GLG-10341 GÉOLOGIE STRUCTURALE

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES DONNÉES STRUCTURALES

Plusieurs techniques graphiques peuvent être utilisées pour analyser les éléments structuraux d'une région. Ces techniques ont pour objet de faciliter la reconnaissance d'un groupement ou d'une orientation préférentielle de certains éléments structuraux et de visualiser clairement les résultats.

Les histogrammes et les rosaces permettent de représenter l'orientation des structures planaires en deux dimensions et seront utilisés pour les structures sub verticales (pendage ‹ 70°). Ils seront également utilisés pour représenter des structures dont le pendage n'est pas connu, par exemple si les données sont interprétées à partir d'images aériennes ou satellitaires. Les histogrammes permettent de représenter différentes classes de données en abscisses, par exemple de 0 à 180°, s'il s'agit de direction, avec les fréquences en ordonnés (figure 1).

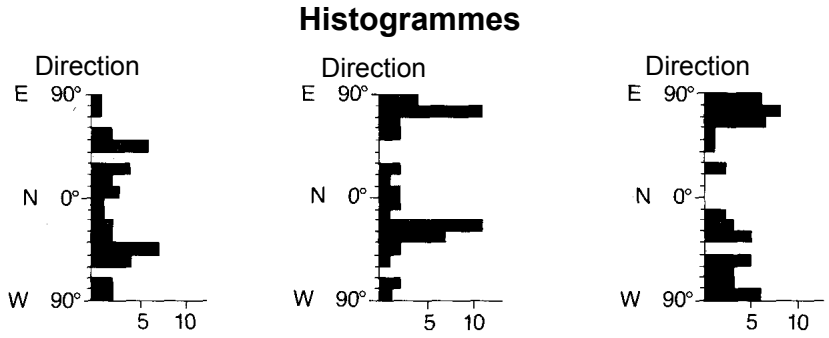


Figure 1: Histogrammes de joints relevés à trois stations différentes (modifiée de Davis et Reynolds (1996)).

Dans le cas des rosaces, les directions seront données sur un cercle, regroupées en tranches de 5° ou 10° par exemple. Les fréquences sont proportionnelles à la longueur des rayons du cercle indiquant leur direction.

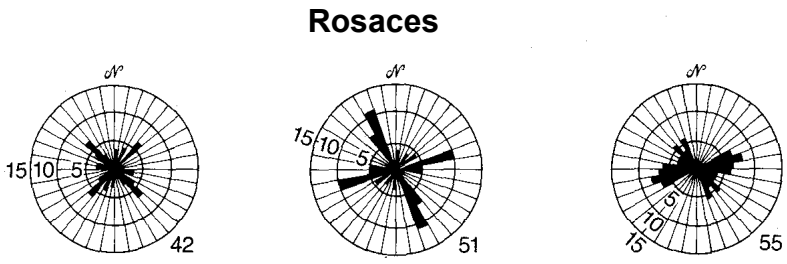


Figure 2: Rosaces de direction de joints relevés à trois stations différentes (modifié de Davis et Reynolds, 1996).

GLG-10341 GÉOLOGIE STRUCTURALE
PROJECTIONS ORTHOGRAPHIQUES ET STÉRÉOGRAPHIQUES

Bien souvent, pour résoudre un problème général en géologie, nous devons préciser le problème en termes géométriques et tenter de le redéfinir graphiquement. Nous devons régénérer une nouvelle représentation graphique du problème en cause, comme, par exemple ajouter une vue en coupe à un plan déjà existant. Les techniques de la géométrie descriptive, qui ont pour but de donner une vision des figures dans l'espace à trois dimensions, nous aideront à poser et à résoudre ces types de problèmes. La géométrie descriptive est basée sur les projections et utilise des méthodes géométriques pour poser les problèmes sur une surface plane (2 dimensions) et pour les résoudre en trois dimensions. En géologie, trois types de projections nous permettent de générer des représentations graphiques afin de mieux comprendre la réalité géologique. Ces trois techniques consistent en des représentations en plan, soit en deux dimensions:

1) Les **techniques cartographiques** qui permettent de générer des représentations de ce qui est connu à la surface. On obtient une représentation en plan (deux dimensions) de données topographiques, hydrographiques et géologiques.

2) Les **projections orthographiques** (techniques de géométrie descriptive ou géométrie cotée) permettent de générer des représentations en coupe à partir des données de surface (carte). Ces représentations bidimensionnelles mettent en valeur les traits morphologiques des objets géologiques en fonction de leur extension en profondeur.

3) Les **projections stéréographiques** permettent de présenter des données tridimensionnelles sur une surface plane (bidimensionnelle). Il est possible de représenter les plans, les lignes et les points sur les projections stéréographiques. Cette technique facilite le traitement d'une quantité importante de données.

Ces techniques graphiques seront utilisées dans ce laboratoire pour analyser la cinématique et la dynamique du réseau de failles d'une région. À l'aide des projections orthographiques et stéréographiques, il est possible de calculer le rejet réel d'une faille, de trouver la direction et le sens du déplacement sur un plan de faille et de déterminer l'orientation des contraintes principales régionales (σ_1, σ_2, σ_3) à l'origine des failles.

LES PROJECTIONS ORTHOGRAPHIQUES

Une projection est une représentation en deux dimensions (sur un plan) d'un objet tridimensionnel. En géologie, on utilise surtout des projections horizontales (vue en plan, projection cartographique) et verticales (projection en coupe, profils). Les projections dans un plan vertical, qu'on appelle coupes ou profils, sont les cas les plus simples de projections. Cependant, il arrive qu'on doive projeter sur des surfaces non verticales, lorsqu'on veut présenter une vue en coupe d'un pli plongeant par exemple. La surface de projection devra alors être perpendiculaire à la plongée du pli.

Voyons d'abord les cas simples de projections verticales. Ces projections sont construites à l'aide de lignes de projections qui relient les points d'un objet à la surface de projection (fig. 3). Les lignes de projections peuvent être perpendiculaires (c'est le cas pour les projections orthographiques) ou obliques à la surface de projection.

