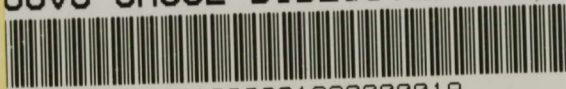


UOVS-SASOL-BIBLIOTEEK 0226504



111091260201220000019

DIE GEOLOGIE VAN DIE GEBIED POORTJIE

3022B IN DIE DISTRIKTE

BRITSTOWN, CARNARVON, PRIESKA

EN VICTORIA-WES, NOORD-KAAPLAND

deur

WILLEM ANDRIES van der WESTHUIZEN

1977

*Verhandeling voorgelê ter gedeeltelike vervulling van die graad
MAGISTER SCIENTIAE in die Fakulteit van Natuurwetenskappe aan die
Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.*

Universiteit van die Oranje-Vrystaat
BLOEMFONTEIN

21-06-1977

KLAS No. T556.R18 Wes

No.

226504

BIBLIOTHEEK

UITTREKSEL

Die geologiese geskiedenis van die gebied was kompleks en word gekenmerk deur verskeie diskordansies en klinodiskordansies asook vulkanisme, vervorming, metamorfose en vergletsering.

Die oudste gesteentetipe is die Welgevondengraniet, 'n horst, wat as vloer beskou word. In die noordoostelike hoek van die gebied dagsoom dolomiet, kalksteen en gestreepte ysterformasie van die Sisteem Transvaal. Wes van die Doornberglineament dagsoom gesteentes bestaande uit arkoïese, lawa, kalksteen en gestreepte ysterformasie wat vroeër as 'n gedeelte van die Serie Marydale beskou was, maar wat nou die Soetvleiformasie genoem word, en wat 'n ouderdom vergelykbaar met die Transvaalgesteentes het. Die geochemie van die Soetvleilawas dui 'n tholeiïetiese basaltiese samestelling aan. Die lae van die Sisteem Transvaal knyp uit teen die Welgevondengraniet en gevolglik kan die Welgevondengraniet as 'n gedeelte van die westelike grens van die Transvaalkom beskou word, of dit kan 'n hoog in die Transvaalkom wees met 'n laterale variasie in die litologie wes van die hoog af.

Wes van die Welgevondengraniet is daar 'n dik opeenvolging van metapelitiese gesteentes bestaande uit kwartsiete, gneisse en amfiboliete wat met die Matsap/Kheis gekorreleer word. Die graad van metamorfose is egter eerder vergelykbaar met dié van die Namakwalandse Mobile Gordel as met die Kheis- of Matsapdomeins verder noord. Die gesteentes het drie hoofperiodes van vervorming ondergaan waarvan die eerste twee isoklinaal ko-aksiaal was, met 'n noord-noordwestelike strekking, gevolg deur 'n periode van oopvloeiing loodreg op die b-plooiing van die eerste twee periodes van vervorming. Hierdie laaste periode van

plooing het koepel-en-kom strukture tot gevolg gehad.

Die gesteentes wes van die Doornberglineament was aan verskeie temperatuur- en druktoestande blootgestel en gevolglik kan twee isograde deur die gebied getrek word. Daar is 'n toename in graad van metamorfose van oos na wes en die metamorfe gebiede bestaan uit baie lae-graadse-, laegraadse- en 'n medium- tot hoëgraadse area. Na die tydperke waartydens vervorming en metamorfose plaasgevind het, het 'n glasiale periode begin waartydens die Serie Dwyka afgeset is. Uit die voorkoms van halietskristalle in die Étage Bo-Dwykaskalies kan afgelei word dat die afsetting van dié Serie onder vlakwatertoestande plaasgevind het en nie in 'n relatief diep see soos aanvanklik vermoed is nie.

Na die afsetting van die Karoosuksessie het doleriet, en nog later, kimberliet die Karoogesteentes binnegedring. Die Karoogesteentes word grootliks deur resente materiaal soos kalkkreet, sand en grond bedek.

Ondergrondse water is geassosieer met verskuiwings en lineêre strukture en goeie lewerings kom voor.

Geomorfologies bestaan die gebied uit groot vlaktes met inselberge. Die vernaamste erosiesiklusse was die Afrika- en na-Afrikasiklusse.

INHOUD

	Bladsy
1 INLEIDING	1
1.1 LIGGING	1
1.2 BEVOLKING EN VERBINDINGSWEË	1
1.3 KLIMAAT	3
1.4 FLORA	4
1.5 FAUNA	7
1.6 VORIGE GEOLOGIESE WERK	8
2 FISIOGRAFIE	11
2.1 GEOMORFOLOGIE	11
2.2 PANNE	14
2.2.1 Klassifikasie En Beskrywing	15
2.2.2 Ontstaan Van Panne	17
3 STRATIGRAFIE	19
3.1 DIE STRATIGRAFIESE OPEENVOLGING VAN DIE GESTEENTES IN DIE GEKARTEERDE GEBIED	19
3.2 STRATIGRAFIE VAN DIE VOOR-KAROO GESTEENTES	20
3.2.1 Vorige Werk	20
3.3 DIE STRATIGRAFIE VAN DIE VOOR-KAROO GESTEEN- TES IN DIE HUIDIGE KARTERINGSGEBIED EN MOONTLIKE KORRELATE	26
3.3.1 Nomenklatuur	26
3.3.2 Die Opeenvolging Van Die Sisteem Transvaal	26

INHOUD (vervolg)

	Bladsy
3.3.3 Die Opeenvolging Van Die Gesteentes Op Soet Vlei 96 En Welgevonden 97 En Die Verhouding Tussen Hierdie Gesteentes	28
3.3.4 Die Gesteentes Aan Die Westekant Van Die Welgevondengraniethoog En Moontlike Korrelate	31
3.3.5 Die Afsetting En Ontwikkeling Van Die Gesteentes Weerskante Van Die Graniet	36
3.3.6 Die Strukturele Vervorming Van Die Gesteentes	39
3.4 INTRUSIEWE GESTEENTES VAN VOOR-KAROO OUDER- DOM	42
3.4.1 Diabaas	42
3.4.2 Kwarts-Veldspaatporfier	42
4 VLOERGRANIET	43
4.1 VOORKOMS	43
4.2 TEKTONIESE PLASING EN DIE INVLOED VAN DIE GRANIET OP JONGER FORMASIES	44
4.3 TYPES GRANIET	44
4.3.1 Petrologie Van Die Gefolieerde Biotietgraniet (Monster W71)	46
4.4 INSLUITSELS IN DIE GRANIET	48
4.5 KONTAKTE MET ANDER GESTEENTES	48
4.6 OORSPRONG VAN DIE GRANIET	49

INHOUD (vervolg)

	Bladsy
5 SISTEEM TRANSVAAL	51
5.1 INLEIDING	51
5.2 DIE ÉTAGE HOOFDOLOMIET	51
5.2.1 Litologie	53
5.2.2 Afsettingstoestande	56
5.2.2.1 Die oorsprong van die kalsium, magnesium, silika en mangaan, wat die hoof chemiese bestanddele van die Serie Dolomiet vorm	56
5.2.2.2 Toestande waaronder CaCO_3 presi- piteer	56
5.2.2.3 Toestande waaronder chert kan vorm	57
5.2.2.4 Dolomitisasie	63
5.2.2.5 Samevattend	64
5.3 DIE ÉTAGE GESTREEPTE YSTERKLIP	64
5.3.1 Litologie	66
5.3.2 Afsettingstoestande	67
5.3.2.1 Oorsprong van die yster en silika	68
5.3.2.2 Vervoer en afsetting van yster en silika	69
6 DIE SOETVLEIFORMASIE	73
6.1 INLEIDING	73

INHOUD (vervolg)

	Bladsy
6.1.1 Litologie	74
6.1.1.1 Grint, arkoos, konglomeraat en kwartsiet	74
6.1.1.2 Kalksteen en lawa	75
6.1.1.3 Gestreepte ysterformasie .	76
6.2 DIE GEOCHEMIE VAN DIE LAWAS	78
6.2.1 Die Kaliuminhoud Van Die Suidelike Marydalelawas	82
6.2.2 Eienskappe Van Die Suidelike Marydale- lawas Wat Ooreenstem Met Die Van Oseaanvloerbasalte	85
6.2.3 Eienskappe Van Die Suidelike Marydale- lawas Wat Ooreenstem Met Eienskappe Van Eilandhoogtholeiïetiese Basalte .	
6.3 SAMEVATTING	90
7 DIE KWARTSIET EN METAPETITIESE GESTEENTES WES VAN DIE WELGEVONDENGRANIET	91
7.1 DIE KWARTS-VELDSPAATGNEIS	91
7.1.1 Inleiding	91
7.1.2 Voorkoms En Verspreiding	91
7.1.3 Litologie	91

INHOUD (vervolg)

	Bladsy
7.2 DIE KAAIEN-KWARTSIETFORMASIE	92
7.2.1 Verspreiding En Voorkoms	92
7.2.2 Litologie	92
7.2.3 Struktuur	93
7.3 GROBLERSHOOP-/KENHARDTFORMASIE	94
7.3.1 Verspreiding En Voorkoms	94
7.3.2 Litologie En Petrografie	95
7.3.3 Struktuur Van Die Groblershoop-/ Kenhardtformasie	99
8 SISTEEM KAROO	101
8.1 INLEIDING	101
8.2 VOOR-KAROOVLOER	101
8.3 SERIE DWYKA	106
8.3.1 Algemeen	106
8.3.2 Étage Glasiale Lae	107
8.3.3 Étage Bo-Dwykaskalie	119
8.3.3.1 Die Witband	123
8.3.4 Die Afsettingsgeskiedenis Van Die Serie Dwyka	130

INHOUD (vervolg)

	Bladsy
8.3.5 Oorsprong En Implikasie Van Die Kristalafdrukke	134
8.4 SERIE ECCA	138
9 TERSIËRE TOT RESENTE AFSETTINGS	139
9.1 OPPERVLAKKALKSTEEN	139
9.1.1 Oorsprong Van Die Kalsiumkarbo- naat	139
9.2 WINDGEWAAIDE SAND	141
9.3 ALLUVIUM	141
9.4 GROND	142
9.5 PUIN	142
10 INTRUSIEWE GESTEENTES	144
10.1 INLEIDING	144
10.1.1 Kwarts-veldspaatporfier	144
10.1.2 Na-Karoodoleriet	146
10.1.3 Kimberliet	147
11 METAMORFOSE	149
11.1 INLEIDING	149

INHOUD (vervolg)

	Bladsy
11.2 LAEGRAADSE METAMORFOSE	149
11.3 MEDIUM- TOT HOËGRAADSE METAMORFOSE	154
11.4 MIGMATIETE	159
12 STRUKTUUR	162
12.1 INLEIDING	162
12.2 STRUKTURELE PLASING	162
12.3 DIE PLOOI PERIODES	163
12.4 STRUKTURELEMENTE	167
12.5 VERSKUIWINGS	167
13 ARGEOLOGIE	175
13.1 ROTSGRAVURES	175
13.2 WERKTUIE	177
14 EKONOMIESE GEOLOGIE	180
14.1 GRONDWATER	180
14.2 DIAMANTE	182
14.3 ^{Basiese} BASIESE METALE	183
14.4 ASBES	184
14.5 KALKREET	184
14.6 DOLERIET	184
14.7 SOUT	184

(x)

INHOUD (vervolg)

	Bladsy
Bedankings	186
Bibliografie	188
Aanhangsel	206

ILLUSTRASIES

PLATE

- I Geologiese kaart van Bladgebied 3022B (Poortjie).
- II Legende.
- III *Profiel*
Seksie.

FIGURE

Bladsy

1.	Ligging van gekarteerde gebied	2
2.	'n Mooi voorbeeld van 'n Hoodia bainii in blom	6
3.	Skematiese <i>profiel</i> seksie deur die Sisteem Transvaal oos van die Doornberglineament	27
4.	'n Skematiese voorstelling van die gesteentes wes van die Doornberglineament op Soet Vlei 96 en Welgevonden 97	28
5.	'n Skematiese <i>profiel</i> seksie van die gesteentes wes van die Welgevondengraniet	31
6.	Die vorming van 'n horst in die vloer	36

FIGURE (vervolg)

Bladsy

7.	'n Skematiese voorstelling van sedimentasie in die omgewing van die horst	37
8.	'n Skematiese voorstelling aan die einde van die sedimentasieperiode in die Soet Vlei- omgewing	38
9.	'n Voorstelling van gesteentes voor die hoof- periodes van vervorming	39
10.	'n Skematiese voorstelling van die vervorming wat plaasgevind het	39
11.	'n Skematiese voorstelling van 'n ^{profiel} seksie deur die gesteentes van die gekarteerde gebied ..	40
12.	Ware seksie van karteringsgebied	40
13.	Korrelasie van die gesteentes oos van die Wel- gevondengraniet (Soetvleiformasie)	41
14.	Korrelasie van die gesteentes wes van die Wel- gevondengraniet	41
15.	^{Stratigrafiese} Geologiese-kolom van die Étage Hoofdolomiet op Soet Vlei 96	52

FIGURE (vervolg)

	Bladsy	
16.	Suilvormige stromatoliete in die Étage Hoofdolomiet op Soet Vlei 96	54
17.	Suilvormige stromatoliete op Soet Vlei 96	55
18.	'n Model van 'n getyvlakke volgens Young e.a.(1972)	60
19.	Doomvormige stromatoliete op Soet Vlei 96	61
20.	Die Oölitiese Jaspissone op Soet Vlei 96	66
21.	Kussingstrukture in die Soetvleilawas op Welgevonden 97	75
22.	AFM diagram van die suidelike Marydalelawas	80
23.	Diagram om die Kalk-alkaliese (KA) en Tholeiïetiese (TH) velde aan te dui	81
24.	Diagram om die Kalk-alkaliese (KA) en tholeiïetiese veld van eilandboë aan te dui	81
25.	Diagram wat die Tholeiïetiese en Kalk- alkaliese neigings van gesteentes aandui ..	82

FIGURE (vervolg)

	Bladsy
26. Vergelyking van die TiO_2/FeO -verhouding van die Marydalelawas met monsters van die huidige ondersoek	84
27. Die Ti/100-Zr-YX3 diagram	85
28. Diagram om te onderskei tussen Oseaan-vloerbasalte (OVB) en eilandboogtholeiïete (EBT)	86
29. $TiO_2-K_2O-P_2O_5$ diagram	87
30. Vroeë fase van ontwikkeling van 'n eilandboog, met die uitvloei van eilandboog tholeiïetiese lawas	88
31. Verlengde kwartskorrels (roeistrukture) in die Kaaienkwartsiet op Klein Modderfontein 100	93
32. Augengneis op Grenaatkop 120	96
33. Amfibolietlense wat tussengelaagd met gneisse op Roodevloer 123 voorkom	98
34. Kaaienkwartsiet op Who Can Tell wat deur gletsers gepoleer en gladgeskuur is	102

FIGURE (vervolg)

	Bladsy
35. Halfmaanvormige breuke wat deur brokstukke gedurende ysbeweging veroorsaak is	103
36. Halfmaanvormige breuke, gutse en ysskrape	103
37. 'n Roosdiagram van die strekking van ver- lengde panne in die gekarteerde gebied ...	104
38. 'n Roosdiagram van die rigting van gletser- skrape in die gekarteerde gebied	104
39. Étage Glasiële Lae	108
40. Tilliet op Wielpan 124	109
41. Rolblokskalie op Jonkerwater 121	112
42. Diamiktiet op Wielpan 124	112
43. Swerfsteen afkomstig uit drywende ysblok op Klein Modderfontein 100	113
44. Wurmboorsels op Middelwater 99	114
45. Asimmetriese riffels op Roodevloer 123	115

FIGURE (vervolg)

	Bladsy
46. Warweskalie op Roodevloer 123	116
47. Stromatoliete op Middelwater 99	117
48. Keël-in-keël strukture op Middelwater 99 ..	119
49. Étage Bo-Dwyka	120
50. <u>Chondrites</u> op Kalkfontein 131	122
51. Die Witband op Kalkfontein 131	124
52. Sinteties-bereide NaCl kristal	125
53. Afdrukke van NaCl-kristalle in die skalie van die Witband	126
54. Afdrukke van NaCl-kristalle in die skalie van die Witband	126
55. Afdruk van 'n halietskristal in die Witband .	127
56. Afdrukke van halietskristalle wat met hulle punte in die modder gelê het	127
57. Fossielafdrukke van die <u>Notocaris tapscotti</u> in die Witband	128

FIGURE (vervolg)

	Bladsy	
58.	Vergroting van die <u>Notocaris tapscotti</u>	129
59.	Die rigting van beweging van ysplate gedurende die Dwyka vergletsering	130
60.	Figuur om die biologiese aktiwiteit in die Bo-Dwyka skalies te verklaar, wat onder reduserende toestande afgeset is	133
61.	Die volgorde van kristallasie van soute gedurende verdamping	135
62.	Lokaliteitskaart om verskillende metamorfe gebiede voor te stel	150
63.	Mineralogiese samestelling van metamorfe gesteentes in noordelike deel van karteringsgebied	151
64.	ACF diagramme (Cornell, 1975) om die mineraalparagenese weer te gee	152
65.	Fig. 65. Mikrofoto om mineraalassosiasies aan te toon	155
66.	Die verhouding tussen die plagioklaassamestelling en die aktinoliet-hornblende-oorgang	156

FIGURE (vervolg)

	Bladsy
67. Metamorfe reaksies van pelitiese gesteentes	157
68. Mineraalvoorkomste en -assosiasies in die gekarteerde gebied	158
69. Migmatisasie in gneisse op Roode Vloer 123	160
70. Koepel- en -komstrukture op Middelwater 99	165
71. F_1 en F_2 lineasies wat deur F_3 vervorm is	166
72. Konsentriese plooiing in kwartsiet op Middelwater 99	166
73. F_1 lineasies en spoor van f_1 assevlak ...	169
74. F_2 lineasies en spoor van f_2 assevlak ...	170
75. Phi-diagram van foliasies in die gekarteerde gebied	171
76. Diagram om die middelpunt van die F_3 lineasies in die gekarteerde gebied aan te toon	171

FIGURE (vervolg)

	Bladsy
77. Lineêre strukture in doleriet	172
78. Lineêre strukture	173
79. Koepel-en-komstrukture op makroskaal in die ge- karteerde gebied	174
80. Olifante op Kalkfontein 131	176
81. Leeu op Kalkfontein 131	176
82. Renoster op Kalkfontein 131	177

TABELLE

	Bladsy
I Sensusopname van die distrik Prieska	1
II Temperatuur en reënvalgegewens vir Prieska	4
III Die stratigrafie van die gesteentes in die ge- karteerde gebied	19
IV Stratigrafiese opeenvolging suid van Prieska (Rogers en Du Toit, 1908)	20
V Litostratigrafiese indeling van die Kheisgsteen- tes (Vajner, 1974)	22
VI Die Kheisdomein	24
VII Stratigrafiese opeenvolging van die Sisteem Transvaal in Noord-Kaapland maar nie noodwendig in die karteringsgebied nie	27
VIII Moontlike korrelate van die Soetvleiformasie ..	30
IX Die opeenvolging van die gesteentes wes van die Welgevondengraniet	35
X Hoofeienskappe van die ysterformasie fasies ...	70

1 INLEIDING

1.1 LIGGING

Vir die doel van die studie is 'n gebied van sowat 2 500 km² in Noord-Kaapland gekarteer en geologies ondersoek. Die gebied is geleë tussen lengtegrade 22°30' en 23°00' O, en tussen breedtegrade 30°00' en 30°30' S. Die grootste gedeelte van die area word beslaan deur die distrik Prieska, alhoewel klein gedeeltes van die distrikte Britstown, Victoria Wes en Carnarvon ook in die gebied ingesluit is (Fig. 1).

1.2 BEVOLKING EN VERBINDINGSWEË

Die gebied is onderverdeel in plase waar skaapboerdery die vernaamste bedryf is. Merinoskape vir wol en Dorperskape vir vleis geniet die meeste aandag. Party plase het lusernlande wat uit boorgate besproei word. 'n Paar panne word omgeploeg en 'n klein hoeveelheid mielies en koring word daarop verbou. Die grootte van die plase is ongeveer 3 500 ha. Tabel I toon die gegewens betreffende die bevolking van Prieska wat met die jongste sensusopname (1971) verkry is.

Tabel I : Sensusopname van die distrik Prieska^x

		Manlik	Vroulik
Dorp	Blankes	720	839
	Kleurlinge	2 365	2 531
	Asiate	8	12
	Bantoes	947	945
	Totaal	8 367	
Distrik	Blankes	1 487	1 557
	Kleurlinge	6 011	6 153
	Asiate	8	12
	Bantoes	2 873	1 456
	Totaal (Manlik en Vroulik)	19 600	

^x Persoonlike mededeling, mnr. Geertsema van die Departement Statistiek, Pretoria.

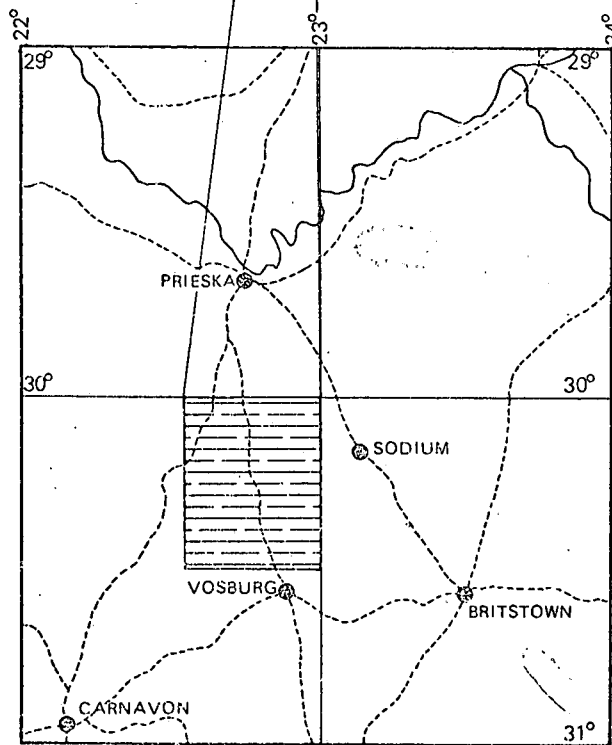
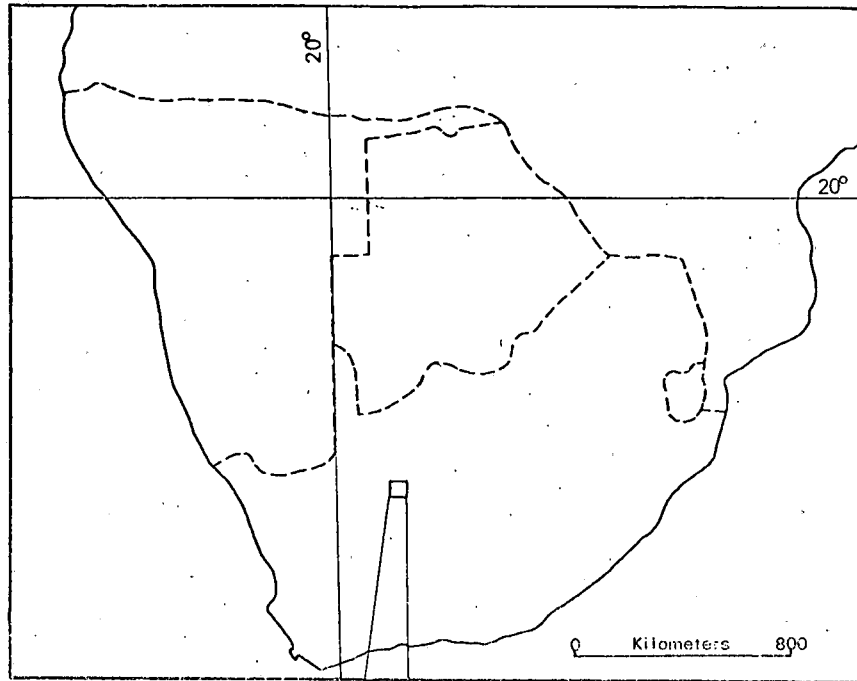


Fig. 1. Ligging van die gekarteerde gebied.

Twee hoofpaaie, naamlik die Prieska-Carnarvon pad en die Prieska-Victoria Wes pad loop deur die gebied. Verskeie sekondêre en ondergeskikte paaie vorm 'n netwerk deur die gebied sodat enige plek in die gebied maklik bereikbaar is. Na swaar reëns is meeste van die paaie onbegaanbaar.

Die naaste dorp aan die noordekant van die gebied is Prieska terwyl Vosburg, Vanwyksvlei en Strydenburg onderskeidelik aan die suide, weste- en oostekante geleë is.

1.3. KLIMAAT

Die area word gekenmerk deur hoë somertemperature en tot 28,7°C is al gemeet. Die warmste tyd van die jaar is Januarie en Februarie wat dan ook saamval met 'n hoë reënvalperiode. As gevolg van die hoë temperature ontstaan daar 'n laagdrukstelsel oor die gebied en vogtige lug stroom dan vanaf die Indiese Oseaan na die gebied. Reënval is meestal in die vorm van donderstorms en weens hierdie vorm van presipitasie is die persentasie afloop hoog en gevolglik is die aanvulling van die ondergrondse watervoorraad baie klein.

Gedurende die winter is daar weer 'n hoogdrukgebied oor die binneland en droë lug beweeg dan weg uit die binneland (Potgieter, 1973, p.5). Tabel II dui die reënval, sowel as die minimum en maksimum temperature vir Prieska aan.

Tabel II : Temperatuur en reënvalgegewens vir Prieska^x

Jaar	Reënval (mm)	Temperatuur (°C)	
		Minimum	Maksimum
1962	132,7	9,9	28,7
1963	441,6	10,8	27,2
1964	167,4	9,5	27,7
1965	136,3	9,9	27,7
1966	112,2	10,7	28,4
1967	427,8	10,7	27,2
1968	245,2	9,5	26,8
1969	228,0	9,4	26,4
1970	239,8	10,1	27,8
1971	220,0	10,5	27,6

^xGegewens verkry uit Noord-Kaapland Streekstudie (1969)

1.4 FLORA

Die gekarteerde gebied is geleë in die Bo-Karoo en Acoc's (1953, p.96-99) beskryf die plantegroei as tiperend van die droë Karoostreek. As gevolg van die lae reënval, is die plante by uitstek aangepas vir droogtetoestande.

Die belangrikste en mees algemene plantegroei is die karoobossies en die volgende soorte word aangetref :

Algemene naam	Spesie	Familie
Ankerkaroo	<i>Pentzia incana</i>	Compositae
Bitterkaroo	<i>Chrysocoma tenuifolia</i>	Compositae
Bloublommetjie	<i>Aster barbatus</i>	Compositae
Boegoekaroo	<i>Pteronia glauca</i>	Compositae
Bloublommetjiekaroo	<i>Aster muricatus</i>	Compositae
Blouperdekaroo	<i>Nestlera humilis</i>	Compositae
Karooganna	<i>Plinthus karoocicus</i>	Aizoaceae
Kortbeenganna	<i>Salsola glabrescens</i>	Chenopodiaceae
Kowerbos	<i>Garuleum bipinnatum</i>	Compositae
Perdebossie	<i>Pegolettia retrofracta</i>	Compositae

Inheemse bome behels veral die swarthaak (*Acacia detinens*), karee (*Rhus lancea*) en die soetdoring (*Acacia karoo*). Bome is skaars en kom meestal

in klofies en ander waterryke areas voor.

Kenmerkende struik is die driedoring (*Rhigozum trichotomum*) en Acco's (1953, p.99) praat dan ook van die "driedoringveld". Die *Rhigozum trichotomum* toon 'n voorliefde vir die rooi sanderige grond wat in die gebied voorkom en word ook op die pedimente aangetref. Die asbos (*Psilocaulon absimile*) word ook volop aangetref.

In droogtetypie is daar baie min tot geen gras aanwesig nie, maar na reëns kom boesmangras (*Aristida ciliata*) en steekgras (*Stipagrostis amabilis*) voor.

Dit is interessant dat daar 'n besliste affiniteit tussen sekere plantsoorte en sekere gesteentetipes bestaan. So groei gras op die suur gneisagtige gesteentes en veral die *Aloe karasburgensis* groei net op koppies van Kaaien kwartsiet. Die moontlikheid dat daar 'n spesifieke spoorelement in die kwartsiete is, moet nie uitgesluit word nie. Dit is egter ook moontlik dat die *Aloe karasburgensis* se groei gestimuleer word deurdat dit die nodige goeie dreinerings, gereflekteerde sonlig en ventilasie op die goed genate, prominente kwartsietkoppies vind. Die *Aloe karasburgensis* kom op die plaas Klein Modderfontein 100 voor. Ander spesies wat hier voorkom, is *Aloe hereroensis* (sandaalwyn) wat op Jonkerwater 121 en Welgevonden 97 aangetref word. *Aloe claviflora* (kraalaalwyn) en *Aloe variegata* (kanniedood) kom oor die hele gebied voor.

Ander vetplante wat aangetref word, is vygies (*Mesembryanthemum*), verskeie plakkies (*Crassula* en *Cotyledon*), ghaap (*Trichocaulon*), bitterghaap (*Hoodia*, sien Fig. 2), aasblom (*Stapelia*) en suring (*Anacampseros*).

'n Paar interessante Mesembryanthemums wat hier voorkom, is die *Titanopsis calcarea*, *Dinteranthus pole-evansii* asook *Lithops hallii* en *Lithops turbiniformis*. Die eerste drie plantjies toon almal 'n voorliefde vir 'n omgewing van kalkreet, terwyl die *Lithops turbiniformis* op aarkwarts en kwartsiet floreer. Ander Mesembryanthemums wat hier gevind word is spesies van *Nanathus*, *Mesoklema*, *Aridaria* en *Aloinopsis*.



Fig. 2. 'n Mooi voorbeeld van 'n *Hoodia bainii* in blom.

Euphorbia spesies wat in die gebied aangetref word is die vingerpol (*Euphorbia fusca*) en die melkbos (*Euphorbia gummifera*).

Die gemsbokkomkommer (*Citrullus naudinianus*) groei ook welig na 'n buireën.

1.5 FAUNA

Springbokke (*Antidorcas marsupialis*), blesbokke (*Damaliscus albifrons*), steenbokke (*Raphicerus campestris*) en duikers (*Sylvicapra grimmia*) waarvan eersgenoemde twee deur boere aangehou word, kom hier voor. Op die plaas Pasatie (Kalkfontein 131) is daar ook gemsbokke (*Oryx gazella*). Ystervarke (*Hystrix africae-australis*) en aardvarke (*Orycteropus afer*) is ook volop in die gebied. Ander plantetende diere is dassies (*Procapra capensis*) en springhase (*Pedetes cafer*).

Drie soorte jakkalse word in die area aangetref. Hulle is die rooijakkals (*Thos mesomelas mesomelas*) wat al feitlik heeltemal uitgeroei is, die draai- of silwerjakkals (*Vulpes cynalopex chama*) en die bakoorjakkals (*Otocyon megalotis megalotis*). Rooikatte (*Caracal caracal caracal*) is meestal beperk tot die bergagtige en digbegroeide dele. Stinkmuishonde (*Ictonyx striatus striatus*) is ook aanwesig.

Slangspesies word verteenwoordig deur onder andere pofadders (*Bitis arietans*) en geelslange (*Naja nivea*).

Voëllewe is wisselend met die klimaat en so is watervoëls 'n versiering vir die gebied se panne na reëns.

Die volgende is enkele van die mees opvallende voëlsoorte wat in die gebied

voorkom :

Algemene Naam	Latynse Benaming
Groot Flamink	<i>Phoenicopterus ruber roseus</i>
Skoorsteenveër	<i>Threskiornis aethiopicus aethiopicus</i>
Bleshoender	<i>Fulica cristata</i>
Wilde makou	<i>Plectropterus gambensis</i>
Nonnetjie-eend	<i>Dendrocygra viduata</i>
Bont-elsie	<i>Recurvirostra avosetta</i>
Namakwapatrys	<i>Pterocles namaqua</i>
Sekretarisvoël	<i>Sagittarius serpentarius</i>
Swartkorhaan	<i>Afrotis afra afra</i>
Volstruis	<i>Struthio camelus</i>
Gompou	<i>Ardeotis kori kori</i>
Valke (verskeie spesies)	Familie Falconidae
Rooipoot-elsie	<i>Himantopus himantopus meridionalis</i>
Geelbekeend	<i>Anas undulata undulata</i>
Rooibekeend	<i>Anas erythorhyncha</i>
Lewerkies (verskeie spesies)	Familie Alaudidae

1.6 VORIGE GEOLOGIESE WERK

Die eerste geologiese werk in die gebied is deur G.W. Stow in 1874 gedoen. Hy het geologiese kaarte van die Kheis- en Transvaalgesteentes geteken en beskryf ook van die vulkaniese gesteentes in die gebied. Hy was die eerste persoon om die benaming Kheis te gebruik.

Hierdie werk word gevolg deur dié van Rogers en du Toit gedurende die tydperk 1899 - 1910 terwyl hulle in diens van die Cape of Good Hope Geological Commission was. Hulle het die gebied gekarteer en geologies beskryf.

Rogers en Schwarz (1899) het ook gedurende die tydperk werk in die area gedoen en noem onder andere die gneisse tussen Zout Pekel 98 en Zoet Vlei 96 (Welgevondengneisse), en ook die kalksteen van die Cambellrandformasie op Soet Vlei 96. Du Toit (1908) beskryf die voorkomste van verskeie

kimberlietpype en-splete in die gebied.

Du Toit (1921, p.188-227) het ook 'n studie van die Serie Dwyka gemaak en bespreek die Karboonvergletsering.

Greef (1968) het lineêre strukture en kimberliete in Noord-Kaapland ondersoek en die resultate is ook in 'n M.Sc.-verhandeling saamgevat.

Die gebied ten ooste van die gebied onder bespreking is in 1972 deur Emslie gekarteer en geologies beskryf. Hy het die resultate in 'n ongepubliseerde M.Sc.-verhandeling beskryf en het aandag gegee aan die gesteentes van die Ventersdorpgroep, die Serie Dolomiet, die Serie Eccca en die Serie Dwyka en die vloergraniete.

Ander persone wat ook in Noordwes-Kaap ten noorde van die gebied onder bespreking sedimentologiese werk gedoen het is Potgieter (1973) en McLaren (1974).

Vajner (1974) bespreek ook die lawas van die Vaalberg - Groot Modderfontein - Soetvleigordel.

Schumann (1974) beskryf in 'n ongepubliseerde Ph.D.-verhandeling die geohidrologiese eienskappe van die gesteentes van die Kheisgroep.

In sy tesis "Petrology of the Marydale Metabasites" het Cornell (1975) petrologies-geochemiese werk wat hy gedoen het in 'n ongepubliseerde Ph.D.-verhandeling beskryf. Verskeie chemiese analyses is deur hom gedoen en die ouderdom van die lawas is ook deur hom bepaal.

Verskeie mynmaatskappye het die ekonomiese aspekte van die gebied ondersoek, maar ongelukkig is geen data gepubliseer of beskikbaar nie.

Die resultate van die huidige kartering en navorsing word in Plaat I weergegee.

2 FISIOGRAFIE

2.1 GEOMORFOLOGIE

In na-Karootye het die landskap van die area onder ariede toestande ontstaan en om dié rede het meganiese verwerking chemiese verwerking gedomineer. Die Afrika-siklus was aktief tydens 'n droë tot halfdroë klimaat (Potgieter, 1973, p.12).

Fisiese prosesse wat 'n rol gespeel het, is rotsverskuiwings en die ineerstorting van dolerietplate namate die sagter sedimente onder aan die kante van die plate uitverweer het. Winderosie speel ook 'n rol en windgepoleerde doleriete is volop. Hierdie verskynsel staan bekend as woestynverniss, en dou en die bakeffek van die son dra ook daartoe by om die effek te veroorsaak.

Oor die algemeen bestaan die gebied uit vlaktes met hier en daar 'n inselberg. Die inselberge is omring deur pedimente en bahadas, terwyl die playas of soutmere in die laagtes voorkom. Die playas is meestal geleë op die Serie Dwyka en het 'n hoë soutinhoud.

Die gebied kan volgens die klassifikasie van King (1963⁷, p.86 en 87) beskou word as 'n volwasse tot 'n ou landskap. Dit kan as oud geklassifiseer word omdat daar groot vlaktes met inselberge voorkom, en as volwasse omdat die bron nog baie materiaal tot die pediment kan bydra.

Die gekarteerde gebied kan geomorfologies in drie streke verdeel word (Plaat I).

- (i) Die noordoostelike gebied, wat op die Kaapvaalkraton lê, en wat deur die Doornberglineament in die weste begrens word. Die Doornberge is 'n prominente bergreeks op die andersins plat vlaktes. Die berge het 'n ruwe voorkoms en slegs die suidelike gedeelte van die bergreeks is in die gekarteerde gebied teenwoordig. Die gesteentes van die geomorfologiese streek behoort alles tot die Sisteem Transvaal.
- (ii) Die noordwestelike gedeelte bestaan uit koppe van Kaaienkwartsiet en vlaktes met bedekte skiste en gneisse. Die geomorfologie word deur die geplooië karakter van die gesteentes beheer. Volgens Thornbury (1969, p.17) is die struktuur van gesteentes 'n belangrike faktor in die ontwikkeling van landvorme, en word in die landvorme weerspieël. So is sinkliene's kloofagtig en is gevul met puin en Dwykamateriaal, terwyl die antikliene's se kruine oop verweer. Die litologie speel ook 'n rol in landskapsvorming en 'n goeie voorbeeld hiervan word weereens in die kwartsiete gevind. Al die kwartsietkoppies het 'n kenmerkende ronde voorkoms en skerp kranse is feitlik heeltemal afwesig.
- (iii) Die suidelike gebied bestaan uit golwende vlaktes wat onderbreek word deur dolerietkoppies. Die doleriet vorm 'n beskermende laag oor die sedimente van die Serie Dwyka en die Serie Ecce, en wat vandag oorgebly het na die erodering van die oorspronklike dolerietplaat, is dolerietbekroonde sedimentêre koppies wat as inselberge op die andersins kaal vlaktes voorkom. Goeie voorbeelde word op Klein Modderfontein 100 aangetref. Baie panne kom in die gebied voor en om die panne is die dreineringsintern. Die regionale dreinerings geskied langs swakgedefinieerde lopies en slote. Die vlaktes is deels bedek deur kalkkreet en veral

in die omgewing van panne word groot diktes aangetref.

Groot sandduine kom ook in 'n gordel in die weste van die area voor.

Die oudste erosietydperk wat herken kan word, is die erosie van die Welgevondengneisse wat 'n ouderdom van 2 960 miljoen jaar het (Persoonlike mededeling Dr. A.J. Burger, W.N.N.R.) Bewyse van die erosie word gevind op die plaas Welgevonden 97 waar 'n paleoantiklien wat na die suide duik, deur erosie afgesny is. As 'n produk van hierdie erosie is 'n grintsteen afgeset met 'n dikte van minder as 100 m wat op Welgevonden 97 dagsoom. Tussengelaagd met die grintsteen kom 'n lawa-eenheid, naamlik die Soetvleilawas, voor waarvan die ouderdom deur middel van die Rb/Sr metode deur Cornell (1975, p.17) as 1901 ± 63 miljoen jaar bepaal is.

Die volgende dateerbare periode van erosie was veroorsaak deur die Dwykavergletsering wat gedurende die Karboon tot die vroeë Perm plaasgevind het. Die ou erosievlakke is deur die Dwykavergletsering gemodifiseer en die invloed van die gletsers kan duidelik waargeneem word op Klein Modderfontein 100 en Naauwe Kloof 122. Makrostrukture wat getuig van gletserbeweging is roches moutonneés en kleiner of mesostrukture is ysskrape, kners- en kapmerke. Na dié erosietydperk volg die Gondwana- en Afrika-erosiesiklusse.

Die Gondwana-erosievlak het volgens King (1963, p.206) gevorm voor die opbreek van Gondwanaland. Relikte van die Gondwana-erosievlak het net in die hoogliggende dele van Lesotho behoue gebly. Hierna volg die erodering van die na-Gondwana-erosieperiode.

In die tydperk vind daar heffing plaas en die Afrika-siklus was aktief vanaf die Bo-Kryt tot die Middel-Senosoïkum. Die Afrika-siklus was 'n periode van peneplanasie waartydens pedimente as gevolg van massawerking, stroomvloei en plaatvloei gevorm het. Die topografie van die huidige Karoo kan aan die werking van die Afrika-siklus toegeskryf word. Aan die einde van die Plioseen het grootskaalse opheffing plaasgevind (King, 1962, p.240) en die riviere het 'n verjonging ondergaan. McLaren (1974, p.12) noem die moontlikheid dat hierdie Kwaternêre siklus vandag nog aan die gang kan wees.

2.2 PANNE

Die area, wat grootliks uit die Serie Dwyka bestaan, word gekenmerk deur groot ^{aantal} ~~hoeveel~~ hede panne wat daarop voorkom. Die voorkoms van panne in die Serie Dwyka is 'n bekende feit soos beklemtoon deur outeurs soos Potgieter (1973), Joubert (1973), Emslie (1972) en McLaren (1974).

Die vorms van die panne wissel van sirkel- na ellipsvormig; laasgenoemde sal na verwys word as verlengde panne wat betreklik volop is. Die vorm van die panne word beheer deur faktore soos ou gletservalleie, strukturele eienskappe en dolerietgange en -plate, asook deur die onderliggende gesteentetipe. Dit is opmerklik dat die rigting van gletserskrappe en die rigting van die verlenging van die panne 'n groot ooreenkoms toon (Sien die roosdiagramme op bladsy 104). Hierdie verskynsel kan verklaar word deur vorming van panne in die gletservalleie wat deur die Karboonvergletsering veroorsaak is. Die vorm en die wande van die gletservallei sal dus in 'n groot mate die vorm van die panne beheer. Potgieter (1973, p.13) het ook die ooreenkoms in rigting van verlengde panne en ysskrappe beklemtoon.

Die deursnit van die panne varieer van 'n paar meter tot enkele kilometer en die grootste pan in die gebied is Middelwater se Pan op Middelwater 99 wat afmetings van ongeveer 5 x 2 km het.

2.2.1 Klassifikasie En Beskrywing

Die panne word ingedeel en geklassifiseer volgens die indeling van De Bruyn (1971, p.12-33).

(i) Soutpanne

Soutpanne is panne wat gewoonlik genoeg soute bevat om plantegroei in 'n meerdere of mindere mate te benadeel. Gewoonlik is plantegroei afwesig op sulke panne.

Twee ekonomiese soutpanne kom voor, naamlik die soutpan op Jonkerwater 121 en 'n soutpan op Who Can Tell (ged. van Klein Modderfontein 100). Ander panne wat ook as soutpanne geklassifiseer kan word, alhoewel hulle nie ontgin word nie, is Middelwater se Pan op Middelwater 99, Soetvleipan op Soet Vlei 96, die pan op Welgevonden en Wielpan op Wielpan 124. Die pan op Middelwater 99 bevat klein hoeveelhede gips.

(ii) Kalkpanne

Enkele kalkpanne kom in die gebied voor en voorbeelde hiervan word op Bossiespan (ged. van Wielpan 125) aangetref. Die panne besit 'n mate van plantegroei.

(iii) Kleipanne

Meeste van die soutpanne het 'n kleilagie in, wat sal veroorsaak dat daar 'n skeiding tussen vars en soutwater sal wees. Die skeiding sal gevolglik baie skerp wees. Sodra deur die kleilagie geboor word, word brakwater aangetref, terwyl die water bo die kleilagie vir lang tye relatief vars bly. Voorbeelde is Soetvleipan op Soet Vlei 96 en Wielpan op Wielpan 124.

(iv) Grondpanne

Grondpanne kan onderverdeel word in (a) grondpanne en (b) sandpanne. 'n Goeie voorbeeld van 'n grondpan kom op Geelbospan (ged. van Jonkerwater 121) voor. Verder na die suide bestaan heelwat sulke panne en nadat die panne opgedroog het na reëns, word sommige van hulle omgeploeg en met koring beplant. Die grondwater is genoegsaam om die saad te laat ontkiem en te laat groei.

Sandpanne is klein sanderige pannetjies en word meestal op die graniet aangetref.

McLaren (1974, p.145) klassifiseer ook die panne volgens die gesteentetipe waarop so 'n pan voorkom. So is daar panne wat begrens word deur lawa (Soetvleipan), panne geleë in die Serie Dwyka (Middelwater se pan), panne wat gedeeltelik op ouer gesteentes soos die Kaaienkwartsiet en gedeeltelik op die Serie Dwyka geleë is soos die pan op Klein Modderfontein 100. Dan is daar ook panne wat in kontak is met doleriete (Middelwater

se pan), en laastens is sommige panne op die graniet geleë, soos op Welgevonden 97.

2.2.2 Ontstaan Van Panne

Volgens de Bruijn (1971, p.95) is verskeie faktore verantwoordelik vir die ontstaan van panne.

In die gebied onder bespreking het die volgende faktore die vorming van die panne gekontroleer.

(i) Struktuur

Die pan op Who Can Tell (ged. van Klein Modderfontein 100) se ontstaan kan toegeskryf word aan die struktuur van die Kaaienkwartsiete, wat afwisselend sinklienes en antiklienes vorm. Die pan is in 'n sinklien geleë en die dreineringsring is intern.

Nuwejaarspan op Naauwe Kloof 122 het weer ontstaan as gevolg van interne dreineringsring wat die gevolg is van relikte van 'n dolerietplaat wat die water na die komstruktuur kanaliseer.

Ander faktore wat kan bydra tot die vorming van panne is chemiese verwerking van gesteentes : sodra NaCl en $MgSO_4$ 'n sekere konsentrasie bereik, sal plantegroei afwesig wees.

Dit, tesame met kristallisasiekragte (byvoorbeeld kalkkreet wat skalies plooi en verbrokkel), sal gesteentes verweer en dan kan die materiaal deur 'n vorm van erosie verwyder word (McLaren, 1974, p.148).

McLaren (1974, p.148) noem winderosie as een van die hoof-faktore wat aanleiding tot die vorming van panne gegee het. Dit blyk ook uit die feit dat daar sand in groot hoeveelhede aan die suidwestekant van panne soos Soetvleipan en die pan op Who Can Tell (ged. van Klein Modderfontein 100) voorkom. Die sand het oor die algemeen 'n vaalwit kleur en Potgieter (1973, p.15) verklaar hierdie verskynsel deur CaCO_3 en NaCl wat op die sandkorrels neerslaan soos dit oor die pan gewaai word. Kalkreet wat in en om die panne voorkom is 'n direkte gevolg van die kapillêre werking bokant 'n vlak watertafel en van die temperatuur. Die water, wat baie opgeloste soute soos CaCO_3 bevat, sal hier verdamp en dit, tesame met verhoging in temperatuur naby die oppervlakte, sal die CaCO_3 laat presipiteer. Sodoende sal kalkreet om die panne vorm.

