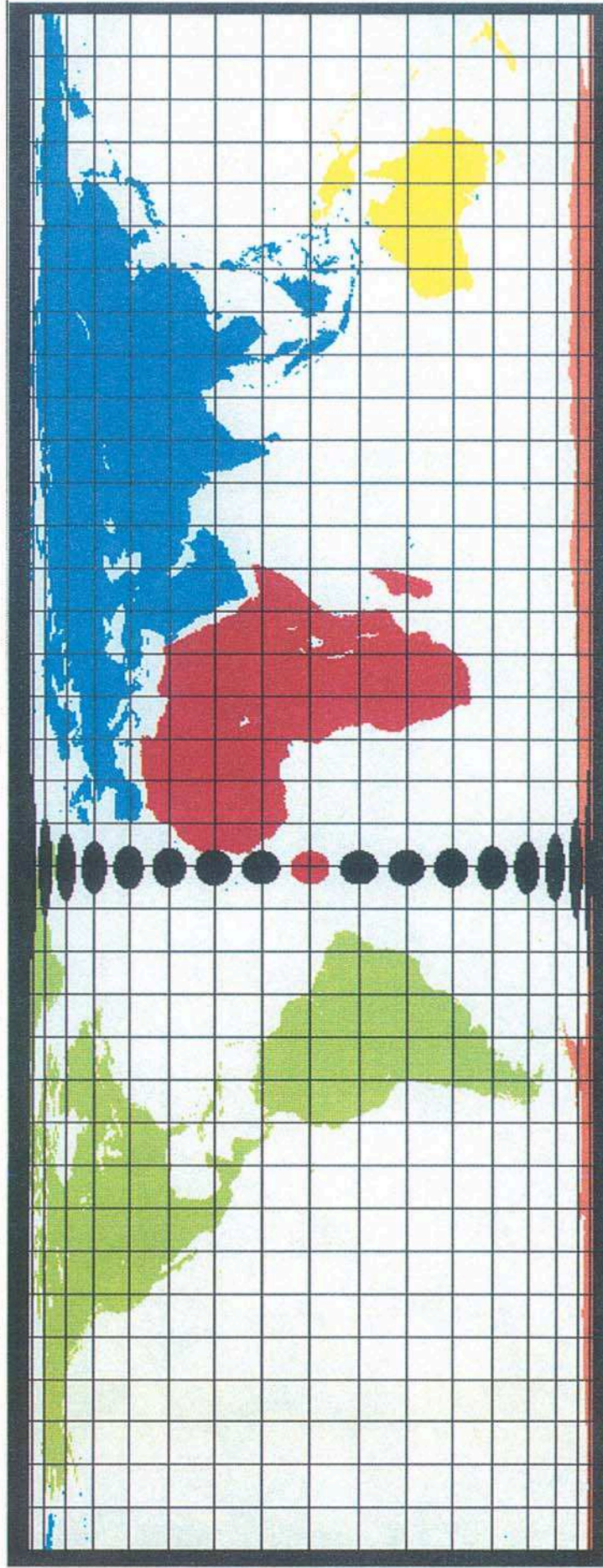
Le lecteur aura compris que les auteurs d'atlas, de dictionnaires et encyclopédies, ou de cartes murales, n'ont jamais été des inconditionnels de Mercator, et que les cartes en projection équivalente ont été abondamment présentes dans leurs productions. Il aura compris également que les arguments en faveur de la projection de Peters - dépourvue de toute originalité sur le plan de la projection elle-même - oscillent entre la contre-vérité et le vulgaire truisme. Mais nous ne résistons pas au plaisir de porter à sa connaissance, dans l'Annexe II, quelques extraits de l'ouvrage de Reigner *Les projections cartographiques et leurs applications*. Il s'agit de considérations sur le choix d'une projection en fonction de la finalité de la carte. Il va sans dire que les informations sur les cartes existantes sont totalement dépassées, ces textes datant de 1957. Mais le prêchi-prêcha tiers-mondiste en est absent et l'on pourra se rendre compte que sur le problème qui nous intéresse, tout était dit, et bien dit.