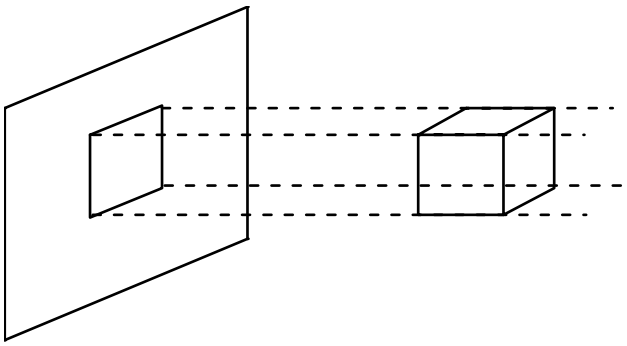


Figure 3: Projection d'un cube sur un plan. Dans le cas des projections orthographiques, les lignes de projection sont parallèles entre elles et perpendiculaires à la surface de projection.

Les projections les plus utilisées en géologie sont les projections verticales (profils ou coupe structurale) où la surface de projection est à 90° de la surface originale (fig. 4). Bien souvent, la surface originale sera un **plan horizontal** (une carte géologique par exemple). La surface de projection quant à elle s'appellera le **plan frontal**. La ligne d'intersection entre les deux surfaces sera appelée la **ligne de rabattement**. Cette ligne sera visualisée comme une penture qui relie les deux surfaces entre elles.

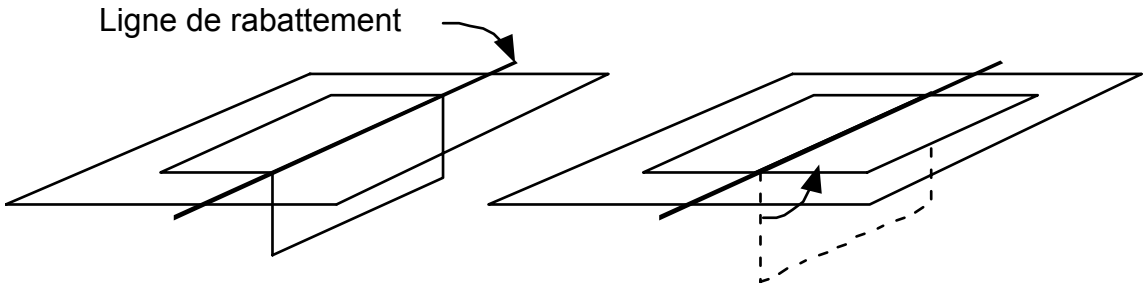


Figure 4: Ligne de rabattement qui relie les deux surfaces de projection et qui agira comme une penture. (b) La projection frontale est rabattue dans le plan de projection horizontal par rotation de 90° autour de la ligne de rabattement.

Sur notre feuille de travail (fig. 4b), les deux plans seront dessinés horizontalement et la projection frontale sera rabattue autour de la ligne de rabattement de 90° jusqu'à ce qu'elle se retrouve entièrement dans le plan de projection horizontal et conséquemment dans le plan de la feuille de travail.

Une fois le rabattement du plan frontal effectué, des droites relient les points du plan horizontal au plan frontal rabattu. Ces droites, qui s'appellent les **lignes de rappel**, seront toujours perpendiculaires à la ligne de rabattement. Lorsqu'on projette un objet qui se trouve à une certaine profondeur sous le niveau du sol, l'image du dessus de cet objet sera projetée dans le plan horizontal et l'image verticale dans le plan frontal (fig. 5). Une ligne de rappel reliera un même point de l'objet d'une projection à l'autre.

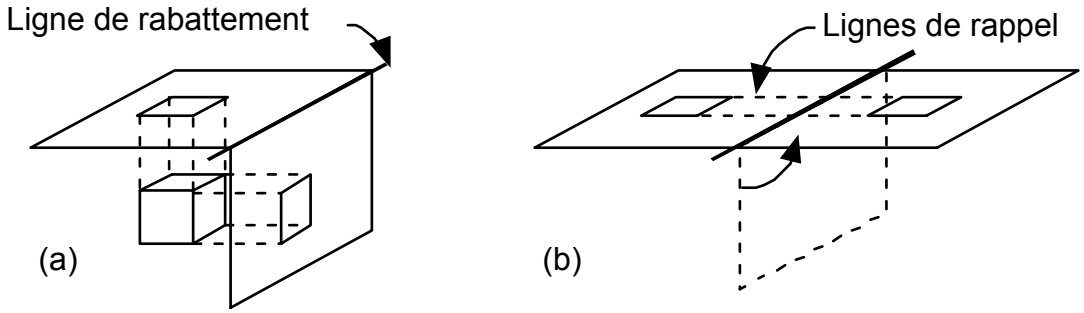


Figure 5: (a) Un cube projeté dans un plan horizontal et un plan frontal. (b) Dans la projection rabattue, les lignes de rappel relient un même point du cube d'une projection à l'autre. Ces lignes sont perpendiculaires à la ligne de rabattement.

LES PROJECTIONS STÉRÉOGRAPHIQUES

La technique de projection stéréographique est un outil performant qui permet de résoudre rapidement des problèmes d'ordre géométrique en géologie structurale. Ce type de projection est fondamentalement différent de la projection orthographique (techniques de géométrie descriptive), autre technique fréquemment utilisée en géologie structurale et qui préserve les relations spatiales entre les différents éléments structuraux. Les projections stéréographiques permettent de représenter la géométrie et l'orientation de lignes et de plans sans égard à leur relation spatiale; elles permettent en outre, de représenter des données tridimensionnelles sur une surface plane bidimensionnelle. Des problèmes géométriques tels que la détermination du pendage apparent d'une couche, de l'orientation de l'intersection entre deux plans, de l'angle entre deux lignes ou de deux plans, peuvent être résolus rapidement sur une projection stéréographique. Reste cependant que les projections orthographiques sont nécessaires lorsqu'on doit composer avec la relation spatiale des structures dans la troisième dimension, par exemple lorsque le relief topographique est important ou lorsqu'on travaille avec des projections sur plusieurs niveaux (plans d'une mine). Dans ces cas, une combinaison judicieuse des deux techniques nous permettra de résoudre tous les problèmes d'ordre géométrique et spatial.