Die opgeloste soute wat vandag in die panne aangetref word, en ook die feit dat boorgate in die Étage Glasiale Lae baie brak is, het skrywers soos Potgieter (1973, p.15) en Du Toit (1907, p. 192) (aangehaal uit Potgieter, (1973) tot die gevolgtrekking laat kom dat die soute uit die Étage Glasiale Lae afkomstig was. Uit die huidige ondersoek blyk dit egter dat groot hoeveelhede soute singeneties met die Étage Bo-Dwyka Skalies afgeset is.

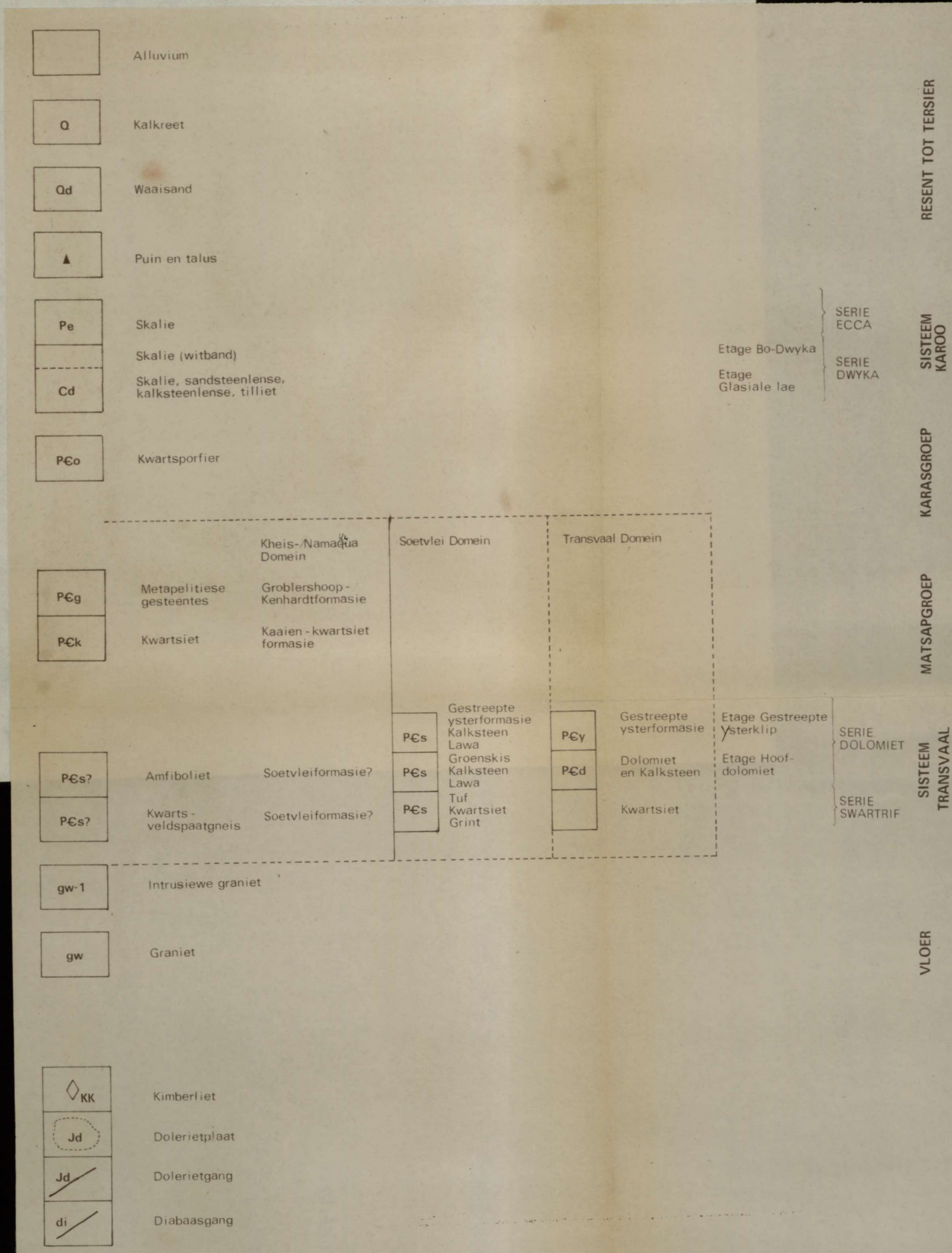
Hierdie soute, wat hoogs oplosbaar is in water, is gevolglik deur die grondwater uitgeloog en in die laagliggende gedeeltes van die Serie Dwyka gekonsentreer.

3 STRATIGRAFIE

3.1 DIE STRATIGRAFIESE OPEENVOLGING VAN DIE GESTEENTES IN DIE GEKARTEERDE GEBIED.

Die opeenvolging van die gesteentes word in Tabel III aangetoon.

Tabel III : Stratigrafie van die gesteentes in die gekarteerde gebied



3.2 STRATIGRAFIE VAN DIE VOOR-KAROO GESTEENTES

3.2.1 Vorige Werk

Vroeëre karteerders soos Rogers en Schwarz (1899), Rogers en du Toit (1907, 1908 en 1910), Schwarz (1910), P.J. Smit (1973), P.J. Smit en S.J. Malherbe (persoonlike mededeling), Emslie (1972), Vajner (1974), Hohlbein (1974), Cornell (1975) en C.A. Smit en W. Linström (persoonlike mededeling) het verskeie gesteentetipes van voor-Karoo ouderdom in en naby die huidige karteringsgebied beskryf. Tabel IV toon die stratigrafiese opeenvolging van gesteentes in die karteringsgebied volgens die indeling van Rogers en du Toit (1908).

Tabel IV. Stratigrafiese opeenvolging suid van Prieska (Rogers en Du Toit, 1908).

Sisteen Transvaal	Serie Griekwastad (E. Griqua Town Series)	Gestreepte ysterformasie en jaspis
	Serie Cambell Rand (E. Campbell Rand Series)	Dolomiet en kalksteen
	Serie Swartrif	Kwartsiet
Serie Kheis (E. Kheis series)	Kaaienlae (E. Kaaien Beds)	Kwartsiet en kwarts-sërisietskiste
	Marydalelae (E. Marydale Beds)	Metalawas, gestreepte ysterformasie, metasedimente.
Graniet		Graniet intrusief in die Serie Kheis

Emslie (1972) bewys dat die suksessie van gesteentes in die omgewing van Sodium ten ooste van die karteringsgebied met die Sisteem Ventersdorp gekorreleer kan word en dat die suurlawas van daardie omgewing nie Soetliefformasie is nie, maar wel deel vorm van die Sisteem Ventersdorp (Makwassieformasie) (Grobler en Emslie, 1975, in pers). 'n Rb-Sr isotoopouderdom van die kwartsporfier van $2\ 310 \pm 50$ m.j. (persoonlike mededeling P.J. Smit van die Geologiese Opname) bevestig Emslie se korrelasie met die Ventersdorp.

Vajner (1974) karteer 'n gebied noord van die huidige in die omgewing van Marydale en Groblershoop. Hy behou grootliks die stratigrafiese indeling van Rogers en du Toit, maar stel die volgende litostratigrafiese indeling vir die Kheisgesteentes voor (Tabel V).

Daar dien op die volgende aspekte van Vajner (1974) se stratigrafiese indeling gelet te word :

- (i) Hy beskou steeds die vloergraniet (Draghoendergraniet met 'n isotoopouderdom van 2 900 m.j. (volgens Kent, 1971, p.12)) as intrusief in die Kheis en maak daarom die Kheis ouer as 2 900 m.j. en dus ook ouer as die Sisteem Ventersdorp.
- (ii) Hy verdeel Rogers en du Toit (1908) se oorspronklike Kaaienlae in twee formasies, naamlik die Groblershoopformasie, wat hoofsaaklik uit skiste bestaan aan die onderkant en die Kaaienformasie, wat oorwegend uit skoon, wit, dikgelaagde kwartsiet bestaan, aan die bokant.

Tabel V : Litostratigrafiese indeling van die Kheisgesteentes
(Vajner, 1974).

Stratigrafiese Eenheid		Litologie	Dikte in meter	
Kheis Groep	Wilgenhout- formasie	Filliet, skis, geskuifskourde tuf, kwartsiet met hematietryke lagies, dolomiet, lawa, porfiritiese lawa en konglomeraat	2 000	
	Kaaien- formasie	Kwartsiet met ondergeskikte kwarts-serisietskis	1 000 - 2 000	
	Groblershoopformasie	Helpmekaar- lid	Kwarts-serisietskis, ondergeskikte kwartsiet, magnetietryke lae	150 - 200
			Kwarts-serisietskis, glimmerskis, ondergeskikte kwartsiet	1 500
		Mountain- Viewlid	Kwarts-serisietskis, epidoot-chlorietskis, tremoliet-aktinoliet-skis	200 - 300
	Marydaleformasie	Stuurmans- putlid	Amfiboliet, hornblendeskis, ondergeskikte leptiet, leukogneis en granuliet	500 - 1 000
		Groot Modderfon- teinlid	Geskuifskourde metalawa met tussengelaagde magnetietkwartsiet	1 000

(iii) Die wigvormige dagsoom van metapelitiese en vulkaniese gesteentes met tussengelaagde gestreepte ysterformasie noord van die Transvaalgesteentes en suid van die Boegoebergdam is deur hom beskou as 'n korrelaat van die Ventersdorp (sy Seekoebaardformasie) wat deur verskuiwings tussen die Transvaal- en Matsapgesteentes geplaas is.

Reeds in 1973 (C.A. Smit, P.J. Smit en S.J. Malherbe persoonlike mededeling) het die Geologiese Opname wat die Matsap in die Noord-Kaap gekarteer het, bedenkinge uitgespreek oor die stratigrafiese posisie van Vajner (1974) se Groblershoopformasie ten opsigte van sy Kaaienformasie. P.J. Smit en S.J. Malherbe (bespreking op Geologiese Kongres te Bloemfontein, April 1973) en P.J. Smit (1973, p.47-48) postuleer dat die Kheis die Matsap oos van die Groblershoopomgewing konkordant oorlê, en dat die Kheis dus jonger as die Matsap is. Vir sover dit korrelasie van voor-Karoo gesteentes in die gekarteerde gebied betref, het Cornell (1975) die volgende belangrike bevindings en interpretasies gemaak :

(i) Die ouderdom van die Soetvleilawas is $1\ 901 \pm 63$ m.j. volgens 'n Rb-Sr-isokron.

(ii) In die lig van bogenoemde ouderdom noem Cornell (1975) dat die Soetvleilawas 'n moontlike korrelaat van die Matsap kan wees.

C.A. Smit en W. Linström (persoonlike mededeling) het kartering op die Namakwaland Mobiele Gordel, Kheis, Matsap, Transvaal en Ventersdorp in die gebied Marydale-Kenhardt-Upington-Groblershoop-Volop gedoen.

Tabel VI is 'n uiteensetting van die Kheisdomein deur C.A. Smit en W. Linström. Vir sover dit die huidige gebied betref, het hulle tot die volgende gevolgtrekkings gekom :

(i) Die Draghoendergraniet vorm die vloer van die Ventersdorp-, Transvaal-, Matsap- en Kheisgesteentes in die omgewing van Marydale, en is nie intrusief in die Marydale nie.

Tabel VI : Die Kheisdomein

KHEISDOMEIN		
KHEISGROEP	Wilgenhoutdrifformasie (ekwivalent van die Groblershoopformasie)	Variasie van gesteentetipes waarvan verskeie vulkaniese materiaal dra. Kwartsiet, chloriet-talk-aktinolietskis, marmer, lensagtige tussengelaagde kalksteen in chlorietskis.
	Groblershoopformasie	Oorwegend skisagtige opeenvolging van kwarts-serisiet en kwarts-muskovietskis met tussengelaagde para-amfiboliet
	Kaaien-kwartsietformasie	Fynkorrelrige wit en pienkkleurige kwartsiet met ondergeskikte kwarts-serisietskis
	Dabepformasie	Kwarts-serisiet-, muskoviët-chloriet- en aktinolietskis met tussengelaagde gefolieerde kwartsiet.
MATSAP GROEP	Volop-kwartsietformasie	Dik tot massiefgelaagde rooibruin en grys kwartsiet met ondergeskikte konglomeraat- en grintsteen horisonne.
	Hartley-andesietformasie	Amandeldraende andesitiese en intermediêre lawa met tussengelaagde chlorietskis, gestreepte ysterformasie, kwartsiet, 'n konglomeraatmerker naby die top, asook tufagtige epidootryke horisonne.

- (ii) Die Watervallid van Vajner (1974) se Seekoebaardformasie word nou gekorreleer met die Hartley-andesietformasie (Étage Hartley Hill van J. de Villiers, 1960). Hulle bevind dat die Hartley-andesietformasie opwaarts konkordant gradeer na die Volop-kwartsietformasie en dat daar nie 'n verskuiwingskontak aan die basis van laasgenoemde lê nie.

- (iii) Strukturele oorwegings bepaal dat Vajner (1974) se Groblershoopformasie bokant die Kaaien-kwartsietformasie lê. Daar bestaan wel 'n skisagtige suksessie onderkant die Kaaien-kwartsietformasie : dié is die Dabepformasie genoem. Suidwaarts in die omgewing van die hoog van vloergraniet (Draghoender) sowel as noordwaarts verdwyn die Dabepformasie en lê die Kaaien-kwartsietformasie konkordant op die Top Doglid (boonste deel) van die Volop-kwartsietformasie. Hier bestaan daar nie meer karteerbare verskille tussen die Kaaien-kwartsietformasie en die Volop-kwartsietformasie nie en gevolglik is die twee formasies van Olifantshoek suidwaarts deur die Geologiese Opname as een, naamlik die Volop-kwartsietformasie, gekarteer.
- (iv) Die Wilgenhoutdrifformasie is die ekwivalent van die Groblershoopformasie ('n fasies van die Groblershoopformasie met kenmerkende vulkaniese tussenlae, kalksteen en 'n merkerlaag van gestreepte ysterformasie). Verder is bevind dat die Kenhardtformasie wat in die Namakwaland Mobiele Gordel voorkom en wat bestaan uit afwisselende lae van kwarts-veldspaatgneis, amfiboliet en biotietveldspaatgneis die ekwivalent is van die Groblershoop/Wilgenhoutdrifformasies. Daar bestaan fasiesverskille en die Kenhardtformasie word gekenmerk deur medium- tot hoëgraadse metamorfose terwyl die Groblershoop/Wilgenhoutdrifformasies onderworpe was aan laegraadse metamorfose. Die oorliggende N'Rougasformasie van die Namakwaland Mobiele Gordel bestaan uit kalksilikaatgesteentes en is ook 'n korrelaat van 'n deel van die Groblershoop/Wilgenhoutdrifformasies.

3.3 DIE STRATIGRAFIE VAN DIE VOOR-KAROOGESTEENTES IN DIE HUIDIGE KARTERINGSGEBIED EN MOONTLIKE KORRELATE

3.3.1 Nomenklatuur

Die skrywer het deurgaans by die bestaande en erkende stratigrafiese nomenklatuur (sisteem, serie, étage en sub-étage) probeer hou. Wanneer dit egter by die voor-Karogesteentes wes van die Doornbergverskuiwing kom, is dit onmoontlik om by die ou nomenklatuur te hou, veral aangesien die resultate van die jongste navorsing in die gebied (C.A. Smit en W. Linström, persoonlike mededeling, en Botha *et al.*, 1976, in pers) nuwe formasiename volgens die litostratigrafiese nomenklatuur voorstel. In die meeste gevalle stem die stratigrafiese opeenvolging van dié voorgestelde formasies nie presies ooreen met die bestaande seriename nie. Tot tyd en wyl die voorgestelde formasiename deur SAKS aanvaar is, sal die skrywer dus die name moet gebruik in plaas van seriename, maar die gebruik sal dan streng informeel wees.

3.3.2 Die Opeenvolging Van Die Sisteem Transvaal

'n Gedeelte van die Sisteem Transvaal dagsoom in die noordoostelike hoek van die karteringsgebied, oos van die Doornberglineament. Tabel VII is 'n skematiese voorstelling van dié opeenvolging.

Tabel VII : Stratigrafiese opeenvolging van die Sisteem Transvaal in Noord-Kaapland, maar nie noodwendig in die karteringsgebied nie.

Sisteem Transvaal	Serie Pretoria		
	Serie Dolomiet	Étage Gestreepte Ysterklip	Gestreepte ysterformasie
		Étage Hoofdolomiet	Dolomiet en kalksteen
		Étage Oorgangslae	Dolomiet, kalksteen, skalie met ondergeskikte kwartsiet en sliksteen
Serie Swartrif		Oorwegend kwartsiet	

'n Skematiese ^{profiel} seksie deur die Sisteem Transvaal oos van die Doornberglinaement word in Fig. 3 aangetoon.

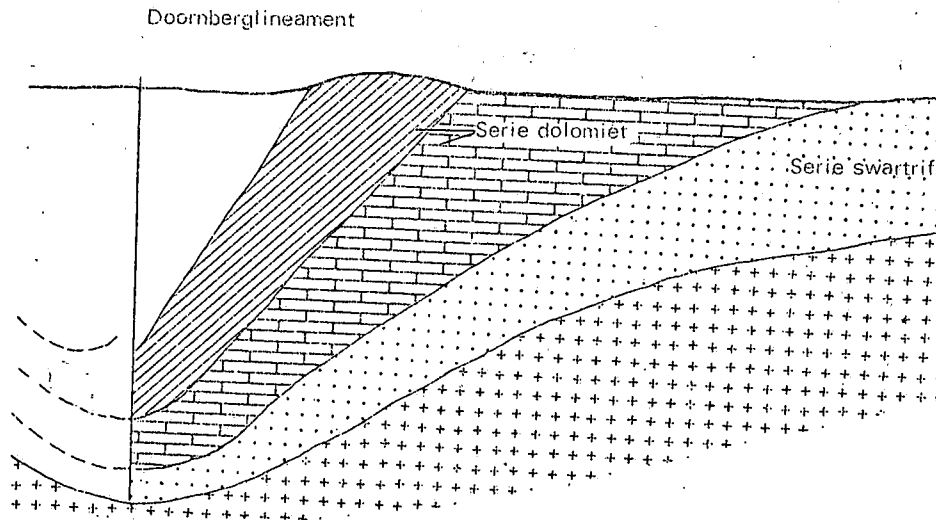


Fig. 3. Skematiese ^{profiel} seksie deur die Sisteem Transvaal oos van die Doornberglinaement.

Op Soet Vlei 96 verskyn 'n klein dagsoom kwartsiet tussen die dolomiet. Hierdie kwartsiet kan moontlik 'n venster in die dolomiet, dit wil sê onderliggende Serie Swartrif verteenwoordig. 'n Ander moontlikheid is die kwartsietmerker op die kontak tussen die Étage Hoofdolomiet en die Étage Oorgangslae (die top van Visser en Grobler (1972) se Montevillelid van die Schmidtsdrifformasie).

3.3.3 Die Opeenvolging Van Die Gesteentes Op Soet Vlei 96 En Welgevonden 97 En Die Verhouding Tussen Hierdie Gesteentes (Vroeër As Deel Van Die Serie Marydale Bekend)

^{Profil}
'n ~~Seksie~~ deur die gesteentes op Soet Vlei 96 en Welgevonden 97 ten weste van die Doornberglineament toon dat die gesteentes isoklinaal oorgeplooi is na die ooste en 'n skematiese voorstelling word in Fig. 4 gegee. Vir die volledige litologiese beskrywing, sien Tabel VIII op p.30.

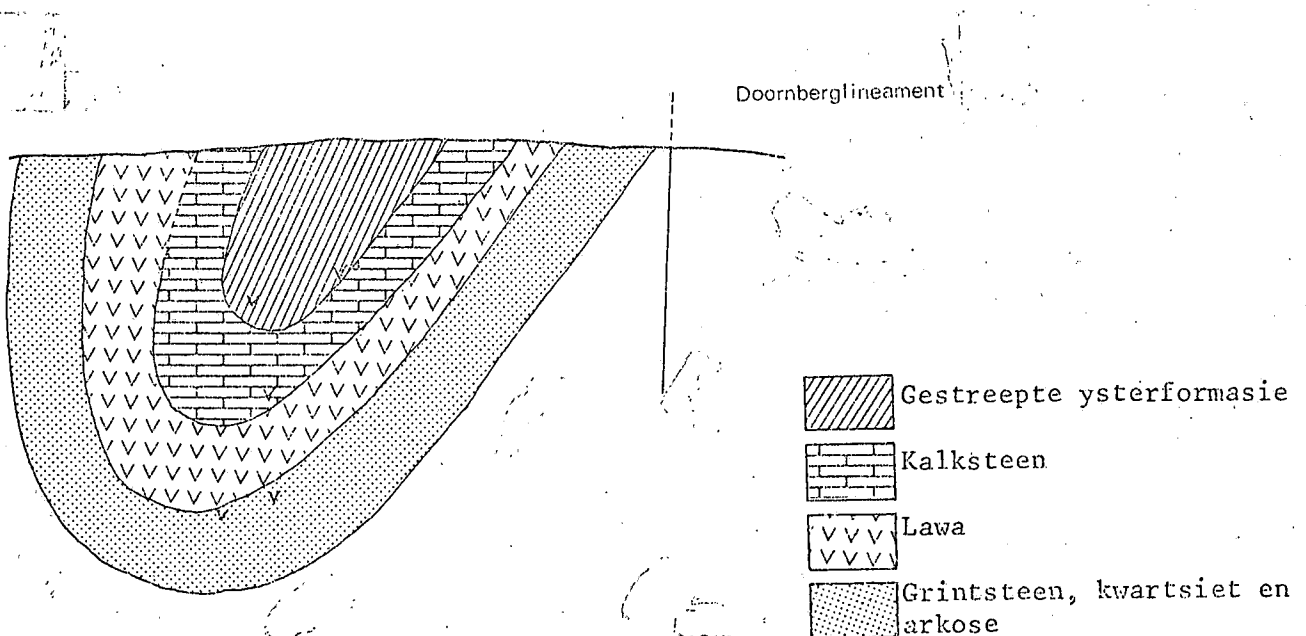


Fig. 4. 'n Skematiese voorstelling van die gesteentes wes van die Doornberglineament op Soet Vlei 96 en Welgevonden 97.

Cornell (1975, p.12) in sy beskrywing van hierdie gesteentes praat reeds van die Soetvleigordel ("Soetvlei Belt"). Aangesien die korrelasie van hierdie suksessie nog steeds moeilikheid oplewer, word voorgestel dat die opeenvolging die Soetvleiformasie genoem word. Tabel VIII is ook 'n verdere beskrywing van die litologie van die Soetvleiformasie.

Die litologie en stratigrafie weerskante van die Doornberglineament blyk dieselfde te wees behalwe vir die lawavoorkomste op Soet Vlei 96.

In sommige lokaliteite is die kalksteen ten weste van die Doornbergverskuiwing tussengelaagd met die gestreepte ysterformasie. Op party plekke lyk dit ook asof die lawa tussengelaagd met die gestreepte ysterformasie voorkom. Indien dit die geval is, kan die moontlikheid dat die lawa dalk Ventersdorplawa kan wees heeltemal uitgesluit word. As die gestreepte ysterformasie egter tussen die lawa ingeplooi is, sal daar wel 'n moontlikheid bestaan dat die lawa tot die Sisteem Ventersdorp kan behoort.

Ander moontlike korrelate is die Hartley-andesietformasie van die Matsapgroep (C.A. Smit en W. Linström, persoonlike kommunikasie). In Tabel VIII word 'n litologiese beskrywing van die opeenvolging van die gesteentes tussen die graniet en die Doornberglineament aangetoon, tesame met 'n aantal moontlike korrelate.

Tabel VIII : Moontlike korrelate van die Soetvleiformasie

Die opeenvolging van gesteentes tussen die vloergraniet en die Doornberglineament (Soetvleiformasie).	Korrelate		Ander moontlike korrelate															
Litologiese Beskrywing	Botha <i>et al.</i> (1976, in pers)	Vajner (1974)		Matsapgroep Hartley-andesietformasie	Kheisgroep Marydale-formasie	Sistiem Transvaal	Sistiem Transvaal	Sistiem Transvaal	Sistiem Ventersdorp	Sistiem Transvaal	Sub-étage Ongeklawa	Serie Swarttrif	Serie Swarttrif	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer
Donker magnetietryke gestreepte ysterformasie. Waar metamorfose redelik hoog was het dit gediffrensieer na magnetiet en kwartslasies. Tussengelaagde lava en grintsteen kom ook voor.			Kalksteen en dolomitiese kalksteen en groenskis.			Serie Pretoria	Serie Pretoria	Serie Pretoria	New Kameel-Rietgat-formasie (?)	Serie Pretoria	Serie Pretoria	Serie Swarttrif	Serie Swarttrif	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer
Groenkleurige lava wat wissel in samestelling van basalties tot suur. Groenskite kom ook voor. Tuf.			Kwartsiet en tufagtige materiaal.			Lawa-eenheid in Sistiem Transvaal	Serie Pretoria	Serie Pretoria	Sistiem Ventersdorp	Sistiem Transvaal	Sistiem Transvaal	Serie Swarttrif	Serie Swarttrif	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer
Grintsteen, kwartsiet en arkoos.			Melgevondengraniet.			Serie Pretoria	Serie Pretoria	Serie Pretoria	Sistiem Ventersdorp	Sistiem Transvaal	Sistiem Transvaal	Serie Swarttrif	Serie Swarttrif	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer	Vloer

3.3.4 Die Gesteentes Aan Die Westekant Van Die Welgevondengraniethoog En Moontlike Korrelate

- (1) Aan die westekant van die graniet op Doornfontein 70 dagsoom 'n lang lensvormige liggaam gestreepte ysterformasie met tussengelaagde kalksteen, groenstone en lawa. Hierdie assosiasie van gesteentes is identies aan dié op Soet Vlei 96 en Welgevonden 97 en word derhalwe met dié gesteentes gekorreleer. (Tabel IX).
- (2) Minder as 1 km verder wes van hierdie gestreepte ysterformasie kom daar 'n massiewe amfibolietliggaam in 'n sinklinale struktuur voor, waarvan die graad van metamorfose aansienlik hoër is as dié van die gestreepte ysterformasie en geassosieerde gesteentes. Ander amfibolietliggame en lense kom verspreid in die gebied voor. Daar is verskeie moontlikhede van korrelasie vir hierdie gesteentes. Die amfiboliete kan óf orto- of para-amfiboliete wees. Sommige amfibolietlensies in die pelitiese sone toon oorganklike kontakte met kwartsitiese materiaal en kan moontlik as para-amfiboliete beskou word, terwyl van die massiewe liggame soos op Doornfontein 70 en Middelwater 99 moontlik orto-amfiboliete kan wees (Fig. 5).

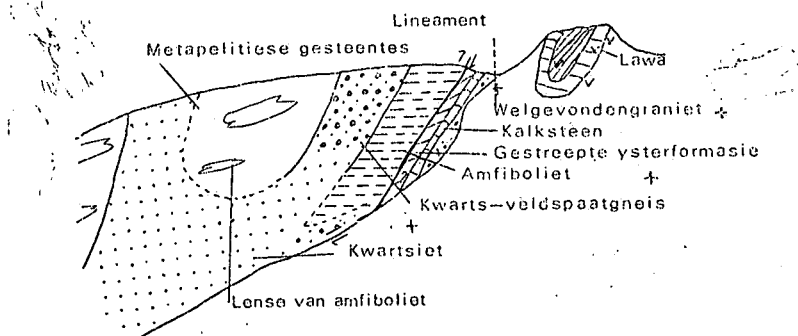


Fig. 5. 'n Skematiese seksie van die gesteentes wes van die Welgevonden-graniet.

Die amfibolietliggaam in die sinklien wes van die graniet kan dus gekorreleer word met :

- (i) Lawas van die Soetvleiformasie wat weer gekorreleer kan word met óf die Serie Pretoria (Ongeluklawa) óf die Serie Dolomiet.
- (ii) Lawas van die Matsap (Étage Hartley Hill).
- (iii) Orto-amfiboliet van die Kenhardtformasie (Botha *et al.* 1976, in pers) in die Namakwaland Mobiele Gordel.
- (iv) Sisteem Ventersdorp.

Indien die amfibolietliggaam van sedimentêre oorsprong is, kan dit gekorreleer word met kalkryke sedimente ten ooste van die granietliggaam (Serie Dolomiet). Die skielike sprong in die graad van metamorfose kan die gevolg wees van druk wat hoër was op die oorspronklike onderste gesteentes aan die westekant van die granietliggaam (druk vanuit die weste), omdat hierdie gesteentes teen die graniet vasgedruk is. Om die voorkoms van die gesteentes, wat medium- tot hoëgraadse metamorfose ondergaan het, op dieselfde hoogte as die laegraadse metamorfe gesteentes te verklaar, word 'n stootverskuiwing soos in Fig. 5 aangedui, voorgestel.

- (3) Op Doornfontein 70, wes van die amfibolietliggaam, dagsom 'n pienkkleurige kwarts-veldspaatgneis in 'n antiklinale struktuur (Plaat 3). Weerleens is verskeie korrelasies moontlik :

- (i) Dit kan 'n gedeelte van die vloergraniet wees.
- (ii) Dit kan van die arkosiese materiaal wees, wat van die graniet

afkomstig is. In hierdie geval kan dit 'n tydsekwivalent of chronologiese korrelaat van óf die Sisteem Ventersdorp (New Kameeldoornsformasie) óf die Serie Swartrif wees.

- (iii) W. Linström (persoonlike mededeling) en Botha *et al.* 1976, in pers) korreleer soortgelyke kwarts-veldspaatgneis in die Namakwaland Mobiele Gordel met die Kokerbergformasie (ekwivalent van die Kaaien-kwartsietformasie) omdat die gneisse op dieselfde stratigrafiese posisie as die Kaaien-kwartsietformasie voorkom. In die huidige navorsingsgebied lê die gneis ook op dieselfde stratigrafiese posisie as die (Kaaien?) kwartsiet wat in die gebied voorkom.

4. Nog verder weswaarts kom die metapelitiese sone voor bo-op 'n sone bestaande uit suiwer kwartsiete. Die kwartsiet vorm prominente heuwels in die noord^{west}oste, maar knyp suidwaarts uit. Enkele kwartsiethorisonne kom ook tussengelaagd met amfiboliete en gneisse in die pelitiese sone voor. Die kwartsiet kan gekorreleer word met óf

- (i) die Kaaien-kwartsietformasie of
- (ii) die Volop-kwartsietformasie.

Die kwartsiet is heel waarskynlik die ekwivalent van die Kaaien-kwartsietformasie wat, vanweë sy samestelling, nie noemenswaardige verandering, behalwe rekristallasie, in die medium- tot hoëgraadse metamorfe omgewing ondergaan het nie. Soortgelyke

kwartsiete is in die Kenhardt-Marydale-omgewing van die Namakwaland Mobiele Gordel onbekend of baie swak ontwikkel. Dit versterk die vermoede dat ons hier te doen het met Kaaien-kwartzietformasie en Groblersshoopformasie in 'n hoërgraadse metamorfe omgewing.

Albei hierdie formasies, word deur Botha *et al.* (1976, in pers) as van Matsapouderdom beskou.

Moontlike korrelate van die pelitiese sone is :

- (i) Groblersshoopformasie (Vajner, 1974) en
- (ii) Kenhardtformasie (Botha *et al.* 1976, in pers).

Botha *et al.* (1976, in pers) toon dat die Wilgenhoutdrifformasie dieselfde stratigrafiese en strukturele posisie as die Groblersshoopformasie beslaan en waarskynlik ekwivalente is. Die verskil in litologie word verklaar deur fasiesverskille. Verder postuleer hulle dat die Kenhardtformasie en N'Rougasformasie saam die hoërgraadse metamorfe ekwivalente van die Wilgenhoutdrifformasie in die Namakwalanddomein is. 'n Probleem ontstaan egter deur die graad van metamorfose wat die pelitiese gesteentes ondergaan het. Indien streng volgens die graad van metamorfose geoordeel word, behoort die pelitiese sone met die Kenhardtformasie gekorreleer te word, maar dit is ook moontlik dat die Groblersshoopformasie suidwaarts bestaan, waar dit 'n hoër graad van metamorfose ondergaan het.

Tabel IX : Die opeenvolging van die gesteentes wes van die Welgevondengraniet

Die Opeenvolging van die gesteentes wes van die Welgevondengraniet	Litologie	Korrelate		Ander moontlike korrelate													
	Pelitiese gesteentes bestaande uit kwartsiet, kwarts-serisiet-skis met tussengelaagde amfiboliet en biotietskiste. Biotietgneisse met tussengelaagde amfiboliet. Kwartsiet bevat soms granaat. Kwarts-veldspaat-biotietgneis.	Botha <i>et al.</i> (1976, in pers)	Vajner (1974)	KHEISDOMEIN Kaikenkwartsiet- formasie. (Voort- siet (jonger as Matsapgroep) setting van die Matsapgroep)		KHEISGROEP Hartbeest- Panforma- siet (?)		Vloer Nie ont- wikkel nie formasie. (Voor- siet (jonger as Matsapgroep) setting van die Matsapgroep)		Vloer Intra- siet Hartbeest- Panforma- siet (?)		Vloer Drag- hoender- graniet Nie ont- wikkel nie formasie. (Voor- siet (jonger as Matsapgroep) setting van die Matsapgroep)		Vloer Drag- hoender- graniet Hartley- andesiet- formasie MATSAPGROEP Volop-kwartsietformasie		Vloer Drag- hoender- graniet Soetlei- formasie Kaiken-kwartsiet- formasie Groblersthoop- Kenhardtformasie NAMA KWALANDDOMEIN	
Fynkorrelrige kwartsiet en ondergeskikte kwarts-serisiet-skis. Enkele magnetietryke lagies tussenin.	Massiewe amfiboliet (ou lava?) Kwarts-veldspaatgneis (arkosiese materiaal?)	Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal		Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal		Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal		Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal		Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal		Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal		Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal		Sisteem Venterdorp New Kameel- doornstom- masie Serie Swartif ? (Laterale fasies- verandering). Sisteem Transvaal	
Welgevondengraniet		Vloer Drag- hoender- graniet Nie ont- wikkel nie formasie. (Voor- siet (jonger as Matsapgroep) setting van die Matsapgroep)		KHEISDOMEIN Kaikenkwartsiet- formasie. (Voort- siet (jonger as Matsapgroep) setting van die Matsapgroep)		KHEISGROEP Hartbeest- Panforma- siet (?)		Vloer Nie ont- wikkel nie formasie. (Voor- siet (jonger as Matsapgroep) setting van die Matsapgroep)		Vloer Intra- siet Hartbeest- Panforma- siet (?)		Vloer Drag- hoender- graniet Nie ont- wikkel nie formasie. (Voor- siet (jonger as Matsapgroep) setting van die Matsapgroep)		Vloer Drag- hoender- graniet Hartley- andesiet- formasie MATSAPGROEP Volop-kwartsietformasie		Vloer Drag- hoender- graniet Soetlei- formasie Kaiken-kwartsiet- formasie Groblersthoop- Kenhardtformasie NAMA KWALANDDOMEIN	

3.3.5 Die Afsetting En Ontwikkeling Van Die Gesteentes Weerskante Van Die Graniet

Die eerste stadium was die vorming van 'n horst in die vloergesteentes (Fig. 6).

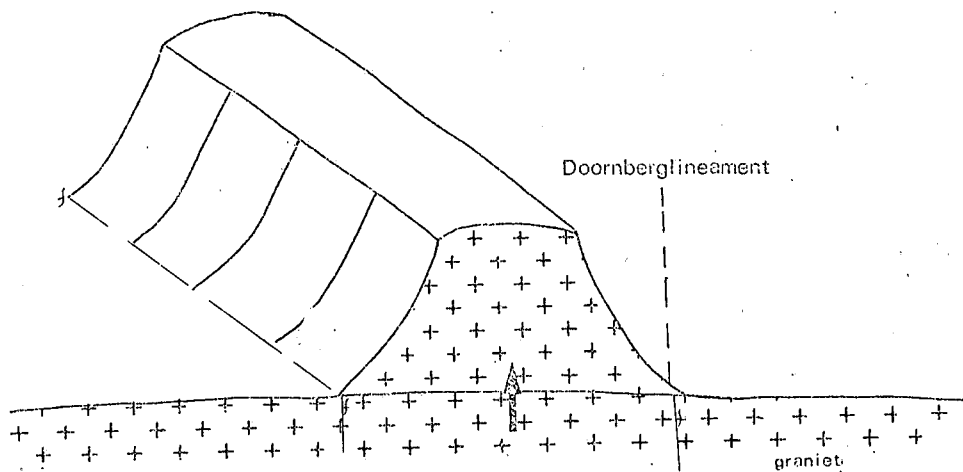


Fig. 6. Die vorming van 'n horst in die vloer.

Die tweede stadium was verwering van die vloergraniet, met die gevolglike afsetting van arkosiese materiaal naby die bron en suiwerder kwartsitiese materiaal verder weg van die bron af (Fig. 7).

Intussen is materiaal vanuit die noordooste afgeset, en dié sedimente (Sisteen Transvaal) kon gelyktydig, of net na die materiaal hierbo genoem, afgeset gewees het. Indien die materiaal afkomstig van die graniet voor die Serie Swartrif afgeset is, kon dit met die Sisteen Ventersdorp gekorreleer word.

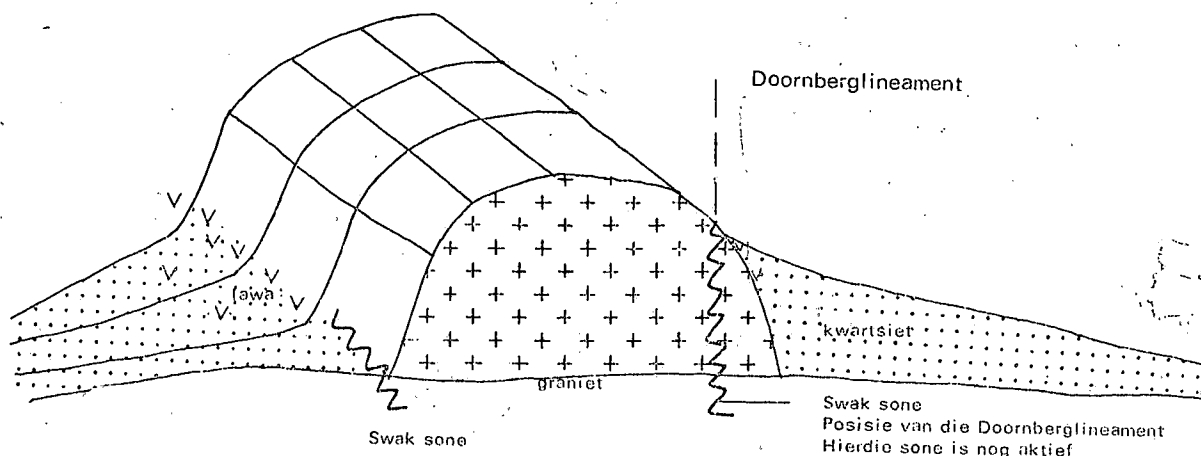


Fig. 7. 'n Skematiese voorstelling van sedimentasie in die omgewing van die horst.

Teen die einde van die afsetting van die arkosiese materiaal weerskante van die graniet, het lawa langs swak sones weerskante van die graniet-horst begin uitvloei. Hierdie bewerings word gestaaf deur die gesamentlike voorkomste van tuf en kwartsiet (Fig. 8) en die voorkoms van lawa weerskante van die graniet. Diabaasgange in die vloergraniet kon as voergange gedien het. Aan die westekant van die graniet het kwartsiet bo-op die arkose gevolg (suiwerder verder weg van bron af), gevolg deur 'n kalkryke pelitiese gesteente. Die stadia van hierdie gesteentes se afsetting en ouderdom is moeilik bepaalbaar, alhoewel getuienis van Botha *et al.* (1976, in pers) verder noordwaarts dui op 'n Matsapouderdom.

Gedurende die derde stadium het die afsetting van die Serie Dolomiet en die Serie Pretoria plaasgevind en het daar weer lawa tussengelaagd

met die Étage Gestreepte Ysterklip uitgevloei, byvoorbeeld op Soet Vlei 96, Welgevonden 97 en Doornfontein 70.

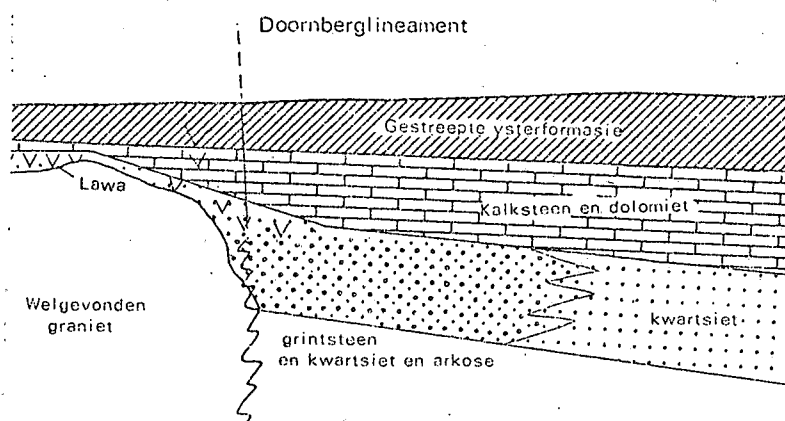


Fig. 8. 'n Skematiese voorstelling aan die einde van die sedimentasieperiode in die Soet Vlei-omgewing.

Die dolomiet en gestreepte ysterformasie het dunner na die graniethoog toe geword en het later teen die graniethoog uitgeknyp. Die stratigrafie weerskante van die Doornberglineament, sal dus as volg daar uitsien :
(Fig 9).

Soetvleiformasie	Sisteem Transvaal
Gestreepte ysterformasie, lawa en groenskis.	Gestreepte ysterformasie.
Kalksteen, lawa en groenskis.	Dolomiet en kalksteen.
Tuf en kwartsiet.	Kwartsiet.

3.3.6 Die Strukturele Vervorming Van Die Gesteentes

Die vervormingsgeskiedenis word deur Fig. 10 en 11 weergegee, Fig. 12 is 'n ware profiel oor die gebied.

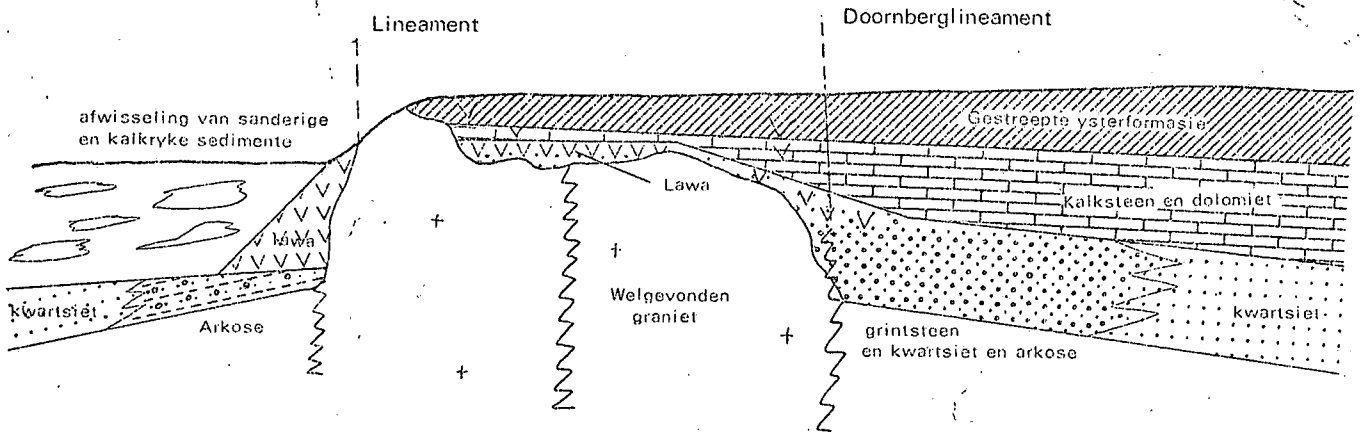


Fig. 9. 'n Voorstelling van gesteentes voor die hoofperiodes van vervorming.

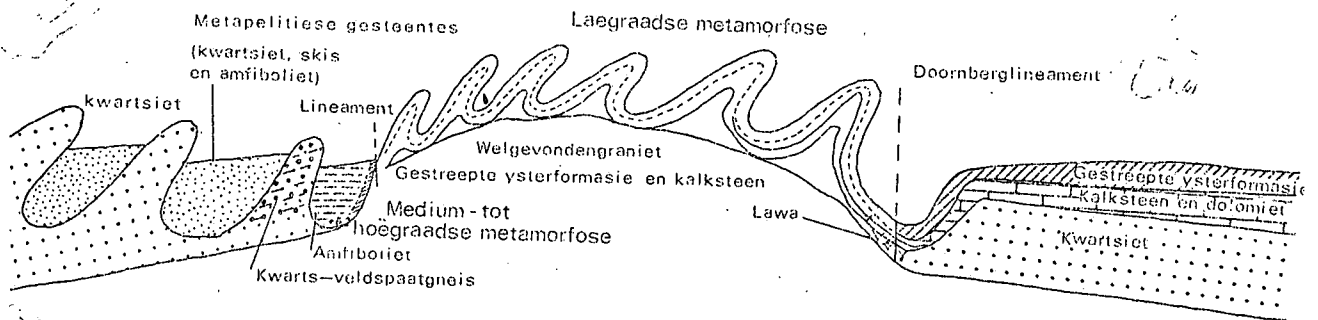


Fig. 10. 'n Skematiese voorstelling van die vervorming wat plaasgevind het.

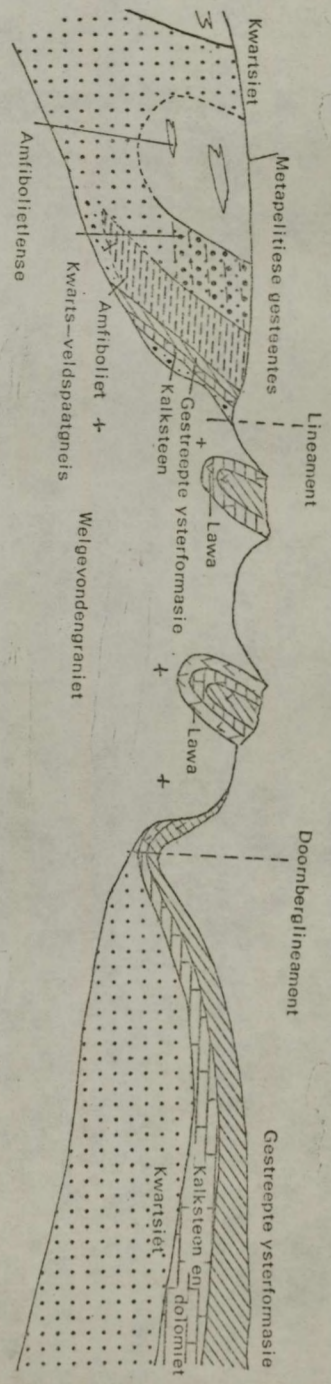


Fig. 11. 'n Skematiese voorstelling van 'n ^{Antifaal}seksie deur die gesteentes van die gekarteerde gebied.