Enfin, comme annoncé en 4, on trouvera dans l'Annexe I trois planisphères en projection cylindrique équivalente. Nous y avons joint deux représentations en perspective de la terre, depuis un point à la verticale du point de longitude 20° sur l'équateur. Pour la figure de droite, le point de vue se trouve à 10 000 km d'altitude. La figure de gauche correspond à un point de vue à l'infini (perspective cylindrique) et la partie vue est donc rigoureusement la moitié de la sphère. Nous avons introduit ces figures essentiellement pour montrer la forme de l'Afrique vue de l'espace. Le lecteur comparera avec l'Afrique de Peters : peut-on vraiment, sous prétexte de respecter un continent, maltraiter autant sa forme ?

Annexe I : Figures

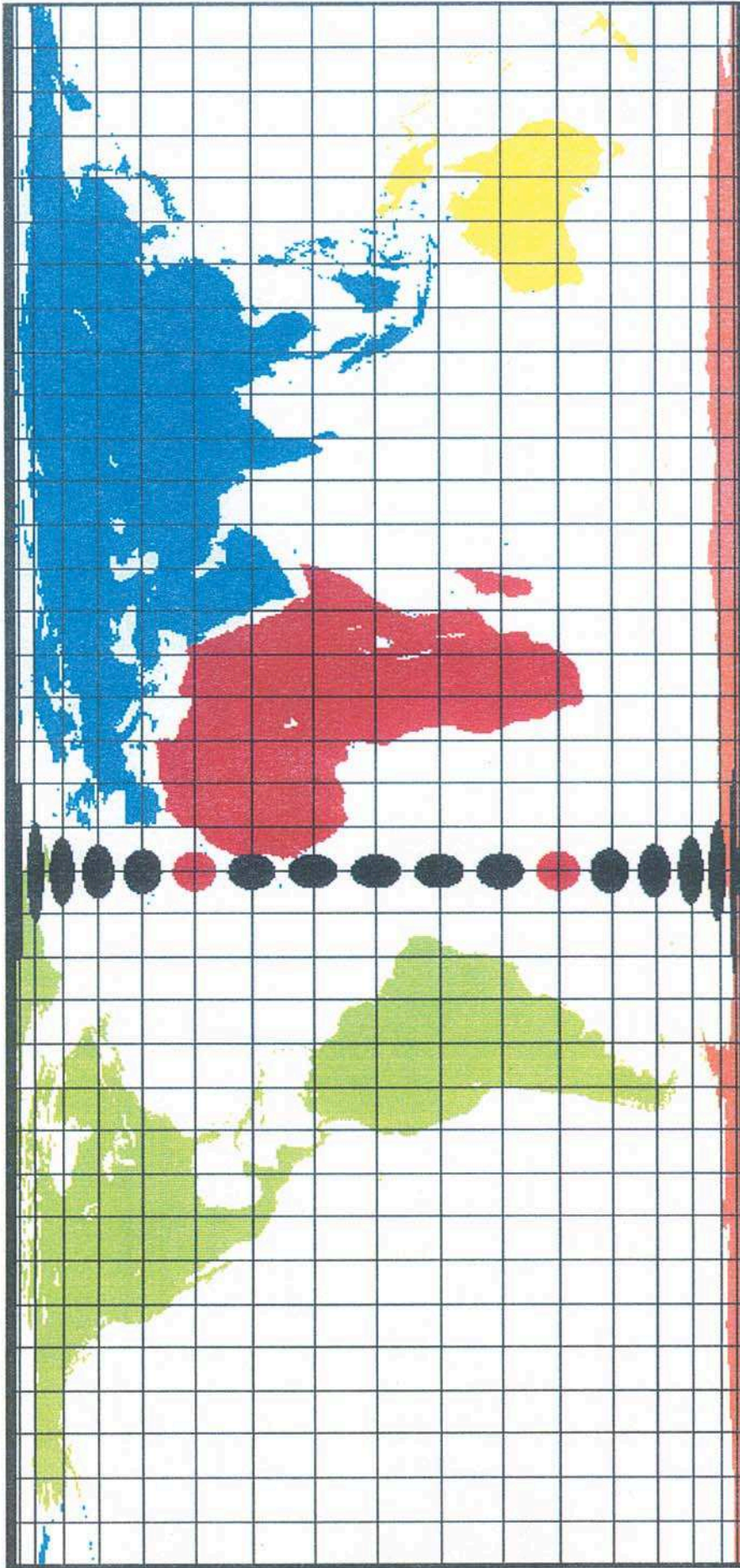
Dans ce qui suit, les ellipses représentent les indicatrices de Tissot, i.e. les images de petits cercles de même rayon en divers points de la surface du globe. Pour des raisons de lisibilité, on a pris en fait un rayon relativement grand (4°)