L'utilisation de la technique de projection stéréographique est basée sur la représentation schématique de droites et de plans dans une sphère de référence. L'orientation de plans, de droites et de points dans l'espace est schématisée graphiquement en les projetant sur la moitié inférieure de cette sphère à partir du centre de celle-ci (fig. 6).

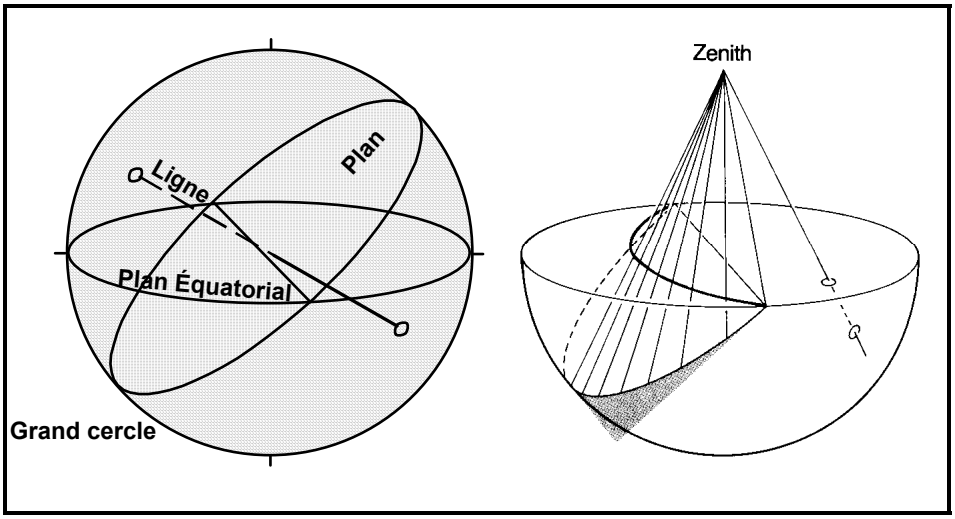
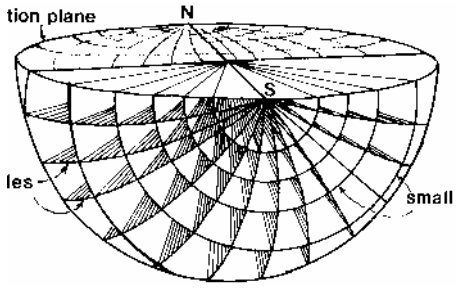


Figure 6: Projection sphérique et projection stéréographique d'un plan et d'une droite (modifié de Davis et Reynolds, 1996).

Sur une projection sphérique, un plan orienté aléatoirement dans l'espace sera représenté schématiquement par une courbe correspondant à l'intersection entre ce plan et l'hémisphère inférieur de la sphère de référence (fig. 6b). De même, la projection sphérique d'une droite est représentée par le point d'intersection entre cette droite et l'hémisphère inférieur de la sphère englobant la ligne (fig. 6b). Les projections stéréographiques sont construites à partir des projections sphériques en projetant les traces de plans et de lignes sur la surface équatoriale de la sphère à partir du point zénith.

Le graphique sur lequel les données sont projetées, le canevas de Wulff, est divisé en 360 plans d'inclinaisons différentes autour du diamètre N-S d'une sphère de référence. Ce graphique est analogue à une projection équatoriale de la surface de la Terre (fig. 7). Ce type de projection est dit *conforme ou équiangulaire* puisqu'il conserve les angles entre les plans et les lignes. Par contre pour analyser la fréquence ou la densité des données structurales, on doit utiliser une projection *équivalente ou équiaire*, le canevas de Schmidt ou de Lambert, qui conservera le rapport entre deux éléments de surface (voir Davis et Reynolds, 1996, figure H.3, page 695).

A)



B)

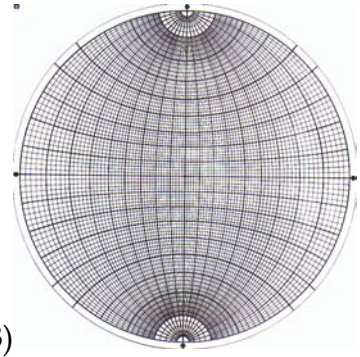


Figure 7: Projections sphériques et stéréographiques (tirés de Marshak et Mitra, 1988 et de Davis et Reynolds, 1996).

La projection stéréographique de données structurales est représentée soit par des courbes ou par des points sur la section circulaire horizontale de l'hémisphère, les courbes (ou grands cercles) représentant les plans et les points (ou pôles) représentant les droites (fig. 8). Sur une projection stéréographique, les droites de forte plongée seront représentées par des points situés plus près du centre de la projection tandis que pour les droites de faible plongée les points seront situés plus près du périmètre de la projection (fig. 8 B). De même, les grands cercles de plans fortement inclinés auront un faible rayon de courbure tandis que ceux représentant des plans faiblement inclinés auront un rayon de courbure plus prononcé (fig. 8D et G). De même, un plan vertical sera représenté par une droite, dont l'orientation correspondra à sa direction, et un plan horizontal correspondra au pourtour du stéréogramme.