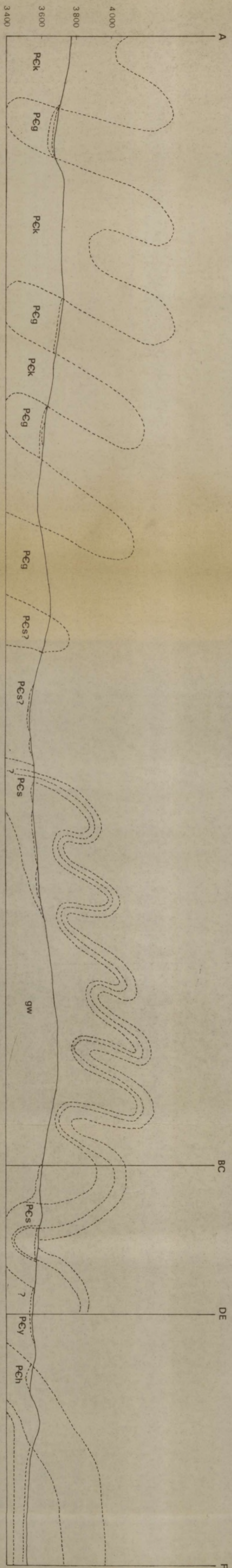


Fig. 12. Ware ^{Antifaal}seksie van karteringsgebied (Sien Plaat II en III).
(^{Gaansvelder})

Na aanleiding van voorafgaande model, word die volgende voorkeurkorrelasie vir die Soetvleiformasie en die gesteentes wes van die Welgevonden-graniet voorgestel in Fig. 13 en Fig. 14, onderskeidelik.

1. Soetvleiformasie

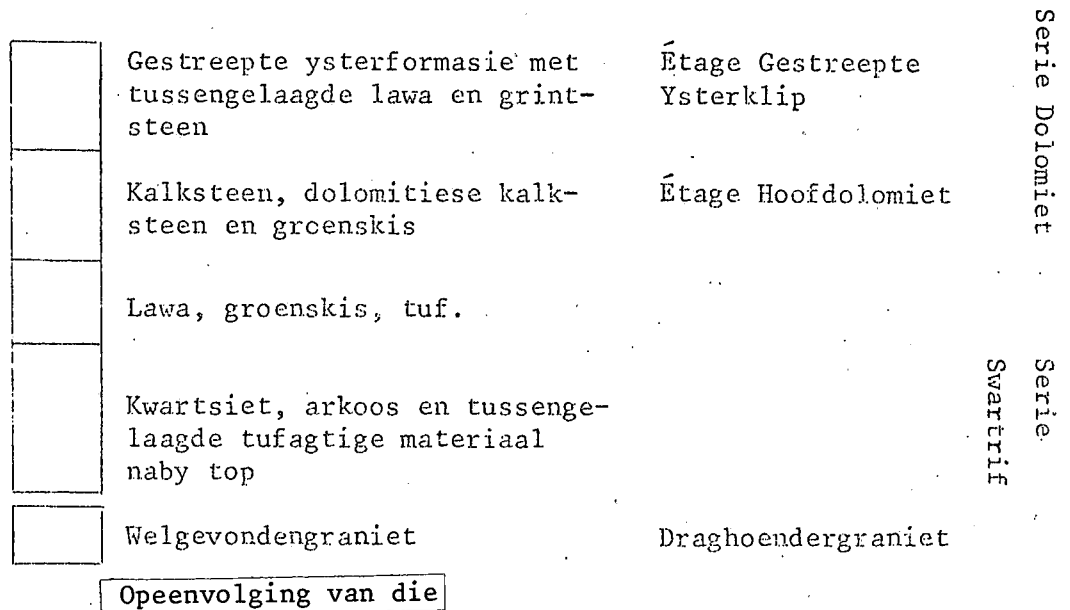


Fig. 13. Opeenvolging van die Soetvleiformasie.

2. Wes van die Welgevondengraniet

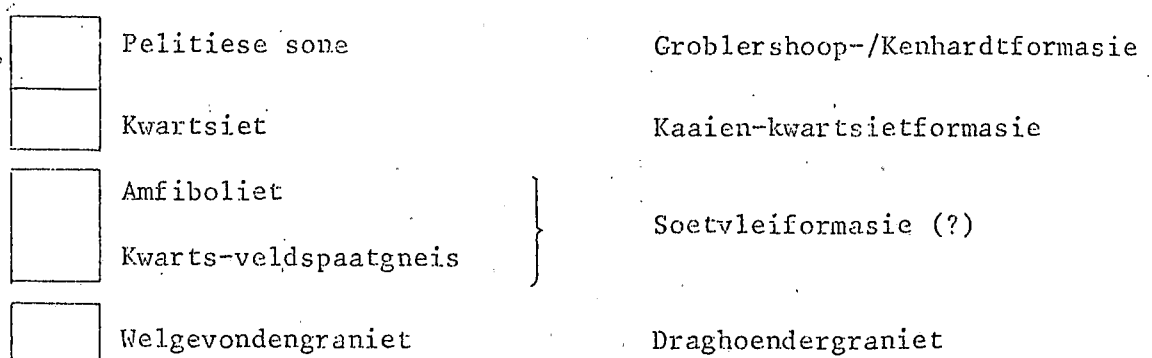


Fig. 14. Opeenvolging Wes van die Welgevondengraniet.

3.4 INTRUSIEWE GESTEENTES VAN VOOR-KAROO OUDERDOM.

3.4.1 Diabaas

Intrusief, veral in die westekant van die Welgevondengraniet, word verskeie diabaasgange aangetref.

3.4.2 Kwarts-veldspaatporfier

'n Voorkoms van kwarts-veldspaatporfier wat intrusief in die graniet is, word op Zout Pekel 98 aangetref. 'n Soortgelyke gesteente is in 'n put op Wielpan 124 opgemerk. Die gesteente is nie vervorm nie en 'n moontlike korrelaat kan dalk die Koraslawas wees.

4 VLOERGRANIET

4.1 VOORKOMS

Suid van Prieska kom 'n groot ovaalvormige granietliggaam voor wat in die gebied ter sprake op Welgevonden 97, Wielpan 124, Zout Pekel 98 en Doornfontein 70 dagsoom. Kleiner dagsome kom voor op Nooitgedacht (gedeelte van Omdraai Vlei 94), Wielpan 124 en Soet Vlei 96. Groot dele van die graniet word deur waaisand en kalkkreet bedek. Dagsome aan die oostekant van en aangrensend aan die gebied onder bespreking is gedurende 1973¹ deur Emslie gekarteer en beskryf. Dagsome kom in daardie gebied op Holgats Vontein 30, Kuip 2 en Omdraai Vlei 94 voor.

Du Toit (1905, p.163) konstateer dat die graniet na die oppervlak gebring is deur 'n noordoosstreckende antiklien, wat ook die Transvaalgesteentes geaffekteer het. Emslie (1973²) het tereg opgemerk dat dit nie die geval was nie, omdat die Transvaalgesteentes jonger as die graniet is en dit is dus duidelik dat die graniet ouer is as die plooi.

Omdat die graniet goeie dagsome oor die grootste gedeelte van Welgevonden 97 vorm, word die naam Welgevondengraniet vir die eenheid gebruik.

4.2 TEKTONIESE PLASING EN DIE INVLOED VAN DIE GRANIET OP JONGER FORMASIES

Die granietliggaam vorm 'n baie prominente hoog aan die westekant van die Transvaalkom en het ook 'n belangrike rol gespeel in die afsetting van die Transvaalgesteentes. Uit die studie blyk dit duidelik dat die Transvaalgesteentes teen hierdie ^hhoog uitgeknyp het en dat daar 'n strandlyn parallel aan die granietliggaam was. Die graniet het ook materiaal vir sedimentasie verskaf en as 'n voorbeeld kan die arkose op Soet Vlei 96 genoem word. As na die hoogs onvolwasse karakter van dié arkose gekyk word, kan afgelei word dat :

- (i) die granietliggaam gedurende die afsetting van die Transvaalgesteentes meer prominent was as vandag,
- (ii) die materiaal oor 'n kort afstand vervoer is.

4.3 Tipes GRANIET

Die graniet kan oor die algemeen beskryf word as 'n goedgefolieerde, pienkkleurige biotietgraniet. Die samestelling en tekstuur van die graniet is egter wisselend, en hierdie feit word ook deur skrywers soos du Toit (1905, p.163), Emslie (197²₃, p.11), ^{W.}Linström en ^{CA.}Smit (persoonlike mededeling) en deur Vajner (1974) beklemtoon.

Emslie (197²₃) noem 2 tipes graniet, uitsluitend granietaplietgangetjies en granietpegmatiet, naamlik :

- (i) 'n Mediumkorrelrige graniet, en in sekere lokaliteite porfirities, met 'n goeie foliasie. 'n Voorbeeld is biotietgraniet.
- (ii) 'n Grofkorrelrige nie-gefolieerde, nie-porfiritiese graniet.

Vajner (1974, p.9) beskryf die volgende tipes graniet noord van die gebied onder bespreking, naamlik

- (i) Muskoviet-biotietgraniet en biotietgraniet as die normale tipe.
- (ii) Biotiet-muskovietgraniet en adamelliet as die leukokratiese tipe.
- (iii) Intrusiewe jonger gesteentes van granodioritiese samestelling waarin veldspaateerstelinge en eerstelinge van blou opaal ^{agte swarte} voorkom.

Gedurende die huidige ondersoek is tussen die volgende tipes graniet onderskei, naamlik

- (i) Goedgefolieerde, mediumkorrelrige biotietgraniet, wat in sekere lokaliteite porfirities vertoon.
- (ii) 'n Klein dagsoom ongefolieerde, mediumkorrelrige, biotiet-

graniet word op Zout Pekel 98 aangetref. Die kontak met die gefolieerde graniet is deur resente materiaal bedek.

Intrusief in die granietmassa kom die volgende jonger gesteentes voor :

- (i) Intrusiewe jonger gesteentes waarin veldspaateerstelinge en eerstelinge van blou opaal ^{aglye swart} voorkom. Duidelike vloei-gelaagtheid kom in die gesteente voor. Dié gesteentetipe (kwarts-veldspaatporfier) dagsoom op Sout Pekel 98.
- (ii) Ander intrusiewe gesteentes sluit in diabaas en doleriet-gange, granietapliet en -pegmatiet asook kwartsare van veral melkkwarts.

4.3.1 Petrologie Van Die Gefolieerde Biotietgraniet (Monster W 71)

Die monster is geneem op Wielpan 124 en vertoon as volg :

Die graniet kan in handmonster beskryf word as 'n goedgefolieerde, porfiritiese biotietgraniet met kaliumveldspaateerstelinge wat tot 15mm in deursnee is. Mikroskopiese ondersoek toon dat die kaliumveldspaatkorrels gebreek is en dat die openinge wat so ontstaan het, opgevol is met kwarts. Volgens Higgins (1971, p.59 en 60) kan so 'n tekstuur as kataklasties beskryf word. Die krake is almal subparallel aan mekaar en toon dus 'n duidelike voorkeuroriëntasie. Vajner (1974) noem ook

dat hy kataklastiese teksture in die Draghoendergraniet gevind het. Die kaliumveldspaat word verteenwoordig deur mikroklien en die plagioklaas deur oligoklaas. Die lamelle van die polisintetiese tweelingbande van die oligoklaas vertoon in sommige gevalle 'n geboë karakter wat dui op vervorming na kristallasie. Die kwarts doof ook vlekkerig uit. Die biotiet is gechloritiseer en die lamelle vertoon ook effens geboë. Die foliasie van die monster word veroorsaak deur die voorkeuriëntasie van die biotietvlokies (Emslie 1973² p.12). Die volopste bykomstige minerale is epidoot en erts, terwyl sirkoon en sfeen skaars is.

Modale analise van die Welgevondengraniet :

<u>Mineraal</u>	<u>%</u>
Mikroklien	53
Kwarts	12
Biotiet	11
Oligoklaas	16
Erts	4
Epidoot	1
	—
Totaal	97

Emslie (1973², p.14) het gevind dat die graniet (beide gefolieerd en ongefolieerd) in die gebied wat hy ondersoek het, 'n hoë kaliumveldspaatinhoud het. Na die kaliumveldspaat, volg kwarts, oligoklaas en biotiet.

Vajner (1974, p.11) het ook 'n hoë kaliumveldspaatinhoud in die Draghoendergraniet beskryf. Smit (persoonlike mededeling) het weer 'n lae kaliumveldspaatinhoud in die Draghoendergraniet beskryf wat weer die feit beklemtoon dat die vloergraniet wisselend in samestelling is.

4.4 INSLUITSELS IN DIE GRANIEL

Op verskeie lokaliteite is insluitsele van hornblendeskis in die graniet gevind. Op Welgevonden 97 word 'n dun sone, ewewydig aan die regionale foliasie, bestaande uit muskovietskis met ondergeskikte chloriet in die graniet aangetref. Hierdie skis is baie fynkorrelrig en sy minerale is geïdentifiseer deur middel van X-straaldiffraksie. Hierdie muskovietskis kan net soos die amfiboolskis, oorliggende materiaal verteenwoordig wat saam met die boonste gedeelte van die graniet geplooi was (Smit - persoonlike mededeling). 'n Ander moontlikheid is dat die muskovietskis 'n milonietzone in 'n skuifseur in die graniet verteenwoordig. Amfiboolskisinsluitsele is ook beskryf deur Emslie (1973, p.12), du Toit (1907, p.163-164) en Vajner (1974, p.10). Linström en Smit (persoonlike mededeling) het ook soortgelyke insluitsele in die Draghoendergraniet in die omgewing van Marydale gekry.

4.5 KONTAKTE MET ANDER GESTEENTES

Kontakte is oor die algemeen swak gedefinieer en is meestal deur sand en kalkkreet bedek. Geen kontakte is gevind waarin die graniet intrusief in die oorliggende gesteentes voorgekom het nie. Die Draghoender-

graniet word volgens Schwarz (1910, p.140-146) en Linström en Smit (persoonlike mededeling) nie intrusief in ander gesteentes gevind nie en Cornell (1975, p.168) beskou dit ook as vloergraniet. Du Toit (19⁰⁶, p.96) en Vajner (1974, p.10), daarenteen, beskou die graniet as intrusief in die oorliggende Kheisgesteentes.

Op grond van die litologie, stratigrafiese posisie en insluitels in die graniet, word die Draghoender-, Sodium- en Welgevondengraniete met mekaar gekorreleer.

4.6 OORSPRONG VAN DIE GRANJET

Emslie (197², p.68) haal 'n ouderdom van 2 650 m.j. aan vir die graniet in die omgewing van Sodium. Hy noem egter nie koördinate van die monster waarop die bepaling gedoen is nie.

Gedurende 1975 is twee isotoopouderdomme (U/Pb op sirkoon) vir vloergraniet in die omgewing verkry (A.J. Burger - persoonlike mededeling).

30° 07' 0 22° 53' S Welgevonden 2 960 m.j.

30° 08' 0 23° 12' S Sodium 2 810 m.j.

Emslie (197², p.68) beskou beide die gefolieerde en nie-gefolieerde graniet as laat-tektoniese graniet.

Dit is egter moeilik om 'n nie-gefolieerde graniet as 'n laat-tektoniese graniet te visualiseer. Die gefolieerde graniet kan as 'n laat-tektoniese

graniet beskou word.

Die nie-gefolieerde graniet sal beter in 'n na-tektoniese omgewing
inpas. Die moontlikheid van anateksis en remobilisasie van die
gefolieerde graniet om die nie-gefolieerde graniet as produk te lewer,
moet nie uitgesluit word nie. Ander na-tektoniese graniet word ver-
teenwoordig deur granietpegmatiet en are van granietapliet.

5 SISTEEM TRANSVAAL (NORMALE FASIES)

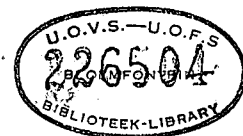
5.1 INLEIDING

Gedurende die vorige eeu het navorsers soos Rogers en Schwarz alreeds begin om die Sisteem Transvaal in Noord-Kaapland te ondersoek. Rogers en Schwarz (1899) beskryf die magnetiese eienskappe van die gestreepte ysterformasie, en het die gestreepte ysterformasie toe al onderverdeel sodat die fasies onder bespreking in die Jaspis-subétage sal val. Hanekom (1966) en ^{NJ}Beukes (1973) gebruik ook hierdie benaming, naamlik die Griekwaland-Jaspiliet.

Hierdie gesteentes, tesame met kalksteen en dolomiet van die Étage Hoofdolomiet dagsom in die noordoostelike hoek van die gebied, oos van die Doornberglineament. Die gestreepte ysterformasie en jaspis rus konkordant op die kalksteen en dolomiet van die Étage Hoofdolomiet.

5.2 DIE ÉTAGE HOOFDOLOMIET

Die kalksteen en dolomitiese kalksteen wat op Soet Vlei 96 dagsom, verteenwoordig die heel boonste eenheid van die Étage Hoofdolomiet. Hierdie bewering word gestaaf deur die teenwoordigheid van die oorliggende Étage Gestreepte Ysterklip, wat konkordant op die Étage Hoofdolomiet volg. Emslie (1973²) beskryf die dolomiet en kalksteen van 'n gebied direk aangrensend aan die oostekant van die gebied onder bespreking.



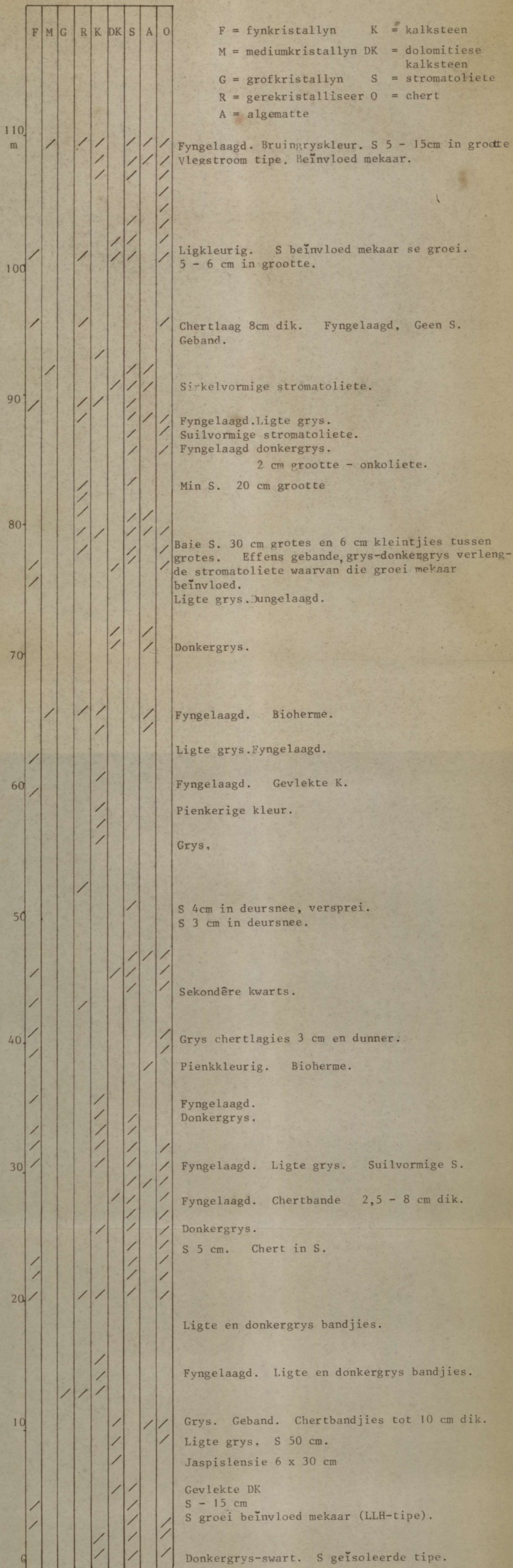


Fig. 15. ^{Stratigrafiese} Geologiese kolom van die Étage Hoofdolomiet op Soet Vlei 96.

5.2.1 Litologie

Vir 'n litologiese beskrywing, word na Fig. 15 verwys.

Die onderste stromatoliete op Soet Vlei 96 aan die beginpunt van die kolom is van die geïsoleerde, domvormige tipe, en chert kom tussen hulle voor. By sommige stromatoliete word die konsentriese ringe geaksentueer deur die voorkoms van chertdoppe. Mangaanoksied kom algemeen op die chert voor. Hoër op volg stromatoliete wat so naby mekaar is, dat hulle mekaar se groei beïnvloed. Hulle is volgens Logan *et al.* (1964, p.75-77) se klassifikasie van die LLH-tipe. Hierdie stromatoliete is ook nie rond nie, maar eerder ellipsvormig en kleineres kom tussen die lae van die groteres voor. Die stromatoliete is verleng in 'n rigting parallel aan die regionale strekking, maar dit is te betwyfel of die verlengde oriëntasie van die stromatoliete die gevolg van tektonisme is. Die strandlyn van die see waarin die stromatoliete bestaan het, was waarskynlik teen die Welgevondengraniet, wat gedurende die afsetting van die Étages Hoofdolomiet en Gestreepte Ysterklip, meer prominent was as gedurende resente tye. Die graniete sou dus 'n strandlyn parallel aan die huidige strekking veroorsaak het, en die seestrome (langstrandse strome) sou dan vir die verlengde stromatoliete verantwoordelik gewees het. (Gebelein, 1969, p.15 en Hoffman, 1967, p.1045).



Fig. 16. Suilvormige stromatoliete in die Étage Hoofdolomiet op Soet Vlei 96.

Ongeveer 85 m vanaf die beginpunt van die kolom kom klein, ronde, sferiese strukture in die dolomitiese kalksteen voor wat volgens die definisie van Pia (1933), Logan *et al.* (1964) en Johnson (1966) as onkoliete beskryf kan word. Aitken (1967, p.1163) haal as volg aan : "Oncolites are unattached, regularly or irregularly spheroidal, concentrically to semiconcentrically laminated bodies of cryptalgal origin".

In Fig. 15 kan gesien word dat daar duidelike sikliese voorkomste van stromatoliete is, en dat daar 'n definitiewe affiniteit tussen stromatolietvoorkomste en chert bestaan.



Fig. 17. Suilvormige stromatoliete op Soet Vlei 96. Let op dat die stromatoliete almal in dieselfde rigting hel.

Die kleur van die kalksteen en dolomitiese kalksteen is afwisselend lig en donker deur die hele eenheid. Op sommige plekke het dit 'n effense pienkerige kleur, waarskynlik as gevolg van die teenwoordigheid van mangaan.

5.2.2 Afsettingstoestande

5.2.2.1 Die oorsprong van die kalsium, magnesium, silika en mangaan, wat die hoof chemiese bestanddele van die Serie Dolomiet vorm.

Al vier die genoemde elemente se bron was waarskynlik die onderliggende Ventersdorplawas. Die betrokke elemente is vrygestel deur verskillende prosesse van verwerking.

Die chert wat in die étage voorkom kan in primêre en sekondêre chert verdeel word. Primêre chert kom saam met die stromatoliete voor en is fynkristallyn en donker van kleur, terwyl die sekondêre chert ligter van kleur is en somtyds growwer kristalle bevat wat duidelik in 'n handmonster waarneembaar is.

Die kalsium, silika en mangaan is waarskynlik gelyktydig in 'n see afgeset. Die mangaan wat op die chert voorkom is egter 'n produk wat vrygestel is deur die verwerking van die kalksteen (wat slegs klein hoeveelhede bevat). Die mangaan het dus in 'n later stadium op die chert neergeslaan.

5.2.2.2 Toestande waaronder CaCO_3 presipiteer

Krauskopf (1967, p.79) verklaar die afwesigheid van kalsiumkarbonaat-bevattende skelette en skulpe in oseane dieper as 4 000 meter deurdat die temperatuur van die water baie laag sal wees en groot hoeveelhede

CO_2 sal in die water opgelos wees. Die CO_2 sal dan koolsuur vorm en dit, tesame met die koue water sal die kalsiumkarbonaat oplos. Sodra die water deur middel van seestrome na vlakker, warmer gebiede beweeg, sal kalsiumkarbonaat begin presipiteer.

In die geval van die afsetting van die Étage Hoofdolomiet kon hierdie meganisme gegeld het. Kalsiumkarbonaatversadigde seewater is deur middel van seestrome na 'n vlakker, warmer gedeelte van die see vervoer, waar die CaCO_3 gepresipiteer het. Daar sal dus nie 'n styging van temperatuur van die omgewing nodig wees om die presipitasie van CaCO_3 te bewerkstellig nie, maar eerder 'n posisionele verskuiwing van die CaCO_3 -versadigde water.

5.2.2.3 Toestande waaronder chert kan vorm

Presipitasie van chert sal afhang van die konsentrasie van SiO_2 in seewater en die pH van die water (Erikssen 1972, p.93). Die presipitasie van chert word ook onder die afsettingstoestande van gestreepte ysterformasie bespreek. Namate die pH styg, sal meer SiO_2 in oplossing kan bestaan en met die afsetting van CaCO_3 moes die water alkalies gewees het. Uit die beskrywing van die litologie blyk dit dat daar 'n positiewe korrelasie bestaan tussen die voorkoms van stromatoliete en die voorkoms van chert. Erikssen (1972, p.90) beklemtoon ook dat stromatoliete en chert by voorkeur saam in die Malmanidolomiet voorkom. Hierdie assosiasie van chert en stromatolietiese kalksteen tesame met die afsetting van chert in die Étage

Gestreepte Ysterklip, wat konkordant op die Étage Hoofdolomiet volg, kan as positiewe bewyse aangevoer word vir die vorming van singentiese chert gedurende die afsetting van die Étage Hoofdolomiet.

Sekondêre chert kom voor in nate en verskuiwings. Die sekondêre chert vertoon op plekke 'n effense gelaagdheid wat baie lyk soos die gelaagdheid wat soms in kalsedoon aangetref word. Dit moes dus uit 'n waterige oplossing gepresipiteer het. Daar het ook mangaan op die sekondêre chert neergeslaan.

Om die omgewing van afsetting voor te stel, word gebruik gemaak van die model soos voorgestel deur Young^{etal} (1972, p.72). Volgens die model kan die afsettingsomgewing in 3 afdelings verdeel word, naamlik die subgetyomgewing wat onderverdeel word in die oop subgetyomgewing en die beskermdes subgetyomgewing, die intergetyomgewing en die supragetyomgewing (Fig. 18).

(i) Die Supragetyomgewing

In dié omgewing word CaCO_3 en dolomitiese moddersteen bokant die gemiddelde hoogwatermerk afgeset. Hierdie sedimente word op die algematbedekte oppervlak gedurende besonder hoë getye en storms afgeset. Hierdie omgewing word gekenmerk deur uitdrogingskrake, algemate en die afwesigheid van bioverstoorde lae.

(ii) Die Intergetyomgewing

Die intergetyomgewing bestaan uit sedimente wat tussen die laag- en

hoogwatermerk afgeset word. Hier word die sedimente dus periodiek aan die atmosfeer blootgestel en gevolglik sal modderkrake, algematbreksies en 'n klastiese karakter kenmerkend van die sedimente wees. Biologiese reste in die vorm van skelette word in die intergetyomgewing aangetref, terwyl die lae ook bioverstoort is.

(iii) Die Subgetyomgewing

Hierdie omgewing bestaan uit sedimente wat onder die laagwatermerk afgeset word en die sedimente word dus nie aan die atmosfeer blootgestel nie. Na gelang van verskillende energievlakke, word die omgewing in twee onderafdelings verdeel.

(a) Die beskermde Subgetyomgewing

Hierdie is 'n lae-energieomgewing en word gekenmerk deur die voorkoms van bioherme, terwyl die biologiese aktiwiteit ook 'n toename toon.

(b) Oop Subgetyomgewing

Hierdie is 'n hoë-energieomgewing waar golfaksie en getystrome die sedimente beïnvloed. Sedimente in die omgewing sal growwe tipes insluit, terwyl kruisgelaagdheid en riffels algemeen voorkom.

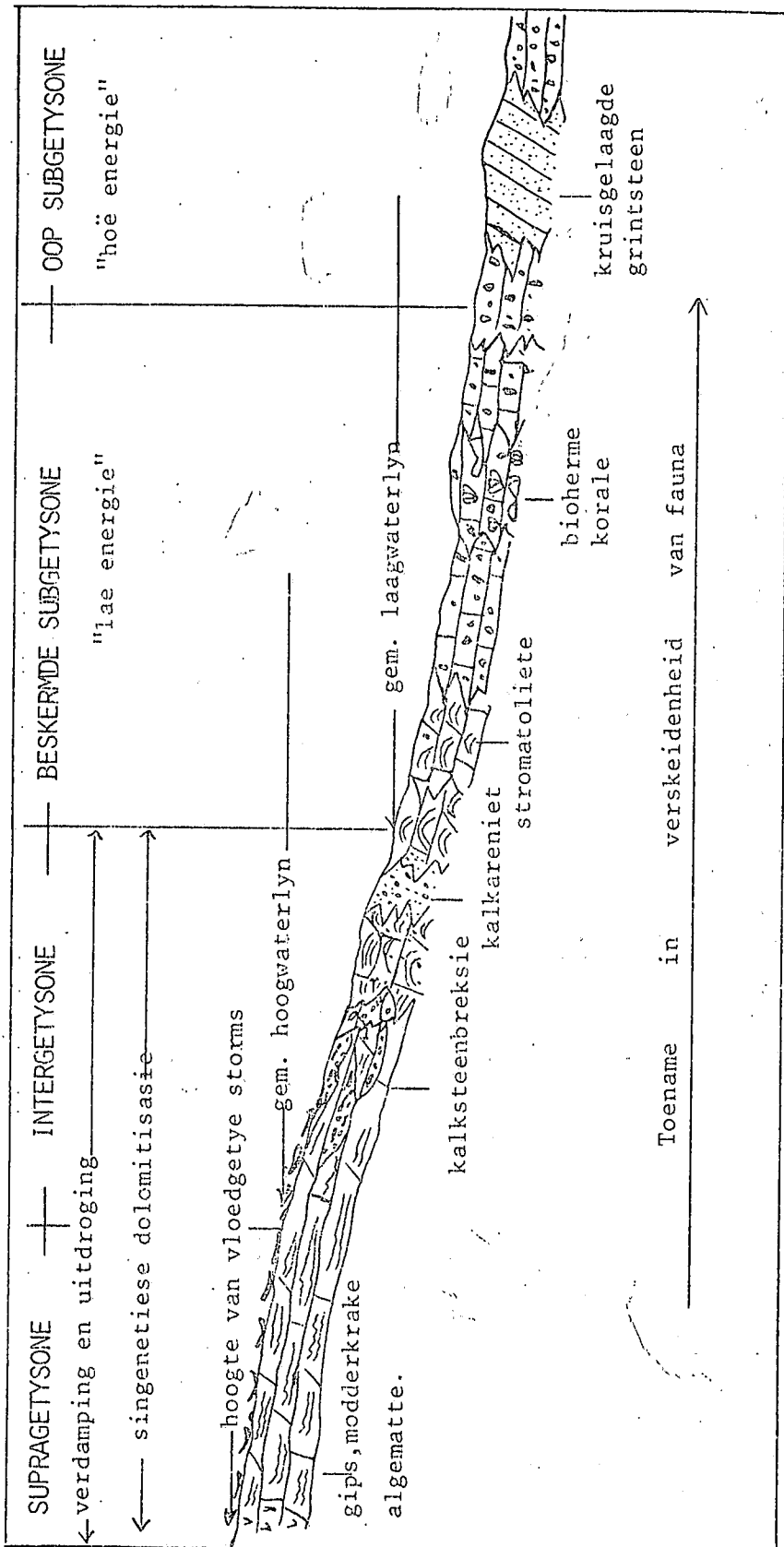


Fig. 18 'n Model van 'n getyvlakte volgens Young e.a. (1972).

Die stromatoliete wat in die kalksteen voorkom verteenwoordig verskillende tipes, wat weer verskillende afsettingsomgewings weerspieël.

1. Die tipes wat mekaar se groei beïnvloed

Hulle is hoofsaaklik van die doornvormige stromatoliete wat aan die begin van die groeistadium naby aan mekaar geleë was. Namate die stromatoliete sywaarts en opwaarts gegroei het, het 'n ruimteprobleem ontstaan en die stromatoliete het aan mekaar begin raak en namate hulle nog groter geword het, het hulle as gevolg van gebrek aan ruimte, mekaar begin vervorm. Hierdie groeivorm dui waarskynlik op toestande van voldoende sedimenttoevoer en van welige groei (Smit, 1973, p.39).

2. Stromatoliete waar 'n lagie meer as een doornvormige stromatoliet omsluit en wat volgens Logan *et al.* (1964, p.68-83) geklassifiseer word as van die LLH-tipe (Laterally linked hemispheroides).

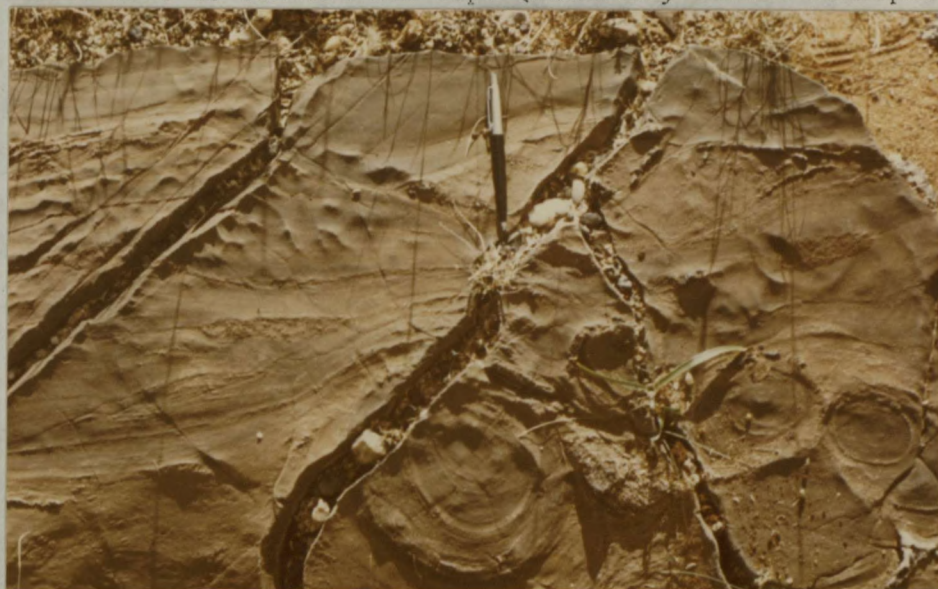


Fig. 19. Doornvormige stromatoliete op Soet Vlei 96.

Hierdie tipe word volgens Logan *et al.* (1964) in beskermde intergetyomgewings afgeset waar die energie van die golwe nie hoog genoeg is om die algemat tussen die dome op te breek nie.

3. Die domvormige stromatoliete wat nie aanmekaar vas is met algemate nie. Hulle grootte wissel van 3 - 40 cm. Hierdie tipe stromatoliete moes gevorm het in 'n hoër energieomgewing waar daar genoeg golfaksie was om die tussenliggende algemat op te breek en te verwyder. Hierdie stromatoliete kon dus in die intergetyomgewing gevorm het (Fig. 19).
4. Die suilvormige stromatoliete. Hulle moes ook in 'n hoër energieomgewing afgeset gewees het, sodat die water tussen die stromatoliete deur kon vloei het. Aitken (1967, p. 1168) stel 'n turbulente afsettingsomgewing voor die vir totstandkoming van suilvormige stromatoliete. So 'n omgewing kon in die intergetyomgewing geheers het. (Sien Fig. 16 en 17).
5. Bioherme is in 'n lae-energieomgewing soos die beskermde subgetyomgewing afgeset.

Die stromatoliete toon 'n sikliese opeenvolging, dit wil sê daar was tydperke waartydens hulle skaars tot afwesig was teenoor tydperke waarin hulle gefloreer het. Die bioherme is in dieper water as die stromatoliete afgeset. Die situasie dui dus op fluktuasie van die seevlak en klein transgressies en regressies moes gedurende die afset-

ting van die Étage Hoofdolomiet plaasgevind het.

5.2.2.4 Dolomitisasie

Volgens Young^{etal} (1972, p.74) vind dolomitisasie in die intergetyomgewing singeneties met afsetting plaas, en Friedman (1966, p.263-267) is van mening dat daar ook latere sekondêre dolomitisasie plaasvind wat veroorsaak word deur pekel wat as gevolg van verdamping vermeerder en wat in die sedimentporieë konsentreer. Namate die konsentrasie hoër word, word die kalsium deur magnesium verplaas. Hierdie proses sal 'n groot rol speel op die supragetysone.

Getuienis vir sekondêre dolomitisasie is fossiele waarvan die skelette oorspronklik uit kalsium bestaan het en waar die kalsium later deur magnesium verplaas is. Dit is ook gevind dat dolomietromboheders oöliete in oölitiese kalksteen verplaas (Blatt *et al.* 1972, p.480).

Krauskopf (1967, p.88) noem dat by dik opeenvolgings dolomiet die proses van dolomitisasie net na afsetting, selfs al gedurende diagnose kan begin.

'n Geval wat sekondêre dolomitisasie beklemtoon, is die voorkoms langs nate van dolomiet wat oorgradeer na kalksteen.

In die geval van die gesteentes onder bespreking, het dolomitisasie

'n ondergeskikte rol gespeel, omdat min dolomiet voorkom en die kalksteen is slegs in 'n mindere mate gedolomitiseer. By die kalksteen

wat in die intergetysone afgeset is, kon dolomitisasie singeneties plaasgevind het.

5.2.2.5 Samevattend

Afsetting van die Étage Hoofdolomiet het plaasgevind onder alkaliese toestande, met 'n wisselende seevlak wat weerspieël word uit die verskillende tipes stromatoliete wat op verskillende stratigrafiese hoogtes in die opeenvolging voorkom. Die afsetting van die Étage Hoofdolomiet is beëindig met 'n transgressie waarna of waartydens reduserende toestande ingetree het, en die afsetting van die Étage Gestreepte Ysterklip 'n aanvang geneem het.

5.3 DIE ÉTAGE GESTREEPTE YSTERKLIP

NJ. Beukes (1973, p.962) verdeel gestreepte ysterformasies in Suidelike Afrika in 4 tektonies-sedimentêre gebiede of afdelings. Hulle bestaan uit :

1. Die Groensteengordels van die Kaapvaal en Rhodesiese Kratons.
2. Die Limpopo Metamorfe Gordel.
3. Kratoniese komme van die Pongola-, Witwatersrand- en Transvaal Sisteme en die Shoshonggroep.
4. Die Damara Mobiele Gordel.

Die gestreepte ysterformasie onder bespreking, sal dus onder die afdeling kratoniese komme val.

Op Soet Vlei 96 kom 5 dagsome jaspis en gestreepte ysterformasie voor en die dagsome word progressief kleiner na die suide toe. Die gestreepte ysterformasie het 'n steil helling, in sommige gevalle tot 90° , en die strekking is parallel aan die Doornberglineament (sien Plaat I).

Die mees suidelike koppie, op Soet Vlei 96, bestaan feitlik net uit jaspiliet wat tot 'n groot mate gebreksieer is. Hierdie breksiasie kan toegeskryf word aan die effek van die Doornberglineament, wat baie na aan die koppie verbyloop. Brokstukke van 'n sentimeter tot meer as 'n meter in deursnee word daar aangetref. Die koppie net suid van die pad wat na die opstal op Soet Vlei 96 gaan, is in 'n mindere mate gebreksieer, maar vertoon komplekse plooipatrone met baie verskuiwings op 'n mesoskaal.

Geen dagsome van gestreepte ysterformasie word verder suid na die dagsoom op Soet Vlei 96 aangetref nie.

Baie strekkingsverskuiwings kom in die gestreepte ysterformasie voor en 'n mooi voorbeeld word in die mees noordelike dagsoom op Soet Vlei 96 aangetref. Hierdie strekkingsverskuiwings is waarskynlik verskuiwings wat ondergeskik is aan die Doornberglineament.

5.3.1 Litologie

Weens strekkingsverskuiwings is die diktes van die lae moeilik bepaalbaar en derhalwe word slegs diktes van enkele dun lagies gegee. As 'n samegestelde seksie deur die dagsome op Soet Vlei 96 getrek word, word die volgende gevind :

Die onderste sone van die *étage* bestaan uit gestreepte ysterformasie met tussengelaagde bruin gesilisifiseerde skalie. Die gestreepte ysterformasie bestaan uit mesolagies chert, afwisselend met hematiet en/of magnetietryke lagies, wat as donker strepies in 'n handmonster vertoon. Die kleur van die chertlagies wissel van bruin tot rooibruin. Die chertlagies is ook dikker as die ysterryke lagies. Sommige van die lagies kan vir betreklike lang afstande gevolg word, terwyl sommige na etlike meter uitknyp.

Hierdie sone word opwaarts deur die Oölitiese Jaspissone gevolg wat 2 tot 3 meter dik is (Fig. 20).



Fig. 20. Die Oölitiese Jaspissone op Soet Vlei 96. Let op die verlenging van die oöliete.

Die oöliete wissel in grootte van enkele cm tot soveel as 20 cm in deursnee; hulle is dus volgens definisie eintlik pisoliete. Hulle is meestal ellipsvormig met hul lang asse ewewydig aan die Doornberglineament. 'n Snit deur so 'n sferiese liggaam toon dat dit uit afwisselende ysterryke en chertyke lagies bestaan.

Fockema (1967) aangehaal uit ^{NJ}Beukes (1973, p.986) beskryf die oöliete se chemie. Volgens hom bestaan die öoliet uit 'n matriks van chert met 'n kern wat opgebou is uit magnetiet, magnetiet-chert of chert-karbonaat met doppe van stilpnomelaan-chert-karbonaat.

Aan die bokant van die Oölitiese Jaspissone kom daar 'n fynkorrelrige blou tot blougroen skalie voor, wat baie hard en weerstandbiedend teen verwerking is. Die dikte van die skalie wissel van 20 cm tot meer as 'n meter en X-straaldiffraksie het aangetoon dat die skalie feitlik net uit riebeckiet bestaan. Die skalie is ook geskuifskeur en die skuifskeurrigting is ewewydig aan die Doornberglineament.

Opwaarts volg 'n gebreksieerde sone, waarvan daar 'n dun lagie op Soet Vlei 96 voorkom, omdat die Doornberglineament die res afgesny het. Die breksie is in die vorm van skerwe, ongeveer 15 mm dik en die lengtes wissel van 2 - 18 cm. Die breksiëring was nie die oorsaak ~~van~~ 'n verskuiwing nie, maar het plaasgevind tydens of net na afsetting en word onder die afsettingstoestande bespreek.

5.3.2 Afsettingstoestande

5.3.2.1 Oorsprong van die yster en silika

Die belangrikste bron van die silika en yster was reedsbestaande gesteentes soos die vloergesteentes en gesteentes van die Sisteem Ventersdorp. Deur verwerking van hierdie gesteentes is onder andere yster en silika vrygestel.

James (1954, p.245) stel voor dat die atmosfeer in Voorkambriese tye meer CO₂ bevat het as die hedendaagse atmosfeer. Om dié rede was daar koolsuur en onder die toestand kan silikate relatief maklik afgebreek word. 'n Klein hoeveelheid van die yster kon ook afkomstig gewees het van vulkane, hetsy vanaf die lawas self, of vanaf vulkaniese gasse. Tekens van vulkaniese aktiwiteit in die Transvaalgesteentes word bevestig deur die teenwoordigheid van die Ongeluklawas. Die natrium wat nodig was vir die vorming van die riebeckiet, kan ook moontlik van vulkaniese oorsprong gewees het.

Die Étage Hoofdolomiet, onder die gestreepte ysterformasie, is in 'n see afgeset (Erikssen, 1972, Smit, 1973 en van der Merwe, 1973) en daar kan dus aangeneem word dat die Étage Gestreepte Ysterklip wat konkordant op die Étage Hoofdolomiet volg, ook in 'n see afgeset is.

In die gestreepte ysterformasie word getuienis vir beide vlak- en diep-waterafsetting aangetref.

Ten gunste van afsetting in diep water, kan aangevoer word dat daar geen grofklastiese materiaal in die étage aangetref word nie en die feit dat die dun lagies van yster en silika oor lang afstande gevolg kan word, dui op stil toestande wat in diep water sal voorkom.

Toestande wat dui op vlakwater is (i) dié oöliete, wat die gevolg was van onder andere die beweging van water, (ii) die riebeckiet wat ook waarskynlik in vlak water afgeset is en (iii) die breksiesone kan die gevolg van golfaksie wees. Die moontlikheid van toestande van vlak sowel as diep water kan nie uitgesluit word nie.

5.3.2.2 Vervoer en afsetting van yster en silika

Die yster word volgens James (1954, p.242) in die trivalente toestand as $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vervoer.

Die afsetting van die yster kon onder verskillende toestande plaasgevind het.

As na Tabel X gekyk word, sal gesien word watter minerale onder watter toestande sal vorm. Gedurende die afsetting van die Étage Gestreepte Ysterklip was daar waarskynlik te min vry suurstof om oksiedminerale te vorm.

Minerale wat in die gestreepte ysterklip voorkom, is hematiet, magneties, minnesotaïet, stilpnomelaan, riebeckiet en sideriet (Beukes, 1973).^{NJ}

Dit moet egter in gedagte gehou word dat die minerale nie primêr hoof

Tabel X. Hoofeienskappe van die ysterformasie fasies

	Sulfied	Karbonaat	SILIKAAT		OKSIED	
			Fynkorrelrig	Grofkorrelrig	Magnetiet-geband	Hematiet-geband
Litologie	Gelamineerde tot dungelaagde swart piritiese karbonaatbevattende skalie. Chert is skaars	Dungelaagde gelamineerde gesteente bestaande uit afwisselende lae van grysgrys chert en karbonaat.	Gelamineerde ligte groen tot groen-swart gesteente. Chert is skaars.	Massiewe donkergroen gesteente met ongereelde gelaagdheid wat gewerk word deur lae van chert en magnetiet.	Donker dungelaagde tot ongereelde laagde gesteente bestaande uit lae magnetiet afwisselend met lae donkergroen chert, groen silika en karbonaat.	Dun gelaagde, ongeweredige gelaagde gesteente bestaande uit afwisselende lae van kristallyne hematiet en grysgrys chert of rooierige jaspis.
Hoofmineraal	Piriet	Ysterryke karbonaat	Yster silikaat (minnesotiet, stilpnomelaan, chloriet)	Ystersilikaat (greenlandiet, minnesotiet, stilpnomelaan)	Magnetiet	Kristallyne hematiet
Ondergeskikte minerale	Karbonaat (greenlandiet)	Piriet Stilpnomelaan Minnesotiet Magnetiet	Karbonaat Magnetiet	Magnetiet Karbonaat Hematiet	Greenlandiet Minnesotiet Stilpnomelaan Karbonaat Hematiet	Magnetiet Karbonaat
Konsentrasie van Fe as metaal in %	15 - 25	20 - 35	20 - 30	20 - 30	25 - 35	30 - 40
Afsettingsomgewing	Sterk reduserend	Reduserend	Gewoonlik reduserend	Oksiderend tot reduserend	Oksiderend tot reduserend	Sterk oksiderend

te wees nie, maar wel sekondêre veranderingsprodukte van ander minerale kan wees. Wagner (1928, p.64, aangehaal deur James, 1954, p.257) noem die moontlikheid dat hematiet wat vandag in die gestreepte ysterformasie is, moontlik oorspronklik sideriet kon gewees het. Volgens die tabel sal hematiet onder oksiderende toestande vorm en sideriet sal onder reduserende toestande vorm.