Si la projection est conforme, les indicatrices de Tissot sont toutes des cercles de taille variable. Si la projection est équivalente, les indicatrices de Tissot sont des ellipses d'aplatissement variable, mais toutes de même superficie.

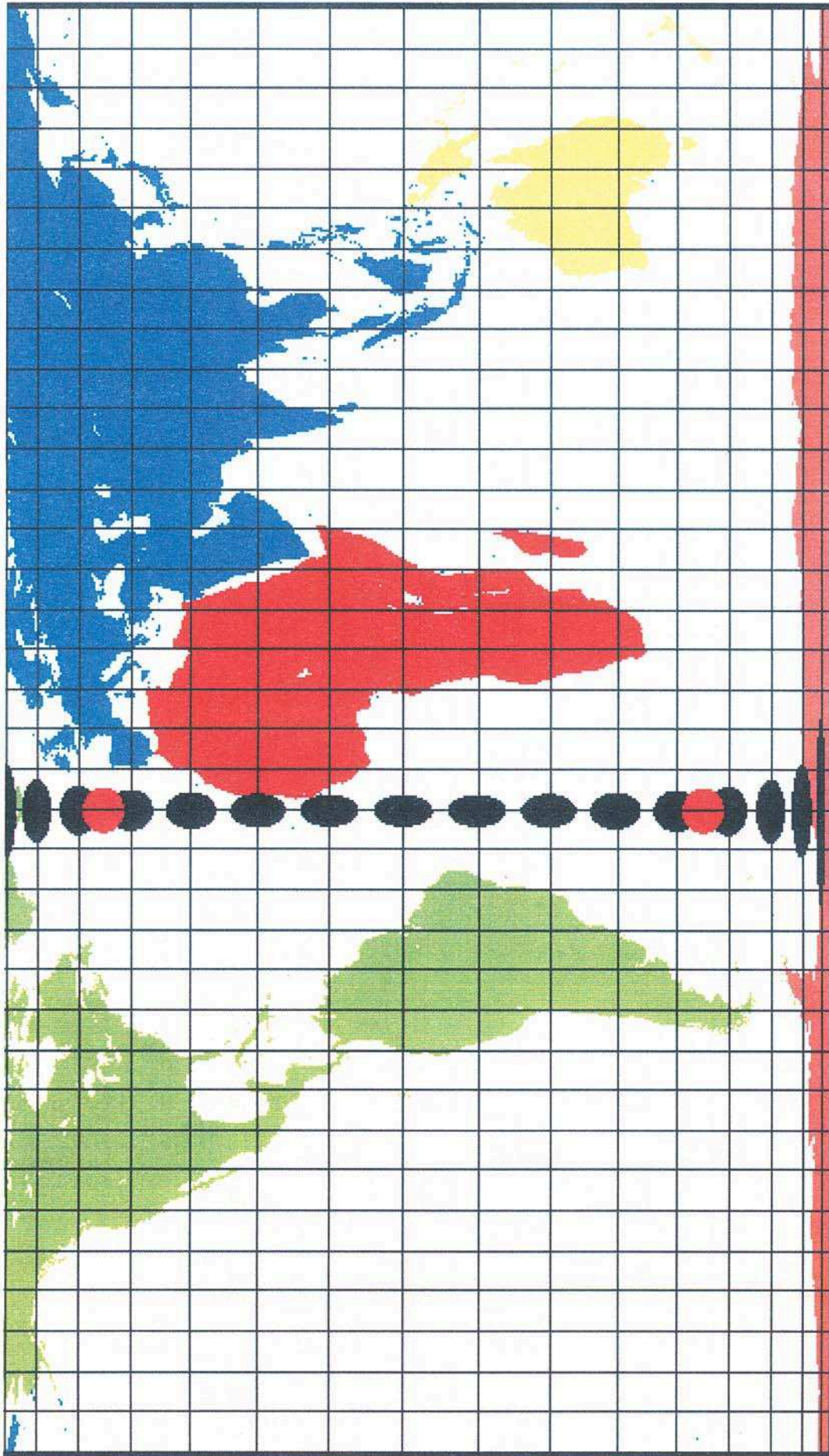


Projection cylindrique équivalente de LAMBERT. Le rapport largeur/hauteur est vraiment trop fort pour une carte, qu'elle soit murale ou d'atlas. L'Europe est déformée de façon excessive.

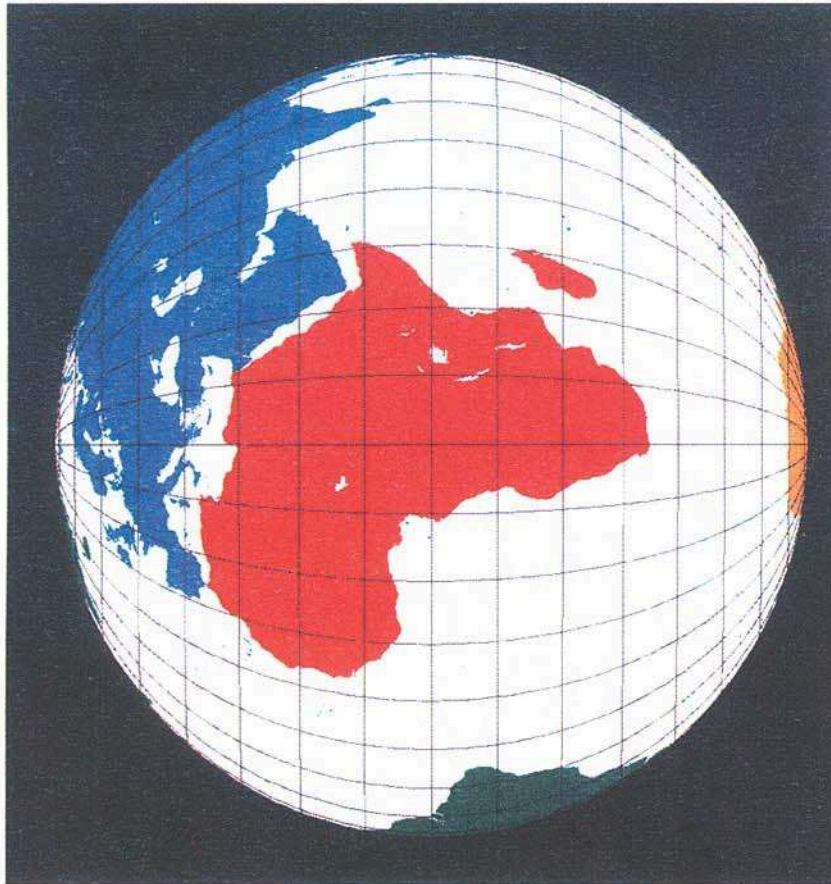
n.b. : sur ce planisphère et les deux suivants, nous avons représenté l'indicatrice de Tissot en rouge lorsqu'elle se réduit à un cercle, i.e. lorsque la projection est conforme pour la latitude considérée (ici, à l'équateur)



Variante BEHRMANN de la projection cylindrique équivalente de LAMBERT. La projection est conforme le long des parallèles $\pm 30^\circ$. On a un bon compromis entre la conservation des formes à l'équateur et leur conservation dans les régions tempérées.



