

## Liste des figures

### Éléments historiques, mathématiques, épistémologiques et didactiques pour une initiation à la cartographie

Figure 1 : La carte de Ga-Sur à Nuzi dans l'Irak actuel.....	19
Figure 2 : La carte de Sipar.....	20
Figure 3 : La projection stéréographique.....	33
Figure 4 : Trois surfaces de projection (plan, cylindre, cône).....	38
Figure 5 : À gauche, un plan tangent et à droite un plan sécant au globe de référence.....	39
Figure 6 : À gauche, un cylindre tangent et à droite un cylindre sécant au globe de référence.....	39
Figure 7 : À gauche, un cône tangent et à droite un cône sécant au globe de référence.....	40
Figure 8 : Un plan déterminé par trois points non-alignés.....	45
Figure 9 : Un plan déterminé par une droite et un point.....	45
Figure 10 : Un plan déterminé par deux droites sécantes.....	45
Figure 11 : Droites coplanaires et non-coplanaires.....	46
Figure 12 : Points appartenant à une droite dans un plan.....	46
Figure 13 : Plans sécants.....	47
Figure 14 : Plans parallèles.....	47
Figure 15 : Droite sécante à un plan.....	48
Figure 16 : Droite parallèle à un plan.....	48
Figure 17 : Les droites ( $D$ ) et ( $D'$ ) appartiennent au plan $BCGF$ : elles sont coplanaires et parallèles.....	49
Figure 18 : Condition nécessaire et suffisante pour qu'une droite appartienne à un plan.....	49
Figure 19 : Le théorème du toit.....	50
Figure 20 : Deux plans parallèles d'intersections parallèles.....	50

Figure 21 : Le projeté d'un point sur un plan .....	51
Figure 22 : Droites orthogonales .....	51
Figure 23 : Droite orthogonale à un plan .....	52
Figure 24 : Projection orthogonale d'un point sur un plan .....	52
Figure 25 : Plans orthogonaux .....	53
Figure 26 : Coordonnées cartésiennes d'un point du plan .....	54
Figure 27 : Coordonnées polaires d'un point $M$ du plan.....	54
Figure 28 : Lien entre coordonnées polaires et coordonnées cartésiennes .....	55
Figure 29 : $M$ décrit un cercle de centre $O$ et de rayon $r$ .....	55
Figure 30 : Coordonnées sphériques d'un point de l'espace .....	56
Figure 31 : Plan et sphère disjoints.....	58
Figure 32 : Plan tangent à une sphère.....	58
Figure 33 : Plan sécant à une sphère et ne passant pas par son centre .....	59
Figure 34 : Plan sécant à une sphère et passant par son centre.....	59
Figure 35 : Les méridiens.....	60
Figure 36 : Le méridien de Greenwich et trois autres méridiens.....	60
Figure 37 : Quatre méridiens en vert .....	61
Figure 38 : La longitude d'un point du globe .....	62
Figure 39 : Le méridien de Greenwich ( $0^\circ$ de longitude) et des méridiens à l'est et à l'ouest dont l'écart est de $15^\circ$ .....	62
Figure 40 : Longitude et latitude d'un point $P$ du globe .....	64
Figure 41 : Le point $P$ de longitude $60^\circ\text{W}$ (ou $60^\circ\text{O}$ ) et de latitude $40^\circ\text{N}$ .....	64
Figure 42 : Un point de longitude $80^\circ\text{E}$ et de latitude $58^\circ\text{N}$ .....	65
Figure 43 : Représentation de la Terre .....	66
Figure 44 : Un triangle $ABC$ rectangle en $A$ .....	67
Figure 45 : Des petits cercles sur (S) .....	71
Figure 46 : Les cercles sont déformés en ellipses sur la carte .....	71
Figure 47 : L'image $M'$ du point $M$ par la projection stéréographique....	72
Figure 48 : L'image du point $E$ ( $90^\circ\text{E}$ , $0^\circ$ ).....	73