Edwards (1936, p.172, aangehaal deur James, 1954) konstateer dat hematiet die veranderingsproduk van magnetiet was. Hy het aangetoon dat die yster in die gebande "hematite-quartzite" van die Middleback Ranges van Australië martiet is, dit wil sê hematiet wat pseudomorf is na magnetiet. Beide Miles en Edwards (James 1954, p.257) erken dat die magnetiet weer eens van 'n vroeëre mineraal afkomstig kon gewees het.

Dit blyk wel dat die yster en silika in 'n stadium 'n jel was. Elektroliete in die water sal veroorsaak dat die $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gepresipiteer word (Krauskopf, 1967).

Die silika kon as SiO_2 vervoer word. Volgens Krauskopf (1967, p.167) kan 'n konsentrasie van 'n paar honderd ppm SiO_2 vir 'n onbepaalde tyd in oplossing bly, maar sodra die konsentrasie toeneem, sal 'n jel vorm, mits die omgewing alkalies is. Slegs silika in die kolloïdale vorm sal volgens Krauskopf koaguleer in die teenwoordigheid van genoegsame hoeveelhede elektroliete. Die pH was waarskynlik effens alkalies en die kom was moontlik by tye afgesluit en hoë soutkonsentrasies het geheers wat die vorming van die riebeckiet moontlik gemaak het. Heffing kon ook plaasgevind het om die vlak toestande te skep, wat nodig was vir die vorming van die oöliete en die breksiesone.

Die SiO_2 -inhoud in seewater is egter baie laag, ongeveer 1 - 2 d.p.m. Chert kan egter in seewater gevorm word in die omgewing van vulkane, en die silika sal direk 'n jel vorm (Krauskopf 1967, p.167). Volgens hom is daar nog nie 'n bevredigende antwoord vir die vorming van die silikalagies nie, maar hy sluit die moontlikheid van organismes nie uit nie. Sulke organismes kon silika uit die seewater ekstraer en konsentreer.

Die gebande karakter van die gestreepte ysterformasie is volgens Gershoyg (1969, aangehaal uit Alexandrov, 1973, p.1053) 'n singenetiese eienskap van die gesteente en kan toegeskryf word aan sikliese presipitasie van yster- en silika-jels.

6 DIE SOETVLEIFORMASIE

6.1 INLEIDING

Die Soetvleiformasie vorm die mees suidelike dagsoom van 'n reeks verwante gesteentes wat verder noordwaarts tot noord van Marydale voorkom, en wat tot op hede as die Marydaleformasie bekend gestaan het (Vajner, 1974). Die naam Soetvleiformasie word derhalwe vir dié eenheid voorgestel en Cornell (1975) het alreeds die naam Soetvleigordel gebruik.

Die naam Marydale "Beds" is aan die hele eenheid deur Rogers en du Toit (1908, p.10) gegee. Vajner (1974, p.66) haal 5 lokaliteite van voorkoms aan, soos deur Rogers en du Toit (1908) beskryf.

- (i) Dagsome op die plaas Blouputs ongeveer 24 km noord van Marydale.
- (ii) Die Brulpan-Marydale-Stuurmansputgordel.
- (iii) Swartkops, ongeveer 14 km noord van Marydale.
- (iv) Verskeie lokaliteite tussen die Doornberglineament in die noordooste en die Kaaienformasie (nou Kaaien-kwartsietformasie) in die suidweste.

(v) Die Vaalberg-Groot Modderfontein-Soetvleigordel.

Hohlbein (1974) en Cornell (1975) het gedeeltes van die Marydaleformasie ondersoek wat ook die huidige gebied insluit.

6.1.1 Litologie

Litologies bestaan dié formasie uit sedimentêre gesteentes soos grint,^{steen} arkoos, kwartsiet, tufagtige materiaal, kalksteen, gestreepte ysterformasie, groenskiste en lawa. Vir 'n litologiese opeenvolging van die Soetvleiformasie, sien Tabel VIII, p.30.

6.1.1.1 Grint,^{steen} arkoos, konglomeraat en kwartsiet

Die basis van die Soetvleiformasie bestaan uit grint^{steen} en arkoos. Dié sedimente vertoon 'n onvolwasse karakter. Die rolstene in die grint^{steen} is swak afgerond en verskillende groottes rolstene van hoofsaaklik kwarts kom voor. Die grintsteen gaan op plekke oor na konglomeraat met rolstene van tot 6 cm in deursnee. Die bron van dié sedimentêre eenheid moes dus naby die afsetgebied gewees het, soos die mate van onvolwassenheid van die eenheid dan ook aandui. Die waarskynlikste bron sal dus die onderliggende graniet wees.

Meer na die bokant van die grint^{steen} en arkoos kom onsuier kwartsiet voor wat op party plekke tufagtige materiaal bevat.

6.1.1.2 Kalksteen en Lawa

Hoër op in die suksessie, na verskillende lawavloeië van 1 - 2 meter dik (Cornell, 1975, p.14) kom gestreepte ysterformasie en kalksteen tussengelaagd met die lawas voor. Die kalksteen lyk op die oog af baie soos dié van die Serie Dolomiet en daar kom ook chert in die kalksteen voor. Cornell (1975, p.12) merk tereg op dat die lawas ten minste gedurende sekere periodes onder water uitgevloei het. Hierdie feit word beklemtoon deur die voorkoms van kussingstrukture wat in die lawas op Soet Vlei 96 voorkom. Die groenskis wat in die gesteente-assosiasie voorkom, verteenwoordig waarskynlik vulkanoklastiese materiaal.



Fig. 21. Kussingstrukture in die Soetvleilawas op Welgevonden 97.

Die kussings se grootte wissel van 20 - 80 cm in deursnee en "tricusate" strukture tussen die kussings kan duidelik herken word (Fig. 21).

Die vorm van die kussings toon ook dat die mate van vervorming van die lawa relatief min is. In die lawa is daar ook ovaalvormige verlengde (eivormige) stukke lawa wat moontlik vulkaniese bomme kan verteenwoordig. Klein ronde strukture (sferoliete) kom in die lawa voor. Aan die oostekant van die lawaopeenvolging op Soet Vlei 96 kom daar 'n dagsoom van smelttuf voor.

6.1.1.3 Gestreepte ysterformasie

Vajner (1974) en Rogers en du Toit (1908) het die donkerkleurige gesteente in die Serie Marydale, wat uit afwisselende lagies magnetiet en kwarts bestaan, magnetietkwartsiet genoem. Indien die gesteente 'n magnetietkwartsiet is, moet dit van detritale oorsprong wees: en die huidige studie dui ^{egter} op 'n oorsprong van chemiese aard. Gevolglik word die gesteente gestreepte ysterformasie genoem. Dagsome van die gesteente kom in die karteringsgebied op Soet Vlei 96, Welgevonden 97 en Doornfontein 70 voor. Noord van die navorsingsgebied is ook verskeie dagsome van dié gesteentetipe. Kenmerkend van die donkerkleurige gestreepte ysterformasie, is die voorkoms en assosiasie daarvan :

- (i) Dit kom altyd in 'n metamorfe gebied voor.
- (ii) Dit kom meestal naby die vloergraniet voor.
- (iii) Dit kom altyd geassosieerd met lawa, groenskis, kwartsiet, grintsteen en/of kalksteen voor.

Mikroskopies bestaan die gestreepte ysterformasie uit mesolagies afwis-

selende ysterryke en silikaryke materiaal. Die ysterryke lagies bestaan uit die volgende kombinasie minerale :

- (i) Magnetiet en hematiet
- (ii) Hematiet en magnetiet
- (iii) Hematiet
- (iv) Magnetiet

Die silikaryke lagies bestaan hoofsaaklik uit gerekristalliseerde chert. Ondergeskikte gerekristalliseerde kwarts kom ook tussen die eievormige magnetietkristalle en hematiet voor. Geen tekens van kruisgelaagdheid is in die gesteentetipe opgemerk nie, wat 'n verdere bewys van chemiese presipitasie is.

Die magnetietkristalle verteenwoordig 'n sekondêre veranderingsproduk van óf ysterkarbonaat óf ystersilikaat óf albei. 'n Dunseksie van gestreepte ysterformasie (van die Sisteem Transvaal) vertoon baie dieselfde as die gestreepte ysterformasie van die Soetvleiformasie, behalwe dat die chert 'n kriptokristallyne voorkoms het, en meer hematiet en minder magnetiet kom in die gestreepte ysterformasie van die Sisteem Transvaal voor.

NJ.
Volgens Beukes (1973, p.970) en Dorr (1973, p.1006) kan omskakelings na magnetiet gedurende metamorfose plaasvind. "Very important are the pressures to which the rock has been subjected and whether the pressures were hydrostatic, producing granular hematite or magnetite, or differential, causing foliation and the development of specularite or flattened layers of magnetite" (Dorr, 1973, p.1006).

Klein hoeveelhede spekulariet is in sommige monsters gestreepte ysterformasie opgemerk. Uit die huidige studie blyk dit dat daar 'n groot ooreenkoms tussen die sedimentêre gesteentes weerskante van die Doornberglineament bestaan. Indien die gestreepte ysterformasie aan die westekant van die Doornberglineament tot die Sisteem Transvaal behoort, sal dit weens die effek van metamorfose litologies 'n fisiese verandering kan ondergaan. 'n Verdere faktor wat die korrelasie van die sedimente weerskante van die Doornberglineament begunstig, is die assosiasie van kalksteen met die gestreepte ysterformasie. 'n Goeie voorbeeld kom op Welgevonden 97 voor.

6.2 DIE GEOCHEMIE VAN DIE LAWAS

Omdat van Cornell⁽¹⁹⁷⁵⁾ se gegewens (chemiese analyses) gebruik word, word na 'n lokaliteitskaart, fig. 62 verwys. Die monsters vir die huidige ondersoek, is almal op Soet Vlei 96 geneem. Die naam Suidelike Marydalelawas sluit die suidelike gedeelte van die gebied wat deur Cornell (1975) ondersoek is, in. Alicedale (ged. van Uitzigt 69), Klein Modderfontein 100 en Soet Vlei 96 val almal in dié gebied.

Cornell (1975) noem die moontlikheid dat die lawas dalk 'n oseaniese omgewing kan verteenwoordig. Omdat die Soetvleilawas 'n basaltiese neiging toon, word gebruik gemaak van die klassifikasies van Middlemost (1975) en van Pearce en Cann (1973). Middlemost (1975) het basalte as volg ingedeel :

A. Sub-Alkaliese Basaltiese Gesteentes.

- (1) Lae-K basalt (Oseaanvloerbasalt)
- (2) Hoë-Al basalt
- (3) Kontinentale vloedbasalte
- (4) Komatiïetiese basalt (Primitiewe Mg-ryke basalt)

B. Alkaliese Basaltiese Gesteentes.

- (I) Natriumreeks (E. Soda Series)
 - (1) Natriumbasalt (E. Sodich Basalt)
 - (2) Hawaiïete
 - (3) Fonolitiese basalt
- (II) Kaliumreeks
 - (1) Kaliumbasalt
 - (2) Tragiëbasalt
 - (3) Fonolitiese basalt
- (III) Hoë-K basalt
 - (1) Leusitiet
 - (2) Fonolitiese basalt

C. Oorgangs Basaltiese Gesteentes.

- (1) Natrium-oorgangsbasalt
- (2) Kalium-oorgangsbasalt

waar hierdie lawas uitgevloei het. Hulle onderskei 4 hoofgroepe :

1. Oseaanvloerbasalte.
2. Vulkaniese boogbasalte.
3. Oseaaneilandbasalte.
4. Kontinentale basalte.

Volgens die klassifikasie van Middlemost (1975) sal die suidelike Marydalelawas^x weens hulle lae K_2O -inhoud, as lae-K basalte (Oseaanvloerbasalt) geklassifiseer kan word.

Uit Fig. 22, 23, 24 en 25 kan gesien word dat die lawas oorwegend tholeiïeties van aard is.

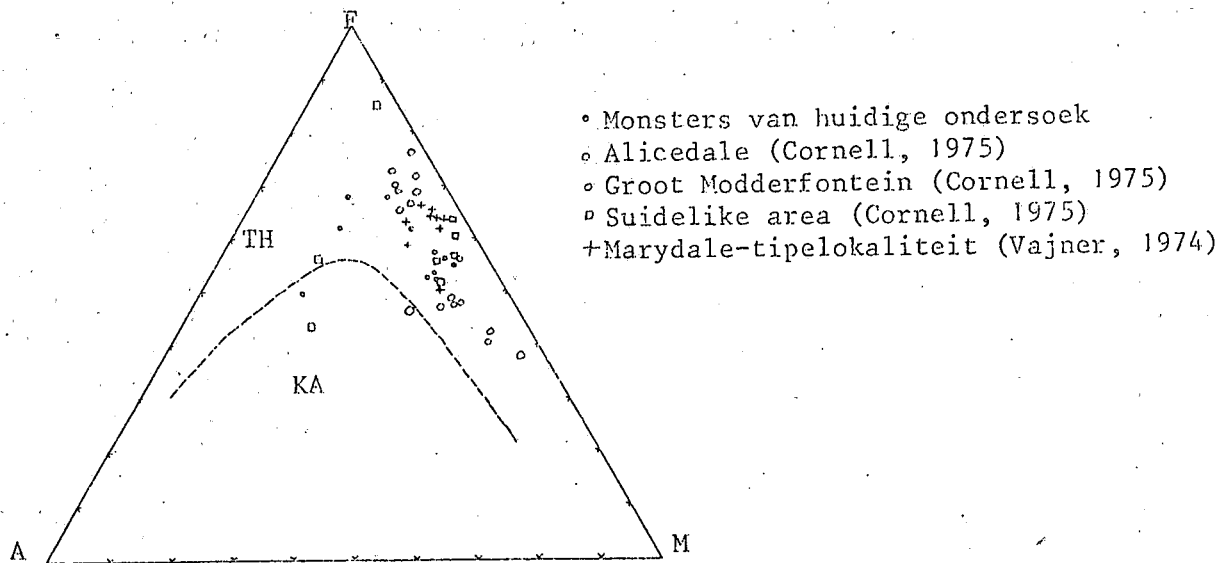
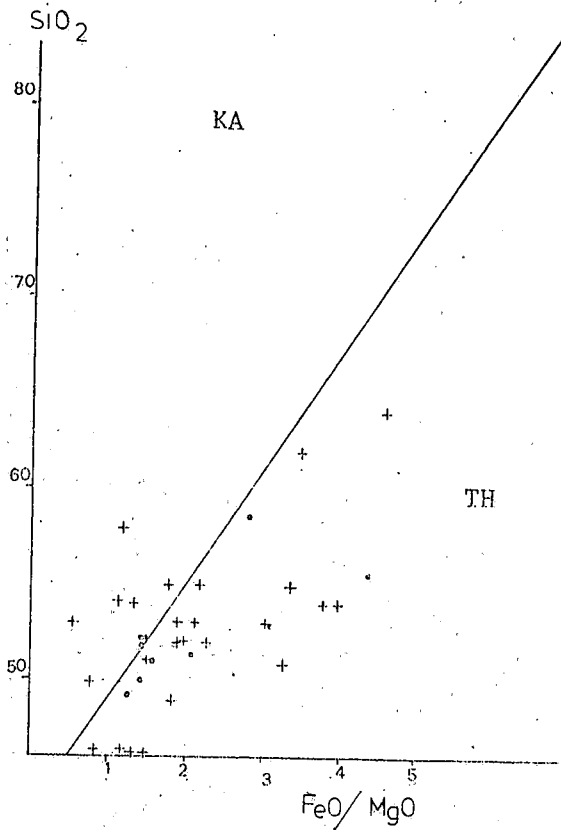


Fig. 22. $A(Na_2O + K_2O) - F(FeO + 0,9Fe_2O_3) - M(MgO)$ diagram van die lawas en van amfibolietmonsters verder noord. Die geboë kurwe in die diagram skei die tholeiïetiese (TH) en kalkalkaliese (KA) velde (volgens Irvine en Baragar, 1971).

^x Die suidelike Marydalelawas van Cornell (1975) sluit die Soetvleilawas en die lawas op Klein Modderfontein 100 in die huidige gebied in, sowel as soortgelyke gesteentes verder noord, buite die karteringsgebied.



• Huidige ondersoek
+ Monsters van ander lokaliteite
(Cornell, 1975 en Vajner, 1974).

Fig. 23. Diagram om die Kalk-alkaliese (KA) en Tholeiïetiese (TH) velde aan te dui (volgens Miyashiro 1974, p.325).

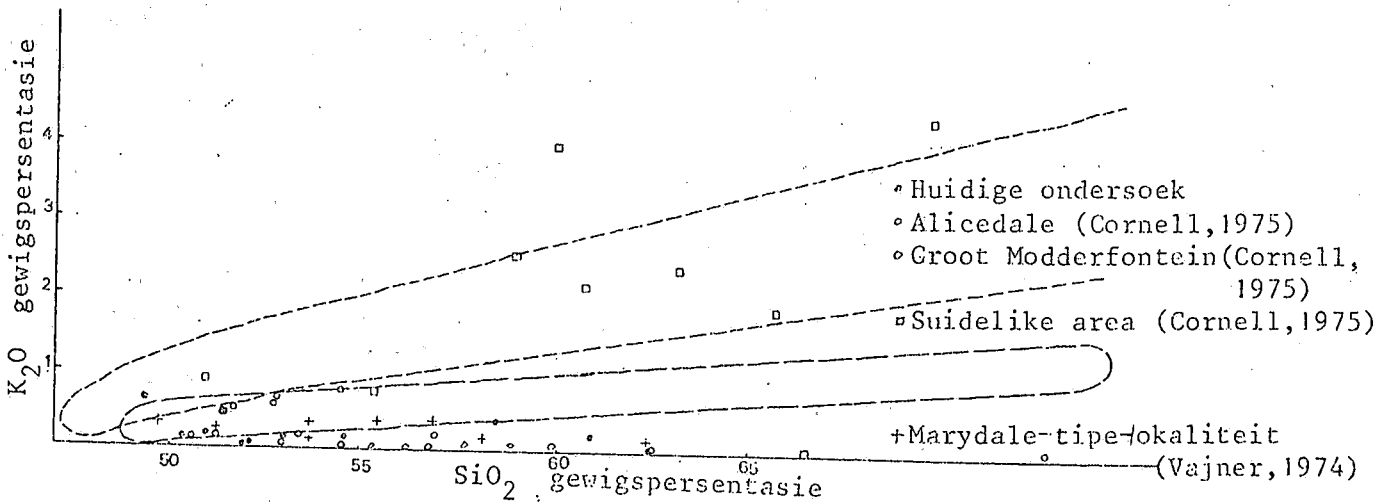


Fig. 24. Diagram om die Kalk-alkaliese veld (KA) en Tholeiïetiese veld van eilandboë aan te dui (volgens Jakeš en Gill 1970).

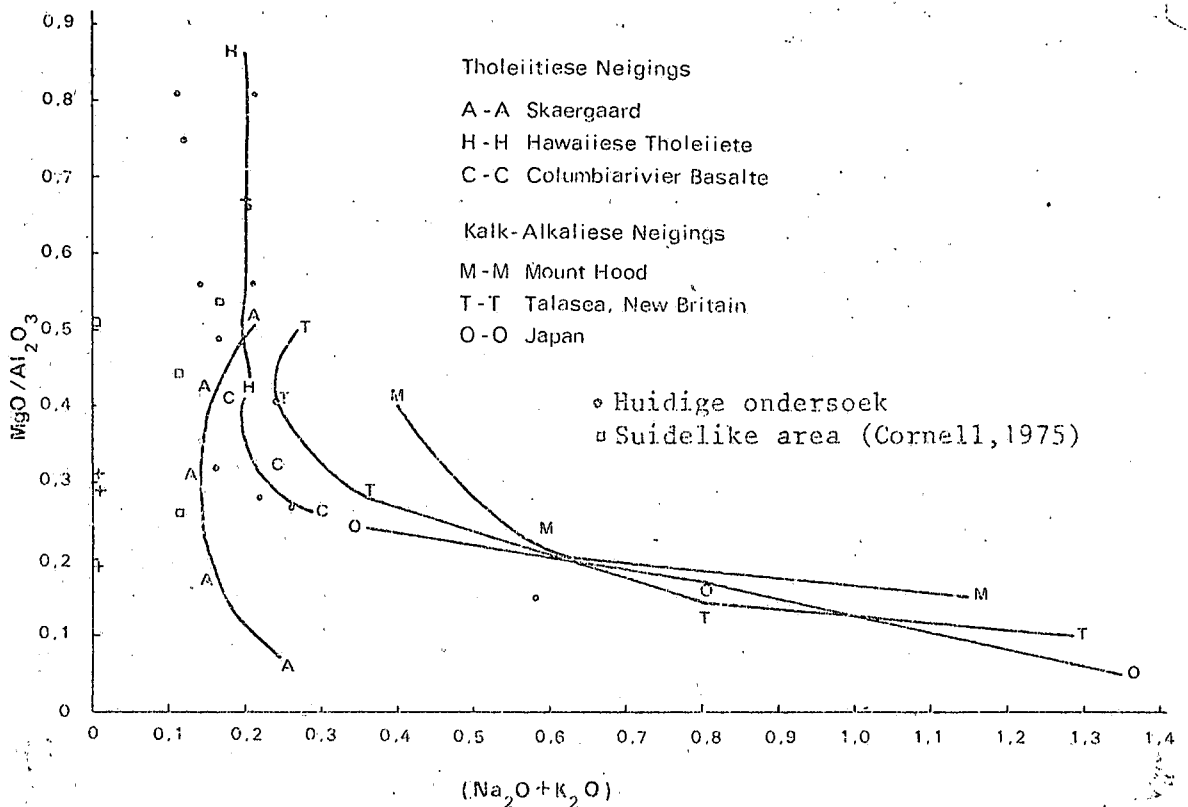


Fig. 25. Diagram wat die Tholeiïetiese en Kalk-alkaliëse neigings van gesteentes aandui (volgens Green, N.L., 1973).

Uit Fig. 22 blyk dit dat daar 'n mate van ysterverryking in die magma plaasgevind het, dit wil sê daar was dus differensiasie van die magma. Cornell (1975) bespreek die differensiasie van die magma. Hy vind 'n groot ooreenkoms tussen die kristallasiegeskiedenis van die Bosveld Stollingskompleks en dié van sy suidelike Marydalelawas, (insluitende die huidige Soetylilawas). Cornell (1975) stel voor dat fraksionering van die magma onder soortgelyke toestande met 'n soortgelyke moedermagma ontstaan het.

6.2.1 Die Kaliuminhoud Van Die Suidelike Marydalelawas

Volgens chemiese analyses wat verskyn het in die werke van Hohlbein

(1974), Vajner (1974), Cornell (1975) en volgens chemiese analises wat gedurende die huidige ondersoek gedoen is, blyk dit dat die K_2O -inhoud van die Soetvleilawas besonder laag is.

Cornell (gem. van 44 monsters) 0,26% K_2O

Vajner (gem. van 8 monsters) 0,263% K_2O

Huidige studie (gem. van 11 monsters) 0,283% K_2O .

Hierdie kaliumwaardes, alhoewel 'n bietjie hoër, vergelyk goed met die waardes van die Machadodorpbasalte (gem. 0,15% K_2O) soos beskryf deur Button (1974).

Walker en Poldervaart (1949), aangehaal deur Engel *et al.* (1965), wat weer deur Button (1974) aangehaal word, konstateer dat die meeste kontinentale tholeiïete meer as 0,5% K_2O bevat en dat die gemiddelde K_2O -inhoud vir hierdie gesteentetipe ongeveer 0,9% K_2O is. Mason (1967), aangehaal deur Button (1974), noem 'n waarde van 0,86% K_2O vir kontinentale tholeiïete wat verkry is vanaf 946 chemiese analises van die gesteentetipe. Engel *et al.* (1965), aangehaal deur Button (1974), het 'n waarde van 0,16% K_2O vir oseaaniese tholeiïete genoem, en Cann (1971) noem 'n waarde van 0,22% K_2O .

Dit is dus duidelik dat 'n mate van vergelyking met die Machadodorpbasalte soos beskryf deur Button (1974) getref kan word. Button (1974, p.102) vergelyk die Machadodorpbasalte met die gesteentes van die Bosveld Stollingskompleks en ook met die Argeïese metatholeiïete van die Barbertonbergland.

Die verhouding van $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ is 0,413 (huidige ondersoek, gem. van 11 monsters), wat heelwat hoër is as die gemiddelde waarde van 0,15 vir oseaaniese basalte (Engel *et al.* (1965), aangehaal deur Button (1974)) en is selfs hoër as die waarde van 0,35 vir kontinentale tholeiïete (Manson, (1967) aangehaal deur Button (1974)).

Button (1974) noem dat die Suid-Afrikaanse oseaanvloertipe metabasalte 'n relatief lae Al_2O_3 - en TiO_2 -inhoud het (Fig. 26).

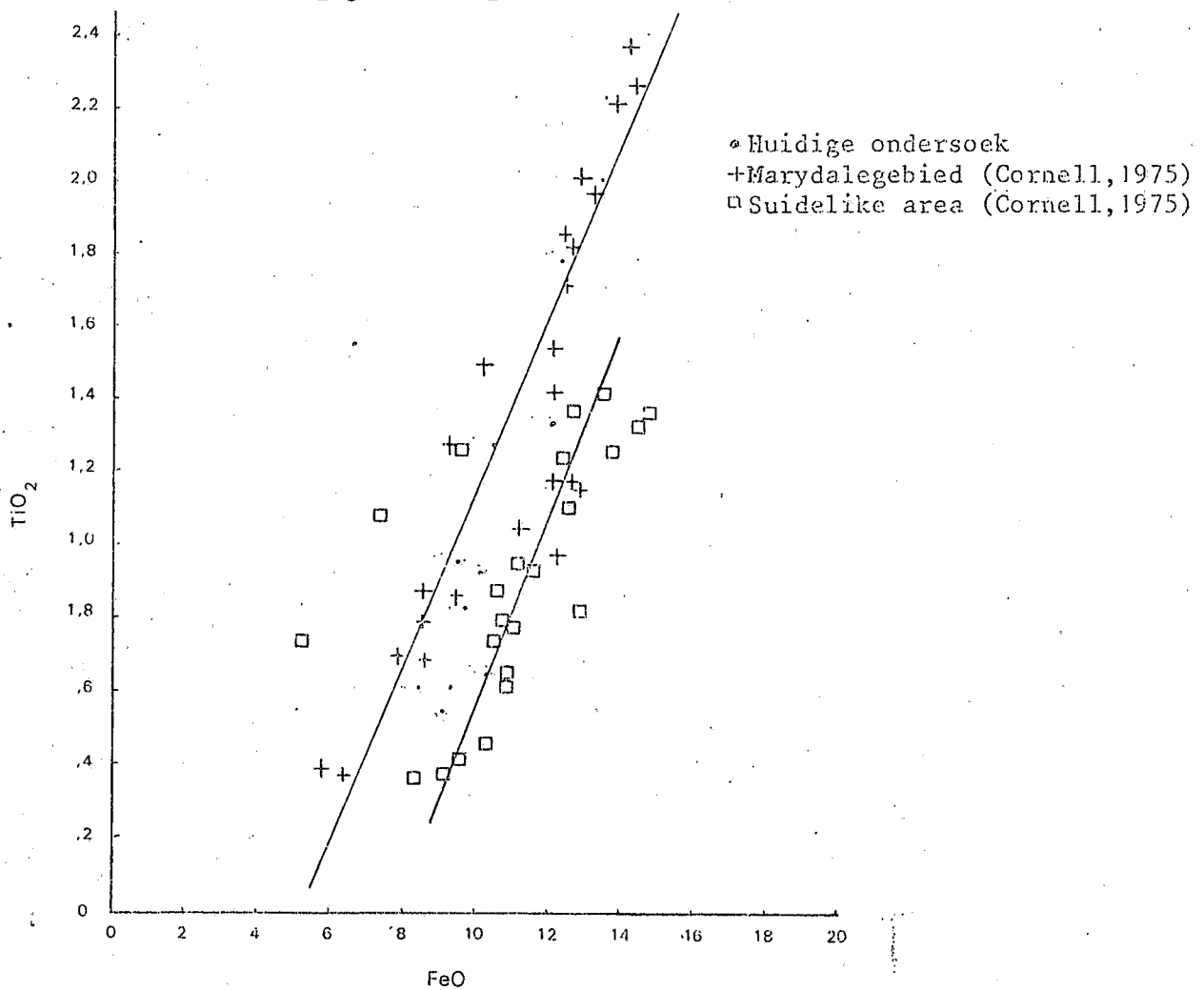


Fig. 26. Vergelyking van die TiO_2/FeO -verhouding van die Marydalelawaas met monsters van die huidige ondersoek (Cornell, 1975).

Engel *et al.* (1965), aangehaal deur Button (1974), noem dat die gemiddelde Al_2O_3 -inhoud van oseaanvloerbasalte in die omgewing van 17,04% is en Cann (1971), aangehaal deur Button (1974), noem die syfer van 16,01%. Analises van die Machadodorp-metabasalte en die Onverwacht-metatholeiïete toon dat hierdie gesteentetipes beide minder as 14,5% Al_2O_3 bevat. Die Al_2O_3 -inhoud van die Marydale-metabasalte (Cornell, 1975) is ook laer as 15% en hierdie eienskap vergelyk goed met die Al_2O_3 -inhoud van bogenoemde lawas. Cornell (1975) noem dat die lae Al-inhoud van die lawas toegeskryf kan word aan die smelting en opneem van baie kalkryke pirokseen saam met die plagioklaaskomponent van die mantelperidotiet.

6.2.2 Eienskappe Van Die Suidelike Marydalelawas Wat Ooreenstem Met Die Van Oseaanvloerbasalte.

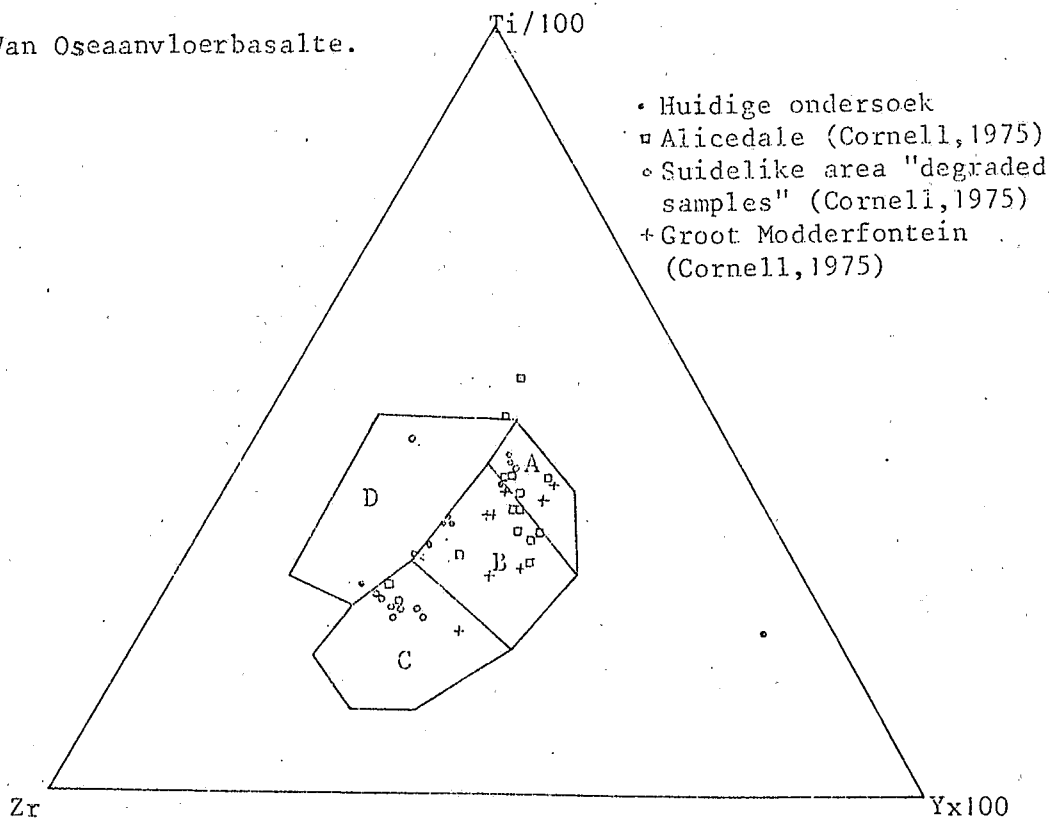


Fig. 27. Die Ti/100-Zr-Yx3 diagram (Pearce en Cann, 1973) wat gebruik word om tussen die volgende velde te onderskei : Lae-kalium tholeiïetiese gebied in A en B, Kalk-alkalibasalte in velde C en B, Oseaanvloerbasalte in B en Kontinentale basalte in gebied D.

Uit Fig. 27 kan gesien word dat die grootste konsentrasie monsters in velde A en B uitstip.

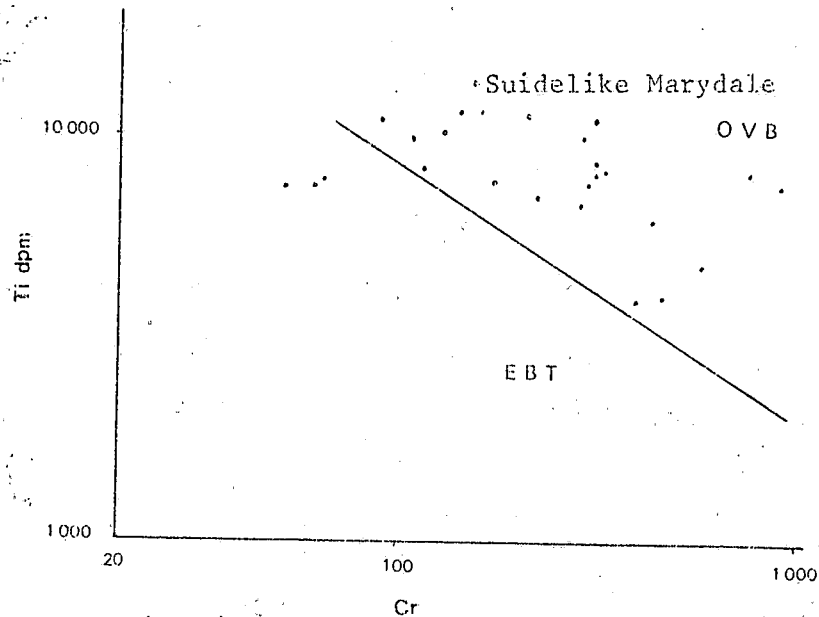


Fig. 28. Pearce (1975), het tussen oseaanvloerbasalte (OVB) en eiland-boogtholeiïete (EBT) onderskei deur Ti en Cr teen mekaar uit te stip.

Monsters van die suidelike Marydalelawas afkomstig val oorwegend in die oseaanvloerbasalt-gebied (Fig. 28).

Pearce *et al.* (1974) het ook van 'n $TiO_2-K_2O-P_2O_5$ -diagram gebruik gemaak om te onderskei tussen oseaniese en nie-oseaniese basalte. Uit Fig. 29 word gesien dat daar 'n klein meerderheid van die suidelike Marydale lawas in die oseaniese gebied val. Die eienskappe van oseaanvloerbasalte volg dus uit meegaande figure.

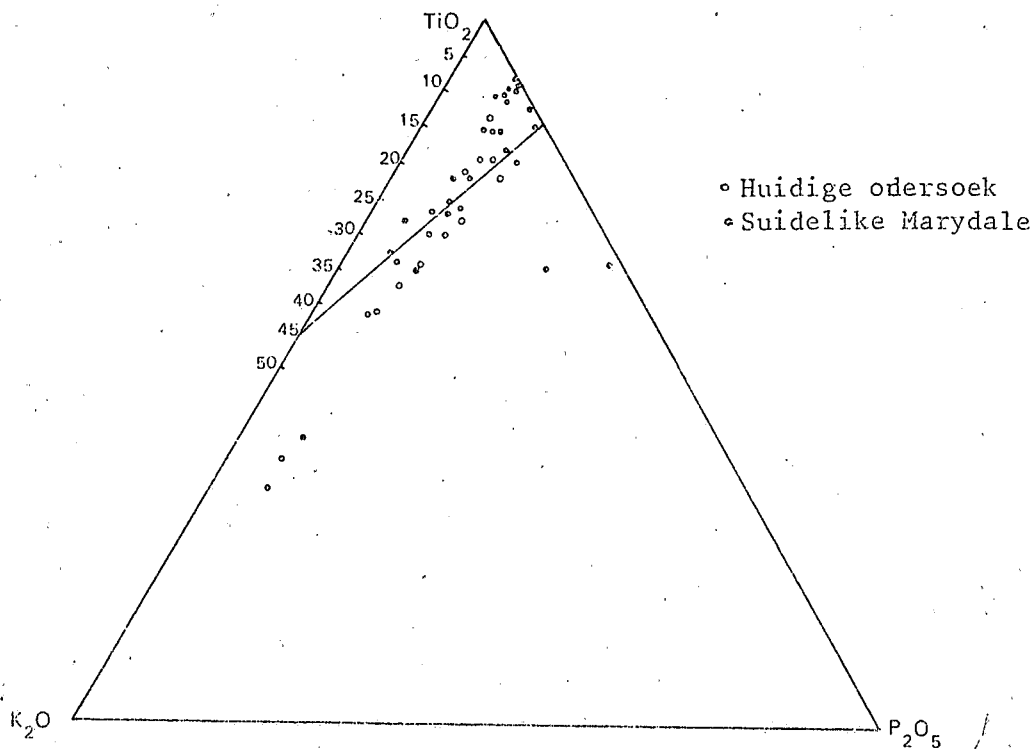


Fig. 29. Die $\text{TiO}_2\text{-K}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ diagram van Pearce *et al.* (1974). Die boonste gedeelte dui die oseaniese veld aan.

6.2.3. Eienskappe Van Die Suidelike Marydalelawas, Wat Ooreenstem Met Eienskappe Van Eilandboogtholeiïetiese Basalte.

Miyashiro (1974) verdeel vulkaniese eilandbooggesteentes in 3 groepe naamlik kalk-alkalies, tholeiïetiese en alkaliese vulkaniese gesteentes. Die suidelike Marydalelawas sal dus onder die groep tholeiïetiese vulkaniese gesteentes val.

Die SiO_2 - en K_2O -inhoud van die vulkaniese gesteentes neem toe, met

toename in die ontwikkeling van die kontinentale-tipe kors. Indien die suidelike Marydalelawas tot die eilandboogassosiasie hoort, sou dit volgens Ringwood (1974) en volgens Miyashiro (1974) in 'n vroeë stadium van ontwikkeling van 'n eilandboog gevorm het. Gedurende dié stadia sou die kontinentale kors ook nog relatief dun wees. (Sien Fig. 30).

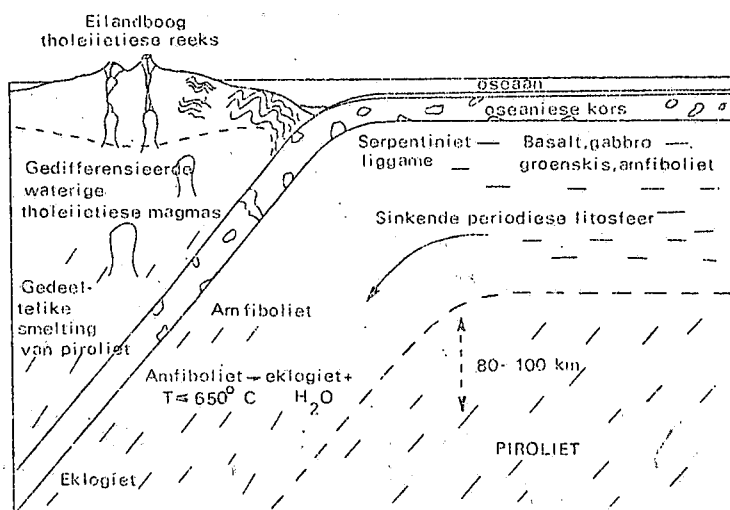


Fig. 30 . Vroeë fase van ontwikkeling van 'n eilandboog, met die uitvloei van eilandboog tholeiitiese lawas (Ringwood, 1969).

Kenmerkend van die vroeë stadia van eilandboogvorming is die voorkoms van tholeiitiese basalte met 'n lae K_2O -inhoud, 47,5 - 52% SiO_2 , en FeO / MgO 1 - 2,5. Sulke tholeiitiese basalte se eienskappe sal baie ooreenstem met dié van abissale tholeiitiese wat gewoonlik 0,0 - 0,4% K_2O bevat, 47,5 - 52% SiO_2 bevat en waarvan die FeO / MgO -verhouding wissel tussen 0,5 en 2 (Miyashiro, 1974, p.345).

Jakes en White (1972) noem 'n waarde van tussen 14 en 17,5% Al_2O_3 vir eilandboog tholeiitiese gesteentes. Alhoewel ~~analises~~ ^{*analises*} van die huidige

ondersoek laer as dié waardes is, vergelyk die Al_2O_3 -waardes soos verkry deur Cornell (1975) goed met hierdie waardes.

Betreffende die Rb- en Sr-inhoud van eilandboog tholeiïetiese gesteentes, het Jakes en White (1972) die volgende stellings gemaak :

- (i) Rb-inhoud wissel van 2 - 30 d.p.m.
- (ii) Sr-inhoud wissel van 200 tot 250 d.p.m. met 'n SiO_2 -inhoud van 53%.

Die Rb-inhoud van die monsters wat deur Cornell (1975) geanaliseer is, vergelyk goed met die waardes van Jakes en White (1972), terwyl die Sr-inhoud baie laer is as die waardes deur hulle genoem. Hierdie lae Sr-waardes, kan verklaar word deur die lae K_2O -inhoud van die lawas.

Die tektoniese plasing van die suidelike Marydalelawas, naamlik langs die rand van die Kaapvaal_kraton, is ook 'n stük oorweging ten gunste van die voorkoms van 'n eilandboog. In 'n eilandboogassosiasie het skrywers soos Marsh en Carmichael (1974) en Dickinson (1975) aangetoon dat die K_2O -inhoud van vulkaniese gesteentes 'n funksie van die diepte van ontstaan van 'n magma is. Hoe hoër die K_2O -inhoud, hoe groter die diepte. Vulkaniese gesteentes met 'n K_2O -inhoud van 0,5% het volgens hulle op 'n diepte van ongeveer 70 - 80 km in diepte ontstaan.

Button (1974) noem 'n moontlike diepte van 15 - 25 km in die teenwoordigheid van klein hoeveelhede water vir die ontstaan van die Machado-dorpbasalte.

Cornell (1975) vergelyk die Marydale vulkaniese gesteentes se oorsprong met dié van die Bosveld Stollingskompleks en noem 'n diepte van meer as 15 km vir die ontstaan van die magma.

6.3 SAMEVATTING

Samevattend kan genoem word dat die suidelike Marydale vulkaniese gesteentes aan die rand van die kraton in, of onder die water uitgevloei het (kussingstrukture en tussengelaagde voorkoms met gestreepte ysterformasie). Die lawas kon geklassifiseer word as tholeiïetiese basaltiese gesteentes. Die tektoniese plasing van die Marydalelawas is moeilik bepaalbaar omdat Button (1974), aangehaal deur Cornell (1975), getoon het dat lae-kalium tholeiïetiese basalte ook in 'n kontinentale omgewing voorkom. 'n Moontlike tektoniese plasing van dié gesteentes word voorgestel in die model wat in hoofstuk 3 bespreek word.

7 DIE KWARTSIET EN METAPELITIESE GESTEENTES WES VAN DIE WELGEVONDENGRANIET

7.1 DIE KWARTS-VELDSPAATGNEIS

7.1.1 Inleiding

Die kwarts-veldspaatgneis vertoon 'n pienk kleur met verwering en die algemene naam pienk gneis is dan ook 'n goeie beskrywende naam vir dié gesteentetipe. Lamont (1947) was die eerste outeur om die naam te gebruik. Kwarts-veldspaatgneisse of pienk gneis kom in gedeeltes van Noord-Kaapland, Namakwaland en Boesmanland voor. Linström (1976 - persoonlike mededeling) het pienk gneisse in die Kenhardtgebied, die Koker Bergformasie genoem.

7.1.2 Voorkoms En Verspreiding

Die kwarts-veldspaatgneis dagsom op Doornfontein 70 en Klein Modderfontein 100 in 'n antiklinale struktuur. Die stratigrafiese posisie van die gneis word bespreek in hoofstuk 3 wat oor stratigrafie handel.

7.1.3 Litologie

Die kwarts-veldspaatgneis is 'n gelykkorrelrige, mediumkorrelrige, pienkkleurige, gefolieerde gesteente. Die gneis bestaan hoofsaaklik uit kwarts, plagioklaas^{en} mikroklien met ondergeskikte biotiet,

muskoviet, granaat, sfeen, opaliet, sirkoon, erts en groen hornblende. Die gesteente verteenwoordig waarskynlik 'n ou sediment. Pegmatiettaartjies sny deur die gesteente, wat die produk van lokale mobilisasie kan wees.

7.2 DIE KAAIEN-KWARTSIETFORMASIE

7.2.1 Verspreiding En Voorkoms

Die Kaaien-kwartsietformasie bou 'n reeks kwartsietheuwels wat strek vanaf Upington in die noorde tot suid van Prieska in die suide.

Die formasie het 'n lineêre vorm wat suidwaarts dunner word, en die strekking van die formasie is ewewydig aan die regionale foliasie.

In die gebied onder bespreking is die Kaaien-kwartsietformasie ook ewewydig aan die dagsoom van die Welgevondengraniet.

7.2.2 Litologie

Die Kaaien-kwartsietformasie bestaan hoofsaaklik uit ortokwartsiet, met ondergeskikte tussengelaagde kwarts-serisietskis. Enkele magnetietryke lagies kom ook in die kwartsiet voor.

Op Klein Modderfontein 100 is die kwartsiet witgrys tot grys van kleur en vertoon in sommige dagsome 'n gebande voorkoms as gevolg van die teenwoordigheid van magnetiet, wat in lagies in die kwartsiet voorkom.

In sommige gevalle is die kwartsiet goed gefolieerd. Die foliasie word veroorsaak deur die oriëntasie van muskoviet in die kwartsiet.

Op Who Can Tell (gedeelte van Klein Modderfontein 100) is die kwartsiet goed genaat en die nate het 'n strekkingsrigting van 210° .



Fig. 31. Verlengde kwartskorrels (roeistruktuur) in die Kaaienkwartsiet op Klein Modderfontein 100.

Die kwartsiet is meestal fyn tot middelkorrelrig en is op sekere lokaliteite heeltemal gerekristalliseer, sodat die kwartsiet 'n glasige voorkoms het. Goeie voorbeelde word op Who Can Tell aangetref. Mikroskopies (W76) toon 'n dunseksie van die kwartsiet geen tekens van die oorspronklike korrels nie. Die kwartskristalle doof vlekkerig uit en georiënteerde serisiet kom in die monster voor.