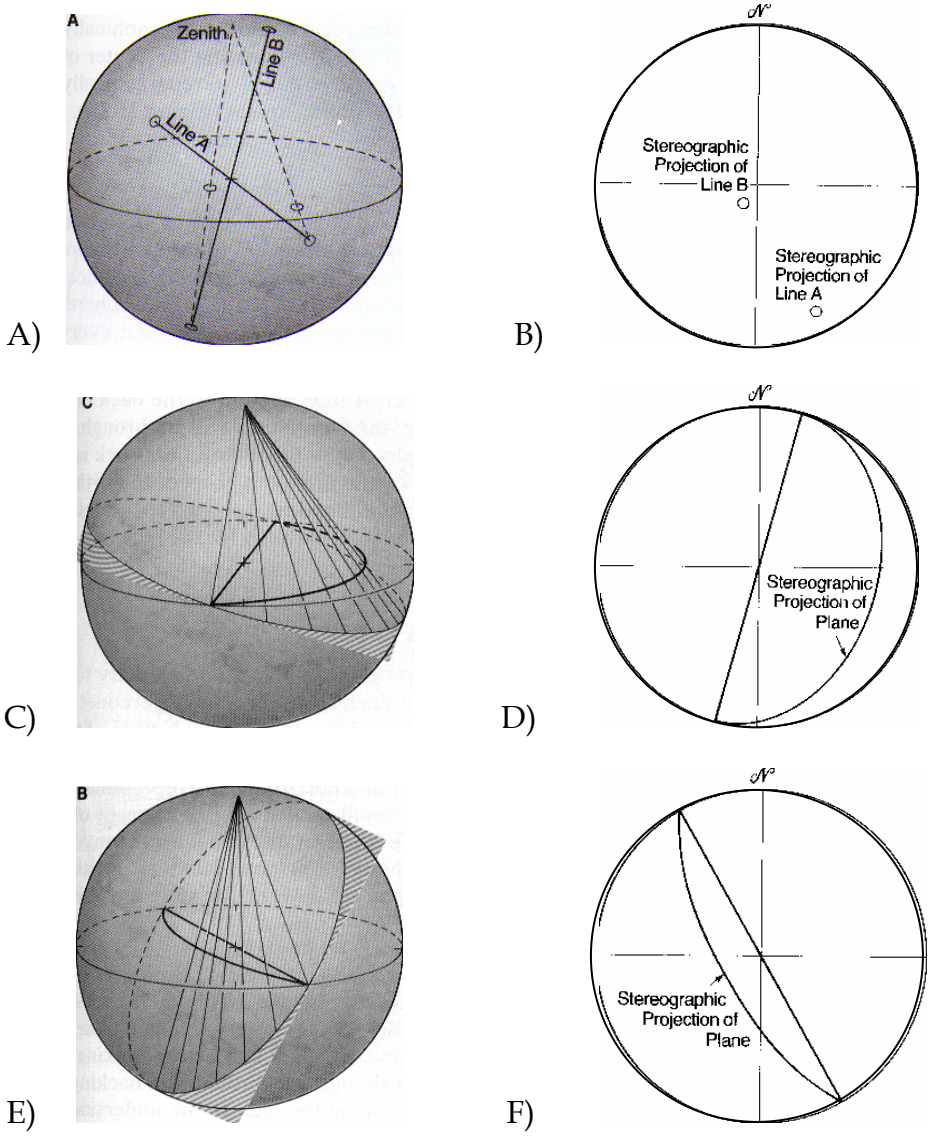


Figure 8: Projections sphériques et stéréographiques de droites et de plans. A) et B) Droites d'inclinaison différente. C), D), E) et F) Plans d'inclinaison différente (tiré de Davis et Reynolds, 1996).

GLG-10341 GÉOLOGIE STRUCTURALE

TECHNIQUES DE PROJECTION STÉRÉOGRAPHIQUE

Les éléments géologiques linéaires sont définis géométriquement à l'aide de leur direction et de leur plongée, soit l'angle entre la droite et l'horizontale mesurée dans un plan vertical. Les éléments planaires sont définis géométriquement à l'aide de leur direction, soit la ligne horizontale passant par le plan (*s* sur la figure 9A), et par leur pendage, soit l'angle que fait le plan avec l'horizontale, mesurée dans un plan vertical, et la direction de cet angle (δ sur la figure 9A). On peut représenter un plan soit par son grand cercle ou par un point qui correspond au pôle de ce plan (π soit la perpendiculaire au plan).

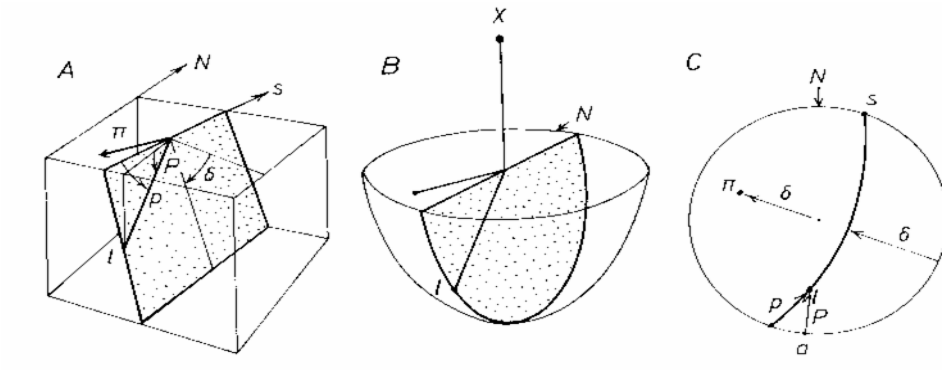


Figure 9: Projection stéréographique de plan et de droite (tiré de Ramsay et Huber, 1983).

1. Projection de droites

Représentons une droite orientée à N190/40 sur une projection stéréographique. Pour faciliter la projection, il est conseillé de placer un papier-calque sur le canevas et d'y tracer la circonférence et l'origine du cercle ainsi que les repères N-S-E-W. Il s'agit de repérer la direction 190° sur la circonférence du canevas et d'effectuer une rotation de 190° du claque autour du centre du canevas de façon à ce que le repère 190° soit situé sur le Nord. Calculer 40° sur l'axe N-S, qui représente le plongement de la ligne dans l'espace, et tracer un point. Retourner le canevas à sa position de départ.