Figure 49 : Image du cercle équatorial.....	74
Figure 50 : Image du parallèle de latitude $\varphi$ .....	74
Figure 51 : L'image $M'$ d'un point $M$ du méridien ( $m$ ) .....	76
Figure 52 : Un point $M$ et son image $M'$ .....	76
Figure 53 : Indicatrice de Tissot pour la projection stéréographique.....	80
Figure 54 : L'image $M'$ du point $M$ par la projection gnomonique .....	81
Figure 55 : Le projeté gnomonique $M'$ du point $M$ ( $90^\circ E, 45^\circ N$ ) .....	82
Figure 56 : L'image $p'(\varphi)$ du parallèle $p(\varphi)$ .....	83
Figure 57 : Arc de grand cercle se projetant en un segment de droite .....	84
Figure 58 : Indicatrice de Tissot pour la projection gnomonique .....	86
Figure 59 : $M'$ image du point $M$ dans la projection cylindrique de Lambert .....	87
Figure 60 : Projection du point $M$ ( $90^\circ E, 30^\circ N$ ).....	87
Figure 61 : L'image d'un parallèle.....	88
Figure 62 : L'image d'un méridien .....	89
Figure 63 : L'indicatrice de Tissot pour la projection cylindrique de Lambert.....	91
Figure 64 : $M'$ image du point $M$ dans la projection cylindrique centrale .....	92
Figure 65 : L'image $M'$ du point $M$ ( $90^\circ E, 45^\circ N$ ).....	92
Figure 66 : L'indicatrice de Tissot pour la projection cylindrique centrale .....	94
Figure 67 : Trois points sur la sphère et leurs images respectives sur le plan ( $x, y$ ).....	96
Figure 68 : L'indicatrice de Tissot pour la projection de Mercator .....	99
Figure 69 : Un cône tangent à une sphère .....	100
Figure 70 : Un cône tangent à une sphère le long du parallèle d'origine .....	101
Figure 71 : Un cône tangent le long du parallèle ( $p_a$ ) .....	102
Figure 72 : Le point $M'$ image du point $M$ par la projection conique simple .....	103

Figure 73 : L'image $M'$ du point $M$ ( $90^\circ\text{N}$ , $\varphi$ ) par la projection conique simple .....	104
Figure 74 : L'image $M'$ de $M$ ( $90^\circ\text{N}$ , $45^\circ\text{N}$ ).....	105
Figure 75 : Mesure de l'image de l'arc $L'$ de l'arc $L$ .....	107
Figure 76 : Cône sécant à une sphère et le réseau des méridiens et des parallèles.....	108
Figure 77 : Un réseau de parallèles.....	109
Figure 78 : Subdivisions pour marquer les longitudes et les latitudes ...	111
Figure 79 : Centre $\Omega(\varphi)$ et rayon $\rho(\varphi)$ du cercle pour le tracé du parallèle de latitude $\varphi$ .....	111
Figure 80 : Le méridien de longitude $\lambda$ passant par le point $M$ de $OX$ de longitude $\lambda$ .....	114

**Un ouvrage majeur de la géographie mathématique arabe, *Kitāb taḥdīd al-amākin* d'Abū l-Rayḥān al-Bīrūnī**

Figure 1 : La distance zénithale du soleil .....	149
Figure 2 : La latitude dans l'hémisphère sud .....	150
Figure 3 : La latitude d'une zone climatique .....	152
Figure 4 : Exemple d'utilisation de la trigonométrie sphérique .....	155
Figure 5 : Cas de déclinaison solaire négative et azimut sud.....	156
Figure 6 : Cas de déclinaison solaire positive et azimut sud.....	156
Figure 7 : Cas de déclinaison solaire positive et azimut nord.....	157
Figure 8 : Application du théorème du sinus sur le cercle de déclinaison.....	160
Figure 9 : Application du théorème du sinus sur le cercle de déclinaison.....	163
Figure 10 : Dispositif utilisé par al-Bīrūnī sur le plan horizontal .....	164
Figure 11 : Objets utilisés par al-Bīrūnī pour déterminer le point de passage du rayon du soleil sur la sphère.....	165

## La trigonométrie au service de la géographie arabe

Figure 1 : Sinus, tangente et corde .....	171
Figure 2 : Théorème de Ménélaüs plan.....	173
Figure 3 : Théorème de Ménélaüs sphérique.....	174
Figure 4 : Théorème de Ménélaüs sphérique.....	175
Figure 5 : Sinus et sinus verse .....	176
Figure 6 : La figure sécante .....	179
Figure 7 : Visibilité du croissant de lune.....	179
Figure 8 : L'ombre d'un gnomon.....	180
Figure 9 : L'ombre inverse d'un gnomon.....	181
Figure 10 : Tangente et cotangente .....	182
Figure 11 : Direction de la Qibla.....	183
Figure 12 : Direction de la Qibla.....	184
Figure 13 : Triangle sphérique déterminant la direction de la Qibla.....	185
Figure 14 : La figure qui dispense .....	186