Variante PETERS de la projection cylindrique équivalente de LAMBERT. La projection est conforme le long des parallèles $\pm 45^\circ$ L' Afrique est
 Variante PETERS de la projection cylindrique équivalente de LAMBERT. La projection est conforme le long des parallèles $\pm 45^\circ$ L' Afrique est
 déformée de façon insupportable



Il ne s'agit pas ici de projections réellement employées par les éditeurs de cartes murales ou d'atlas, mais de perspectives géométriques (à gauche, depuis un point à l'infini : il s'agit donc d'une perspective cylindrique ou, si l'on préfère, d'une projection orthogonale; à droite, depuis un point situé à une distance de 10.000 kms)

Annexe II

Extraits de l'ouvrage de Reigner: Les projections cartographiques

Pour les régions polaires, une projection azimutale polaire s'impose. Si la région ne s'écarte guère du pôle, le choix est indifférent ; sinon l'on prendra, par ordre de préférence: la stéréographique, celle de Guillaume Postel, celle de Lorgna

Pour une région beaucoup plus restreinte (3 à 400 km pour les 2 dimensions) indiquons enfin comme solution "toute faite" celle de la Carte Internationale du Monde au millionième (là où elle existe) avec sa projection "polyconique modifiée".

En somme nous recommandons des systèmes correspondant à des cartes générales existantes, provenant des meilleures sources, qu'il est d'ailleurs naturel que le géographe utilise, la projection avec le fond de carte, en les réduisant au format désiré. Cependant si cette solution de facilité semble s'imposer, elle est quelquefois discutable et l'on doit connaître les principes à l'aide desquels la discuter: ils ont été exposés au premier chapitre de cet ouvrage.

Le problème ne devient vraiment épineux que lorsque la région à représenter est très étendue : groupe de continents, océan, hémisphère ou terre entière. Les altérations deviennent alors considérables pour de vastes secteurs et ce sont elles qui imposent le choix du système.

D'une façon très générale, le géographe a dans ce cas à exposer graphiquement des faits de *distribution*, de répartition : peuplement, productions agricoles et minérales, matières premières, industries, etc., en somme à exprimer des *densités*. Il faut donc que la densité sur la carte représente fidèlement la densité sur le globe, c'est-à-dire que la projection conserve en principe l'échelle des superficies, qu'elle soit *équivalente*.

C'est bien justement cette raison qui fait que la projection de Mercator, si commode à construire, a perdu la faveur des géographes toutes les fois que les cartes employées dans l'esprit indiqué ci-dessus devaient représenter des régions très étendues en latitude. Chacun a remarqué que, dans le système de Mercator, le Groënland (2 200 000 km²) est représenté à peu près par la même superficie de papier que l'Amérique du Sud (18 000 000 km²) et que l'Afrique (30 300 000 km²) dont les superficies sont 8 et 14 fois plus grandes en réalité.

Comme il existe un nombre assez grand de systèmes équivalents, on choisira parmi eux celui qui déforme le moins les parties les plus intéressantes de la région à représenter. Or les systèmes les plus simples à construire (Sanson, Mollweide-Babinet, etc.) déforment souvent énormément les régions périphériques, où l'angle des méridiens et des parallèles devient souvent nul.

On a donc imaginé des systèmes plus compliqués, obtenus en *modifiant* ou *combinant* entre eux des systèmes simples, par divers artifices :

Telle est la projection de Hammer-Aitoff, dérivant directement de celle de Lorgna.

Telles sont encore les nombreuses combinaisons dues, en général, à des géographes allemands, dans lesquelles le pôle cesse d'être représenté par un point et se trouve étiré selon un segment de ligne droite ou courbe, ce qui améliore l'angle des méridiens et des parallèles dans les régions polaires.

On pratique aussi le *découpage* (projections "discontinues" ou "interrompues" ou "recentrées", voire "étoilées" ou "éclatées").

Enfin, plus récemment, on a renoncé à l'emploi exclusif des projections équivalentes pour accepter d'excellentes solutions de *compromis*, qui assurent des limites raisonnables aux trois sortes d'altérations: angulaires, superficielles, et linéaires.

Les solutions adoptées, en fin de compte, varient naturellement avec l'étendue et la situation de la région à représenter.

Pour les *planisphères*, on utilise surtout :

- la projection de Mercator, sous les réserves indiquées plus haut,
- la projection sinusoidale ou de Sanson (ou de Flamsteed),
- la projection de Mollweide (ou de Babinet),
- la projection de Hammer-Aitoff (dérivée de Lorgna),
- les projections avec pôles étirés, par exemple celles d'Eckert, Hammer, Aitoff-Wagner.