7.2.3 Struktuur

Die Kaaien-kwartsietformasie het net soos die Marydaleformasie, drie

periodes van vervorming ondergaan. Die eerste periode was 'n isoklinale plooiing gevolg deur nog 'n periode van plooiing koaksiaal aan die eerste periode van plooiing. Die plooiing het 'n noordwestelike strekking. Die laaste periode van vervorming was feitlik loodreg op die eerste twee en die plooiing het 'n ooswes strekking. Hierdie periode van vervorming was verantwoordelik vir die vorming van koepel- en komstrukture. Strukturelemente soos roeistrukture wat die produk is van uitgerekte kwartskorrels kom volop in die kwartsiet voor. Die roeistrukture definieer 'n b-lineasie en op Middelwater 99 word voorbeelde aangetref waar die roeistrukture deur 'n latere periode van vervorming gebuig is (Fig. 31).

7.3 GROBLERSHOOP-/KENHARDTFORMASIE

7.3.1 Verspreiding En Voorkoms

Die Groblershoop-/Kenhardtformasie dagsom in die noordwestelike gedeelte van die gekarteerde gebied. Omdat die gesteentes van die formasie makliker as die kwartsiet verweer, kom dit veral in die vlaktes tussen die kwartsietkoppies voor. Dagsome is gevolglik baie skaars en baie swak. Die meeste dagsome word in slote aangetref. Sulke dagsome bestaan uit biotietskiste, verskillende gneisse en amfiboliete. Weens die voorkoms van kwartsiet sowel as kwartsiersietskiste in die Groblershoop-/Kenhardtformasie, is dit soms moeilik om tussen dié formasie en die Kaaien-kwartsietformasie te onderskei. Die hoofkenmerk van hierdie formasie is egter sy vinnige opeenvolging en herhaling van verskillende tussengelaagde gesteentetipes.

7.3.2. Litologie En Petrografie

Litologies is die formasie baie kompleks en verskeie tipes metageestes kom voor. Die formasie word hoofsaaklik opgebou deur metasedimente wat moontlik verweringsmateriaal van die onderliggende graniet kon gewees het. Die volgende gesteentetipes word aangetref : kwartsveldspaat-biotietgneis, biotietskis, amfiboliet, granaatdraende kwartsveldspaat-glimmergneis en ondergeskikte kwartsietlagies.

(i) Kwartsveldspaat-biotietgneis

Kwartsveldspaat-biotietgneisse kom voor op Roodevloer 123. Almandiet is ook in die gesteente gevind. Die gesteente is hier melanokraties, terwyl 'n meer leukokratiese tipe gneis op Middelwater 99, Klein Modderfontein 100 en Plat Sjambok 102 aangetref word. Die gneisse toon 'n mate van migmatisasie en mooi voorbeelde kom op Roodevloer 123 voor (sien Fig.69). Leukosome en melanosome is goed in gemigmatiseerde gneis ontwikkel. Tussengelaagd met die gneisse kom daar bandjies van kwartsiete, biotietskiste en amfiboliete voor.

Petrografie

Die gneisse bestaan hoofsaaklik uit gesoussuritiseerde plagioklaas, gekaolinitiseerde ortoklaas en mikroklien, asook kwarts wat vlekkerig uitdoof. Biotiet wat soms in 'n mate gechloritiseerd is, kom algemeen in die gesteente voor. Soms word

daar hornblende in die gneisse aangetref en in sommige gevalle kom hornblende en biotiet saam voor. Eievormige almandietkristalle kom ook in die gneisse voor. In monster WvdW 175 kom muskoviet en biotiet saam voor. Bykomstige minerale is epidoot, sirkoon, apatiet en erts terwyl stouroliet ook in enkele gevalle gevind is. Die lamelle van die biotiet en muskoviet vertoon 'n geboë karakter in sommige monsters en dit kan toegeskryf word aan die spanning tydens kristallasie van die laaste twee periodes van deformatsie. Die biotiet is pleochroës van bruin tot donkerbruin en definieer die foliasierigting. Die granaat is eievormig en verteenwoordig waarskynlik 'n laatfase blastese. Die gneisse is oor die algemeen middelkorrelrig.

(ii) Kwarts-veldspaat-biotiet augengneis

Dagsome van hierdie gesteentetipe kom op Middelwater 99 en op Grenaat Kop 120 voor (Fig. 32).



Fig. 32. Augengneis op Grenaatkop 120.

In die handmonster kan gesien word dat die augengneis uit veldspaat-porfiroblaste, kwarts, en biotiet bestaan.

Petrografie

Die augens is ortoklaas wat volgens die Karlsbadwet vertweeling is. Plagioklaas kom pertities vergroei met die ortoklaas voor. Laasgenoemde mineraal is ook in 'n groot mate gesoussuritiseer. Die kwarts doof altyd vlekkerig uit. Biotiet kom ook voor en is in 'n mindere mate gechloritiseer. Bykomstige minerale wat aangetref is sluit in apatiet, granaat en sirkoon. Hierdie gesteente verteenwoordig moontlik gedeeltelike gemobiliseerde kwarts-veldspaat-biotietgneis in die daksone van 'n intrusiewe graniet.

(iii) Biotietsskiskis

'n Goë voorbeeld van granaatbevattende biotietsskis kom op Vrede (ged. van Klein Modderfontein 100) voor.

(iv) Amfiboliete

Hierdie gesteentetipe is baie algemeen in die opeenvolging. Alhoewel geen geochemiese metodes gebruik is om tussen para- en ortoamfiboliete te onderskei nie, kan daar tog moontlik op grond van veldverhoudings en genese die volgende onderskeid gemaak word :

- (a) moontlike ortoamfiboliete. Hierdie amfiboliet is massief en mooi voorbeelde is op Doornfontein 70 te sien,
- (b) die ander amfibolietvoorkomste is lensagtig en mag ou kalkrete wees, dit wil sê para-amfiboliete. Dit kom tussengelaagd met die gneisse en ander gesteentes van die Groblershoopformasie voor (Fig. 33).

Dit wil voorkom asof Vajner (1974, p.77-78) al die amfiboliet van die Groblershoopformasie in sy karteringsgebied as ortoamfiboliet beskou vanweë hul chemiese samestelling (diorities tot kwarts-diorities) en oorblyfsels van stollingstrukture. Die amfibolietliggame en -lense het 'n strekking ewewydig aan die regionale foliasie. Sommige van die amfiboliete toon 'n lineasie as gevolg van die oriëntasie van die hornblende-naalde, terwyl ander weer ongeoriënteerd is.



Fig. 33. Amfibolietlense wat tussengelaagd met gneisse op Roodevloer

Petrografie

Petrografies kan geen onderskeid tussen die verskillende amfiboliete in die gebied gemaak word nie. Sommige van die amfiboliete het 'n granoblastiese tekstuur met amfiboolkristalle van tot een cm in lengte. In party amfiboliete is die amfiboolnaalde (hornblende) georiënteer om 'n goeie lineasie aan die gesteente te gee, terwyl ander weer ongeoriënteer is. Die hornblende is pleochroïes van groen tot blougroen tot bruin. Ander minerale wat saam met die hornblende voorkom is kwarts, plagioklaas, klinozoisiet, biotiet en granaat. Die granaat is almandiet wat eievormige kristalle gevorm het. Die biotiet is soms gechloritiseer. Bykomstige minerale is erts, sirkoon en apatiet.

(v) Kwarts-granaat-veldspaat-glimmergneis

Voorbeelde van hierdie gesteente word aangetref op Klein Modderfontein 100, Doornfontein 70 en Jonkerwater 121. Mineralogies bestaan die gesteente uit granaat (almandiet), kwarts, mikroklien, plagioklaas en muskoviet. Bykomstige minerale is sirkoon en erts.

7.3.3 Struktuur van die Groblershoop-/Kenhardtformasie

Die Groblershoop-/Kenhardtformasie is saam met die Kaaien-kwartsietformasie vervorm en het ook dieselfde periodes van plooiing ondergaan.

Struktuurelemente is lineasies wat veroorsaak word deur die (i) oriëntasie van hornblendenaalde en (ii) die verlenging van kwartskorrels in kwartsiete; beide strukture definieer 'n b-lineasie.

'n Foliasie is ook ontwikkel in die gesteentes van die Groblershoopformasie en word hoofsaaklik deur biotiet gedefinieer.

8 SISTEEM KAROO

8.1 INLEIDING

Die Karoo-opeenvolging, wat 'n groot deel van Suid-Afrika beslaan, se basale gedeelte word deur die Serie Dwyka verteenwoordig, met die Serie Eccca wat konkordant daarop volg. Hierdie twee serieë word ook in die gekarteerde gebied gevind; slegs die onderste deel van die Serie Eccca is aanwesig en kom in die suidelike deel voor.

Die Serie Dwyka lê met 'n diskordante kontak op die Serie Dolomiet en die onderbreking in afsetting tussen die Serie Dwyka en die Sisteem Transvaal is ongeveer 1 800 miljoen jaar (Potgieter, 1973, p.117).

Weswaarts lê die Serie Dwyka met 'n klinodiskordante kontak op die Welgevonden-granietgneisse, Kaaienkwartsiete en ander metamorfe gesteentes.

8.2 VOOR-KAROOVLOER

Weens erosie wat deur die gletsers op die onderliggende gesteentes veroorsaak is, het afsetting van die Serie Dwyka oor 'n groot area in NNO-strekkende valleie plaasgevind. Die voor-Karoolandskap is dus deur die Dwykavergletsering verander na dié van 'n glasiële landskap, waarvan daar vandag baie voorbeelde is wat weer deur latere na-Karoo-erosie blootgelê is.



Fig. 34.

Kaaienkwartsiet op Who Can Tell (ged. van Klein Modderfontein 100)

wat deur die gletsers gepoleer en gladgeskuur is.

Die voor-Karoo topografie was baie ongelyk en gevolglik is die diktes van die Serie Dwyka baie wisselend (Du Toit, 1906, p.109).

Op 'n hele paar lokaliteite is die vloer geskraap en veral op die Kaaienkwartsietø het die strukture goed behoue gebly (Fig. 34,35,36).

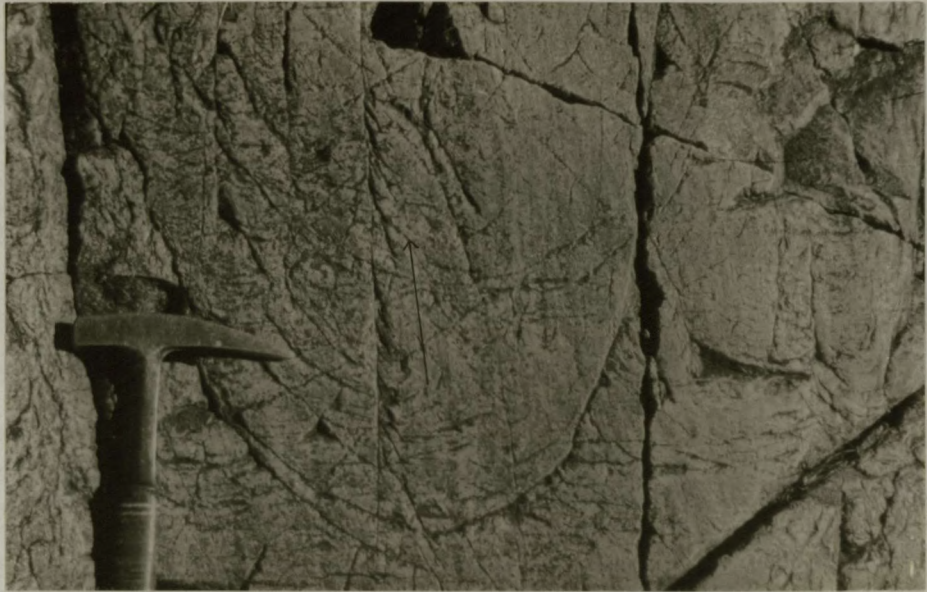


Fig. 35.

Halfmaanvormige breuke wat deur brokstukke gedurende ysbeweging veroorsaak is. Die rigting van ysbeweging word deur die pyl aangedui.

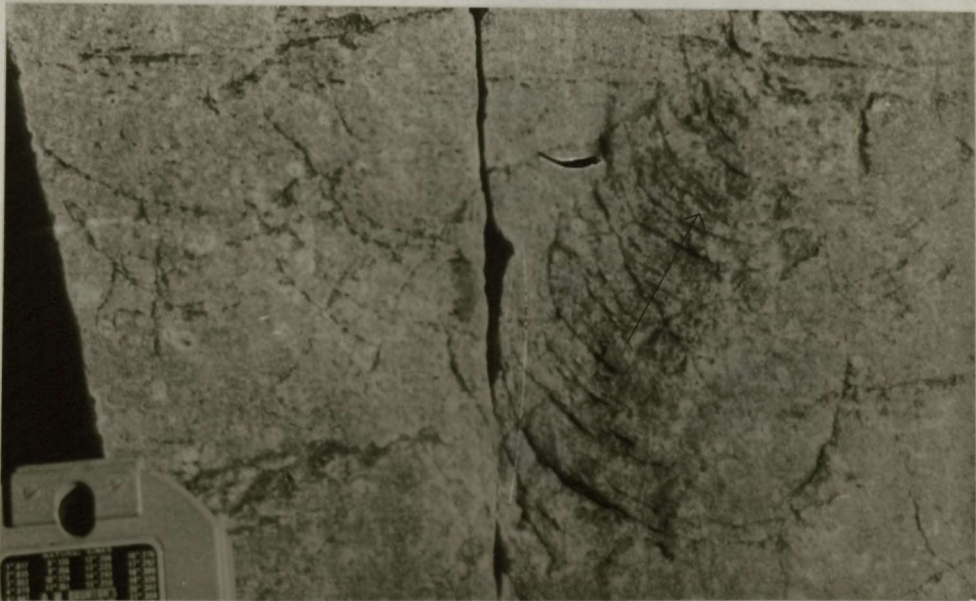
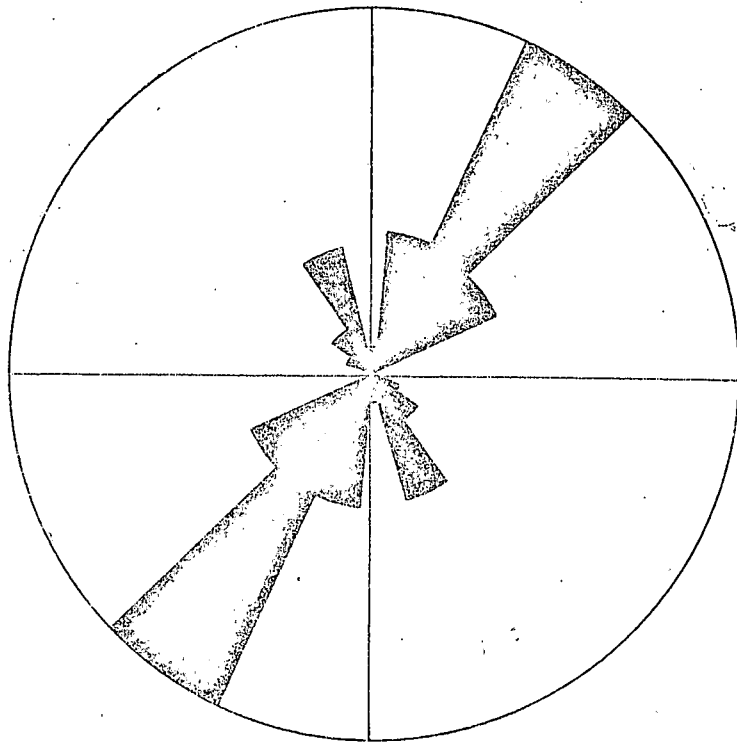


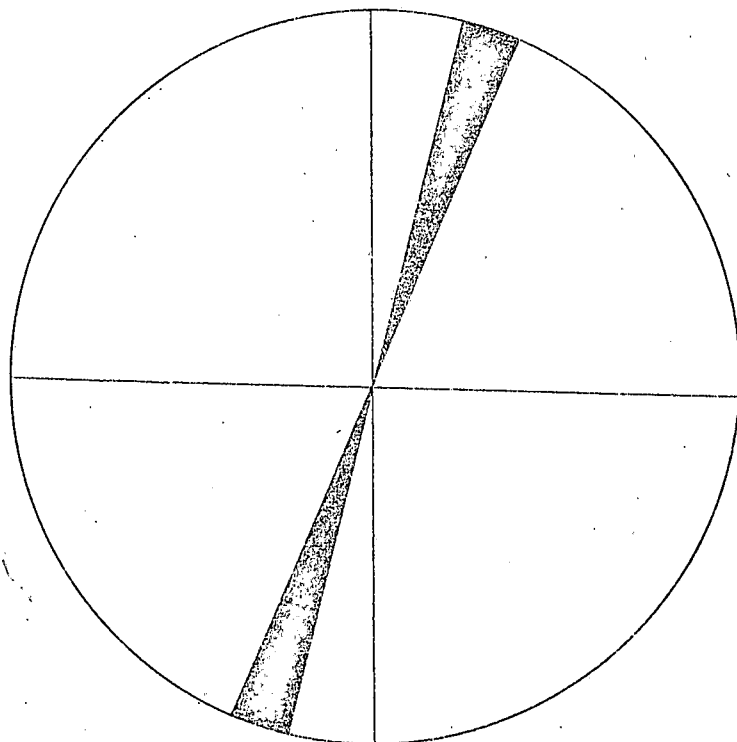
Fig. 36.

Halfmaanvormige breuke, gutse en ysskrape. Die rigting van ysbeweging word deur die pyl aangedui.



n=21

Fig. 37. n Rossondiagram van die strekking van verlengde panne in die gekarteerde gebied.



n=45

Fig. 38. n Rossondiagram van die rigting van gletserskrappe op die voor-Karoovloer in die gekarteerde gebied.

Die rigting waarin die gletsers beweeg het, was in die rigting 210° .

Daar is lokale variasies in die rigting van ysskrape as gevolg van verskille in die topografie (Fig. 37 en 38).

Die volgende rigtings van ysbewegings is in die gekarteerde gebied genoteer.

Lokaliteit		Rigting van ysbeweging
Klein Modderfontein 100	-	210°
Middelwater 99	-	210°
Naauwe Kloof 122	-	205°
Nooitgedacht (gedeelte van Omdraai Vlei 94)	-	205°
Roode Vloer 123	-	205°
Welgevonden 97	-	210°

8.3 SERIE DWYKA

8.3.1 Algemeen

Die Serie Dwyka kan in twee onderafdelings ingedeel word naamlik die Étage Glasiale Lae en die Étage Bo-Dwykaskalie (Potgieter, 1973, p.125). In die weste van die gebied is 'n prominente sandsteenhorison wat as 'n moontlike derde étage beskou kan word.

Hierdie serie vorm die basis van die Sisteem Karoo, en lê met 'n diskordante tot klinodiskordante kontak op die onderliggende gesteentes. Die serie bestaan uit glasiale lae aan die onderkant, en met skalies aan die bokant. Die boonste grens van die eenheid is die bokant van die Witband, 'n swart koolstofryke skalie wat wit verweer. Twee stratigrafiese kolomme naamlik dié van die Étage Glasiale Lae en dié van die Étage Bo-Dwykaskalie, word op bladsye 108 en 120 aangetoon.

Geografies kom die Serie Dwyka oor 'n groot gebied voor, en bereik diktes van tot 1000 m in die suide, terwyl dit noordwaarts dunner word; noord van 27° kom slegs loslappe voor (Du Toit, 1956, p.269).

Emslie (1971², p.50) het tereg opgemerk dat die Serie Dwyka verder suidwaarts strek as wat op die 1: 1 000 000 Geologiese Kaart van die Republiek van Suid-Afrika (1971²) aangedui word. Die rede vir die posisie van die huidige kontak is die loslappe van die Serie Eccā wat bo in die koppies voorkom en gevolglik is die area as die Serie Eccā aangedui, terwyl die laerliggende gedeelte deur die Serie Dwyka beslaan word.

83.2 Étage Glasiale Lae

Die basale eenheid van hierdie étage is die tilliet, waarvan dagsome op die plase Grootdoornpan 132, Jonkerwater 121, Roodevloer 123, Wielpan 124 en Zoetvlei 96 voorkom. 'n Tilliet word volgens Krumbein en Sloss (1963, p.166) gedefinieer as 'n gekonsolideerde glasiale puin. Die matriks bestaan uit fyn rotsmeel met ingeslote rolstene en swerfstene met karakteristieke glasiale vorms en skrape (Pettijohn, 1957, p.268 en Gary *et al.*¹⁹⁷³ p.741). Die kleur van die tilliet wissel van blougrys tot ligte skakerings van groen en geel. In sekere gevalle is die matriks karbonaatryk. Twee tillietmonsters wat op Zoetvlei 96 geneem is, bevestig Potgieter (1973, p.129) se bevinding dat wanneer daar baie fragmente teenwoordig is, die matriks donkerder van kleur sal wees as wanneer daar min fragmente in die tilliet teenwoordig is. Beide die monsters bevat baie karbonaatryke materiaal en dunsnitte van die ligkleurige monster toon die volgende : kalsietkristalle kom voor in 'n mikrokristallyne grondmassa wat bestaan uit kalsiet, kwarts en ander onidentifiseerbare minerale. Rotsfragmente van tot 4 mm kom in die grondmassa voor. Een van die fragmente is afkomstig van diabaas en minerale soos plagioklaas en kaliumveldspaat kan in die monster herken word. Die fragmente vertoon hoekig tot halfhoekig en die sortering is swak tot afwesig. Die ligkleurige monster kom stratigrafies bokant die tilliet voor.

Die groottes van die fragmente en swerfstene wissel van 'n paar mm tot 2 meter in deursnee. Die fragmente is oor die algemeen goed gepoleer en toon 'n mate van fasettering. Op sommige swerfstene is daar duide-

SAAMGESTELDE KOLOM VAN DIE ÉTAGE GLASIALE LAE

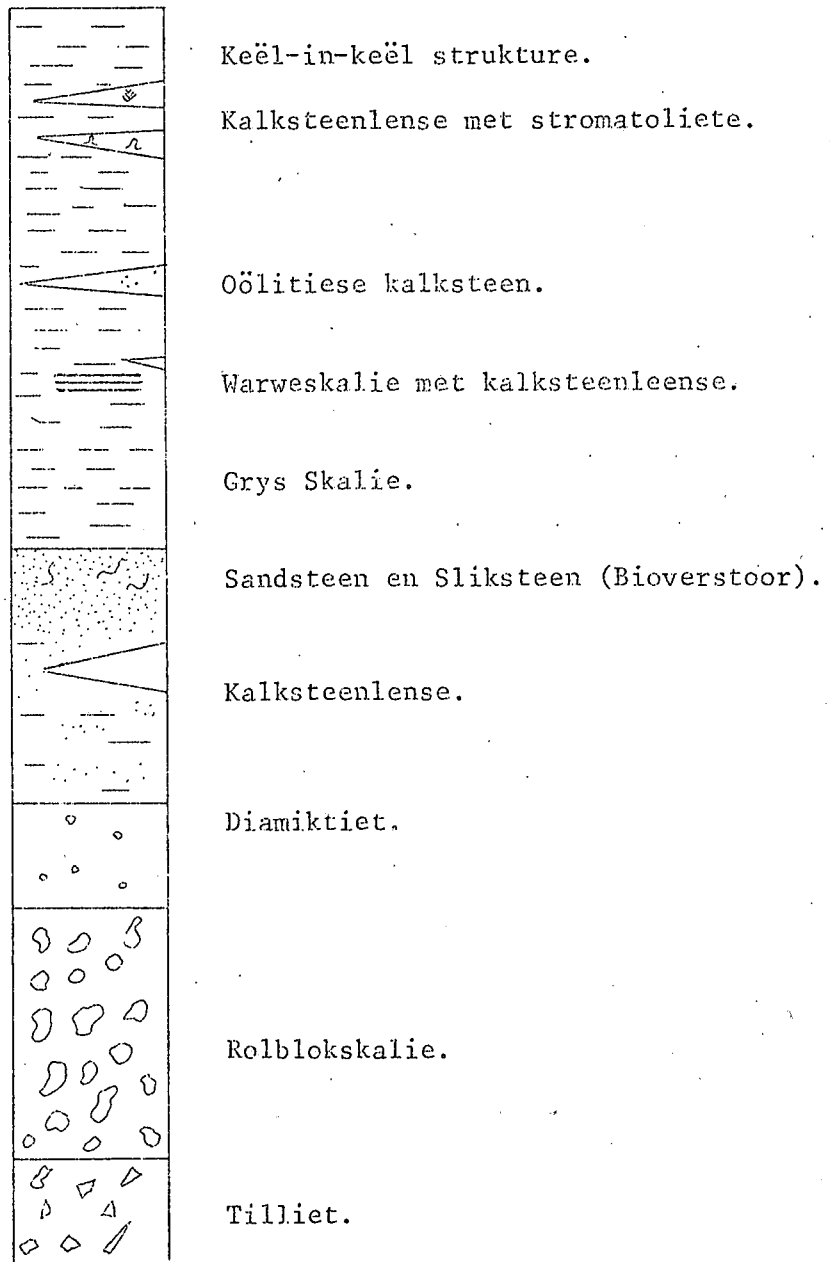


Fig. 39. Kolom van die Étage Glasiale Lae.

SAAMGESTELDE KOLOM VAN DIE ÉTAGE GLASIALE LAE

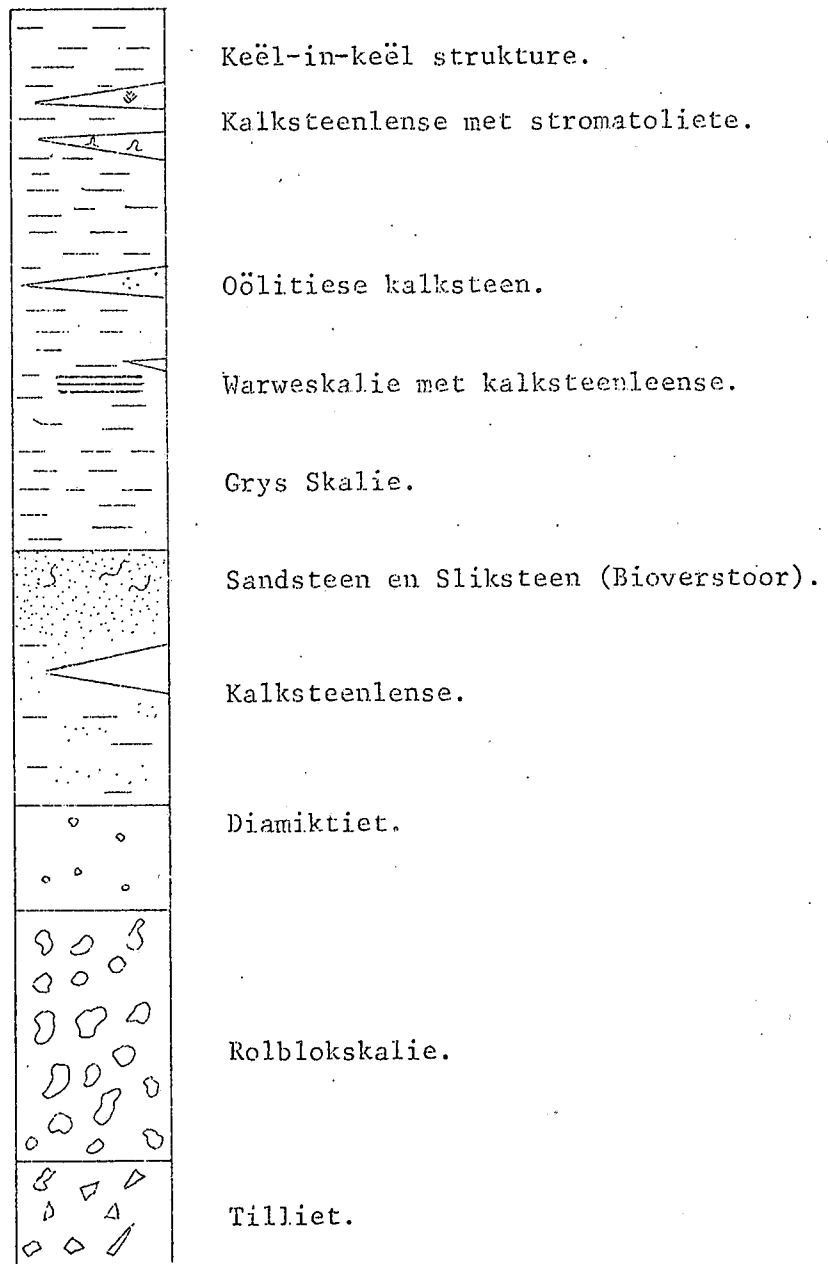


Fig.39. Kolom van die Étage Glasiële Lae.

like ysskrape. Die ysskrape is willekeurig van aard, wat aantoon dat die swerfstene gedurende beweging in die gletser van posisie verander het.



Fig. 40. Tilliet op Wielpan 124.

Die swerfstene is afkomstig van verskeie geologiese formasies. Swerfstene van andesitiese lawa afkomstig van die Sisteem Ventersdorp ten noorde van die gebied is volop. Hierdie lawa het baie amandels wat met die sekondêre minerale kalsedoon, kornalyn en kwarts gevul is. Swerfstene van gneis, graniet en kwartsporfier kom ook voor. Gestreep- te ysterklip en jaspis van die Sisteem Transvaal is aangetref, asook kwartsiet wat moontlik van die Serie Kaaien of Matsapformasie afkomstig is. Diabaasswerfstene kom ook voor. Volgens du Toit (1956, p.277) was die aanvoerrigting van die glasiële materiaal vanuit die noorde en

noordooste en gevolglik sal die tilliet gesteentetipes bevat van die formasies waaroor dit beweeg het (Fig.40).

Die diktes van die glasiale lae is wisselend, en is 'n faktor van die voor-Dwykatopografie van die onderliggende gesteentes, sowel as van die gletservalleie wat deur die gletser self veroorsaak is. Die gletservalleie is ook weer 'n faktor wat onder andere sal afhang van die fisiese eienskappe en struktuur van die gesteente waaroor die gletser beweeg het. 'n Goeie voorbeeld is die Doornberglineament wat as gevolg van die beweging in die gesteentes 'n verswakking van die gesteentes tot gevolg gehad het. Gevolglik is daar 'n gletservallei op die posisie van die verskuiwing ontwikkel. In die middel van so 'n gletservallei sal die tilliet en ander glasiale lae dus dik wees, terwyl dit dunner na die kante toe sal wees en dan sal uitwig teen die kante van die gletservalleie. As gevolg van hierdie situasie, sal daar skalies op stratigrafiese posisies laer as die tilliet voorkom en die eenhede wat elders stratigrafies bo-op die tilliet is, is dikwels tussengelaagd met die tilliet. Daar is gevolglik nie skerp kontakte tussen die eenhede nie, maar eerder geleidelike tussengevoegde oorgange. Sekere eenhede van die Serie Dwyka is soms heeltemal afwesig. Die warweskalie word net op Roodevloer 123 aangetref.

Volgens Rogers ^{en Schwarz} ~~et al.~~ (1899, p.88) kom skalielense naby Prieska in die tilliet en rolblokskalie voor en hy verklaar dit deur 'n nes wat met modder opgevol is tydens die afsetting van die tilliet.

'n Tilliet, soortgelyk aan die gruiserige en grinterige tilliet soos deur Potgieter (1973, p.127) beskryf, word op die plase Jonkerwater 121 en Grootdoornpan 132 aangetref.

Die gruiserige tilliet bestaan uit ongesorteerde fragmente, wat swak afgerond is en nie groter as 3 cm in deursnee is nie. Die fragmente vertoon gefasetteerde vlakke en die bindstof is hoofsaaklik kalsiet. Dagsome van hierdie tipe gesteente is skaars. Potgieter (1973, p.130) verklaar die voorkoms van dié tipe tilliet deur die aanspoel van die fyner materiaal deur klein stroompies, afkomstig van die gletser. Op die plaas Wielpan 124 word 'n sandsteen met 'n hoë karbonaatinhoud aangetref wat fragmente van tot 2 mm bevat. Die bindstof is hoofsaaklik kalsiet.

Die tilliet gradeer oor in die rolblokskalie, wat bestaan uit swerfstene van genoemde tipes en formasies. Die matriks bestaan uit liggroen moddersteen wat in meeste gevalle geen tekens van gelaagdheid vertoon nie (Fig.41).

Die moddersteen in die rolblokskalie verweer maklik sodat die rolblokke as gletserpuin agterbly.

Op Wielpan 124 is goed afgeronde rolstene in 'n verkittete groen moddersteen aangetref, en die gesteente voldoen volgens definisie aan die benaming diamiktiet (Fig.42).



Fig.41. Rolblokskalie op Jonkerwater 121



Fig.42. Diamiktiet op Wielpan 124

Die afronding van die swerfstene dui op die moontlikheid van aangespoelde tilliet. Dagsome van die rolblokskalie kom voor op Jonkerwater 121 en Zoetvlei 96, terwyl gletserpuin oor die hele gebied voorkom.

Net ten noorde van die gekarteerde gebied op Klein Modderfontein 100 is 'n goeie voorbeeld van 'n ysdryfsteen gevind. Die swerfsteen was waarskynlik in 'n drywende ysblok vasgevang en met die smelt van die ysblok het die rolsteen losgeraak en in die onderliggende sediment geval. Die gevolg is dat die gelaagdheid van die skalie om die swerfsteen gebuig het (Fig.43).



Fig.43. Swerfsteen afkomstig uit drywende ysblok op Klein Modderfontein 100.

Die geboë karakter van die lagie aan die bokant van die swerfsteen
is veroorsaak deur kompaksie.

Boontoe verander die opeenvolging na fyn sandsteen tot sliksteen en
skalie wat in kleur wissel van grys tot grysgroen. Tussengelaagd
met hierdie eenhede is daar kalksteenlense. Op Roodevloer 123 is 'n
fynkorrelrige sandsteen wat duidelike tekens van biologiese aktiwiteit
vertoon, in 'n pan aangetref. Wurmboorsels is in die gesteente ge-
vind (Fig.44).



Fig.44. Wurmboorsels op Middelwater 99.

Dit blyk dat daar meer as een spesie worm teenwoordig was. Daar is
twee stelle wurmboorsels in die sandsteen. Die oudste stel is 2 tot
 $2\frac{1}{2}$ mm in deursnee en kom op die laagvlakke voor, terwyl die ander stel
12 mm in deursnee is, en dwars oor die gelaagdheid en oor die eerste

Die geboë karakter van die lagie aan die bokant van die swerfsteen is veroorsaak deur kompaksie.

Boontoe verander die opeenvolging na fyn sandsteen tot sliksteen en skalie wat in kleur wissel van grys tot grysgroen. Tussengelaagd met hierdie eenhede is daar kalksteenlense. Op Roodevloer 123 is 'n fynkorrelrige sandsteen wat duidelike tekens van biologiese aktiwiteit vertoon, in 'n pan aangetref. Wurmboorsels is in die gesteente gevind (Fig.44).



Fig.44. Wurmboorsels op Middelwater 99.

Dit blyk dat daar meer as een spesie wurm teenwoordig was. Daar is twee stalle wurmboorsels in die sandsteen. Die oudste stel is 2 tot $2\frac{1}{2}$ mm in deursnee en kom op die laagvlakke voor, terwyl die ander stel 12 mm in deursnee is, en dwars oor die gelaagdheid en oor die eerste

stel sny. Op dieselfde plaas, op dieselfde stratigrafiese hoogte, word 'n grys skalie met duidelike asimmetriese riffelmerke aangetref (Fig.45).



Fig.45. Asimmetriese riffels op Roodevloer 123.

Vierhonderd meter wes van die skalie met riffelmerke kom daar 'n warweskalie met tussengelaagde kalksteenlense op 'n ietwat hoër stratigrafiese hoogte voor. Dit is die enigste voorkoms van warweskalie wat in die gebied gevind is. Die warweskalie bestaan uit afwisselende ligte en donker lagies wat winter- en somerafsettings verteenwoordig (Fig.46).

Tussengelaagd met die warweskalie, kom kalksteenlense voor. Die lense is tot 3 cm dik en word dikker en groter in omvang hoër op in die opeenvolging. Bokant die warweskalie, wat die laaste positiewe tekens van ysafsetting definieer, kom sliksteen en fynkorrelrige sandsteen voor, ook met tussengelaagde kalksteenlense. Die sliksteen toon oor die algemeen 'n plaveiagtige karakter.



Fig.46. Warweskalie op Roodevloer 123.

Die kalksteenlense bokant die warweskalie is tot 15 m in lengte, 'n meter dik, en het 'n bruin verweerde oppervlak, terwyl die gesteente donkergrys in vars monsters vertoon.

Potgieter (1973, p.133) het geen tekens van klastiese afsetting in die kalkstene gevind nie. Op Middelwater 99, is oölitiese kalkstene gevind, asook kalkstene wat kruisgelaagdheid vertoon. Hierdie kalkstene toon dus duidelike tekens van klastiese afsettingstoestande.

Stromatoliete kom in die kalksteenlense op Middelwater 99 voor. Die stromatoliete is koepelvormig en dit blyk dat daar 'n algemat is wat lateraal oorgaan in die stromatoliet. Hans Wontka van die Geologisches Institut van die Johannes Gutenberg Universität in Mainz, wat die lense in die veld ondersoek het, het die identifikasie van stromatoliete bevestig (Fig.47).



Fig.47. Stromatoliete op Middelwater 99.

'n Monster is middeldeur gesaag en die volgende is waargeneem :

Aan die basis is oöliete, gevolg deur die geboë koepelvormige strukture van die stromatoliet self en aan die bokant kom keël-in-keël strukture voor. Ongeveer 500 m NW van hierdie stromatoliete kom mooi voorbeelde van keël-in-keël strukture voor(Fig.48).

Die keël-in-keël strukture kom verspreid in die kalkstene van die Serie Dwyka voor, en is ook beskryf deur Beukes (1973, p.125) suid van Warmbad, S.W.A., en deur Potgieter (1974, p.131) suid van Douglas. Die suiwerheid van die kalksteen blyk uit die voorkoms van yslandspaat op die plaas Geelbospan (ged. van Jonkerwater 121) waar 'n doleriet 'n kalksteenlens gemetamorfoseer het.

Die sandsteen, wat op bogenoemde kalksteen volg, vorm die boonste deel van die Étage Glasiële Lae. Dit is fyn tot middelkorrelrig en is goed ontwikkel in die weste van die gekarteerde gebied. Die beste dagsome van die sandsteen kom op Kleindoornpan 133 voor. Op Roodevloer 123 is daar 'n koppie wat deur 'n sandsteen van 35 m dikte opgebou is. Die sandsteen is in 'n mate gesilisifiseerd en toon gelaagdheid, trogkruisgelaagdheid en versakkingsstrukture. Dun, klein kalksteenlense word in hierdie sandsteen aangetref.

Die verharde toestand van die sandsteen kan toegeskryf word aan metamorfose veroorsaak deur die indringing van doleriet, ofskoon geen doleriet in kontak met die sandsteen gevind is nie. Die moontlikheid bestaan dat 'n doleriet bo-op die sandsteen was en al heeltemal weg verweer het, of daar kan dalk 'n plaat onder die sandsteen wees, waarvan daar geen tekens gevind is nie.



Fig.48. Keël-in-keël strukture op Middelwater 99.

Dit is interessant dat die sandsteen duidelike lineamente toon. Daar is hoofsaaklik twee rigtings, naamlik 'n swak rigting met 'n strekking van 045° en 'n goedontwikkelde rigting van 315° wat parallel is aan die regionale foliasie van die gebied.

8.3.3 Étage Bo-Dwykaskalie

(Fig49)

Die dikte van hierdie étage is in die orde van 50 m. Dit bestaan uit swart tot donkerblou skalie, gevolg deur blougroen skalie, olyfgroen skalie, slijksteen en laastens die Witband, wat die boonste lid van hierdie eenheid vorm. Die skalies volg konkordant op die Étage Glasiale Lae (Emslie, 1974², p.54).

Die grootste gedeelte van die étage word bedek deur kalkkreet en puin, en die beste dagsome word gevind aan die kante van koppies wat deur 'n oorliggende dolerietplaat teen verwering beskerm word. Op

KOLOM VAN DIE ÉTAGE BO-DWYKA NOORD VAN VOSBURG

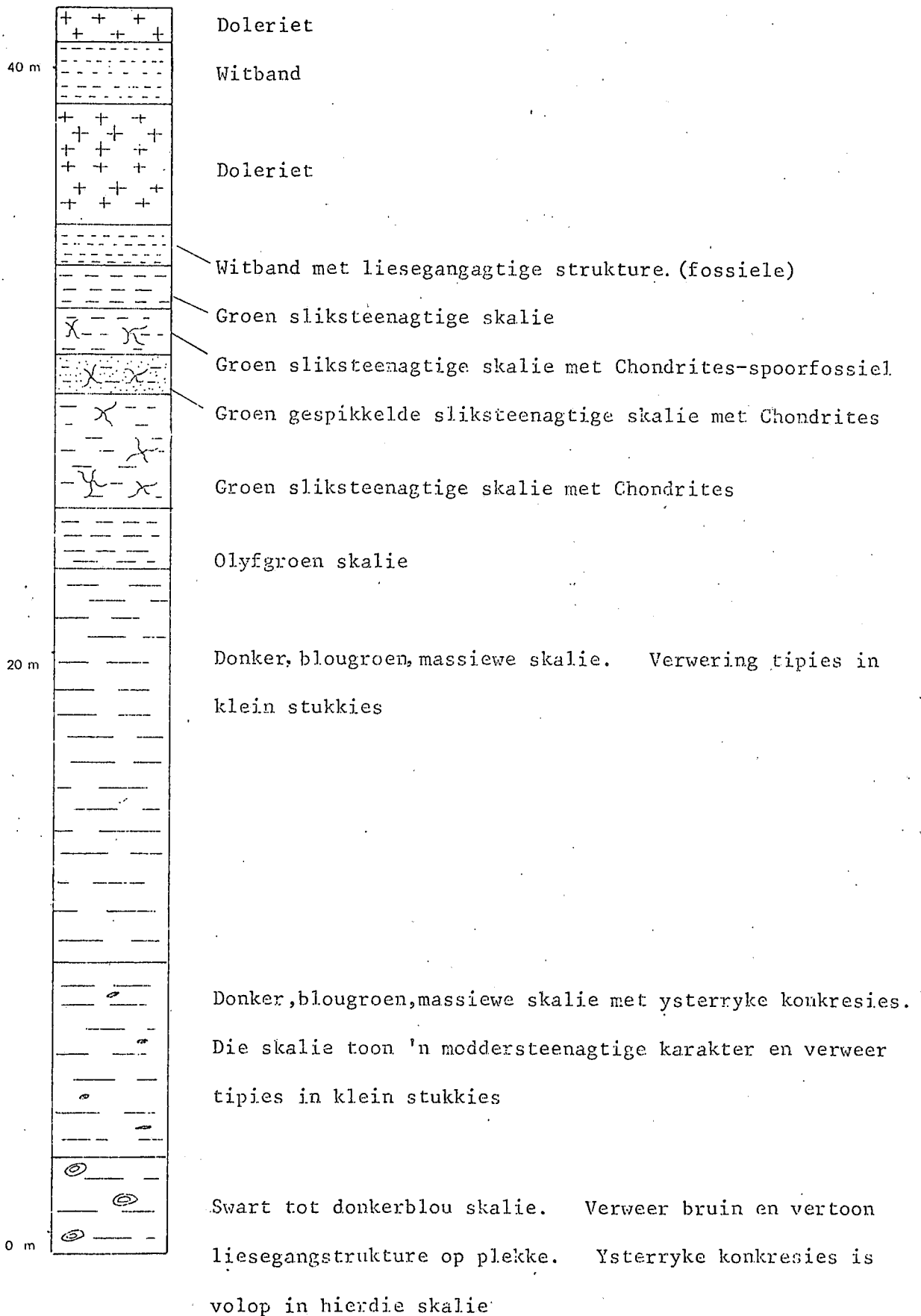


Fig.49. Kolom van die Étage Bo-Dwyka noord van Vosburg.

Bloemfontein (gedeelte van Elandsbeen 135) het die doleriet 'n intense bakeffek op die skalies gehad, en baie lidiet word daar aangetref.

Die basale skalie van die Étage Bo-Dwykaskalie is donkerblou tot swart van kleur en verweer bruin. Die skalie verweer in klein stukgies en as streng volgens definisie gegaan word, hoort hierdie skalie tot die moddersteenfamilie. Konkresies van karbonaatryke materiaal en van ysteroksiedes kom algemeen in die skalie voor en is tot 'n meter lank en is ongeveer 20 cm dik. Die ysterryke konkresies verteenwoordig volgens Potgieter (1974, p.47) oorspronklike pirietkonsentrasies in die skalies.

Liesegangagtige strukture kom in die onderste 5 m van die skalie voor. Die strukture is ook deur Emslie (1972², p.55) beskryf. Hulle bestaan uit konsentriese of ellipsvormige ringe in die skalies, en is die produk van die selektiewe migrasie van ione weg van 'n middelpunt af. 'n Dunsnit van 'n monster skalie afkomstig van Bloemfontein (gedeelte van Elandsbeen 135) bevat baie limoniet, wat 'n niervormige karakter onder 'n mikroskoop vertoon. Die ander hoofmineraal is kalsiet, terwyl kwarts in 'n mindere mate aanwesig is.

Die skalie wat hierop volg, is 20 m dik, het 'n moddersteenagtige karakter en die onderste 8 m bevat ook ysterryke konkresies. Die skalie het 'n donker blougroen kleur, en verweer in klein stukgies.

Die volgende eenheid van die suksessie is 'n olyfgroen skalie, wat ongeveer 2 meter dik is, en direk daarop volg 'n groen slijksteenagtige

skalie met 'n dikte van ongeveer 3 m en met spoorfossiele genaamd Chondrites (Fig.50).



Fig.50. Chondrites op Kalkfontein 131.

Die Chondrites is spoorfossiele wat die sleepsels van wurms verteenwoordig wat op die sedimente geleef het. Die spore is van 2 - 7 mm breed, en is in die middel geaksentueer, terwyl hulle dowwer word na die kante. (Hierdie verskynsel is ook waargeneem deur Potgieter (1974, p.46)). Die spore vertak en kruis mekaar. Ander soortgelyke sones word aangetref net onder die Witband en in die Serie Ecce net bokant die Witband (Potgieter, *ibid*, p.46 en L. Nel, persoonlike mededeling).

In die publikasie van Perkins *et al.* (1971, p.74) word soortgelyke spoorfossiele in die Kiamichiformasie naby Texas beskryf. Hy gebruik

die benaming "Chondrites", en beskou die strukture as wurmtonnels.

Potgieter (1973, p.135) het ook van die Chondrites in 'n gebied suid van Douglas, net onder die Witband gevind.

Omdat daar verskeie sones van die Chondrites voorkom, moet daar versigtig te werk gegaan word wanneer een van die sones as 'n merker gebruik word. Op die groen sliksteenagtige skalie, volg 'n groen gespikkelde sliksteenagtige skalie met Chondrites. Volgens Potgieter (1973, p.135) verteenwoordig die spikkels konsentrasies van chloriet wat deur die bakeffek van doleriet veroorsaak word. Potgieter (1974, p.44) het in 'n X-straal analise chloriet, serisiet en kalsiet benewens kleiminerale en kwarts in die skalies gevind. In 'n dunsnit van die spikkelsliksteen, is baie chloriet gevind met 'n klein hoeveelheid veldspaat en mikrokristallyne kwarts.