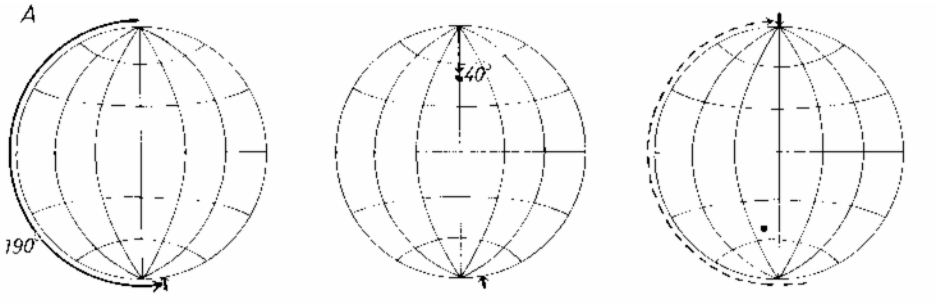


Figure 10: Technique de projection stéréographique d'une droite (tiré de Ramsay et Huber, 1983).

2. Projection de plans

Prenons l'exemple d'un plan orienté à N21/72. Commençons par tracer son grand cercle (fig. 11). Il s'agit de repérer la direction 21° sur la circonférence du canevas et d'effectuer une rotation de 21° du claque autour du centre du canevas de façon à ce que le repère 21° soit situé sur le Nord. Calculer 72° sur l'axe E-W du cercle à partir du point Est de la circonférence. Choisir le grand cercle qui correspond à cet angle et tracer ce grand cercle.

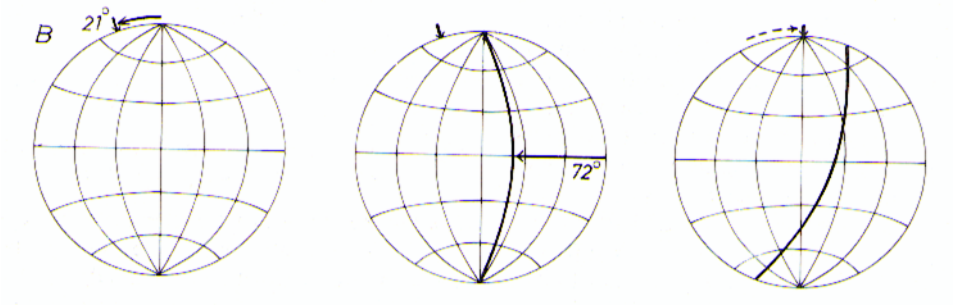


Figure 11: Technique de projection stéréographique d'un plan (tiré de Ramsay et Huber, 1983).

3. Projection du pôle d'un plan

Voyons maintenant comment tracer le pôle de ce plan (fig. 12). Il s'agit de repérer la direction 21° sur la circonférence du canevas et d'effectuer une rotation de 21° du claque autour du centre du canevas de façon à ce que le repère 21° soit situé sur le Nord. Calculer 72° sur l'axe E-W du cercle à partir de l'origine du cercle et vers l'ouest, puisqu'on cherche le pôle du plan. Choisir le grand cercle qui correspond à cet angle et tracer un point.

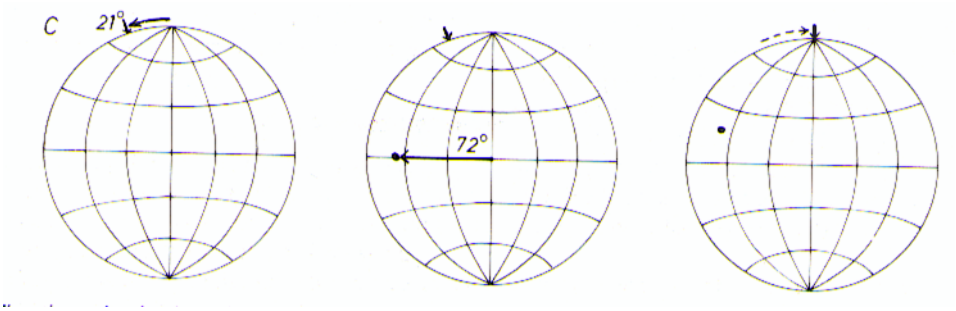


Figure 12: Technique de projection stéréographique du pôle d'un plan (tiré de Ramsay et Huber, 1983).

4. Projection d'une droite dans un plan

Sur une projection stéréographique, une droite contenue dans un plan doit se situer sur le grand cercle qui représente ce plan. Prenons par exemple le cas de stries de faille orientées à N310/40 sur un plan de faille orienté à N190/44. En géologie structurale, il est souvent utile de travailler avec l'angle de chute (*rake* ou *pitch*) d'une droite dans un plan.

Cette valeur se trouve facilement sur une projection stéréographique et correspond à la valeur angulaire calculée sur le plan, du périmètre jusqu'au point représentant la droite (fig. 13).

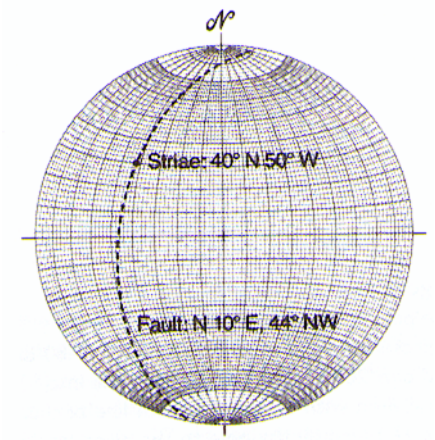


Figure 13: Technique de projection stéréographique d'une ligne dans un plan (tiré de Davis et Reynolds, 1996).

5. L'angle entre deux droites

Géométriquement, il suffit de deux droites pour définir un plan. Aussi, sur une projection stéréographique, ces droites seront contenues dans le plan défini. Prenons par exemple deux droites orientées à N42/16 et N164/80. Il s'agit de positionner les deux points représentant la projection des droites, sur un même grand cercle. Ceci correspond en fait à trouver le seul plan possible passant par ces deux droites. Concrètement, l'on doit tourner le calque jusqu'à ce que les deux points soient positionnés sur le même grand cercle. Pour calculer l'angle entre les deux droites, il s'agit de mesurer l'angle aigu entre les deux points sur le grand cercle (fig. 14).