Pour un *hémisphère* (donc pour la *mappemonde*);

- l'une des projections azimutales ci-après, dans l'aspect convenant à la situation de l'hémisphère: stéréographique, Lorgna, Guillaume Postel,
- la projection globulaire de Nicolosi (centre de l'hémisphère sur l'équateur),
- les projections de Sanson, Mollweide (centre de l'hémisphère sur l'équateur) de Breusing (tous aspects),
- etc.

Pour choisir entre ces divers systèmes, dont il est supposé avoir les canevas à sa disposition, le géographe devrait toujours avoir sous les yeux, à défaut d'un globe qui lui en fournit les vraies proportions, un tableau dans le genre de celui qui figure ci-après et qui donne les dimensions réelles et relatives des côtés des trapèzes curvilignes de 15° d'étendue, limités par 2 méridiens et 2 parallèles à cet intervalle, dans leurs diverses positions la surface de la Terre. C'est en comparant ces proportions avec celles des trapèzes correspondants du canevas qu'il se rendra compte d'un coup d'oeil des variations d'échelle de celui-ci. Quant aux angles, il se rappellera qu'ils sont toujours droits sur la sphère.

(...)

Les besoins particuliers des géologues

Les géologues ajoutent souvent aux exigences des géographes, qui sont aussi les leurs, la préoccupation de voir respectés, dans le plan, les grands *alignements* de la surface terrestre : plissements, failles.

C'est pourquoi certains d'entre eux ont réclamé pour leurs cartes la meilleure projection *orthodromique*, c'est-à-dire la projection gnomonique sous l'aspect approprié. C'est ainsi qu'Élie de Beaumont a établi au siècle dernier sa carte géologique de l'Europe et qu'il a été quelquefois imité.

Mais l'avantage, au point de vue indiqué, de la projection gnomonique sur toute autre projection bien axée sur la région à représenter est trop faible pour qu'on ait généralisé son emploi. Les géologues emploient donc actuellement les mêmes projections que les géographes, se partageant entre deux tendances opposées : conservation des superficies, d'une part; conservation des directions, donc des angles d'autre part.

Remarquons pour finir, que la carte géologique détaillée de la France n'est autre chose que la carte de l'état-Major revêtue des surcharges appropriées.

Les projections et la stratégie

"Démercatorisons-nous !" proclamait il y a quelques années, M. André Siegfried, faisant allusion aux erreurs stratégiques commises pendant la dernière guerre par les Allemands et les Japonais, trop exclusivement habitués à la fameuse projection. M. Siegfried insistait ensuite sur le fait que les voies stratégiques entre l'Amérique et le monde soviétique passaient par les régions arctiques et concluait qu'il convenait d'établir désormais une cartographie centrée sur le pôle. À vrai dire le problème ne surprenait, ni les Français¹, ni les Anglais, ni les Américains, ni sans doute les Russes. D'autre part, la projection de Mercator garde toute sa valeur pour les régions tropicales.

Mais nous retrouvons une fois de plus le même principe: le système de projection doit être centré ou axé sur la région à représenter, et ce principe est valable pour la stratégie comme pour toutes les autres applications.

Tout système répondant à cette condition assurera donc une représentation assez fidèle de ce qui importe en la matière : disposition et distances relatives, dimensions et formes des lignes et bases d'opérations, des itinéraires les plus directs, etc.

(...)

¹ Dans son traité de Géographie physique, Emm. de Martonne avait déjà rejeté la projection de Mercator

La météorologie et les projections

En plusieurs circonstances le météorologiste voit intervenir la question des projections.