Op die groen gespikkelde sliksteenagtige skalie met Chondrites volg 'n groen sliksteenagtige skalie met Chondrites en op dié eenheid volg 'n groen slik^{ste}agtige skalie waarin daar geen tekens van Chondrites gevind is nie. Die sliksteen onder die Witband het 'n positiewe verwerking, en kan maklik in die veld herken word, omdat dit altyd 'n kransie vorm. Die skalie het ook 'n tipiese "snuifdoos-verwerking" (Emslie, 197², p.57 en Potgieter, 1973, p.135).

8.3.3.1 Die Witband

Die Witband is 'n swart koolstofryke skalie wat wit verweer en word as

'n merkerlaag sowel as 'n kontak tussen die serieë Dwyka en Ecça gebruik. 'n Chemiese analise van die skalie dui op 'n koolstofinhoud van tussen 6 en 12% (Emslie, 197², p.59).



Fig.51. Die Witband op Kalkfontein 131.

Die Witband word beskou as die grens tussen die Serieë Ecça en Dwyka, alhoewel die litologie van die twee serieë weerskante van die Witband baie dieselfde is.

Dagsome van die Witband kom voor op die volgende plase :

Biesiespoort 67, Buffelbout 42, Elandsbeen 135, Jakkals Put 139, Kalkfontein 131, Modderfontein 125, Naauwe-Kloof 122, Riet Put 139, Roodedraai 134, Roodevloer 123, Titus Pan 136, Wielpan 124 en Zoutaar 66. Hierdie lokaliteite dui ook die verspreiding van die Étage Bo-Dwykaskalie in sy geheel aan. Die Witband het 'n plaatag-

tige tipe van verwerking, is fyngeleagd en liesegangagtige strukture kom daarin voor. Die verskynsel is te wyte aan die selektiewe migrasie van ione en kleurvolle skakerings van rooi, oranje, geel en bruin word in die wit skalies aangetref (Fig. 51).

Op Buffelbout 42 is daar afdrucke van halietskristalle aan die basis van die Witband gevind (Fig. 53, 54, 55, 56). Die presiese lokaliteit van voorkoms, is 'n kop genaamd Langkop, wat in die westelike hoek van die plaas geleë is. Die afdrucke kom voor aan die suidekant van die kop, noordoos van die windpomp teen die hang van die kop. Die afdrucke is geïdentifiseer deur J.C. Loock van die Departement Geologie van die U.O.V.S.

Mnr. J. Mouton van die Departement Geohidrologie van die U.O.V.S. het dit reggekry om soutkristalle wat presies lyk soos dié wat die afdrucke gevorm het, uit 'n oplossing van suiwer NaCl te laat kristalliseer (persoonlike mededeling, sien Fig. 52).

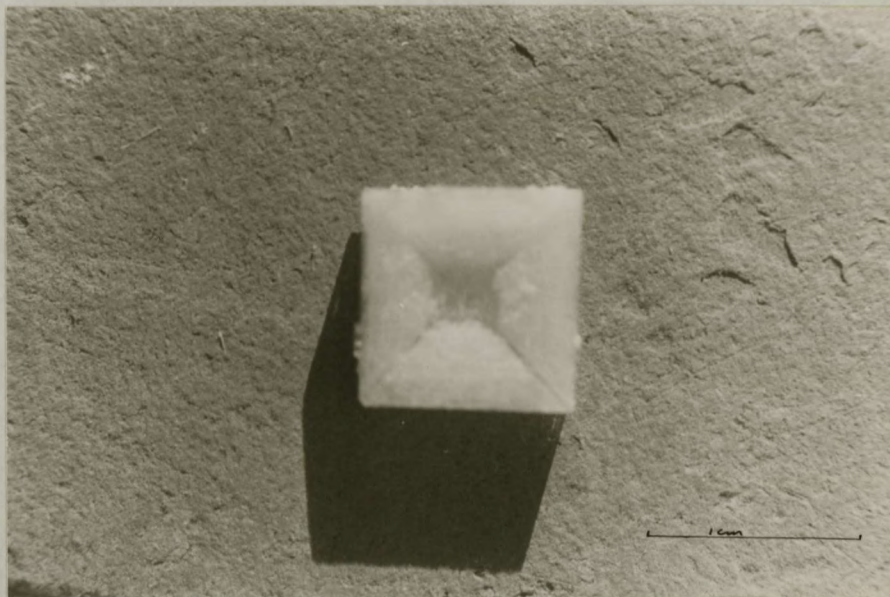


Fig. 52. Sinteties-bereide NaCl kristal. Let op die kruis en die noue ooreenkoms met die afdrucke van halietskristalle in die Witband.



Fig. 53.
Afdrukke van NaCl-kristalle in die skalie van die Witband.



Fig. 54.
Afdrukke van NaCl-kristalle in die skalie van die Witband.



Fig. 55.
Afdruk van 'n halietkristal in die Witband. Let op die kruis.



Fig. 56.
Afdrukke van halietkristalle wat met hulle punte in die modder gelê het.

Die kruis wat op die foto's gesien word, word veroorsaak deur 'n verskynsel wat "hopper growth" genoem word. 'n Skets van so 'n halietkristal word op p.460 Fig. 719 van Dana E.S.(1963)se handboek vir mineralogie aangetoon. Sommige kristalle het op hul punte in die modder gelê en gevolglik is driehoekige afdrucke in die modder gevorm.

Dit is dus duidelik dat die kristallisasie van die halietkristalle sinogeneties met die afsetting van die skalies was. Die genese en implikasie van die kristalafdrucke sal onder die afsettingstoestande bespreek word.

Die enigste fossielafdruk wat gevind is, is dié van die arthropode Notocaris tapscotti wat op Naauwe-Kloof 122 gevind is. Dit blyk dat daar 'n sone is waarin die fossielspesie voorkom, want daar was volop afdrucke by die spesifieke vindplek. Die fossiel is ook gevind naby Hopetown (L. Nel, persoonlike kommunikasie) en naby Douglas (Fig. 57, 58).

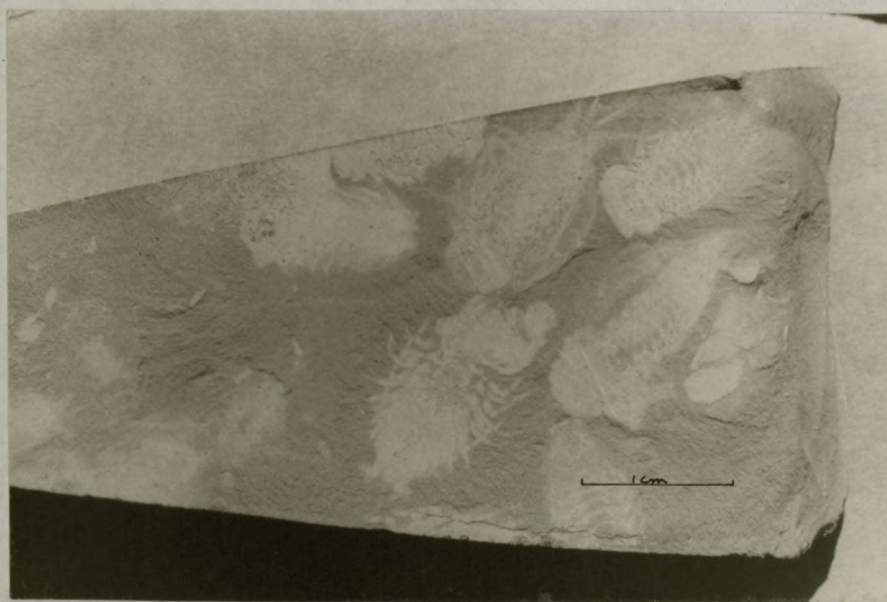


Fig. 57.

Fossielafdrucke van die Notocaris tapscotti in die Witband.

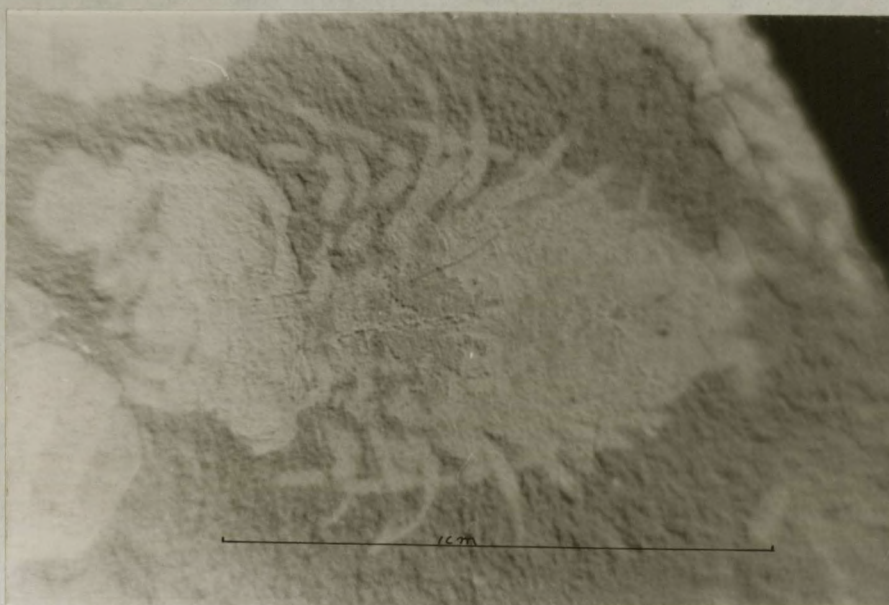


Fig. 58. Vergroting van die Notocaris tapscotti.

Dit is bekend dat die Mesosaurus wat tot die klas Reptilia behoort in die middel van die Witband voorkom, maar geen voorbeelde van hierdie fossiel is gevind nie. L. Nel het wel van hulle in die omgewing van Hopetown gevind (L. Nel, persoonlike mededeling).

Die horison waarop die Witband voorkom, is deur dolerietplate binnegedring en daar is gevalle waar die Witband verdeel is en op verskillende stratigrafiese hoogtes voorkom. So 'n geval word op Kalkfontein 131 gevind.

8.3.4 DIE AFSETTINGSGESKIEDENIS VAN DIE SERIE DWYKA

Na die afsetting van die Sisteem Transvaal en die Matsapformasie, het daar vir 'n tydsinterval van ongeveer 1700 m.v. erosie plaasgevind alvorens die Dwykavergletsering in die Karboon 'n aanvang geneem het. (Crowell *et al.* 1972, p.2887. (Fig. 59)).

and Frakes

Volgens Du Toit (1966)⁵ was daar 4 hooglande vanwaar die ys beweeg het naamlik Suidwes-Afrika, Griekwaland-Wes, Transvaal en Natal.

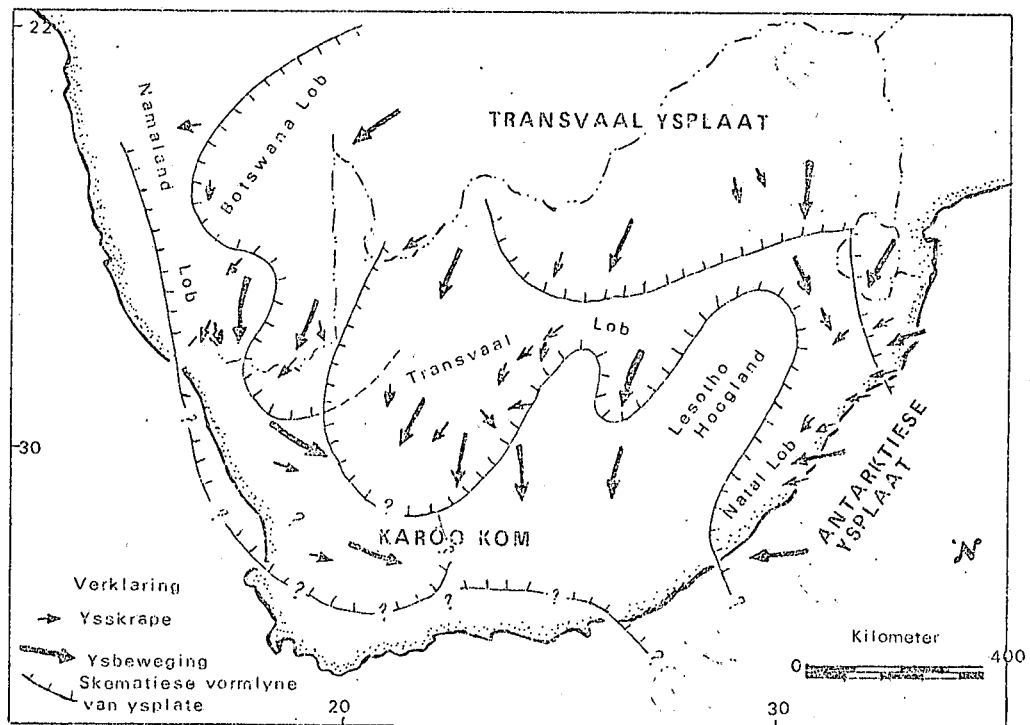


Fig. 59.
Die rigting van beweging van die ysplate word op die kaart van Crowell and Frakes (1972, p.2904) aangetoon.

Sowel nat- as droëbasisgletsers was verantwoordelik vir die afsetting van die Étage Glasiële Lae.

'n Natbasisgletser word volgens Carey en Ahmad (1961, p.867) gedefinieer as 'n gletser waarvan die temperatuur aan die basis bokant vriespunt is, en gevolglik sal die gletser verantwoordelik wees vir die afsetting van materiaal deur middel van gletserwater.

'n Droëbasisgletser,, is 'n gletser waarvan die temperatuur aan die basis onderkant vriespunt is, en geen smelt- of gletserwater sal in so 'n geval vrygestel word nie.

Aan die begin van die ysperiode was die droëbasisgletsers verantwoordelik vir die afsetting van die tilliet, en namate die temperatuur begin styg het, het die droëbasisgletsers verander in natbasisgletsers.

Twee rigtings van ysskrape word deur van der Merwe (1973, p.127) beskryf, naamlik in 'n westelike en 'n suidwestelike rigting. Hy het ook gevind dat die tilliet self geskraap is (p.127) en verklaar dit aan die hand van twee periodes van vergletsering. Die Transvaalysplaat toon ook twee beweegrigtings soos deur Du Toit (1954, p.277) en Stratten (1968, p.12) aangetoon is.

Diep gletservalleie het ontstaan as gevolg van die beweging van die gletsers en tilliet is in die gletservalleie afgeset. Namate die klimaat warmer begin word het, het die gletsers noordwaarts begin terugtrek. Gletsermere het ontstaan en dryfysblokke was verantwoordelik vir die afsetting van die rolblokskalie.

Met die afsetting van die warweskalie het sikliese temperatuursveranderinge (of seisoensverskille) sterker na vore getree en die feit

dat daar 'n algemene temperatuursverhoging was, word duidelik weer-
spieël uit die teenwoordigheid van die kalksteenlense. CaCO_3 is
baie oplosbaar in koue water, maar sodra die temperatuur styg, sal
die CaCO_3 presipiteer om kalksteen te vorm. Die kalkstene in die
Serie Dwyka is dus 'n direkte gevolg van warmer klimaatstoestande.

Afsetting van die kalksteenlense tussengelaagd met die skalie en
sandsteen het onder vlakwatertoestande plaasgevind, waar daar genoeg-
same beweging van die water was, om oölitiese kalkstene te vorm.
Stromatoliete kom geassosieerd met die oölitiese kalkstene voor.

'n Skeidingsvlak (Eng. Interface) was teenwoordig tussen 'n oksiderende
en 'n reduserende omgewing met die afsetting van die Bo-Dwykaskalies
(voorgestel deur J.N.J. Visser en J.C. Loock, persoonlike kommunikasie).

'n Skeidingsvlak word volgens Krumbein en Sloss (1963, p.262) gedefi-
nieer as 'n grens wat gebiede, wat fisies - chemies van mekaar verskil,
skei.

So 'n skeidingsvlak kan die gesamentlike voorkoms, of voorkoms in
dieselfde gesteente, van piriet, wat onder reduserende anaërobiese
toestande vorm, en Chondrites wat die gevolg van biologiese aktiwiteit
is en onder oksiderende toestande ontstaan het, verklaar (Fig. 60).

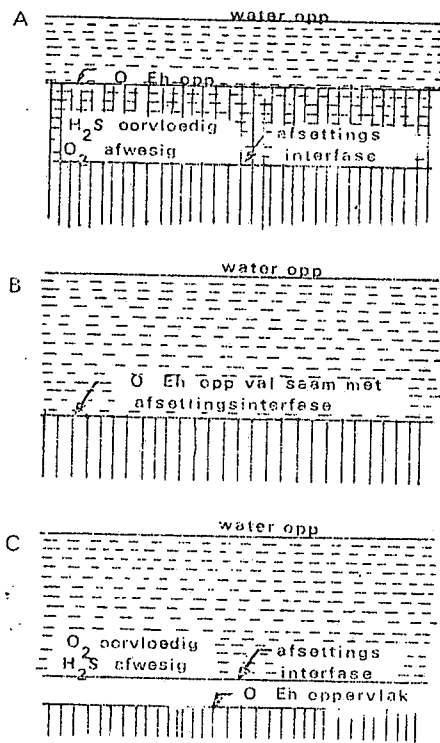


Fig.60. Figuur om die biologiese aktiwiteit in die Bo-Dwyka skalies te verklaar, wat onder reduserende toestande afgeset is.

Uit die figuur kan gesien word dat daar 3 gebiede van verskillende fisies-chemiese toestande of drie fases teenwoordig is. Fase A bestaan uit water en bevat suurstof en gevolglik kon daar vorms van lewe in hierdie sone bestaan het.

'n Organisme wat op die grens tussen fase A en B gelewe het, was die arthropode Notocaris tapscotti. Fase B bestaan uit sediment, waarin daar ook suurstof was, en in hierdie fase het organismes wat die Chondrites gevorm het, gelewe. Fase C is 'n reduserende anaërobiese fase waarin slegs anaërobiese bakterieë kan voorkom. Hierdie sone

bevat H_2S wat dan met Fe sal reageer om piriet te vorm.

Namate afsetting van die Bo-Dwykaskalies gevorder het, het die fase geleidelik boontoe geskuif en met die afsetting van die Serie Eccla, was fase C afwesig.

8.3.5 Oorsprong En Implikasie Van Die Kristalafdrukke

Om sekere feite te staaf, sal 'n aantal direkte aanhalings uit die literatuur gebruik word. Op die huidige stadium word die Witband as 'n diepwaterafsetting beskou. Dit is egter moeilik om die kristallisasie van NaCl in so 'n omgewing te visualiseer, soos ook uit die bespreking gesien sal kan word.

Beskou die afsetting eers as 'n diepwaterafsetting van byvoorbeeld 'n see. Volgens Borchert en Muir (1964, p.18) het die samestelling van seë baie min verander vanaf voor-Kambriese tye: "We may also assume that the composition of sea water has remained essentially constant ever since the Precambrian Era. The most important evidence in favour of this assumption is the virtually identical K/Na ratios in the blood of the land animals and in the water of the present oceans".

Was die Witband 'n diep see-afsetting, kan ons dus aanneem dat die samestelling van die water soortgelyk was aan dié van 'n hedendaagse see.

Haliet sal eers presipiteer nadat 90% van die seewater verdamp het (Blatt *et al.* 1972, p.503).

Die volgende skematiese voorstelling van Borchert en Muir (1964, p.66) dui die volgorde en kristallisatie van soute uit seewater aan. (Fig. 61).

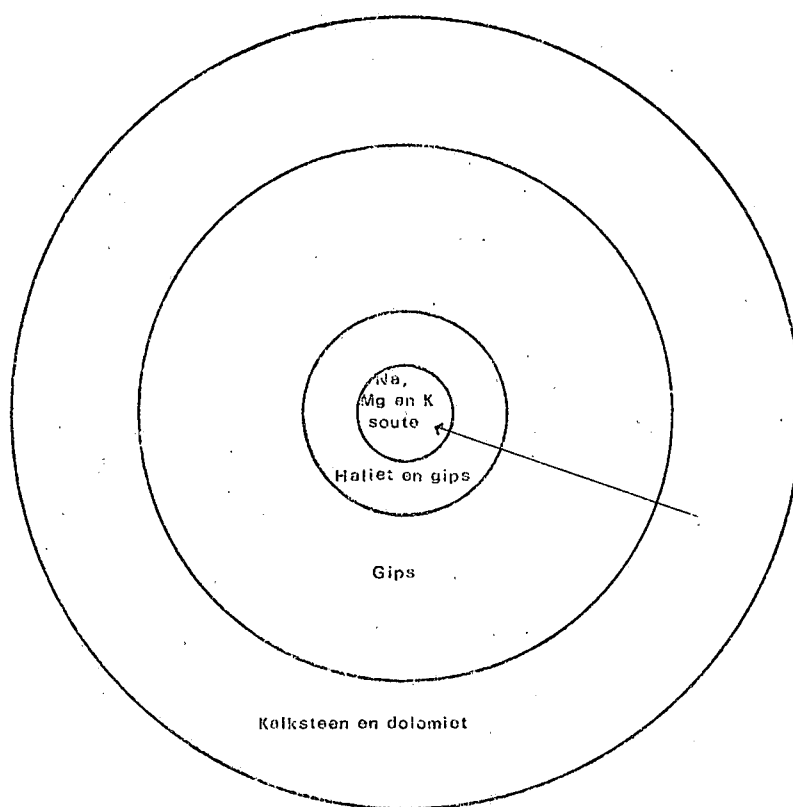


Fig. 61. Die volgorde van kristallisatie van soute gedurende verdamping.

Die oppervlakte van die verskillende konsentriese sirkels stel die volume seewater by die ooreenstemmende kristallisatie voor. So sal met krimpende oppervlaktes (en dus volume seewater) eers $(Ca, Mg) - CO_3$ en daarna $CaSO_4$, $NaCl$ en $CaSO_4$ ens. kristalliseer. Die volgorde van kristallisatie stem ooreen met dié van ander outeurs en is as volg :

1. Kalksteen en dolomiet
2. Gips
3. Gips en haliet
4. Haliet, Mg en K-soute.

Dit is dus baie onwaarskynlik om slegs NaCl uit 'n monster seewater te verkry. Borchert en Muir (1964, p.76) maak die volgende stelling: "In marine evaporites, gypsum - anhydrite is never found without underlying or interbedded limestone and dolomite; halite does not occur without gypsum - anhydrite; potash salts nowhere without halite".

Blatt *et al.* (1972, p.502) stem hiermee saam: "Of particular interest is the coprecipitation of gypsum and halite during the intermediate stages of evaporation because in ancient rocks the occurrence of calcium sulfate minerals in halite beds is common".

Haliet het 'n lae positiewe temperatuur-koeffisiënt en as 'n grafiek van die oplosbaarheid van die NaCl teen temperatuur getrek word, sal 'n reguit lyn feitlik ewewydig aan die ~~X~~^I-as verkry word. Braitsch (1971, p.43) konstateer: "Halite has a very low positive temperature coefficient of solubility. In cooling a saturated solution from 100°C to 20°C, 5.5 mol out of 60.5 mol Na₂Cl₂ will be precipitated. Precipitation of rock salt must therefore largely be the result of evaporation".

Indien die Witband in diep water afgeset is, sal ons dus verwag dat daar ander minerale soos gips saam met die NaCl sal voorkom, wat nie

hier die geval is nie. Die gips wat vandag in die Witband voorkom, is van sekondêre oorsprong. Om NaCl te kry, moes die konsentrasie van soute geweldig hoog gewees het, wat net in 'n afgeslote kom met beperkte sirkulasie kon voorkom, en in so 'n geval sal daar ander minerale voor NaCl uitkristalliseer, waarvan daar geen tekens gevind is nie. Conybeare en Crook (1968, p.51) maak die volgende stelling betreffende afsettingsomgewings: "Crystal casts can be found in marine and non-marine sediments. In marine environments, crystals of gypsum are certainly formed in areas of restricted circulation such as enclosed bays and lagoons, and also on intertidal mudflats in warm climates; but whether they also form in certain parts of the open sea is not known. Salt casts are probably restricted to mudflats periodically inundated with salt water, as suggested by their common association with mud cracks. In a nonmarine environment, gypsum, salt, and other crystals of soda and potash can form in the mudflats of salt lakes subject to periodic dessication".

Die hoë koolstofinhoud van die Witband kan toegeskryf word aan materiaal afkomstig van die noordelike Ecca wat 'n tydsekwivalent van die bo-Dwyka was. (Persoonlike medeling J.N.J. Visser). Al die gegewens wat tot dusver bespreek is, dui op vlakwater toestande vir die afsetting van die Witband. Daar kan dus tot die slotsom gekom word dat die afsetting van die Serie Dwyka in vlak water en onder lae energietoestande plaasgevind het.

Tot op hede is die Witband benader as 'n diepwaterafsetting en omdat vanaf hierdie standpunt uitgegaan is, is daar dalk getuienis wat op die teenoorgestelde dui, nie in ag geneem nie.

8.4 SERIE ECCA

Skalies van die Serie Ecça dagsoom slegs in die suidwestelike en ander hoë gedeeltes in die gebied. Plase waarop dagsome voorkom, is Elandsbeen 135, Modderfontein 125 en Treurfontein 5. Die skalies het 'n grys kleur in die nabyheid van dolerietindringings en het 'n groen kleur weg van die indringings af. In handmonster lyk die skalies van die Serie Ecça en die skalies van die Serie Dwyka net onder die Witband baie dieselfde. Chrondriles kom ook in die Serie Ecça voor (persoonlike mededeling L. Nel). Weens die bedekking van die skalies deur resente materiaal, is dit baie moeilik om die kontak tussen die Serie Dwyka en die Serie Ecça vas te stel. Die kontak moet dus as 'n relatiewe kontak beskou word.

9 TERSIËRE TOT RESENTE AFSETTINGS

Die Tersiëre tot Resente afsettings word hoofsaaklik verteenwoordig deur kalkkreet en windgewaaide sand wat groot gedeeltes van die ouer geologiese formasies bedek. Alluvium, grond en puin kom egter ook voor.

9.1 . OPPELVLAKKALKSTEEN

Netterburg (1969a, p.88) definieer kalkkreet as enige ongekonsolideerde materiaal wat oorwegend deur CaCO_3 gesementeer is. Dus sal puin teen die hellings van koppies, alluvium en selfs skalies wat grootliks gekalkretiseer is, aan die definisie voldoen.

9.1.1 Oorsprong Van Die Kalsiumkarbonaat

- (i) Doleriete, wat volop in die area is, bevat ongeveer 10% CaO wat omgeskakel kan word na CaCO_3 (McLaren, 1974, p.121).
- (ii) Die kalkstene en dolomiete van die Serie Dolomiet is ook 'n groot bron van CaCO_3 en kon baie tot die vorming van kalkkreet bygedra het. Op Soet Vlei 96 kom groot hoeveelhede kalkkreet in kontak met die kalkstene voor en daar kan aangeneem word dat hierdie kalkstene 'n belangrike bron van CaCO_3 was vir die kalkkreet in dié omgewing.
- (iii) Klein hoeveelhede kalkstene kom ook voor in die Soetvleiformasie.
- (iv) Die Étage Glasiale Lae bevat baie kalksteenlense wat gevorm het

as gevolg van CaCO_3 wat opgelos was in die koue water, en namate toestande warmer begin word het, het die CaCO_3 gepresipiteer om kalksteenlense te vorm. Hierdie lense kon ook CaCO_3 gelewer het vir die vorming van kalkreet.

- (v) Die Étage Bo-Dwyka skalies kon ook CaCO_3 gelewer het, want daar kom kalkryke konkresies voor wat CaCO_3 bevat.

Die kalkreet wat op en in dolerietplate voorkom, is waarskynlik van die doleriet self afkomstig. Die CaCO_3 het in oplossing langs nate en krake afbeweeg en namate die water verdamp het, het CaCO_3 in die nate neergeslaan. Die verskynsel kan op Kalkfontein 131 waargeneem word.

Die verkalking van puinwaaiers kan verklaar word deur dieselfde meganisme wat kalkreetvorming om panne veroorsaak. Omdat die watertafel 'n funksie van die topografie is, sal die grondwatervlak naby die puin op die kant van 'n koppie wees, en namate die water verdamp, sal die puinwaaier gekalkretiseer word. By panne word CaCO_3 ook neergeslaan omdat grondwater wat CaCO_3 bevat, verdamp en die CaCO_3 sal dan neergeslaan word.

Namate skalies gekalkretiseer word, veroorsaak die vermeerdering in volume dat die skalies geplooi word en soms word daar brokstukke van die skalie in 'n kalkreetmassa aangetref. Daar sal dus in 'n beginstadium van kalkretisering van skalies slegs 'n klein volumevermeerdering wees en geen sigbare verandering sal waargeneem word nie, maar namate die proses vorder sal die skalies geplooi word en daarna sal die skalie opgebreek word in brokstukke wat dan in die kalkreet sal voorkom.

Kimberlietsplète en -pype in die gebied is ook gekalkretiseer en die rede

is dat sulke pype en splete maklik vanweë hul mineraalsamestelling verweer en gevolglik toeganklik vir grondwater sal wees.

Die kalkkreet vorm ook 'n laag onder die rooi waaisand. Du Toit (1906, p.127-129) beskryf die meganisme van vorming van die kalkkreet onder die sand as volg : Grondwater met CaCO_3 in oplossing sal naby die oppervlak van die laag onder die sand (hetsy breksie of verweerde materiaal) en veral waar die sand 'n redelike dikte het, sal die kappilêre krag sterk wees en die water sal dan opwaarts beweeg en verdamp. Sodoende sal die kalkkreet opwaarts "groeï" en die oorliggende sand sal dan voortdurend opwaarts gedruk word. Groot diktes kalkkreet word sodoende gevorm en Du Toit (1906, p.129) noem 'n dikte van 80 voet (24 m). Die kalkkreet toon ook op plekke 'n mate van verkieseling en insluitsels van gesteentes van Sisteem Transvaal en die Serie Dwyka is volop in die kalkkreet.

9.2 WINDGEWAAIDE SAND

Veral in die weste en suidweste van die gebied word aansienlike oppervlaktes deur sand bedek. Op die Buffelbout 42, Klein-Doorn-Pan 133, Kalkfontein 131 en Naauwe-Kloof 122 is daar 'n sone wat uit rooi sandduine bestaan. Dit is meestal transversale duine met 'n O - W strekking. Du Toit (1905, p.108) noem hierdie voorkoms en volgens inligting wat hy van die plaaslike bevolking gekry het, is hy van mening dat die duine teen 'n baie stadige tempo na die suidooste toe beweeg. Hy noem nog 'n sone sandduine langs die Olifantsvleirivier naby Vanwyksvlei (buite gekarteerde gebied).

Die sand bevat, benewens kwarts, swaarminerale soos sirkoon, apatiet,

magnetiet, rutiel, leukokseen, granaat en toermalyn. McLaren (1974, p.132) is van mening dat van die magnetiet afkomstig is van die verwerking van die doleriete. Die sirkoon is waarskynlik afkomstig van graniete in die omgewing. Die ligkleurige windgewaaide sand wat langs panne voorkom, word onder panne bespreek.

9.3 ALLUVIUM

Alluvium is skaars omdat geen noemenswaardige riviere deur die gebied loop nie. Klein hoeveelhede alluvium kom egter voor in die talle lopies waar erosie in dolerietplate ingekerf het.

9.4 GROND

Die term grond wat hier gebruik word, verwys na die verweringsprodukte van gesteentes; dit vorm *in situ* en bedek die gesteentes gedeeltelik. Groot gedeeltes van die Serie Dwyka word deur 'n dun lagie grond bedek. Die grond het 'n rooibruin tot donkerbruin kleur en is sanderig. Die rooi kleur is te wyte aan 'n lagie ysteroksied wat om die kwartskorreltjies vorm. Verder weg van die doleriete het die grond 'n ligter kleur, soos op Klein Modderfontein 100.

9.5 PUIN

Puin kan onderverdeel word in (a) gletserpuin en (b) puin om dolerietkoppies en (c) puin langs koppies of berge van die Transvaal ^{Sistem} supergryp.

- (a) Gletserpuin word verteenwoordig deur gesteentes en fragmente wat afkomstig was uit die Étage Glasiële Lae en veral uit die rolblokskalielid waar die matriks wat fyn moddersteen en skalies was, wegverweer het. Gletserpuin kom volop op die vlaktes voor.
- (b) Puin om dolerietkoppies is hoofsaaklik dolerietbrokstukke wat die sedimente in die koppie onder die doleriet geheel of gedeeltelik bedek. Die sagter sedimente verweer maklik onder die doleriet uit en die doleriet breek dan af om die brokstukke te vorm.
- (c) Langs die Doornberge is puinwaaiers, bestaande uit ysterformasie, volop. Sommige van die puinwaaiers is verkalk.
-

10. INTRUSIEWE GESTEENTES

10.1 INLEIDING

Die intrusiewe gesteentes in die karteringsgebied kan in voor- en na-Karoo intrusiewe gesteentes onderverdeel word.

(a) Voor-Karoo intrusiewe gesteentes

(i) Kwarts-veldspaatporfier wat op Sout Pekel 98 dagsoom.

(ii) Diabaasgange. Hierdie gange is veral opmerklik aan die westekant van die Welgevondengraniet waar 'n swerm van hulle intrusief in die graniet voorkom. Die gange het 'n strekking ewewydig aan die regionale foliasie.

(b) Na-Karoo intrusiewe gesteentes

(i) Dolerietgange en plate, wat verspreid oor die hele gebied voorkom.

(ii) Kimberlietpype en splete, wat ook oor die hele gebied voorkom.

10.1.1 Kwarts-veldspaatporfier

Hierdie gesteentetipe dagsoom op twee lokaliteite naby aan mekaar op

Zout Pekel 98 waar dit intrusief in die Welgevondengraniet voorkom. 'n Soortgelyke gesteente is suidwaarts op Wielpan 124 in 'n put opgemerk. Petrografies en in handmonster vertoon die twee gesteentetipes baie dieselfde. Die kwarts-veldspaatporfier toon geen tekens van vervorming nie, alhoewel dit op enkele lokaliteite geskuifskuur is. Die gesteente bestaan uit eersteling van kwarts, wat somtyds verteenwoordig word deur blou opaal ^{tygels} en wat in ander gevalle kleurloos is, en deur veldspateersteling wat verteenwoordig word deur ortoklaas en plagioklaas. Die vloeigelaagdheid (monster A₃) buig om die eersteling wat impliseer dat die eersteling alreeds uitgekristalliseer het terwyl die magma nog in 'n vloeibare toestand was. Twee monsters is in dunseksies ondersoek.

Monster A₃.

Die vloeigelaagdheid vorm uitgerekte lensies van swart materiaal in handmonster. Die kaliumveldspaat word verteenwoordig deur gekaolinitiseerde ortoklaas wat in sommige gevalle vertweeling is volgens die Karlsbad tweelingwet. Die ander eersteling bestaan uit oligoklaas en kwarts. Die kwarts is kleurloos. Die vloeigelaagdheid vou om die eersteling wat 'n dun randjie baie fyn materiaal om hulle het, wat dan gradeer na die normale matriks. Vajner (1973, p.14) beskryf 'n soortgelyke geval. Die matriks van die monster het 'n groen kleur en klein hoeveelhede sirkoon kom as bykomstige mineraal voor.

Monster B₃.

Die matriks van die monster het 'n swart kleur, en daar is eweneens

eersteling van ortoklaas, oligoklaas en die kwarts word in dié geval verteenwoordig deur blou opaal.^{oglye Swart} Klein hoeveelhede gechloritiseerde biotiet kom in die monster voor. Die opaalearsteling bestaan uit groot kristalle van kwarts in die middel, met kleineres om hulle. Vloeistruktuur in die monster is skaars tot afwesig.

Kwarts-veldspaatporfier is ook teenwoordig ten noorde van die gebied (noord van Prieska) onder bespreking (persoonlike mededeling G.J.A. Potgieter). Vajner (1974) beskryf ook 'n kwartsporfiervoorkoms op die plaas Roosterpoort en Linström en Smit^{W. CA.} (persoonlike mededeling) noem ook voorkoms van kwartsporfier in die onderskeie gebiede wat deur hulle gekarteer word.

'n Monster van die kwarts-veldspaatporfier is geneem vir 'n ouderdomsbepaling, maar die gesteente het nie genoegsame sirkoon bevat nie. Korrelasie met die Koras is moontlik.

10.1.2 Na-Karoodoleriet

Dolerietindringings is in die gekarteerde gebied veral gekonsentreer in 'n sone wat van oos na wes deur die gebied loop. Hierdie doleriet kan geïnterpreteer word as 'n enkele massiewe plaat met 'n helling van 1° tot 2° na die suide. Die plaat is 'n golwende plaat wat veral in die Serieë Dwyka en Ecca ingedring het. Die dolerietplaat het veral op dieselfde hoogte as die Witband ingedring. Dolerietgange is relatief skaars, en enkeles kom voor op Soet Vlei 96. Daar kom hoofsaaklik twee tipes doleriet in die gebied voor, naamlik 'n fynkorrelrige doleriet wat baie weerstandbiedend teen verwerking is, en 'n

grofkorrelrige tipe wat minder weerstandbiedend teen verwerking is (Emslie, 1973²). Die doleriet is baie goed genaam.

Petrografies bestaan die doleriet uit plagioklaas (labradoriet), pigeoniet-ougiet, biotiet en erts. Die plagioklaas is volgens die albiet tweelingwet vertweeling. Ofitiese en subofitiese teksture kom ook in die doleriet voor.

10.1.3 Kimberliet

Verskeie kimberliet tipes en splete in die karteringsgebied is deur du Toit (1908) beskryf.

- (i) Op Drielingspan 101 is daar 'n put gegrawe en kimberlitiese materiaal is uit die put gehaal.
- (ii) Op Kalk Put 137 naby Vosburg is 'n verlengde pyp deur du Toit (1908) beskryf. Gebrukseerde skalie en brokstukke van gneis kom by die pyp voor.
- (iii) Op Wit Put (ged. van Roode Draai 134) beskryf du Toit 'n pyp van 100 m in deursnee. Weereens kom daar brokstukke gneis by die pyp voor.
- (iv) Op Naauwe Kloof 122 kom 'n kimberlietspleet intrusief in 'n dolerietplaat voor.
- (v) Op Jonkerwater 121 is 'n put gegrawe op die kruispunt van twee kimberlietsplete.

- (vi) Op Elandsbeen kom verskeie splete voor soos beskryf deur du Toit (1908).
- (vii) In Otterpan, naby Vosburg is ook 'n kimberlietvoorkoms, hetsy 'n pyp of 'n spleet.
- (viii) Op Wielpan 124 is daar ook 'n kimberlietpyp. Ou myn- gate kom by dié pyp voor en van die materiaal word ver- teenwoordig deur flogopiet, diopsied, granaat en ilmeniet.
- (ix) Op Sout Pekel 98 kom verskeie kimberlietsplete voor.
- (x) Op Soet Vlei 96 net langs die Soetvleipan is daar ook 'n kimberliet *voorkoms*.
- (xi) 'n Spleet kom ook voor op Roode Vloer.

Volgens du Toit (1908) word die voorkomste van kimberlietsplete herken aan skalies wat verander is en wat in sekere lokaliteite regop staan. Daar is op feitlik elke plaas in die karteringsgebied sulke strukture in die skalies aangetref. Die strukture kan ook herken word deur rye groen bosse wat op hulle voorkom.

11 METAMORFOSE

11.1 INLEIDING

Verskeie metamorfe sones kom in die navorsingsgebied voor. Dit wissel van groenskisfasies (laegraadse metamorfose) tot amfibolietfasies van metamorfose (medium- tot hoëgraadse metamorfose). Die metamorfe sones het 'n noordwestelike strekking en die graad van metamorfose neem toe na die weste. Cornell (1975) het die graad van metamorfose van die Soetvlei- en omliggende lawas ondersoek en hy herken drie metamorfe sones (sien fig.62).

11.2 LAEGRAADSE METAMORFOSE

Die laagste graad van metamorfose kom voor in die Soetvleiomgewing en Cornell (1975) het die mineralogie op ACF diagramme aangestip (fig.64) Fig. 63, volgens Cornell (1975) is 'n verdere uiteensetting van die mineraalparagenese van die verskillende metamorfe sones.

Die plagioklaas van sone 1 (Soetvleigebied) word verteenwoordig deur albiet omdat die beskikbare kalsium gebruik is by die vorming van epidoot. In slypplaatjies van lawas afkomstig uit hierdie gebied, is klinozoïsie, aktinoliet, natriumryke plagioklaas en chloriet onderskei.

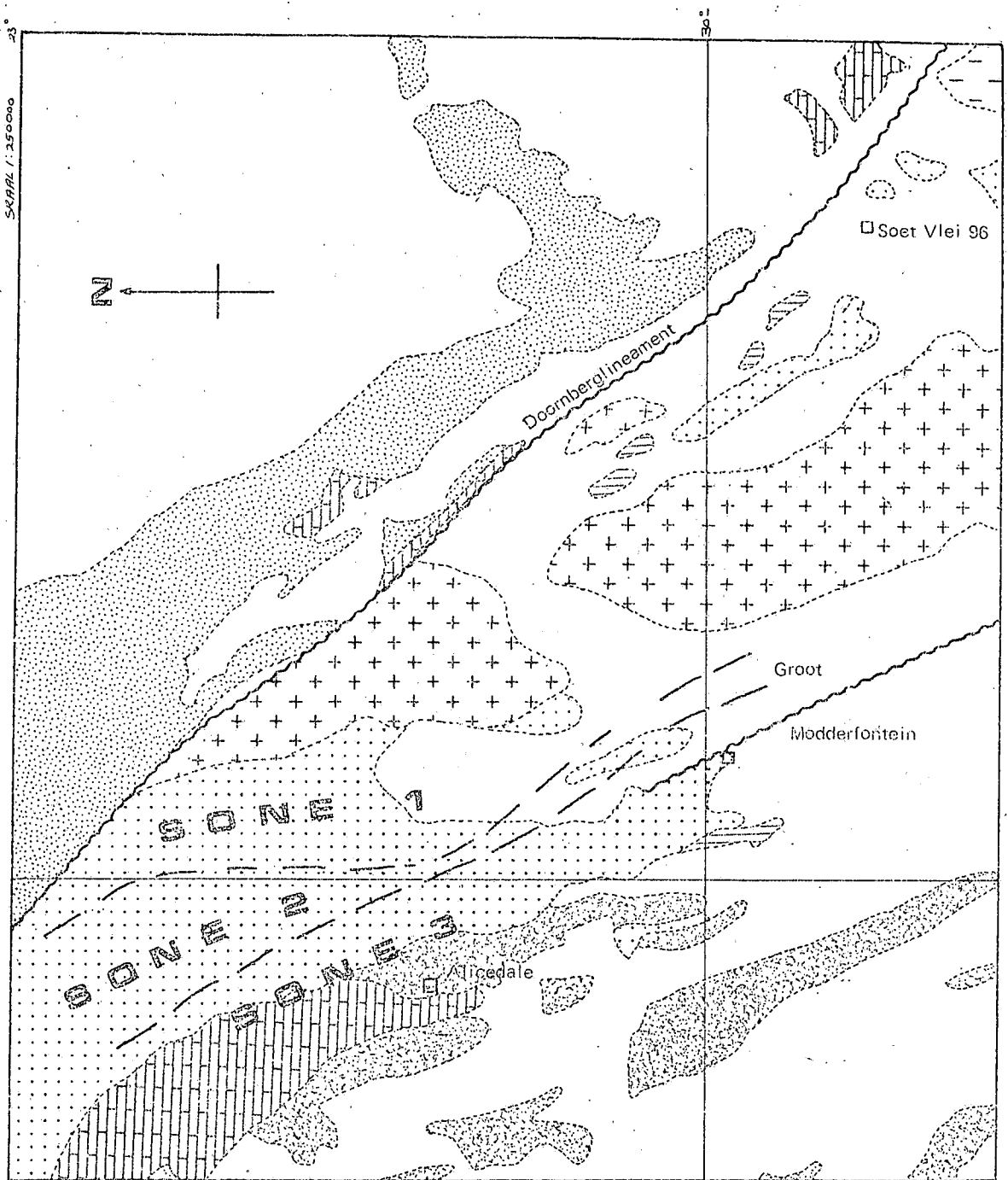


Fig.62. Lokaliteitskaart om verskillende metamorfe gebiede en algemene monsterlokaliteite voor te stel (Cornell,1975,p.84).

	SONE 1	SONE 2	SONE 3
Albiet			
Kalkryke Plagioklaas			
Chloriet			
Epidoot			
Aktinoliet	kleurloos	vaalgroen	
Hornblende		blou-groen	groen
Granaat			
Kalsiet			

Fig. 63. Mineralogiese samestelling van gesteentes in die metamorfe sones in die noordelike deel van die gekarteerde gebied (Cornell, 1975, p.83).

In sone 2 word die epidoot minder en die kalsium word gebruik vir die vorming van meer kalsiumryke plagioklaas. Aktinoliet en chloriet is ook teenwoordig (Cornell, 1975).

Sone 3 bestaan uit mineraalassosiasies wat tot die amfibolietfasies van metamorfose (medium- tot hoëgraadse metamorfose) behoort. Cornell (1975) beskryf minerale soos hornblende en granaat, asook epidoot, wat volop in die gebied voorkom (Fig. 63).