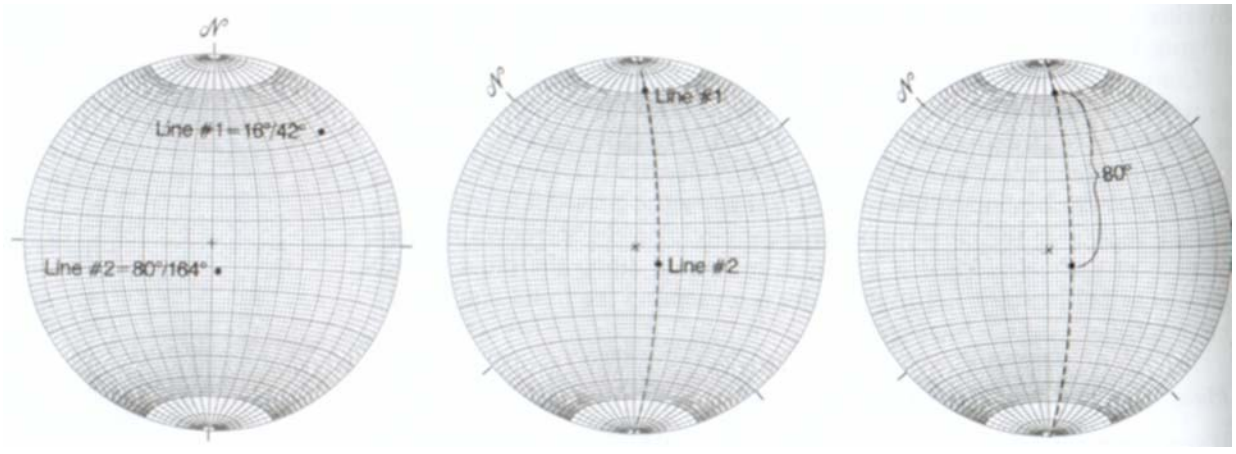


Figure 14: Projection stéréographique de l'angle entre deux lignes (tiré de Davis et Reynolds, 1996).

6. L'intersection entre deux plans: direction, plongement et angle de chute (*rake* ou *pitch*)

Sur une projection stéréographique, la ligne d'intersection entre deux plans correspond au point d'intersection des grands cercles de ces plans (*i* sur la figure 15). Pour trouver l'angle entre deux plans, il s'agit de projeter les plans sur le stéréogramme et de trouver leur pôle respectif (πA et πB sur la figure 15). Le problème est donc réduit à trouver l'angle entre deux lignes et s'exécute tel que décrit au point 5.

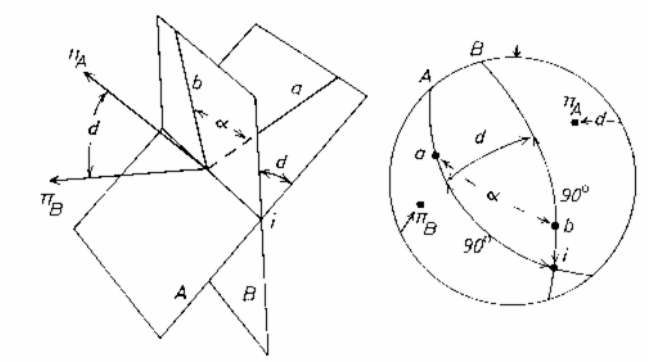


Figure 15: Projection stéréographique de l'intersection et de l'angle entre deux plans (tiré de Ramsay et Huber, 1986).

Il est aussi possible de mesurer l'angle de chute de l'intersection entre les deux plans dans un ou l'autre des deux plans. Prenons par exemple le plan orienté à N160/70 de la figure précédente et cherchons l'angle de chute de l'intersection sur ce plan. On doit ramener le grand cercle de ce plan sur l'axe N-S et calculer la distance angulaire entre le pourtour du stéréogramme et le point d'intersection sur le grand cercle représentant le plan, soit 23° vers le SE (fig. 16).

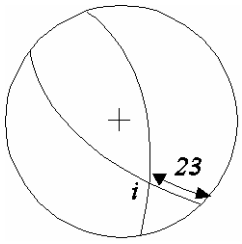


Figure 16: Projection stéréographique de l'angle de chute d'une droite (ici l'intersection entre les deux plans) sur un des deux plans.

TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNÉES STRUCTURALES

Le traitement statistique des données structurales s'effectue sur des projections stéréographiques équiaires et a pour objet de faciliter la reconnaissance d'un groupement ou d'une orientation préférentielle de certains éléments structuraux. Le stéréogramme reporte un nuage de points correspondant aux données structurales mesurées sur le terrain. Le traitement des données débute par un comptage qui consiste à dénombrer les points à

l'intérieur de chaque maille d'une grille superposée au stéréogramme (figs. 17a et b). Les données seront par la suite converties en pourcentage par rapport au nombre total de points du diagramme puis inscrits à chaque maille de la grille (fig. 17c). Des contours d'isodensité sont tracés sur le stéréogramme de façon à dégager des orientations préférentielles qui peuvent être significativement plus importantes que d'autres (fig. 17d). Pour le stéréogramme de Schmidt, l'unité de surface de comptage correspond à un cercle qui représente 1% de la surface totale du canevas équiaire. Les diagrammes ainsi produits sont des diagrammes de densité qui permet de dégager (ou non) des orientations préférentielles parmi un nombre élevé de données structurales (fig. 17e).