1°) Pour la prévision du temps, les services compétents établissent des cartes spéciales (cartes synoptiques du temps, surcharges de lignes isobares, isallobares, isothermes, isallothermes, donnant la position des noyaux de variation de pression, des fronts, etc.; cartes des masses d'air, etc.). Toutes nécessitent une extrapolation dans le temps et l'espace, basée sur la connaissance des directions et des vitesses de propagation des divers mouvements météorologiques. Il est donc tout indiqué d'adopter des projections conformes, assez bien axées sur les régions intéressées pour que les distances puissent être mesurées sûrement. Aussi bien l'Organisation internationale Météorologique a-t-elle recommandé, dès 1937, l'emploi du groupe des trois systèmes ci-après:

- projection de Mercator pour les régions tropicales,
- projection conique conforme de Lambert pour les régions tempérées (avec les parallèles d'échelle conserve 30° et 60° de latitude¹).

- projection stéréographique polaire² pour les régions polaires.

2°) La *publication des résultats climatologiques divers* pose un problème qui s'apparente à ceux de la géographie générale et nous retrouvons sans surprise la recommandation faite par l'Organisation internationale météorologique d'employer les projections *équivalentes* :

- cylindrique directe pour les régions équatoriales,
- coniques pour les régions tempérées,
- azimutale de Lorgna pour les régions polaires.

On emploie cependant aussi, assez fréquemment la projection stéréographique méridienne pour les mappemondes.

3°) Pour l'étude des prévisions *ionosphériques*, les mêmes solutions restent valables. Si cependant on attache de l'importance à la conservation des directions et des distances à partir d'un centre donné, on emploie de préférence la projection de Guillaume Postel oblique avec ce point comme centre.

¹ Le Service central météorologique français emploie couramment des cartes au 20 000 000e en projection conique de Lambert. L'I.G.N. établit pour ce Service une carte de l'hémisphère Nord en projection stéréographique polaire, échelle 1:30 000 000 à l'Equateur.

² Voir note ci-dessus.

Bibliographie

Ouvrages

Paru aux Editions du Comité des travaux historiques et scientifiques, sous la direction de Monique PELLETIER :

«Les îles, du mythe à la réalité»

Actes du 123e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, section sciences géographiques et environnement, Antilles-Guyane 1998.

244 p. prix : 31€

Du Moyen Âge au XXe siècle, les îles ont été appréhendées de bien des manières. Des mythes de l'Antiquité aux textes scientifiques et réalistes des XVIIIe et XIXe siècles, c'est toute une variété d'approches et de perspectives, tant par la forme des documents analysés -du manuscrit médiéval à la photographie du XIXe siècle- que par la problématique exposée.

Nombreuses sont les cartes qui ont été étudiées et reproduites. Elles soulignent le rôle majeur joué par les îles dans le développement de la cartographie, la difficulté d'obtenir une localisation exacte sur la carte du monde, et l'intérêt des corpus de cartes d'où chacun pourra tirer des informations utiles pourvu qu'il en connaisse le mode d'emploi.

Paru aux Editions du Comité des travaux historiques et scientifiques, sous la direction de Jean-Pierre BOIS :

«Défense des côtes et cartographie historique»,

Actes du 124e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, section Histoire du monde moderne, de la Révolution française et des révolutions, Nantes 1999.

324 p. prix : 35€

La côte a toujours été un lieu privilégié de relations humaines, pacifiques ou guerrières, lieu privilégié d'attaques, et donc de défense. On sait depuis le Moyen Âge que la meilleure défense est la maîtrise de la mer, mais à défaut, elle s'appuie sur les îles, les côtes rocheuses, les forteresses, les milices côtières, les troupes réglées, jusqu'à ce que l'intervention plus récente des forces aériennes apporte une troisième dimension dans une guerre traditionnellement à deux dimensions. Le concept de défense des côtes change enfin en profondeur depuis qu'à la notion de défense du territoire sur un littoral préparé à la guerre, se substitue la notion de la défense d'un patrimoine naturel privilégié, menacé autant par les marées noires que par le tourisme dévoreur de paysages...

Cette large évocation est l'occasion de passer des anciens modèles, celui d'attaque anglais et celui de défense français à l'époque moderne, à un panorama mondial actuel, dans lequel, des côtes de l'Amérique au XIXe siècle jusqu'au détroit de Malacca dans le cours du XXe siècle, se trouvent renouvelées, mais jamais résolues, les difficultés de ce mariage fécond et redoutable entre la terre et la mer.