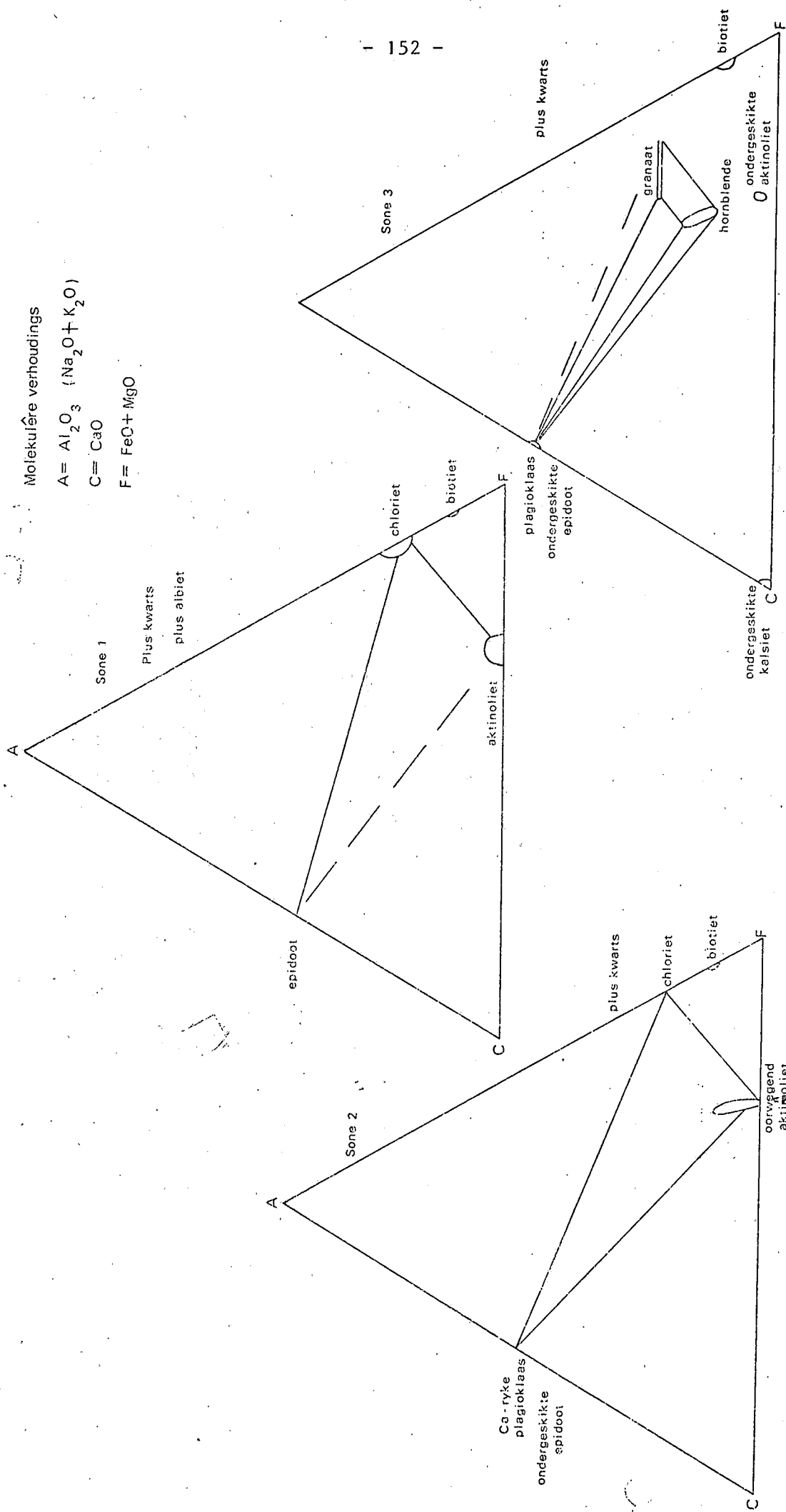
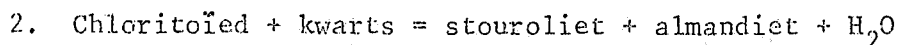
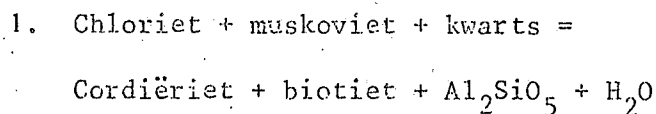


Fig.64. ACF-diagramme om die mineraalparagenese in die noordelike gedeelte van die gekarteerde gebied weer te gee (Cornell, 1975).

Verskeie outeurs het al metodes voorgestel om te onderskei tussen lae-
graadse metamorfose (groenskisfasies) en mediumgraadse metamorfose
(amfibolietfasies). Turner en Verhoogen (1960) beskou die oorgang
as die skielike verandering van plagioklaas van An_{0-7} tot An_{15-30} ,
geassosieerd met die teenwoordigheid van epidoot. Wenk en Keller
(1969) gebruik die eerste verskyning van plagioklaas (An_{17}) wat saam
met hornblende voorkom as die begin van die amfibolietfasies van meta-
morfose. Turner (1968) verkies weer die voorkoms van andesien plus
hornblende en die voorkoms van stouroliet om die begin van die amfibo-
lietfasies voor te stel. Volgens Winkler (1974, p.75) word die oor-
gang van lae- na mediumgraadse metamorfose aangedui deur die
afwesigheid van chloritoïed en chloriet in die teenwoordigheid van
muskoviet en kwarts en die verskyning van stouroliet. As die druk
van laag tot medium is, word die oorgang gekenmerk deur die verskyning
van cordiëriet (sonder almandiet) ten koste van chloriet, kwarts en
muskoviet in metapelite en metagrouwakke. Moontlike reaksies wat
gedurende die oorgang kan plaasvind, word deur Winkler (1974, p.75,
76 en 77) aangetoon.



Die tweede reaksie sal plaasvind in die afwesigheid van Al_2SiO_5 -mine-
rale en as die druk hoog genoeg is om almandiet te vorm.

'n Ander indikator van die graad van metamorfose, hoofsaaklik in die
amfibolietfasies van metamorfose, is beskryf deur Miyashiro (1965⁷³, p.254).

Hy noem dat die kleur van die hornblende wissel met verandering in die graad van metamorfose. Die kleur wissel van blougroen (laagste) tot groen tot bruin, namate die graad van metamorfose toeneem.

11.3 MEDIUM- TOT HOËGRAADSE METAMORFOSE

Mineraalassosiasies uit die gebied wat ondersoek is dui op medium- tot hoëgraadse metamorfose in 'n gebied wat gedeeltelik ooreenstem met die gebied wat deur Cornell (1975) ondersoek is. Die huidige gebied strek suidwaarts en weswaarts van die gebied wat deur Cornell ondersoek is. Litologies bestaan die area hoofsaaklik uit metapeliëte en kwartsiete, met ondergeskikte metavulkaniese gesteentes. Die gebied is hoofsaaklik ten weste van die Welgevondengraniet geleë. Granaat kom volop in die amfiboliete en kwartsiete voor en die samestelling van die granaat is deur middel van X-straaldiffraksiewerk bepaal. Al die granaatmonsters het a° waardes van $11,53A^{\circ}$, wat die granaat dus almandiet maak. Volgens Miyashiro (1973, p.259) word almandiet aangetref in medium tot hoë druk metamorfe gebiede. Almandiet is egter ook sensitief vir ander faktore as druk. 'n Hoë MnO-inhoud en 'n lae CaO-inhoud sal ook die vorming van almandiet bevoordeel. Almandiet kom in die gebied onder bespreking voor saam met minerale soos stouroliet (WvdW 014), biotiet, muskoviet, kwarts, epidoot, amfibool, granaat, plagioklaas en mikroklien. (Fig. 65).

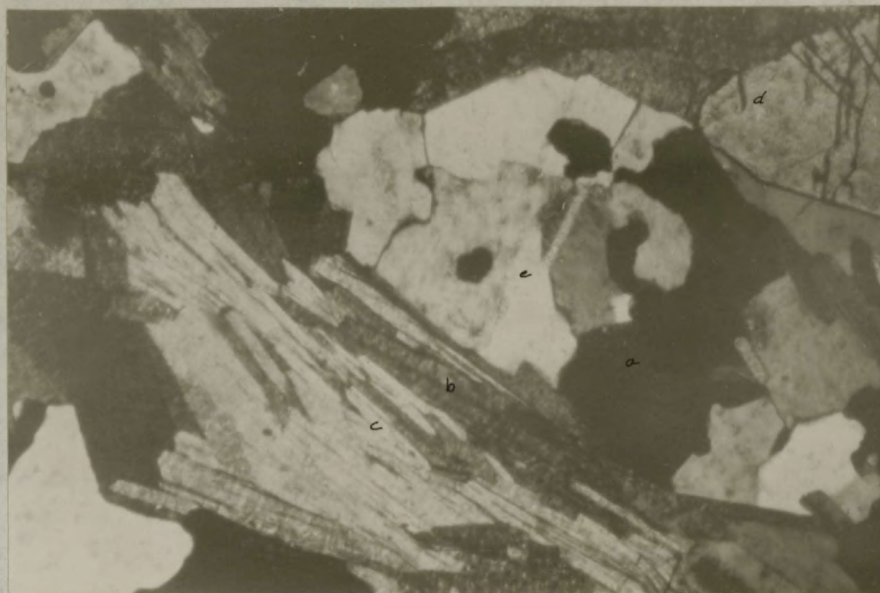


Fig. 65. In hierdie foto word gesien dat almandiet (a) voorkom in assosiasie met (b) biotiet, (c) muskoviet, (d) stouroliet en (e) kwarts. (Gepolariseerde lig X 90).

Die amfibool wat in die medium- tot hoëgraadse gebied van metamorfose voorkom, word verteenwoordig deur hornblende. In sommige monsters is beide blougroen en groen hornblende (WvdW 03) aangetref, terwyl ander monsters bruinkleurige hornblende bevat. Fig. 66. (Volgens Cornell, 1975), toon die verband tussen die plagioklaassamestelling en die aktinoliet-hornblende oorgang in die noordwestelike deel van die gekarteerde gebied.

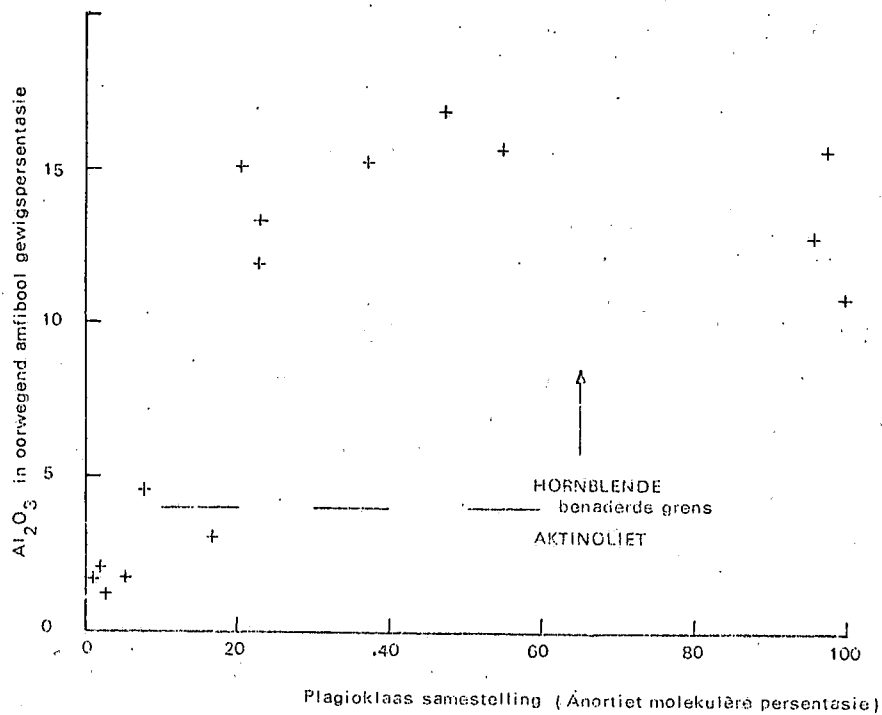


Fig. 66.

Die verhouding tussen die plagioklaassamestelling en die aktinoliet-hornblende oorgang in die noordelike deel van die gekarteerde gebied (Cornell, 1975, p.87).

Die afwesigheid van cordiëriet kan toegeskryf word aan die feit dat die druktoestande waarskynlik te hoog was vir die vorming van cordiëriet, en gevolglik het almandiet en stouroliet gevorm. Die voorkoms van almandiet, stouroliet en hornblende dui op medium- tot hoëgraadse metamorfose. Daar is dus 'n skerp oorgang van lae- tot hoëgraadse metamorfose.

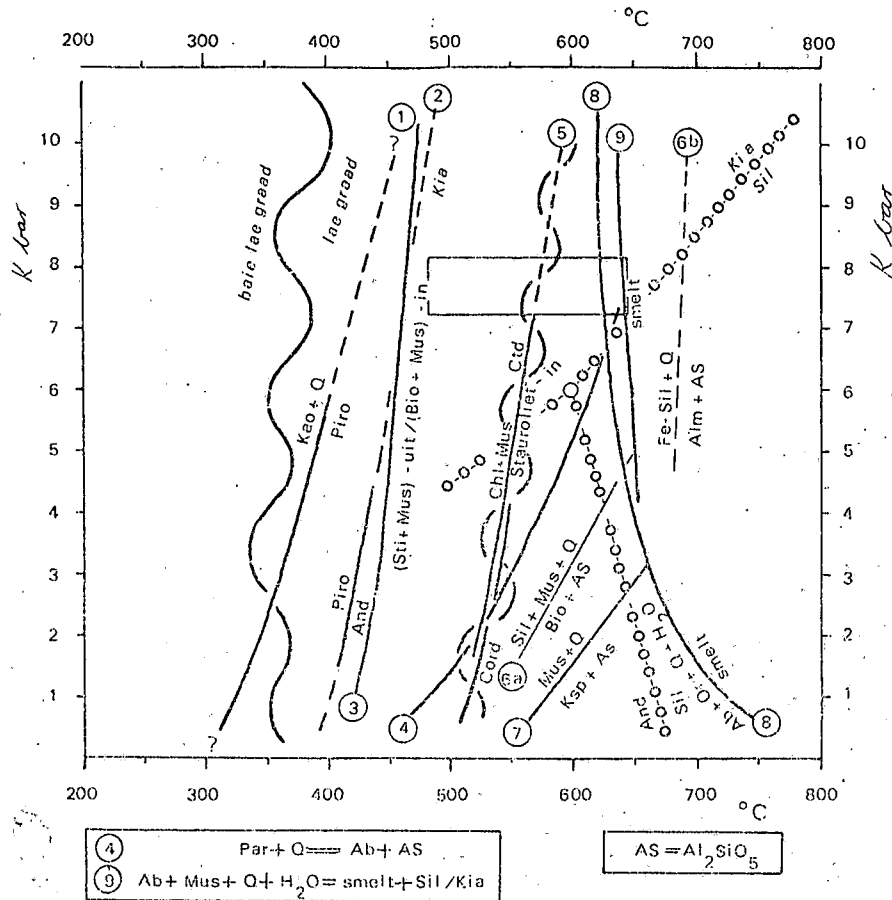


Fig. 67. Metamorfe reaksies in pelitiese gesteentes soos voorgestel deur Winkler (1974, p.199). Druk- en temperatuurtoestande wat moontlik kon geheers het gedurende metamorfose word met 'n blokkie in die figuur aangedui.

Op Fig. 68 word die mineraalassosiasies aangedui en dit is duidelik dat 'n isograad tussen lae- tot medium- tot hoëgraadse metamorfose deur die gebied gaan.

Reaksies wat in pelitiese gesteentes voorkom, word in Fig. 67 aangetoon.

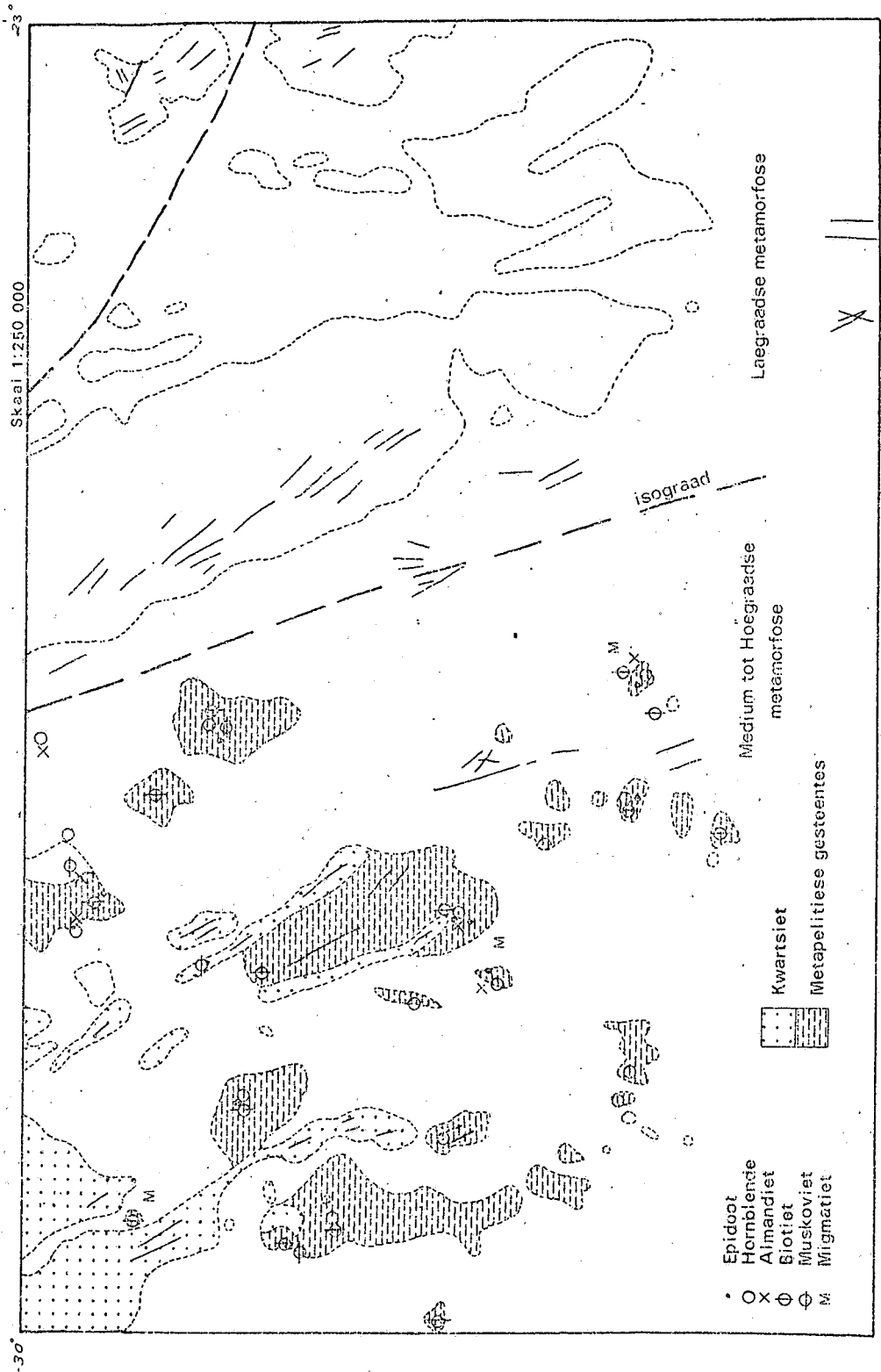


Fig. 68. Mineraalvoorkomstes en -assosiasies in die gekarteerde gebied.

11.4 MIGMATIETE

'n Migmatiet, word volgens Mehnert (1971, p.229) as volg gedefinieer.

"A migmatite is a megascopically composite rock consisting of two or more petrographically different parts, one of which is the country rock generally in a more or less metamorphic stage, the other is of pegmatitic, aplitic, granitic or generally plutonic appearance".

Migmatiete bestaan uit verskillende eenhede, en Mehnert (1971, p.7) onderskei tussen die eenhede soos volg :

1. Die paleosoom. Dit verteenwoordig 'n onveranderde of min veranderde gedeelte van die gesteente.
2. Die neosoom. Dit verteenwoordig die nuutgevormde gedeelte van die gesteente en kan weer in twee onderafdelings verdeel word, naamlik :
 - (a) die leukosoom, wat uit ligkleurige minerale soos veldspaat en kwarts bestaan,
 - (b) die melanosoom, wat uit donker minerale soos biotiet of hornblende bestaan.

Migmati^{ti}sasie is opgemerk in verskeie dagsome, veral waar biotietgneisse voorkom. Die leukosome en melanosome vorm afwisselende lagies wat wissel in diktes van enkele mm tot soveel as 5 cm in dikte (Fig.69).

Pegmatietare sny deur die migmatiete.



Fig. 69. Migmatisasie in gneisse op Roode Vloer 123.

- A = melanosoom (biotiet)
- B = leukosoom (kwarts + veldspaat)
- C = paleosoom

Van Aswegen (1974, p.118) het ook migmatisasie in biotietgneisse in die omgewing van Loeriesfontein beskryf. Wanneer metasedimente migmatisasie ondergaan, sal oorspronklike leukokratiese tussenlagies as die leukosoom reageer.

Noordwaarts op Middelwater 99, Klein Modderfontein 100 en Plat Sjambok 102 is die melanosoom dunner terwyl die leukosoom oorheersend is en die diktes wissel weereens van 0,5 - 2 cm. Strukture wat deur Mehnert as

12 STRUKTUURGEOLOGIE

12.1 INLEIDING

Die gesteentes van die gebied suid van Prieska dui op ten minste drie tydperke van ~~erozenese~~^{vervorming}. Gedurende hierdie orogeneses is die gesteentes intens vervorm en gemetamorfoseer. Die vervorming kan aan die hand van drie periodes van plooiing beskryf word.

GJ
Beukes (1973) het ook drie hoofperiodes van vervorming in die Warmbad-omgewing beskryf, terwyl Geringer (1973, p.180) en von Backström (1964, p.185) drie periodes in die Upington-area genoteer het. Joubert (1971, p.169) het drie hoofperiodes van vervorming in Namakwaland beskryf. V. Vajner (1974, p.169) beskryf vier periodes van plooiing in die Kheis-opeenvolging. Hy beskou ^{die} F_1 as die produk van swaartekragtektonisme wat 'n rol gespeel het in 'n vroeë stadium van ontwikkeling van die oorspronklike geosinklien. Na hierdie gebeurtenis herken hy nog drie verdere periodes van vervorming.

12.2 STRUKTURELE PLASING

Die huidige regionale foliasie, met 'n noord-noordwestelike strekking =Vajner se F_2 is die produk van die eerste hoofperiode van vervorming (F_1). Drukspanning verantwoordelik vir die eerste twee periodes van plooiing, was hoofsaaklik afkomstig vanuit die suidweste. Druk was dus in die

rigting van die kraton wat as buffer gedien het. Dit kan gevolglik ver wag word dat die mate van vervorming sal toeneem weg van die kraton af in 'n westelike rigting. Die spanning wat verantwoordelik was vir die laaste periode van vervorming was afkomstig of vanuit die noordweste of vanuit die suidooste.

12.3 DIE PLOOI PERIODES

Die assevlak van die eerste periode van plooiing het 'n noordwestelike strekking. Dié plooiing is duidelik isoklinaal en kan op Middelwater 99 waargeneem word. Dit moet in gedagte gehou word dat die F_1 -periode van vervorming deur twee latere periodes van vervorming beïnvloed is, en wat vandag waargeneem word, is die produk van al drie die periodes van vervorming. Die b-plooias van die eerste hoofperiode van plooiing kan deur middel van verskeie struktuurelemente waargeneem word. Op Geelbospan (deel van Jonkerwater 121), Middelwater 99, Klein Modderfontein 100 en op die huidige Jonkerwater 121 word die F_1 -periode van plooiing voorgestel deur sleurplooiing en deur baie sterk ontwikkelde roeistrukture in die kwartsiete. Die roeistrukture het 'n duik van 15° langs 'n asimut van 130° . Die spoor van die assevlak van die eerste periode van vervorming word in Fig. 73 aangetoon en die strekking daarvan is na die noordweste. Die tweede periode van plooiing was ook gekenmerk deur isoklinale plooiing. Die eerste periode se plooi is koksiaal deur die tweede periode van vervorming geplooi. Daar bestaan dus 'n moontlikheid dat die tweede periode van vervormings slegs 'n voortsetting van die eerste periode van vervorming kan wees. Die tweede

periode van plooiing se isoklinale plooië is nie so skerp soos die van die eerste periode van plooiing s'n nie.

Dit was hierdie tweede hoofperiode van plooiing wat verantwoordelik was vir die struktuur van die Soetvleilawas en die tussengelaagde gestreepte ysterformasie. Hierdie gestreepte ysterformasie is op Soet Vlei⁶ effens oorgeplooi na die noordooste in die rigting van die kraton.

Volgens Aubouin (1965, p.195-216) vind oorplooiing in die rigting van die kraton plaas gedurende die isostatiese herstel van 'n geosinklien. Die Kheis-opeenvolging kon ook deur middel van 'n geosinklinale siklus gevorm het en verskeie aspekte dui op die moontlikheid van so 'n oorsprong. Hoe verder daar weswaarts van die Doornberge, wat die westelike rand van die kraton uitmaak, gegaan word, hoe meer intens word die struktuur en die graad van metamorfose. Die spoor van die assevlak van die tweede periode van plooiing word in Fig. 74 aangetoon.

Die b-plooië van die derde periode van plooiing is loodreg op die plooiëasse van die eerste twee periodes van plooiing en het die vorming van koepel-en-komstrukture tot gevolg gehad. Sulke koepel-en-komstrukture kan op mesoskaal op Middelwater 99 waargeneem word (Fig.70). Koepel-en-komstrukture word op makroskaal in Fig.79 aangetoon.



Fig. 70. Koepel-en-komstrukture wat op mesoskaal op Middelwater 99 voorkom.

Die derde periode van plooiing bestaan uit groot oop plooië wat duidelik op lugfoto's waargeneem kan word. Die assevlakke van die eerste twee periodes van vervorming word effens deur die derde periode van vervorming gebuig en mooi voorbeelde van geboë lineasies word op Middelwater 99 aangetref (Fig.71). Selfs onder die mikroskoop het 'n dunsnit afkomstig van Middelwater 99 geboë muskoviëtkristalle vertoon wat 'n duidelike gevolg van die laaste periode van vervorming was, aangesien die muskoviëtkristalle sekondêr is en tydens die F_1 -en die F_2 -periodes van vervorming, gekristalliseer het.



Fig. 71. F_1 -en F_2 -lineasies wat deur F_3 vervorm is (Middelwater 99)

Weens die kompetente aard van die gesteentes word konsentriese plooiing oorwegend aangetref (Fig.72).



Fig. 72. 'n Voorbeeld van konsentriese plooiing in kwartsiet op Middelwater 99.

12.4 STRUKTUURELEMENTE

Die struktuurelemente word verteenwoordig deur

- (i) sleurplooie
- (ii) ondergeskikte plooi
- (iii) foliasies, wat gedefinieer word deur die oriëntasie van muskoviet en biotiet
- (iv) lineasies, wat gedefinieer word deur
 - (a) sterk ontwikkelde roeistrukture in die kwartsiet, wat die gevolg is van die verlenging van kwartskorrels en
 - (b) die oriëntasie van hornblendenaalde.

Die lineasies definieer die b-plooi van 'n plooi. Die struktuurelemente soos die lineasies en ondergeskikte plooi is diagrammaties op die struktuurkaart aangetoon. 'n Schmidt-net is gebruik om die lesings op uit te stip. 'n Phi-diagram van al die foliasies (Fig. 75) oor die hele gebied se pool val saam met die middelpunt van die F_3 -lineasies (Fig. 76) wat bewys dat F_3 die laaste prominente periode van plooiing was.

12.5 VERSKUIWINGS

Die Doornberg-"verskuiwing" of-lineament gaan deur die noordoostelike

gedeelte van die gekarteerde gebied en kan beskou word as die westelike grens van die kraton. Dit is te betwyfel of die lineament werklik so 'n groot vertikale verplasing teweeg gebring het as wat aanvanklik deur skrywers soos Rogers⁽¹⁹¹⁰⁾ en du Toit⁽¹⁹⁵⁶⁾ voorgestel is. Die sone is 'n sterk lineêre sone van 'n paar km breed en kan eerder as 'n skarniersone beskou word. Daar is baie ondergeskikte verskuiwings in die gebied en veral in die gesteentes van die Étage Hoofdolomiet op Soet Vlei 96 word volop verskuiwingsbreksies aangetref. Van die verskuiwings word herken aan die teenwoordigheid van prominente kwartsare. 'n Interessante geval is waar 'n kwartsaar ingedring het en nadat die indringing plaasgevind het, was die verskuiwing weer aktief en het weer deur die aar gesny. Duidelike wryfgleufies word in die kwartsaar aangetref.

Aan die noordekant van die pad wat na die opstal van Soet Vlei 96 loop, is die rigting van die strekking van die dolomiet in so 'n mate deur 'n verskuiwing verplaas dat dit nou twee stelde vorm, waarvan die strekking loodreg op mekaar is. Emslie (1973², p.84) beskryf hierdie verplasing as die Doornbergverskuiwing, maar die middellyn van die werklike verskuiwing of lineament is nog 3 km suidwes van hierdie punt. Hierdie verskuiwing is waarskynlik 'n ondergeskikte verskuiwing wat aan die Doornberglineament verwant is, soos baie ander verskuiwings in die omgewing. Die algemene strekking van die verskuiwings is parallel aan dié van die Doornberglineament wat 'n noordwestelike oriëntasie het. Fig. 77 dui die lineêre strukture in die doleriet aan. Die gebied moes nog in na-Karootye aktief ge-wees het, want op Klein-Doorn-Pan 133 is daar 'n verplasing in 'n dolerietplaat wat deur 'n verskuiwing teweeg gebring is. Ander illustrasies wat hierdie verskynsel demonstreer is die oriëntasie van

dolerietgange en van kimberlietsplete wat in die gebied voorkom (Fig.78). Naatsisteme in die dolerietplate neig ook om 'n noordoostelike rigting te hê. Emslie (1972) beskryf soortgelyke strukture in die Na-Karoo-doleriet wat parallel aan die Doornbergligneament is.

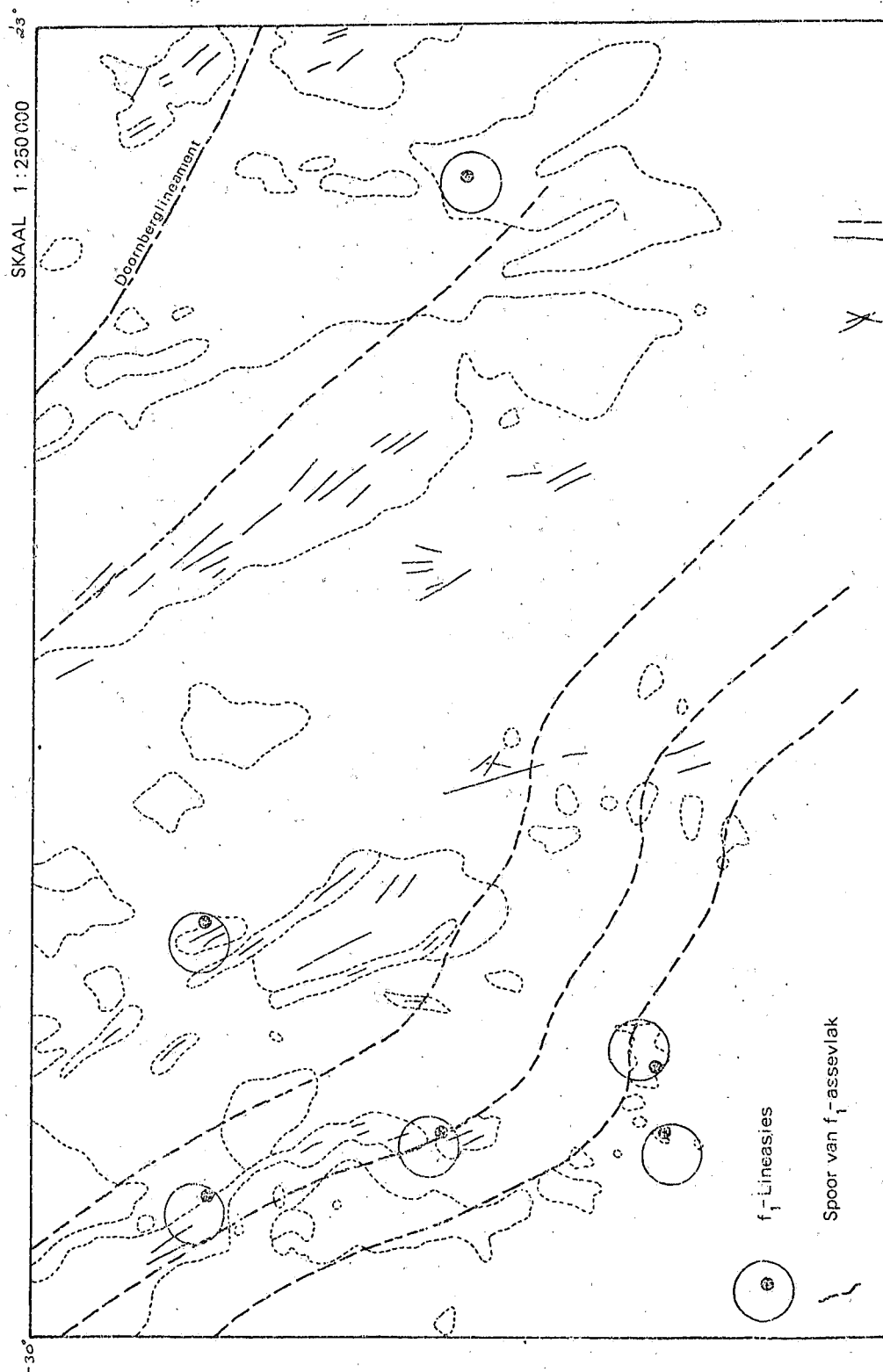


Fig.73. f_1 -lineasies en spoor van f_1 -assevlak.

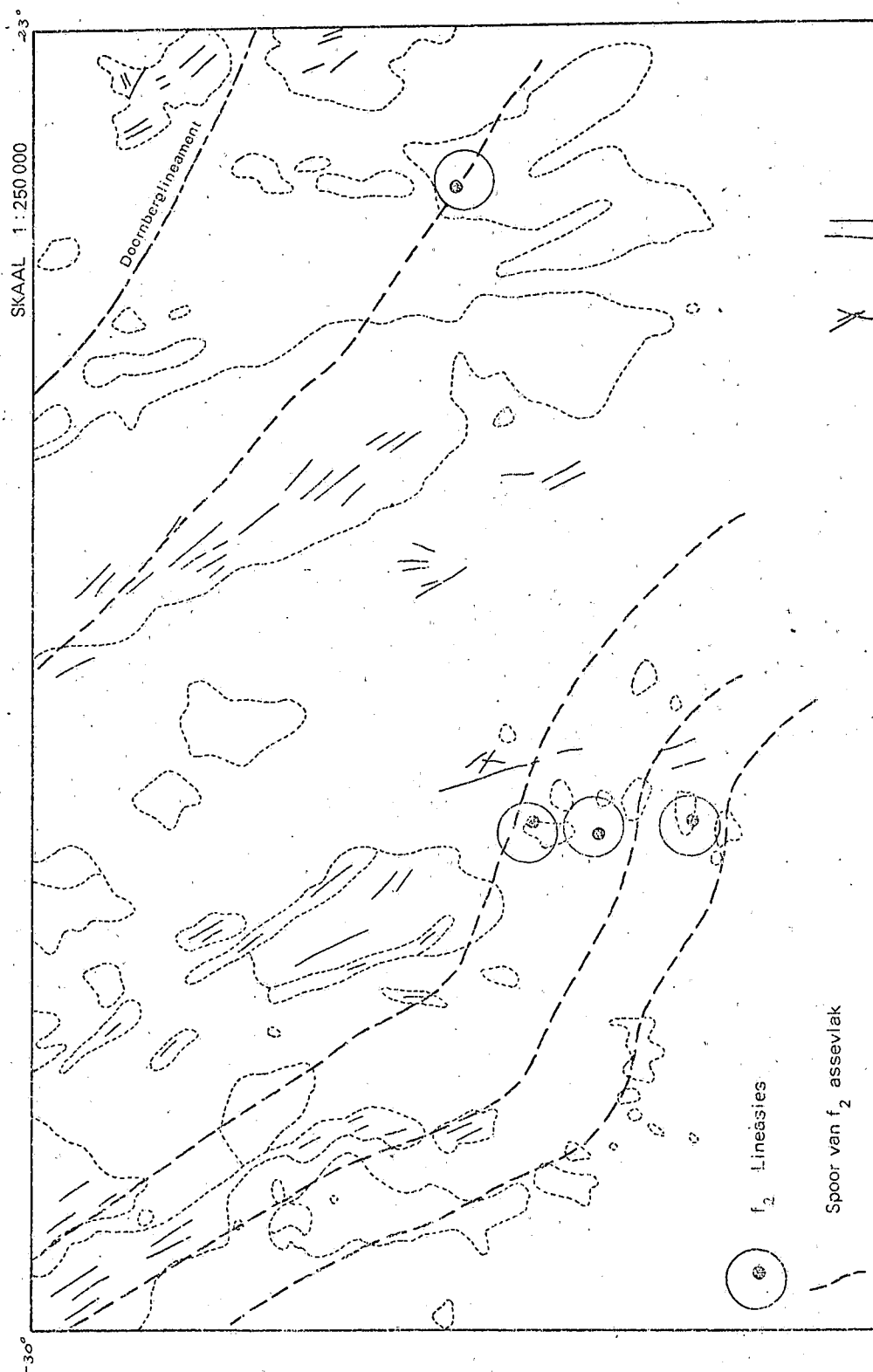


Fig:74. F_2 -lineasies en spoor van f_2 -assevlak.

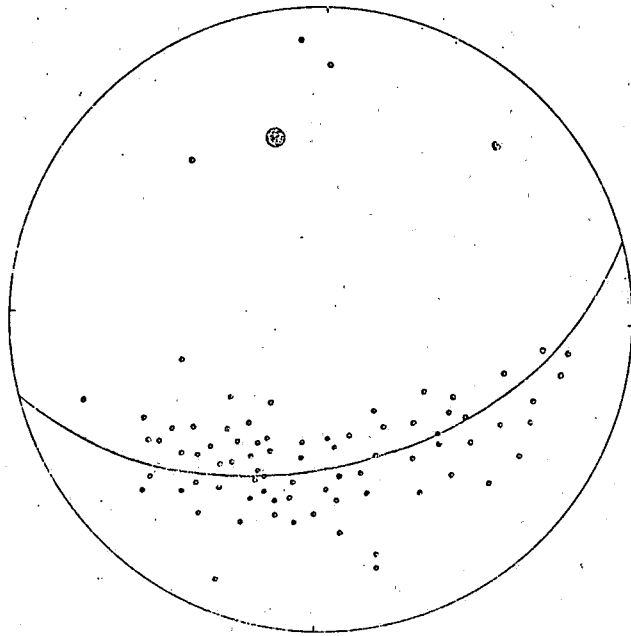


Fig. 75. Phi-diagram van die foliasies in die gekarteerde gebied.

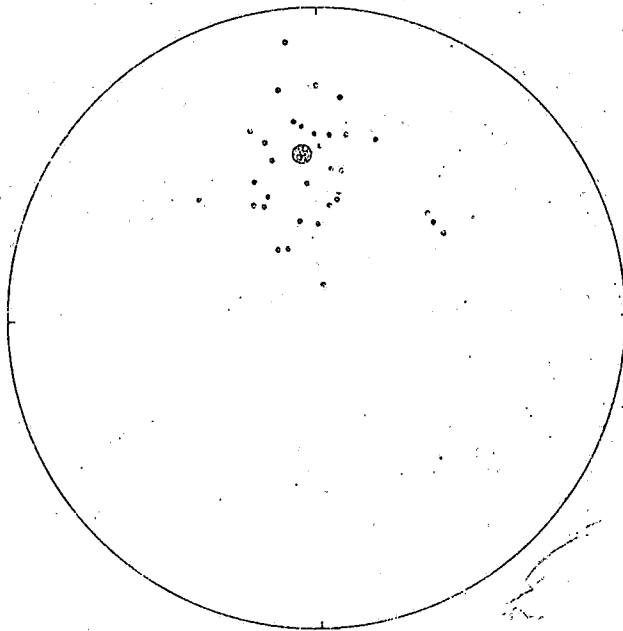


Fig. 76. Diagram om die middelpunt van die F_3 lineasies in die gekarteerde gebied aan te toon.

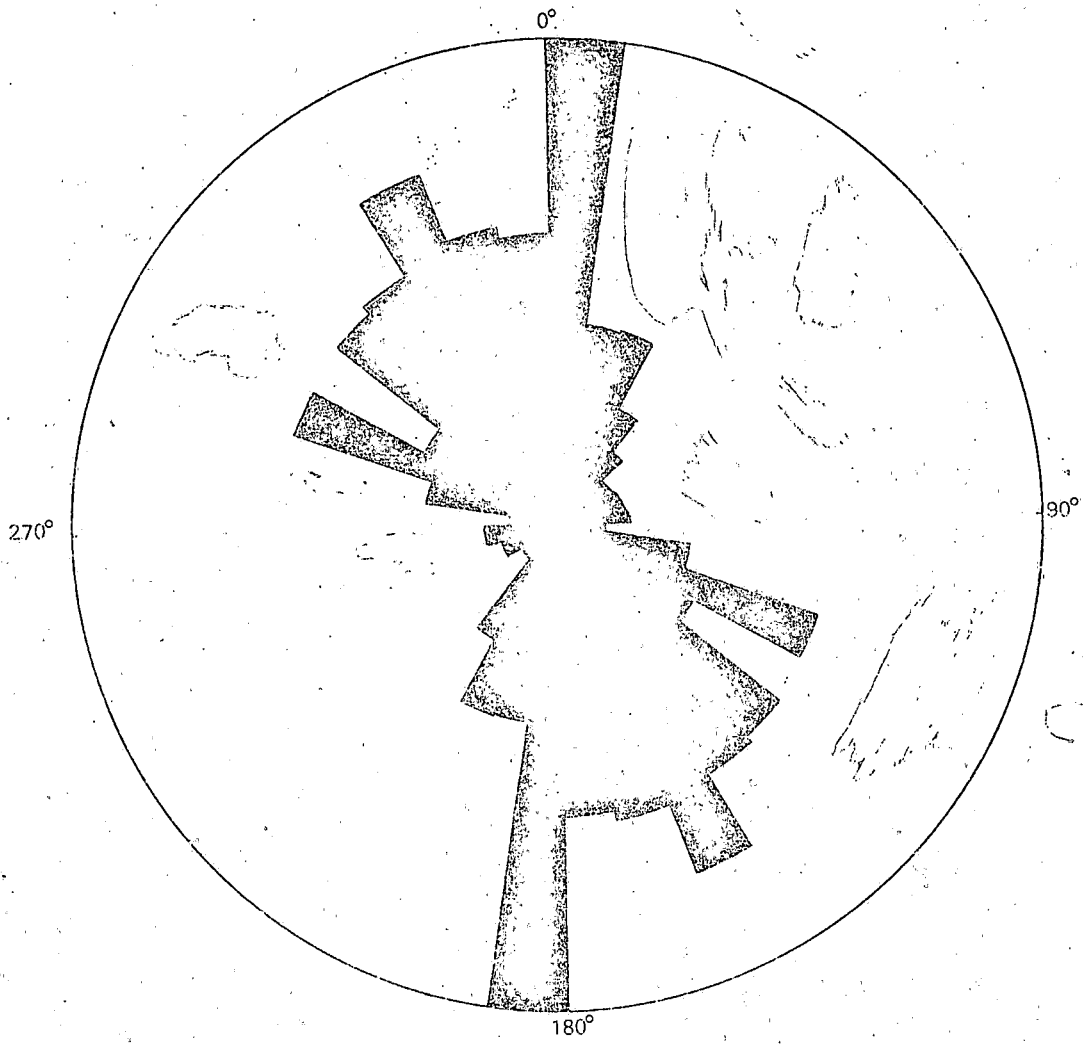


Fig. 77. Lineære strukture in doleriet pite.

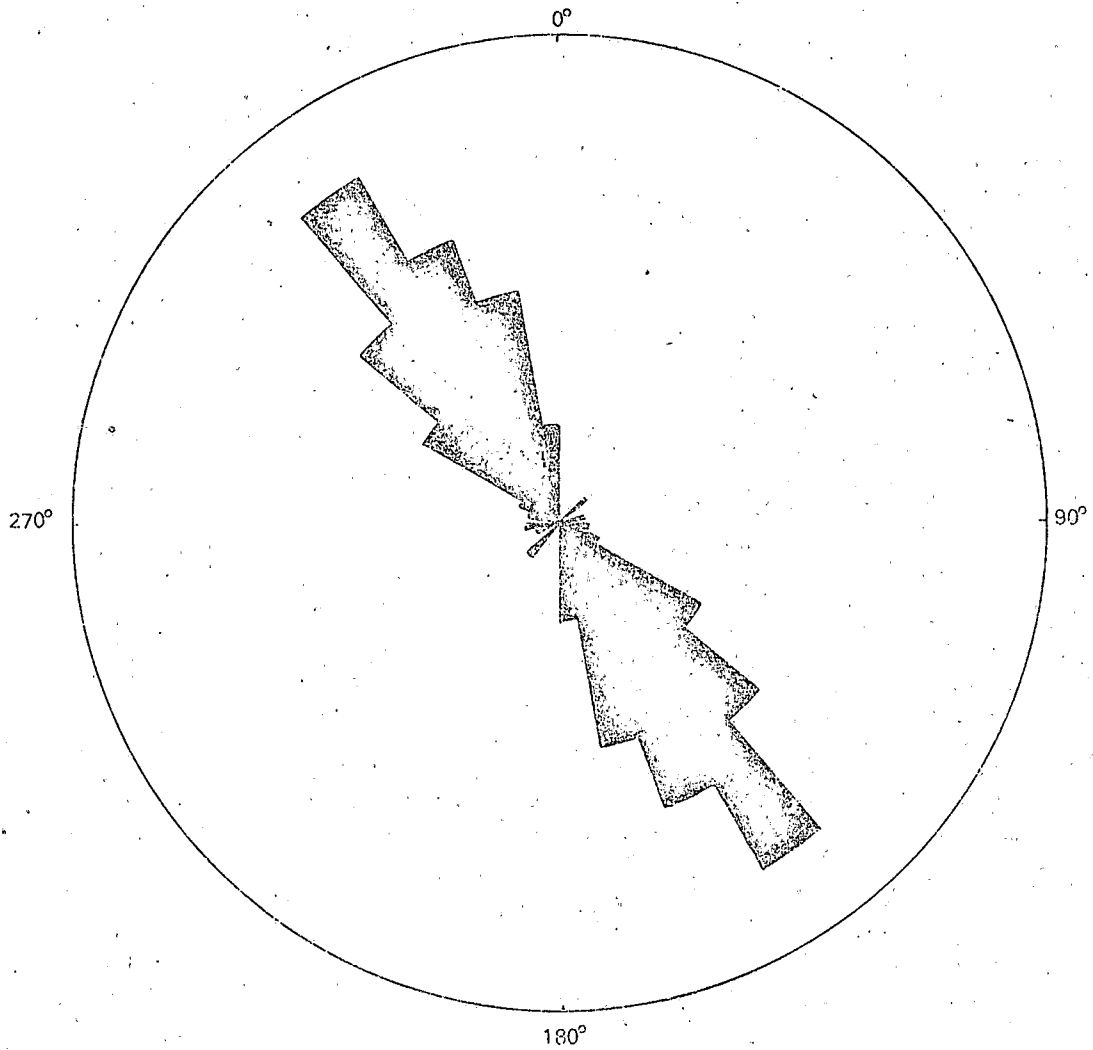


Fig. 78. Lineêre strukture.

(Kimberlietsplete, dolerietgange en ander linieêre strukture
nie in dolerietplate nie).