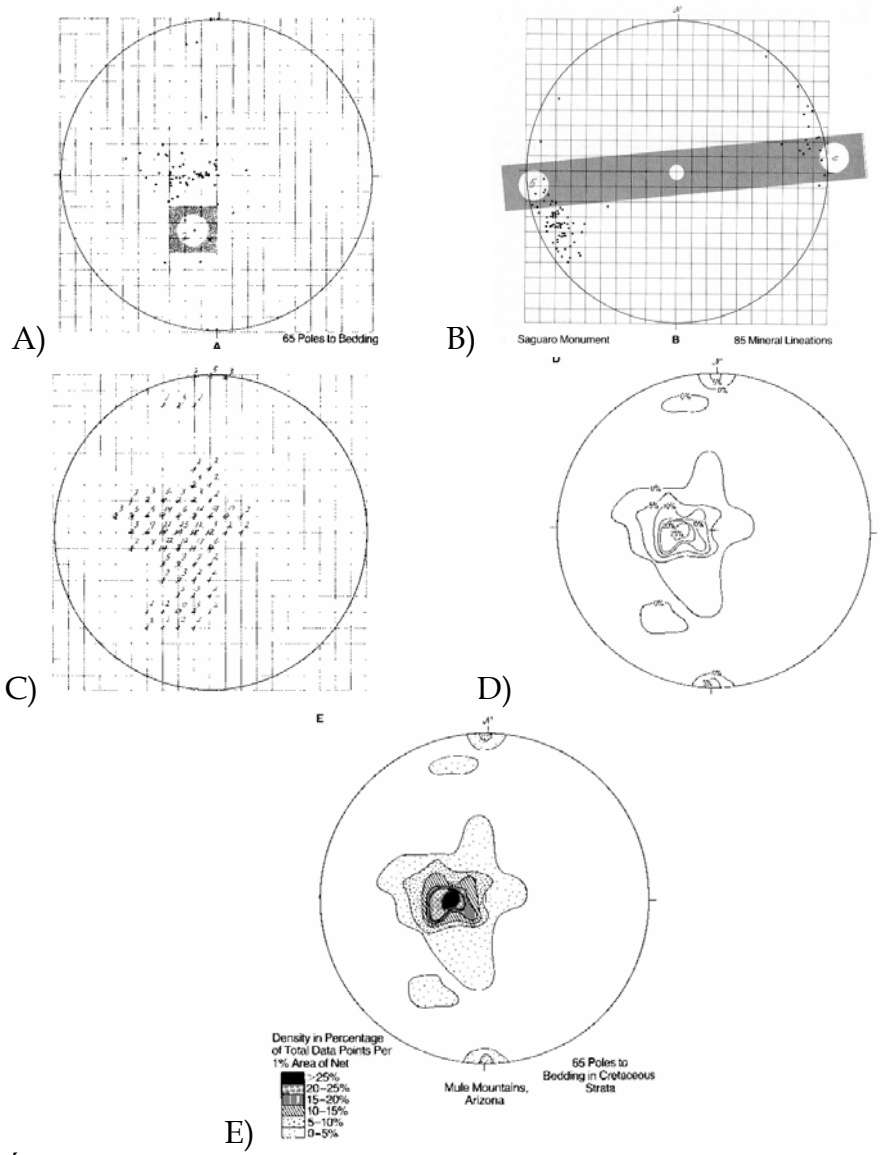


Figure 17: Étapes à suivre pour la projection stéréographique de densité. (a) (b) Comptage de la densité de points par surface. (c) et (d) Nb de données par unité de surface et densité en % = Nb de pts par surface de 1%/Nb total de pts x 100 (e) Contours de densité en (%)

Ces notes ont été préparées à partir de plusieurs volumes de référence de géologie structurale dont:

Davis, G.H. and Reynolds, S.J., 1996. Structural geology of rocks and regions, 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York, 776 p.

Hatcher, R.D. 1995. Structural geology, principles, concepts and problems, 2nd Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 525 p.

Hobbs, B.E., Means W.D and Williams, P.F., 1976. An outline of structural geology, John Wiley and Sons, 571p.

Marshak, S. and Mitra, G., 1988. Basic methods of structural geology, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 446 p.

Ramsay, J.G. and Huber, M.I., 1983. The techniques of modern structural geology, vol. 1: strain analysis, Academic Press, London, 307p.

Vialon, P., Ruhland, M. et Grolier, J., 1976. Éléments de tectonique analytique, Masson, Paris, 118 p.

EXERCICES PRATIQUES

1. Sur un stéréogramme de Wulff, projeter les axes de pli suivants mesurés sur le terrain: N40/26 et N245/75.

2. Sur un stéréogramme de Wulff, projeter les plans de stratification orientés à N65/52, N142/23, N 219/02, N 242/88, N284/78, N 312/67 et N352/43. Sur un deuxième stéréogramme tracer les pôles de ces plans.

3. Sur un stéréogramme de Wulff, projeter les plans clivages suivants: N140/30, N80/20, N227/67 et N337/75. Sur un deuxième stéréogramme trouver les pôles de ces plans.

4. Quelle est la plongée de stries mesurées sur un plan de faille (N110/43) dont la direction est de N160? Trouvez l'angle de chute des stries sur le plan de faille.

5. Projeter sur un stéréogramme de Wulff une linéation minérale de direction N225 sur un plan de clivage orienté à N170/58. Trouver la plongée et l'angle de chute de la linéation minérale.

6. Quelle est la plongée de stries dont la direction mesurée sur un plan de faille orienté à N337/72 est de N000? Trouvez l'angle de chute de ces stries sur le plan de faille.

7. Déterminer la linéation d'intersection L_0^1 entre la stratification (N100/20) et le clivage (N30/70).

8. Calculer l'intersection entre la stratification orientée à N190/41 et le plan de clivage orientée à N125/26, ainsi que l'angle entre les deux plans.

9. Calculer la direction, le plongement et l'angle de chute de l'intersection entre une strate orientée N200/30 et une veine à N130/20.

10. Une roche métamorphique polydéformée contient deux linéations minérales, N10/14 et N122/58, contenues dans un même plan de foliation. Déterminer l'orientation du plan de foliation, l'angle de chute de chacune des linéations et l'angle entre les linéations mesurée dans le plan de foliation.

11. Trouver le pendage apparent suivant une coupe verticale de direction N60 d'une strate orientée à N40/40.

12. Trouver le pendage apparent sur une face exploitée d'une carrière orientée à N350, d'un dyke orienté à N25/65. Idem pour une strate orientée à N321/65 sur une face orientée à N20. Quels sont les pôles de ces deux plans ?

13. Trouver la direction et le pendage d'une strate qui affleure à deux endroits sur une coupe de route et dont le pendage apparent est de 32° sur une face orientée à N256 et de 27° sur une seconde face orientée à N125. Trouver le pôle de ce plan.

14. Une strate montre deux pendages apparents, un de 10SE suivant une coupe de direction N160 et l'autre de 20NW suivant une coupe de direction N280. Quelle est l'orientation de la strate?

15. Deux parois de verticales dans une carrière de direction N280 et N20 montrent qu'une strate planaire présente des pendages apparents de 40NW et de 50NE. Trouver la direction et le pendage de la strate. Quel serait le pendage apparent de cette strate sur une paroi de direction N90?

16. Un des deux flancs d'un pli a une direction de N310/35 et l'autre N210/50. Calculer le plongement de l'axe du pli. Si le pli était traversé par une faille orientée à N100/60, quels seraient les angles de chute des intersections des flancs du pli avec le plan de faille?

17. Sur une projection stéréographique de Schmidt, projeter les pôles des plans de stratification des régions 1, 2 et 3. Sur un diagramme d'isocontours de densité des πS_0, déterminer le grand cercle moyen des πS_0. Trouver le pôle de ce plan qui correspond à l'axe du pli régional qui déforme les surfaces de stratification.

Domaine 1

Données de stratification

40 45	61 25	195 77	90 83	122 14	155 87
175 57	50 45	180 80	173 80	95 12	330 21
37 25	71 41	122 45	61 20	62 12	33 75
20 47	62 40	170 82	30 30	50 14	85 42
15 56	74 47	105 41	42 35	31 40	137 73
47 37	62 42	15 80	40 45	82 15	32 40
40 47	75 43	80 35	36 40	102 22	50 55
40 43	70 40	65 33	52 38	11 55	175 80
173 62	77 35	65 40	63 29	25 30	160 90
45 40	68 48	50 42	70 25	32 35	24 60
168 45	80 45	43 30	86 24	80 45	155 83
32 60	76 53	95 22	100 30	65 45	150 70
20 50	78 40	62 32	45 40	36 37	158 90
332 44	180 72	28 35	32 48	43 38	19 70
30 50	137 65	37 45	38 55	58 37	64 50
43 50	115 49	35 55	35 38	24 37	145 90
40 45	90 46	30 50	54 23	27 35	15 60
40 50	85 49	000 87	40 48	100 32	84 45
47 43	70 53	103 47	30 35	105 32	167 85
30 40	92 50	90 50	30 37	35 40	158 45
36 55	120 47	340 75	47 23	05 40	310 25
54 45	152 60	42 37	83 17	33 43	98 27
52 45	140 60	14 58	102 12	30 43	163 52
32 45	113 46	35 55	55 25	50 35	05 22
50 40	102 38	43 60	42 18	90 37	35 43
70 38	50 27	50 40	35 23	28 24	160 90
53 48	115 40	42 18	23 23	10 45	85 45
53 40	65 32	33 65	45 22	115 38	33 47
100 40	104 44	155 78	77 21	55 31	
66 45	150 47	160 60	115 15	05 90	

Domaine 2
Données de stratification

155 68	145 43	21 82	163 27	50 47	40 35
135 21	000 45	20 60	192 85	68 75	90 17
05 65	10 33	118 27	12 82	05 85	12 50
156 35	25 18	105 35	18 80	197 75	30 52
132 34	87 14	20 80	05 88	45 22	20 75
90 30	130 19	197 60	180 62	40 30	28 62
99 30	127 27	115 38	111 22	12 85	43 55
103 22	135 37	10 82	28 53	193 85	55 60
98 28	137 36	15 90	40 50	129 36	22 75
83 23	130 30	172 65	35 42	90 20	12 65
35 24	93 12	10 75	31 45	85 35	15 27
50 27	36 65	20 60	70 32	40 30	28 50
37 15	55 55	08 75	83 32	21 55	10 79
10 25	55 65	23 53	100 30	25 60	60 58
36 25	30 53	185 80	87 30	45 45	30 45
17 80	80 65	20 40	115 38	107 20	146 43

Domaine 3
Données de stratification

13 83	110 25	320 36	195 53	50 45	18 60
22 80	37 48	20 70	20 37	36 60	25 42
14 73	09 78	14 65	23 72	35 45	37 40
11 52	208 90	12 69	06 90	53 55	30 60
170 45	175 66	15 65	162 57	37 62	33 43
18 62	05 85	05 80	10 65	55 62	08 50
19 52	12 70	08 88	172 40	43 38	000 83
10 54	12 53	154 60	45 15	08 25	192 60
198 72	10 56	104 23	170 45	38 40	20 35
185 80	15 66	30 60	03 90	20 38	15 50
193 64	10 61	20 63	17 77	87 25	000 55
19 61	18 58	000 65	21 90	50 30	10 57
09 65	185 60	15 69	03 85	75 20	170 90
10 72	180 74	10 60	08 90	70 20	25 67
08 56	10 70	178 80	14 85	35 27	05 55
185 75	13 65	16 78	180 38	303 23	25 55
12 65	10 70	182 70	173 60	30 55	350 60
000 70	180 55	158 70	000 42	20 65	000 65
20 60	000 65	12 72	195 60	22 60	02 73
10 68	05 70	12 70	194 85	42 60	355 70
15 70	05 90	07 70	14 68	27 45	357 57
54 36	25 90	07 78	13 70	30 40	350 55
50 40	06 55	172 56	02 90	23 55	88 52
22 45	17 75	100 23	15 70	30 40	207 63
10 70	20 50	22 60	20 90	17 60	000 85
18 85	126 54	15 90	165 67	02 90	13 90