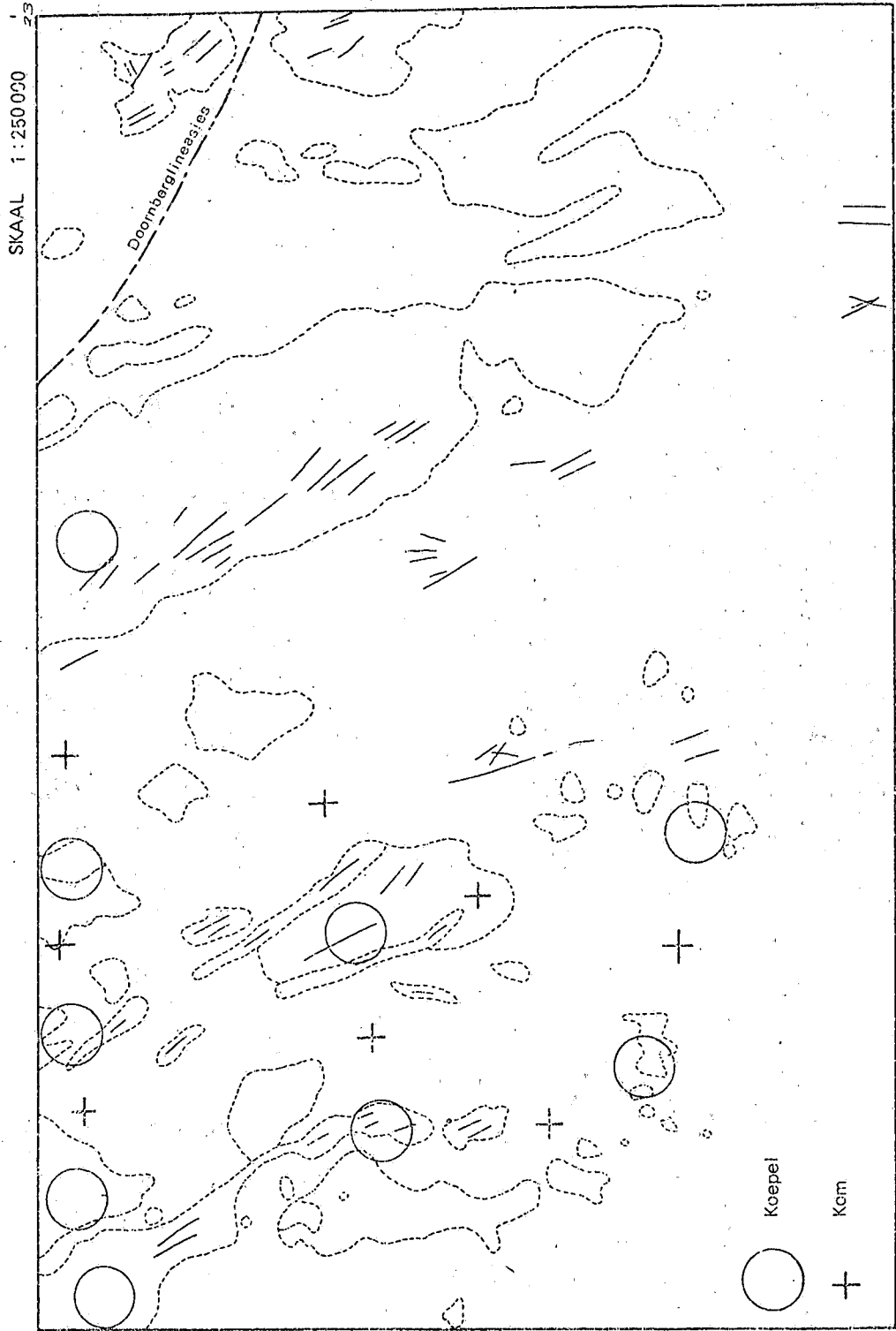


Fig. 79. Koepel-en-komstrukture op makroskaal in die gekarteerde gebied.

13 ARGEOLOGIE

Die argeologie in die omgewing van Vosburg het al in die vorige helfte van die eeu onder die aandag van argeoloë gekom en in 1936 het Goodwin die argeologie van die Vosburg-omgewing beskryf. Goodwin beperk homself tot die plaas Keurfontein, 8 km oos van Vosburg. Hy beskryf 'n verskeidenheid van implemente en rotsgravures.

13.1 ROTSGRAVURES

Goodwin poog om 'n rede te vind waarom die prehistoriese mense rots-tekeninge gemaak het. Hy noem dat die prehistoriese mens se mees intense emosie, honger was. Om 'n uitlaatklep vir hierdie emosie te vind, het die prehistoriese mens diere en moontlike voedselbronne op die rotse geteken. Hierdie teorie verklaar egter nie die teenwoordigheid van die konsentriese sirkels wat ook op die rotse geteken is nie, tensy hulle ook een of ander vorm van voedsel voorstel nie.

Goodwin beskryf onder andere buffels, elande, kameelperde, kwaggas, renosters en volstruise wat op Keurfontein op die doleriet uitgekap en uitgekrap is (Fig. 80, 81 en 82).

Rotsgravures is veral volop in kloue in die dolerietplate waar daar ook verskeie werksplase van die Laat Steentydperk voorkom. Hierdie werksplase is veral volop op Kalkfontein 131.



Fig.80. Olifante op Kalkfontein 131

Dit lyk asof die olifant aan die regterkant die oudste is, terwyl 'n ander, blykbaar minder vaardige kunstenaar, ook 'n poging aan die linkerkant aangewend het.

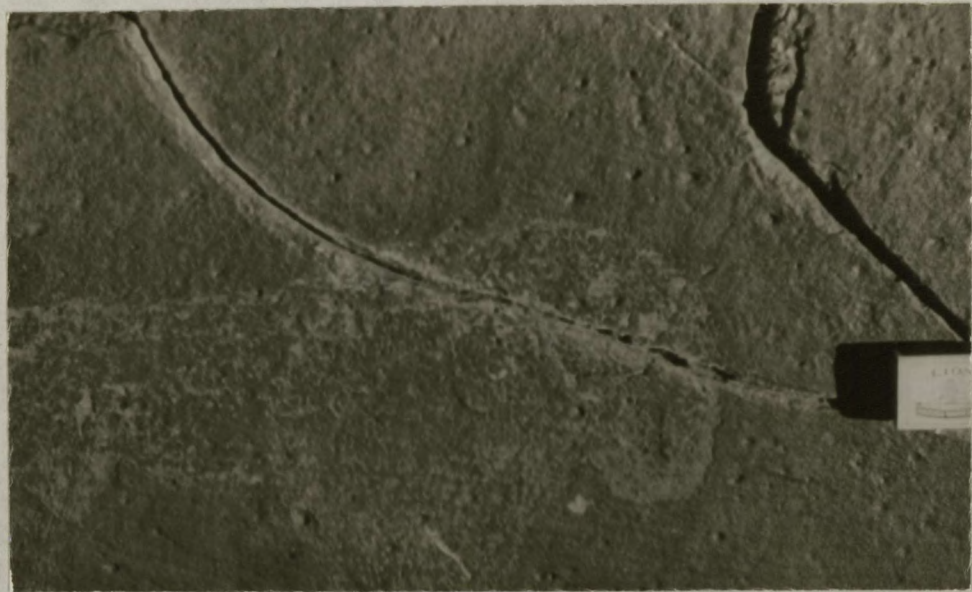


Fig. 81. Leeu op Kalkfontein 131



Fig.82. Renoster op Kalkfontein 131

Dit is opmerklik dat die kunstenaar gebruik gemaak het van 'n natuurlike holte in die doleriet om as 'n oog vir die renoster te dien.

Ander rotsfravures van elande, volstruise en bokke kom volop voor.

WERKTUIE

Goodwin herken klipwerktuie van verskillende tydperke wat hy as volg ingedeel het :

(i) Alexanderfontein-tipe werktuie

Hierdie werktuie verteenwoordig die oudste kultuur of tydperk en die volgende tipes is daar aangetref.

Een ruwe blaarvormige punt 6.7 x 2.9 x 1.1 cm.

(ii) Vosburg-tipe werktuie

Endskrapers en Alexanderfontein-skilfers wat deur die Vosburgtipe-mens gemodifiseer is.

(iii) Vroeë Smithfield-tipes

Groot skrapers, syskrapers en endskrapers en Vosburg-tipe implemente wat weer deur die Smithfieldkultuur-bewoners verander is vir gebruik deur hulself.

(iv) Latere Smithfield-tipes

Dubbhelendskrapers, syskrapers en endskrapers.

(v) Wilton-tipes

Een klein punt van silkreë. Die materiaal waarvan die werktuie gemaak is, bestaan uit agaat, lidiët, kwartsiet en jaspis.

Op Welgevonden 97 is verskillende klein skrapers in 'n ruwe skuiling op die graniet gevind. Soos ander werksplase, is die een ook hoog geleë met 'n goeie uitsig oor Middelwater se Pan, wat die grootste pan in die omgewing is. Die skrapers behoort tot die Laat-steentydperk. Implemente soos syskrapers, behorende tot die Middel-steentydperk, is in die omgewing van die Soetvleipan opgemerk.

Op Kalkfontein 131 kom verskeie lokaliteite van konsentrasies van Laat-steentydperk-implemente voor. Sommige inwoners van die area het begin om van die implemente te versamel en het ook 'n goeie kennis van die lokaliteite van die voorkomste. Hierdie skuilings is veral in die redelike beskutte plekke in klowe en naby kranse. In die omgewing van so 'n werksplaas kom baie stukkies volstruis-eierdop voor. In sommige van die stukkies wat ongeveer 4 x 5 mm groot is, is daar gaatjies gemaak, terwyl al die ander stadia tot

die klaargemaakte kraletjies opgemerk is. Klippe met 'n gleuf in waarin die kraletjies geskuur is, kom ook in die omgewing voor.

Heel volstruiseierdoppe met 'n gaatjie in, wat as waterhouers gedien het, kom ook voor. Dit is opmerklik dat die gaatjie in sommige gevalle bo-op die punt van die eierdop gemaak is, terwyl dit in ander gevalle aan die kant van die dop gemaak is.

Ander werktuie wat by die werksplase voorkom, is maalklippe; beide die boonste en onderste gedeeltes, is volop. Die boonste maalklip vertoon in sommige gevalle verskeie maalvlakke en somtyds word 'n holte in die middel van so 'n vlak aangetref, wat dui dat die klip ook vir 'n hamer gebruik was. Somtyds is die onderste maalklippe onderstebo neergesit en dit kan toegeskryf word aan die feit dat die eienaar dit wou wegsteek vir ander bewoners wat gedurende sy afwesigheid (of die groep se afwesigheid) van die skuiling gebruik gemaak het. Ronde klippe met gate in kom ook voor en hulle groottes wissel van 10 - 30 cm in deursnee.

By party van die klippe is die gat nie heeltemal deur nie. Ronde klippe sonder 'n gat deur kom ook voor, maar is oor die algemeen skaars.

14 EKONOMIESE GEOLOGIE

14.1 GRONDWATER

Weens die droë klimaat van die omgewing is die voortbestaan van mense en gevolglik ook die landboubedryf afhanklik van ondergrondse water. Ondergrondse water is redelik volop in die gebied en kan bydra tot 'n verdere ontwikkeling van die gebied. Baie lineêre strukture kom in die gebied voor en boorgate op of naby sulke strukture het hoë lewerings.

Die gegewens in verband met die grondwater wat hierna volg, is gedurende 'n ongewone nat tydperk deur die Instituut vir Grondwaterstudies ^{van die UOVS.} versamel en wanneer dit weer droër word, kan veranderings soos 'n dalende watertafel en 'n toename in soutinhoud van die water nie buite rekening gelaat word nie.

Water In Die Welgevondengraniet

In die gekarteerde gebied is min boorgate in die vloergraniet, maar G.J.A. Potgieter (persoonlike mededeling) het gevind dat in die gebied net noord van die gebied onder bespreking, suksesvolle boorgate in die vloergraniet langs kwartsare, diabaasgange en pegmatiete voorkom. Die diepte van die watertafel is ongeveer 12 meter en lewerings is ongeveer 26 000 liter per uur.

Water In Die Kaaienkwartsiete

Omdat die kwartsiete 'n lae poreusheid en permeabiliteit het, dien dit

as 'n swak waterhoudende bron en water kom slegs voor in verskuiwingsones en waar die kwartsiet in kontak met die vloer is, dit wil sê die water is meestal in die kontaksones gekonsentreer. Die diepte van die grondwatertafel is 45 m en die water het 'n lae soutinhoud.

Water In die Sisteem Transvaal

(a) Étage Hoofdolomiet

Hoë lewerings water kom voor in die Étage Hoofdolomiet, veral waar daar doleriet- of diabaasgange deur die formasie sny, asook in verskuiwingsones. Oplossingsholtes in die dolomiet en kalksteen van die formasie dien as 'n goeie opgaarbron vir water. Die watertafel is 17 meter diep en die water het 'n hoë Ca- en Mg-inhoud.

(b) Étage Gestreepte Ysterklip

Die gesteente besit baie swak waterhoudende eienskappe en water kom slegs langs verskuiwingssones voor.

Water In die Serie Dwyka

Water wat in die serie voorkom, het 'n hoë soutinhoud weens die uitloging van soute uit die skalies van die serie.

Die volgende ^{elemente} soute kom veral volop in die water van die Serie Dwyka voor :

Na ⁺	80 dpm
Cl ⁻	268 dpm
SO ₄ ⁼	240 dpm
Mg ⁺⁺	200 dpm

Daar is verskillende faktore wat die voorkoms van water in die Serie Dwyka beheer.

- (a) Water akkumuleer op die vloergesteentes waarop die Dwyka rus.
- (b) Water kom voor langs dolerietgange en -plate.
- (c) Water word ook gevind in kimberlietsplete, veral waar die splete baie verweer is.
- (d) Water word opgegaar in die sandsteen en in die kalksteen wat deel vorm van die Étage Glasiële Lae.

In omgewings waar daar baie doleriet voorkom, en veral waar die doleriet baie genaat is, word water met 'n lae soutinhoud aangetref.

Water In die Omgeving Van Die Doornberglineament

Op Welgevonden 97 is 'n boorgat met 'n lewering van 70 000 liter per uur naby die Doornberglineament geboor. Die watervlak is 16 meter diep en die soutinhoud is laag. Langs die Doornberglineament is watertemperature van tot 22°C in die omgewing van die lineament gemeet. Dit daal na 17°C weerskante weg van die lineament af (persoonlike mededeling G.J.A. Potgieter).

14.2 DIAMANTE

Alhoewel 'n aantal kimberliete in die gebied voorkom, is dit nie bekend of diamante van noemenswaardige waarde daar gevind is nie. Kimberlietpype en -splete kom voor op Elandsbeen 135, Jonkerwater 121, Kalkput 37, Roodevloer 123, Soet Vlei 96, Wielpan 124 en Treurfontein 5. Ou myn-

of eksplorasiëgate is nog sigbaar op Elandsbeen 137, Kalkput 37, Roodevloer 123 en Wielpan 124.

14.3 ^{Grondels} BASIESE METALE

Verskeie maatskappye het in die gebied geprospekter, en prospektergate is ook op verskillende lokaliteite geboor.

Boorgate is genoteer op die volgende plase :

- (i) Doornfontein 70
- (ii) Geelbospan (ged. van Jonkerwater 121)
- (iii) Goodhope (ged. van Naauwe-Kloof 122)
- (iv) Middelwater 99
- (v) Wanpoort (ged. van Kalkfontein 121)
- (vi) Wielpan 124

Klein hoeveelhede kopermineralisasie (malagiet) is opgemerk op Doornfontein 70 in gemetamorfoseerde lawas, waar daar ook prospektergate gegrawe is. Die malagiet kom voor in die lawas en in kwartsare.

Op Middelwater 99 kom ook klein hoeveelhede malagiet voor, asook op Roodevloer 123 en Klein Modderfontein 100.

Op Wielpan 124 kom daar 'n gesteente voor wat geen tekens van metamorfose vertoon nie. Die gesteente het ook blou kwartseerstelinge soortgelyk aan dié van die kwartsporfier op Sout-Pekel 98. Boorgate is op Wielpan 124 in die gesteente geboor. Moontlike prospektering vir basiese metale kan nie uitgesluit word nie.

14.4 ASBES

Myngate kom ook voor op Soet Vlei 96 waar daar tremolietasbes in 'n skuifskeursone in die Soetvleilawa ontwikkel het. Die asbes is in 'n groot mate gekalkretiseer. Vesellengtes van tot 50 cm is opgemerk. Op dieselfde lawadagsoom is daar ook soekslote gegrawe waarskynlik in 'n poging om te prospekter na basiese metaalneerslae.

14.5 KALKREET

Daar kom volop kalkreet in die gebied voor en dit word aangewend vir gebruik in die padbouindustrie van die omgewing. By die maak van teerpaaie word dit as 'n onderlaag gebruik en by sekondêre grondpaaie word dit gebruik as 'n oppervlaklaag.

14.6 DOLERIET

Alhoewel vergruisde doleriet by die bou van veral teerpaaie gebruik word, bestaan geen gruisgroewe van doleriet in die gebied nie. Verweerde doleriet word as oppervlaklaag op sekondêre paaie gebruik en dit, tesame met skalies van die serieë Dwyka en Ecca, word as opvullingsmateriaal by die maak van paaie gebruik.

14.7 SOUT

Twee panne in die gebied word ontgin vir hulle NaCl-inhoud, naamlik die pan op Jonkerwater 121 en die pan op Who Can Tell (ged. van Klein Modderfontein 100).

Om soutproduksie ekonomies te maak, moet daar ongeveer van 25% NaCl per volume in die water wees. Om die sout te ontgin word 'n reeks vlak verdampingsdammetjies gebruik wat gewoonlik in die pan gebou word. Die NaCl-bevattende water word dan in hierdie dammetjies gepomp totdat 'n diepte van 'n paar sentimeter verkry word. Die water word dan toegelaat om te verdamp en die sout bly agter.

Somtyds is dit nodig om ongewenste soute soos CaCO_3 en CaSO_4 te verwyder. Die prosedure wat dan gevolg word is as volg : Die ^{nekel}water word eers in 'n primêre verdampingspan gepomp waar dit toegelaat word om 'n sekere hoeveelheid water te verloor. Omdat CaCO_3 en CaSO_4 minder oplosbaar is as NaCl, sal dit in die primêre verdampingspan presipiteer en die oorblywende oplossing wat in NaCl verryk is, word dan in 'n sekondêre verdampingspan gepomp waar dit verdamp om betreklik suiwer NaCl as die eindproduk agter te laat.

In Middelwater se Pan is klein hoeveelhede gips aangetref. Dit is nie ekonomies ontginbaar nie.

DANKBETUIGINGS

Die skrywer erken met dank die hulp en bystand van die volgende persone en instansies :

Professor N.J. Grobler vir sy opbouende kritiek en leiding in die samestelling van die ^{tesis}verhandeling.

Dr. G.J. Beukes wat as mede-promotor opgetree het.

Mnr. J.C. Loock wat nuttige verwysings onder my aandag gebring het.

Die personeel van die Departement Geologie vir inligting en interessante besprekings.

Mnre. W. Linström en C.A. Smit vir inligting, hulp en interessante besprekings.

Die Geologiese Opname van Suid-Afrika wat die kartering van die gebied aan die Universiteit van die Oranje-Vrystaat opgedra het, die Direkteur vir die finansiële hulp so verkry, asook mnr. S. Malherbe vir sy kritiek tydens 'n veldbesoek.

Die Geologiese Opname van Suid-Afrika vir die analise van 11 monsters.

Aan die inwoners van die gebied vir 'n baie vriendelike ontvangs en vir aangename verblyf.

Mnr. J. Mouton wat behulpsaam was met die voorbereiding van die figure en kaarte.

BIBLIOGRAFIE

- ACOCKS, J.P.H. (1953). Veld types of Southern Africa: Mem. bot. Surv. S. Afr., 28, 192p.
- AITKEN, J.D. (1967). Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of Southwestern Alberta: J. sed. Pet., 37, 4, 1163-1178.
- ALEXANDROV, E.A. (1973). The Precambrian banded iron-formations of the Soviet Union: Econ. Geol., 68, 1035-1062.
- AUSQUIN, J. (1965). Geosynclines: Elsevier, London, 335p.
- BERNER, R.A. (1970). Sedimentary pyrite formation: Amer. J. Sci., 268, 1-23.
- BEUKES, G.J. (1973). 'n Geologiese ondersoek van die gebied suid van Warmbad, Suidwes-Afrika, met spesiale verwysing na die metamorf-magmatiese assosiasies van die Voorkambriese gesteentes: Ongepubl. D.Sc.-tesis, Univ. OVS., 333p.
- BEUKES, N.J. (1973). Precambrian iron-formations of Southern Africa: Econ. Geol., 68, 960-1004.
- BLATT, H., MIDDLETON, G. & MURRAY, R. (1972). Origin of sedimentary rocks: Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 634p.

- BOEHA, B.J.V., GROBLER, N.J., LINSTRÖM, W. & SMIT, C.A. (1976). A probable solution to the Matsap-Kheis-Namaqua controversy: *Trans. geol. Soc. S. Afr.*, 97(2) (in press).
- BOUMA, A.H. & BROUWER, A. (1964). *Turbidites: Developments in sedimentology*, 3: Elsevier, Amsterdam, 264p.
- BOWDEN, S.T. (1960). *The phase rule and phase reactions*: McMillan and Co. Ltd., London, 303p.
- BORCHERT, H. & MJIR, R.O. (1964). *Salt deposits: The origin, metamorphism and deformation of evaporites*: D. van Nostrand Company, Ltd., London, 338p.
- BRAITTSCH, C. (1971). *Salt deposits. Their origin and composition*: Springer-Verlag, Berlin, 279p.
- BURGER, A.J. & COERTZE, F.J. (1973). Radiometric age measurements on rocks from Southern Africa to the end of 1971: *Geol. Surv. S. Afr., Bull.* 58, 1-46.
- BUTTON, A. (1973a). A palaeo-current study of the Dwaal Heuwel Formation, Transvaal Supergroup: *Inform. Circ. Econ. Geol. Res. Unit, Univ. Witwatersrand*, 75, 16.
- BUTTON, A. (1974). Low-potash pillow basalts in the Pretoria Group, Transvaal Supergroup: *Trans. geol. Soc. S. Afr.*, 77(2), 99-104.

- CANN, J.R. (1971). Major element variations in ocean-floor basalts: Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., A.268, 495-505.
- CAREY, S.W. & AHMAD, N. (1961). Glacial marine sedimentation: Publ. 87, Dept. Geol., Univ. Tasmania, 865-894.
- CARMICHAEL, I.S.E., TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. (1974). Igneous Petrology: McGraw-Hill, New York, 724.
- COLEMAN, P.J. (1975). On island arcs: Earth-Sci. Rev. 11, 47-80.
- CONYBEARE, C.E.B. & CROOK, K.A.W. (1968). Manual of sedimentary structures: Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Canberra A.C.T., 327p.
- CORNELL, D.H. (1975). Petrology of the Marydale metabasites: Ongepubl. Ph.D.-thesis, Univ. Cambridge, 216p.
- CROWELL, J.C. & FRANKS, L.A. (1972). Late Paleozoic glaciation: Part V, Karroo Basin, South Africa: Bull. geol. Soc. Amer., 83, 2887-2912.
- DANA, E.S. (1963). A textbook of mineralogy (4th ed., revised by W.E. Ford): John Wiley and Sons, New York, 851p.
- DE BRUYN, H. (1971). 'n Géologiese studie van die panne in die westelike Oranje-Vrystaat: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ. OVS, 120p.

DEER, W.A., HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1962). Rockforming minerals
(Vol. 4): Longmans, Green and Co. Ltd., 435p.

DEPARTEMENT VAN BEPLANNING (1969). Die bevolking en maatskaplike aspekte
van Noord-Kaapland: Noord-Kaapstreekstudie, 6, 139.

DEPARTEMENT VAN MYNWESE (1970). Geologiese Kaart van die Republiek van
Suid-Afrika en die Koninkryke van Lesotho en
Swaziland: Staatsdrukker, Pretoria.

DE VILLIERS, J. (COMP.), (1960). The Manganese deposits of the Union of
South Africa: Handb. geol. Surv. S. Afr., 2,
280p.

DICKINSON, W.R. (1973). Potash-depth relations in continental margin and
intra-oceanic magmatic arcs: J. geophys. Res.
78(17), 3376.

DORR II, J. VAN N. (1973). Iron-formation in South America: Econ.
Geol., 68, 1005-1022.

DUFF, P.M.D., HALLAM, A. & WALTON, E.K. (1967). Cyclic sedimentation:
Developments in sedimentology, 10: Elsevier,
Amsterdam, 280p.

DU TOIT, A.L. (1905). Geological survey of the eastern portion of
Griqualand West: Annu. Rep. geol. Comm. C.G.H.,
11, 89-176.

- DU TOIT, A.L. (1907). Geological survey of portions of Hope Town, Britstown, Prieska and Hay: Annu. Rep. geol. Comm. C.G.H., 12, 161-192.
- _____ (1908a). Geological map of the Colony of the Cape of Good Hope, Sheet 33, Britstown: Annu. Rep. geol. Comm. C.G.H.,
- _____ (1908b). The kimberlite and allied pipes and fissures in Prieska, Britstown, Victoria West and Carnarvon: Annu. Rep. geol. Comm. C.G.H., 13, 111-128.
- _____ (1921). The Carboniferous glaciation of South Africa: Trans. geol. Soc. S. Afr., 24, 188-227.
- _____ (1956). The geology of South Africa (3rd. Ed., 2nd print.): Oliver and Boyd, Edinburgh, 611p.
- EMSLIE, D.F. (1972). The geology of an area around Saldanha, Britstown District, Northern Cape: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ. OVS., 99p.
- ERIKSSON, K.A. (1972). Cyclic sedimentation in the Malmani Dolomite, Potchefstroom synclinorium: Trans. geol. Soc. S. Afr., 75, 85-97.
- ERIKSSON, K.A. & TRUSWELL, J.F. (1972). The morphology of stromatolites from the Transvaal dolomite north-west of Johannesburg, South Africa: Trans. geol. Soc. S. Afr.,

75, 99-110.

- ERIKSSON, K.A. & TRUSWELL, J.F. (1974). Stratotypes from the Malmani subgroup north-west of Johannesburg, South Africa. Trans. geol. Soc. S. Afr., 77, 211-222.
- FRIEDMAN, G.M. (1966). Occurrence and origin of Quaternary dolomite of Salt Flat, West Texas: J. sed. Pet., 36, 263-267.
- GARY, M., McAFEE, R. (Jr.) & WOLF, C.L. (Eds.) (1973). Glossary of geology: Amer. geol. Inst., Washington, D.C., 905.
- GERELEIN, C.D. (1969). Distribution, morphology and accretion rate of recent subtidal algal stromatolites, Bermuda: J. sed. Pet., 39(1), 49-69.
- GERINGER, G.J. (1973). Die geologie van die Argeïese gesteentes en jonger formasies in die gebied wes van Upington met spesiale verwysing na die verskillende granietvoorkomste: Ongepubl. D.Sc.-thesis, Univ. OVS., 203p.
- GILL, J.B. (1970). Geochemistry of Viti Levu, Fiji, and its evolution as an island arc: Contr. Miner. Pet., 27, 179-203.
- GOODWIN, A.J.H. (1936). Vosburg: Its Petroglyphs: Ann. S. Afr. Mus., XXIV, 163-210.
- GREEFF, G.J. (1968). Fracture systems and the kimberlite intrusions

of Griqualand West: Ongepubl. M.Sc.-verhand.,
Univ. Stellenbosch, 124p.

GREEN, N.L. (1972). Archaeon greenstones may include terrestrial
equivalents of Lunar Maria: Earth plan. Sci.
Lett., 15, 263.

_____ (1973a). Contrasted melting relations in a pyrolite upper
mantle under mid-oceanic ridge, stable crust and
island arc environments: Tectonophysics, 17(3),
285-297.

_____ (1973b). ~~Fe~~^{Zr} diagram MgO/Al_2O_3 versus $(Na_2O+K_2O)/(Total$
 $FeO+TiO_2)$: A distinct geochemical separation of
the calc-alkaline and tholeiitic rocks series:
Can. Mineral., 12, 144.

GREEN, T.H. & RINGWOOD, A.E., (1967). The genesis of basaltic magmas:
Contr. Miner. Pet., 15, 103-190.

_____ (1968). ~~Genesis~~ Genesis of the calc-alkaline
igneous rock suite: Contr. Miner. Pet., 18,
105-162.

GROBLER, N.J. & EMSLIE, D.P. (1975). A re-examination of the Soetlief-
Ventersdorp relationship at the T'Kuip Hills,
Britstown district: Ann. geol. Surv. S. Afr.,
(in press).

- HANEKOM, H.J. (1966). The crocidolite deposits of the Northern Cape Province: Unpubl. Ph.D.-thesis, Univ. Pretoria, 213p.
- HAUGHTON, S.H. (1969). Geological history of Southern Africa: Oliver and Boyd, Edinburgh, 535p.
- HERRE, H. (1971). The Genera of the Mesembryanthemaceae: Tafelberg Uitgewers Bpk., Kaapstad, 316p.
- HIGGINS, M.W. (1971). Cataclastic rocks: Prof. Pap. U.S. geol. Surv. 687, Washington, 97p.
- HOBSON, N.K., GINN, M.C. v.d.R. & JESSOP, J.P., (1970). Karoo-plantrykdom: Pearston Uitgewers, E.H. Walton & Co. Ltd., Port Elizabeth.
- HOFFMAN, P. (1967). Algal stromatolites: Use in stratigraphic correlation and paleocurrent determination: Science, 157, 1043-1045.
- HOFFMANN, H.J. (1973). Stromatolites, characteristics and utility: Earth-Sci. Rev., 9, 339-373.
- HOHLBEIN, H.J. (1974). Geologische und geochemische Untersuchungen im Kheis-System Südöstlich Upington: Unpublished Doctorate thesis, Göttingen University.
- IRVINE, T.N. & BARACAR, W.R.A. (1971). A guide to the chemical classi-

fication of the common volcanic rocks; Can.
J. Earth Sci., 8, 523-548.

JAKES, P. & GILL, J.B. (1970). Rare earth elements and the island arc
tholeiitic series: Earth plan. Sci. Lett., 9,
17-28.

JAKES, P. & WHITE, A.J.R. (1970). K/Rb ratios of rocks from island
arcs: Geochim. et cosmech. Acta, 34, 849-856.

(1971). Composition of island arcs and con-
tinental growth: Earth plan. Sci. Lett., 12,
224-230.

(1972). Major and trace element abundances
in volcanic rocks of orogenic areas: Bull. geol.
Soc. Amer., 83, 39-40.

JAMES, H.L. (1954). Sedimentary facies of iron-formation: Econ.
Geol., 49, 235-293.

JOHNSON, J.H. (1946). Lime secreting algae from the Pennsylvanian and
Permian of Kansas: Bull. geol. Soc. Amer., 57,
1087-1120.

JOUBERT, C.W. (1973). Die geologie van 'n gebied tussen Boshof en
Barkly-Wes: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ.
OVS., 123p.

- JOUBERT, P. (1971). The regional tectonism of the gneisses of part of Namaqualand: Precamb. Res. Unit, Univ. Cape Town, Bull. 10, 220p.
- KENDALL, G. St. C. & SKIPWITH, P.A. D'E (1968). Recent algal mats of a Persian Gulf lagoon: Jour. sed. Pet., 38(4), 1040-1058.
- KENT, L.E. (Ed.) (1971). Annals of the Geological Survey 7, 141p.
- KERR, P.F. (1959). Optical mineralogy (3rd Ed.): McGraw-Hill, New York, 442p.
- KING, L.C. (1962). The morphology of the earth: Oliver and Boyd, Edinburgh, 699p.
- _____ (1967). South African scenery (3rd rev. Ed.): A textbook of geomorphology: Oliver and Boyd, Edinburgh, 308p.
- KLEIN, C. (1973). Changes in mineral assemblages with metamorphism of some banded Precambrian iron-formations: Econ. Geol., 68, 1075-1088.
- KRAUSKOPF, (1967). Introduction to Geochemistry: McGraw-Hill, New York, 721p.
- KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. (1963). Stratigraphy and sedimentation: W.H. Freeman & Co., San Francisco, 660p.
- LABERGE, G.L. (1973). Possible biological origin of Precambrian iron-

- formations: Econ. Geol., 68, 1098-1109.
- LAMONT, G.T. (1947). The geology of part of the Vanrhynsdorp division, Cape Province: Ongepubl. Ph.D.-thesis, Univ. Kaapstad.
- LAPORTE, L.F. (1967). Carbonate deposition near mean sea-level and resultant facies mosaic: Manlius Formation (Lower Devonian) of New York State: Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 51(1), 73-101.
- _____ (1968). Ancient environments: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 115p.
- LISTER, L.A. (Ed.) (1973). Symposium on granites, gneisses and related rocks (Salisbury, 1971): Geol. Soc. S. Afr. Spec. Publ., 3, 509p.
- LOGAN, B.W., REZAK, R. & GINSBURG, R.N. (1964). Classification and environmental significance of algal stromatolites: J. Geol., 72(1), 68-83.
- MARSH, B.D. & CARMICHAEL, I.S.E. (1974): Benioff zone magmatism. J. geophys. Res., 79, 11196-1206.
- MASON, B.H. (1958). Principles of Geochemistry (2nd Ed.): John Wiley, New York, 310p.
- McLACHLAN, I.R. & ANDERSON, A. (1973). A review of the evidence for marine conditions in Southern Africa during Dwyka times: Palaeont. afr., 15, 37-64.

- McLAREN, C.H. (1974). Die geologie van 'n gebied suid van Plooyburg, Noord-Kaapland: Ongepubl. M.Sc.-verband., Univ. OVS., 257p.
- MEHNERT, K.R. (1971). Migmatites and the origin of granite rocks (2nd Ed.): Elsevier Publishing Company, New York, 405p.
- MIDDLEMOST, E.A.K. (1975). The basalt clan: Earth-Sci. Rev. 11, 337-364.
- MIYASHIRO, A. (1973). Metamorphism and metamorphic belts: George Allen and Unwin Ltd., London, 492p.
- _____ (1974). Volcanic rock series in island arcs and active continental margins: Amer. J. Sci., 274, 321-355.
- NETTLEBURG, F. (1969a). Ages of calcretes in Southern Africa: S. Afr. archaeol. Bull., 24 (3/4), 88-92.
- _____ (1969b). The interpretation of some basic calcrete types: S. Afr. archaeol. Bull., 24 (3/4), 117-121.
- NORRIS, R.M. (1969). Dune reddening and time: J. sed. Pet., 39(1), 7-11.
- PEARCE, J.A. (1975). Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus: Tectonophysics, 25, 41-67.
- _____ & CANN, J.R. (1973). Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses: Earth plan. Sci. Lett., 19, 290-300.
- _____, GORMAN, B.E. & BIRKETT, T.C. (1974). The $TiO_2-K_2O-P_2O_5$

- diagram. A method of discriminating between oceanic and non-oceanic basalts: *Earth plan. Sci. Lett.*, 24, 419-426.
- PERKINS, B.F. (Ed.) (1971). Trace fossils. A field guide to selected localities in Pennsylvanian, Permian, Cretaceous and Tertiary rocks of Texas and related papers: *School Geoscience Louisiana*, 71, 148p.
- PETTLJOHN, F.J. (1957). Sedimentary rocks: Harper and Brothers, New York, 526p.
- _____, POTTER, P.E. & SIEVER, R. (1972). Sand and sandstone: Springer-Verlag, Berlin, 618p.
- PIA, J. (1933). Die Rezenten Kalksteine: *Z. Kristallogr. Miner. Pet.*, Abt. 13, 1-420.
- POTGIETER, C.D. (1973). Die geologie van 'n gebied suid van Douglas, Noord-Kaapland: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ. OVS., 235p.
- POTGIETER, C.J.A. (1974). The geology of an area, south of Kimberley: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ. OVS., 91p.
- PRETORIUS, D.S. (1974). The structural boundary between the Kaapvaal and Sonama Crustal Provinces: *Inform. Circ. Econ. Geol. Res. Unit. Univ. Witwatersrand*, 88, 1-27.
- REID, D.L. (1974). Preliminary report on petrologic studies of volcanic and intrusive rocks in the Vioolsdrif region, Lower

Orange River: Univ. Cape Town, Precamb. Res. Unit.
Bull. 15, 57-68.

RINGWOOD, A.E. (1974). The petrological evolution of island arc systems:
J. geol. Soc. Lond., 130, 183-204.

ROGERS, A.W. (1905). Geological survey of parts of Hay and Prieska with
some notes on Herbert and Barkly West: Annu. Rep.
geol. Comm. C.G.H., 10, 141-204.

_____ (1906). Geological survey of parts of Bechuanaland and
Griqualand West: Annu. Rep. geol. Comm. C.G.H.,
11, 7-85.

_____ (1910). The Kheis Series: Trans. geol. Soc. S. Afr. 13,
93-104.

ROGERS, A.W. & DU TOIT, A.L. (1908). Report on the geology of parts
of Prieska, Hay, Britstown, Carnarvon and Victoria
West: 13th Annu. Rep. geol. Comm. C.G.H., 8-127.

_____ (1909). The geology of Cape Colony:
F.W. Longmans, Green and Co., London, 490p.

_____ (1910). Report on the geology of parts
of Kenhardt, Prieska and Carnarvon: 14th Annu. Rep.
geol. Comm. C.G.H., 8-109.

ROGERS, A.W. & SCHWARZ, E.H.L. (1899). Geology of the Orange River
Valley in the Hopetown and Prieska Districts: Annu.

Rep. geol. Comm. C.G.H., 67-97.

SCHUMANN, F.W. (1974). A comparative study of the geohydrology of Archaean formations and associated rocks in the north-western Transvaal and the north-western Cape Province: Ongepubl. Ph.D.-thesis, Univ. Kaapstad, 406p.

SCHWARZ, E.H.L. (1910). The correlation of the Kheis Series: Trans. geol. Soc. S. Afr., 13, 140-146.

SELLEY, R.C. (1970). Ancient sedimentary environments: Chapman and Hall, Ltd., 237p.

SHINN, E.A. (1968). Practical significance of birdseye structures in carbonate rocks: J. sed. Pet., 38(1), 215-223.

_____ (1968). Selective dolomitization of recent sedimentary structures: J. sed. Pet., 38(2), 612-616.

_____, GINSBURG, R.N. & LLOYD, R.M. (1965). Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas: Spec. Publ. Soc. econ. Palaeont. Miner., 13, 112-123.

SIMPSON, S. (1956). On the trace-fossil Chondrites: Quart. J. geol. Soc. Lond., 112, 475-499.

SMIT, C.A. (1973). Die geologie van 'n gebied rondom Koopmansfontein, Noord-Kaapland, met spesiale verwysing na die Serieë Swartrif en Dolomiet: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ. OVS., 142p.

- SMIT, P.J. (1973). The Waterberg System in the Northern Cape: Geol. Soc. S. Afr. 15th Congr., Bloemfontein, Abst. 47.
- STOW, G.W. (1874). Geological notes upon Griqualand West: Quart. J. geol. Soc. Lond., 30, 581-680.
- STRATTEN, T. (1968). The Dwyka glaciation and its relationship to the pre-Karoo surface: Unpubl. Ph.D. thesis, Univ. Witwatersrand, 196p.
- THORNBURY, W.D. (1969). Principles of geomorphology (2nd Ed.): John Wiley, New York.
- TOENS, P.D. (1966). Precambrian dolomite and limestone of the Northern Cape Province: Mem. geol. Surv. S. Afr., 57, 114p.
- TRUSWELL, J.F. (1970). An introduction to the historical geology of South Africa: Purnell, Cape Town, 167p.
- _____, & ERIKSSON, K.A. (1973). Stromatolitic associations and their palaeo-environmental significance. A re-appraisal of a Lower Proterozoic locality from the Northern Cape Province, South Africa: Sed. Geol., 10, 1-23.
- TURNER, F.J. (1968). Metamorphic petrology: McGraw-Hill, New York, 403p.
- _____, & VERHOOGEN, J. (1960). Igneous and metamorphic petrology (2nd Ed.): McGraw-Hill, New York, 694p.
- VAJNER, V.J. (1972). Preliminary report on the Precambrian tectonic history of the Marydale-Buchberg area: Precambr. Res. Unit. Univ. Cape Town, 7th, 8th and 9th Ann. Repts., 26-33.

- VAJNER, V.J. (1974). The tectonic development of the Namaqua Mobile Belt and its foreland in parts of the Northern Cape: Precambr. Res. Unit. Univ. Cape Town, Bull. 14, 201p.
- VAN ASWEGEN, G. (1974). The geology of the Namaqualand metamorphic complex and younger formations northwest of Loeriesfontein, Cape Province: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ. OVS., 191p.
- VAN DER MERWE, J. (1973). Die geologie van 'n gebied om Campbell, Noord-Kaapland, met spesiale verwysing na die Serieë Swartrif en Dolomiet: Ongepubl. M.Sc.-verhand., Univ. OVS., 131p.
- VAN NIEKERK, C.B. & BURGER, A.J. (1964). The age of the Ventersdorp System: Ann. geol. Surv. S. Afr., 3, 75-86.
-
- (1969). The uranium-lead isotopic dating of South African acid lavas: Bull. Volcanol., 32(3), 481-498.
- VISSER, J.N.J. & GROBLER, N.J. (1972). The transition beds at the base of the Dolomite Series in the Northern Cape Province: Trans. geol. Soc. S. Afr., 75(3), 265-274.
- VON BACKSTRÖM, J.W. (1964). The geology of an area around Keimoes, Cape Province, with special reference to phacoliths of charnockitic adamellite-porphyry: Mem. geol. Surv. S. Afr., 53, 218p.

WENK, C. & KELLER, F. (1969). Isograde in Amphibolitserien der Zentral-Alpen: Schweiz. Miner. Petrogr. Mitt., 48, 455-457.

WINKLER, H.G.F. (1974). Petrogenesis of metamorphic rocks: Springer-Verlag, Berlin, 319p.

YOUNG, C.M., FIDDLER, L.C. & JONES, R.W. (1972). Carbonate facies in Ordovician of Northern Arkansas: Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 56(1), 68-80.

YOUNG, R.B. (1906). The calcareous rocks of Griqualand West: Trans. geol. Soc. S. Afr., 9, 57-66.

_____ (1932). The occurrence of stromatolitic or algal limestones in the Campbell Rand Series: Trans. geol. Soc. S. Afr., 35, 29-36.

_____ (1933). Conditions of deposition of the Dolomite Series: Trans. geol. Soc. S. Afr., 36, 121-135.

_____ (1934). A comparison of certain stromatolitic rocks in the Dolomite Series of South Africa, with modern algal sediments in the Bahamas: Trans. geol. Soc. S. Afr., 37, 151-161.

YOUNG, R.B. & MENDELSON, E. (1948). Domed algal growths in the Dolomite Series of South Africa with associated fossil remains: Trans. geol. Soc. S. Afr., 51, 53-62.

LYS VAN GESTEENTES WAT CHEMIES GEANALISEER IS.

MONSTERNOMMER	LITOLOGIE	LOKALITEIT
WvW 207	Basalt	Soet Vlei 96
WvW 268	Basalt	Soet Vlei 96
WvW 270	Andesiet	Soet Vlei 96
WvW 351	Andesiet	Welgevonden 97
WvW 352	Basalt	Welgevonden 97
WvW 360	Basalt	Soet Vlei 96
WvW 361	Basalt	Soet Vlei 96
WvW 372	Andesiet	Soet Vlei 96
WvW 375	Basalt	Soet Vlei 96
WvW 380	Basalt	Soet Vlei 96
WvW 358	Basalt	Soet Vlei 96

H_2O^- , H_2O^+ en Fe O bepaal deur die Nasionale Instituut vir
 Metallurgie. Die silikaatanalises is gedoen deur General
 Superintendence Company vir die Geologiese Opname van Suid Afrika.

AANHANGSEL

Die monsters wat vir chemiese analises gebruik is, is almal afkomstig van die plase Soet Vlei 96 en Welgevonden 97. Analises van Cornell (1975) wat gebruik is, kom voor in sy verhandeling onder die hoof "Appendix". Alle berekenings is gedoen op 'n watervrye basis.

Monster Nr.	WvdW 207	WvdW 268	WvdW 270	WvdW 351	WvdW 352	WvdW 360
SiO ₂	50,77	51,08	53,33	58,41	50,36	49,08
Al ₂ O ₃	10,56	10,84	12,19	16,77	13,96	12,02
^x Fe ₂ O ₃	13,35	13,14	15,54	7,80	14,94	13,46
MgO	8,62	8,83	3,44	2,52	4,57	9,06
CaO	11,63	9,35	7,40	3,07	6,87	11,51
Na ₂ O	1,55	2,80	3,69	5,18	2,04	1,58
K ₂ O	0,09	0,15	0,13	0,19	0,52	0,16
H ₂ O ⁻	0,12	0,19	0,15	0,15	0,17	0,16
H ₂ O ⁺	2,88	2,12	2,29	2,65	4,47	2,93
TiO ₂	0,81	0,90	1,75	1,50	1,33	0,64
P ₂ O ₅	0,12	0,09	0,16	0,24	0,19	0,10

^x Totale yster as Fe₂O₃

Monster Nr.	WvdW 361	WvdW 372	WvdW 375	WvdW 380	WvdW 358
SiO ₂	50,44	55,11	50,04	47,28	49,25
Al ₂ O ₃	13,91	14,55	12,87	13,03	13,59
^x Fe ₂ O ₃	12,11	11,36	13,72	12,13	12,70
MgO	8,05	3,98	6,37	8,65	7,63
CaO	9,25	4,11	11,55	11,59	11,03
Na ₂ O	2,62	3,01	1,94	1,89	1,51
K ₂ O	0,08	0,34	0,45	0,65	0,26
H ₂ O ⁻⁻⁻	0,19	0,25	0,23	0,10	0,16
H ₂ O ⁺	3,10	3,52	2,53	3,34	3,42
TiO ₂	0,60	1,21	0,94	0,53	0,59
P ₂ O ₅	0,07	0,36	0,12	0,08	0,09

^xTotale yster as Fe₂O₃

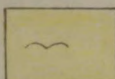
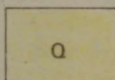
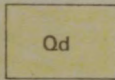
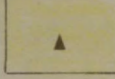
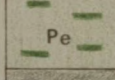
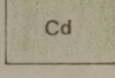
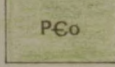


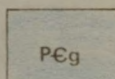
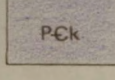
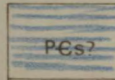
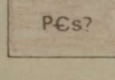
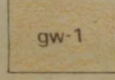
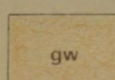


PROFIEL

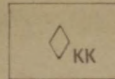
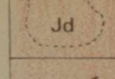
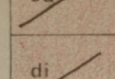
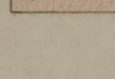
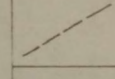
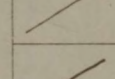
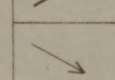
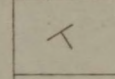
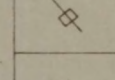
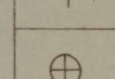
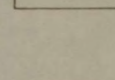
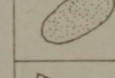
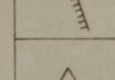
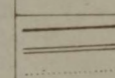
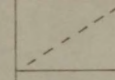
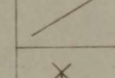
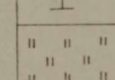
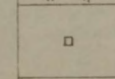
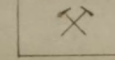
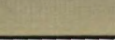
LEGENDE

PLAAT II

	Alluvium			
	Kalkreet			
	Waisand			
	Puin en talus			
	Skalie			SERIE ECCA
	Skalie (Witband) Skalie, sandsteenlense, kalksteenlense, tilliet		Étage Bo-Dwyka Étage Glasiale lae	
	Kwartsporfier			FORMASIE KORAS

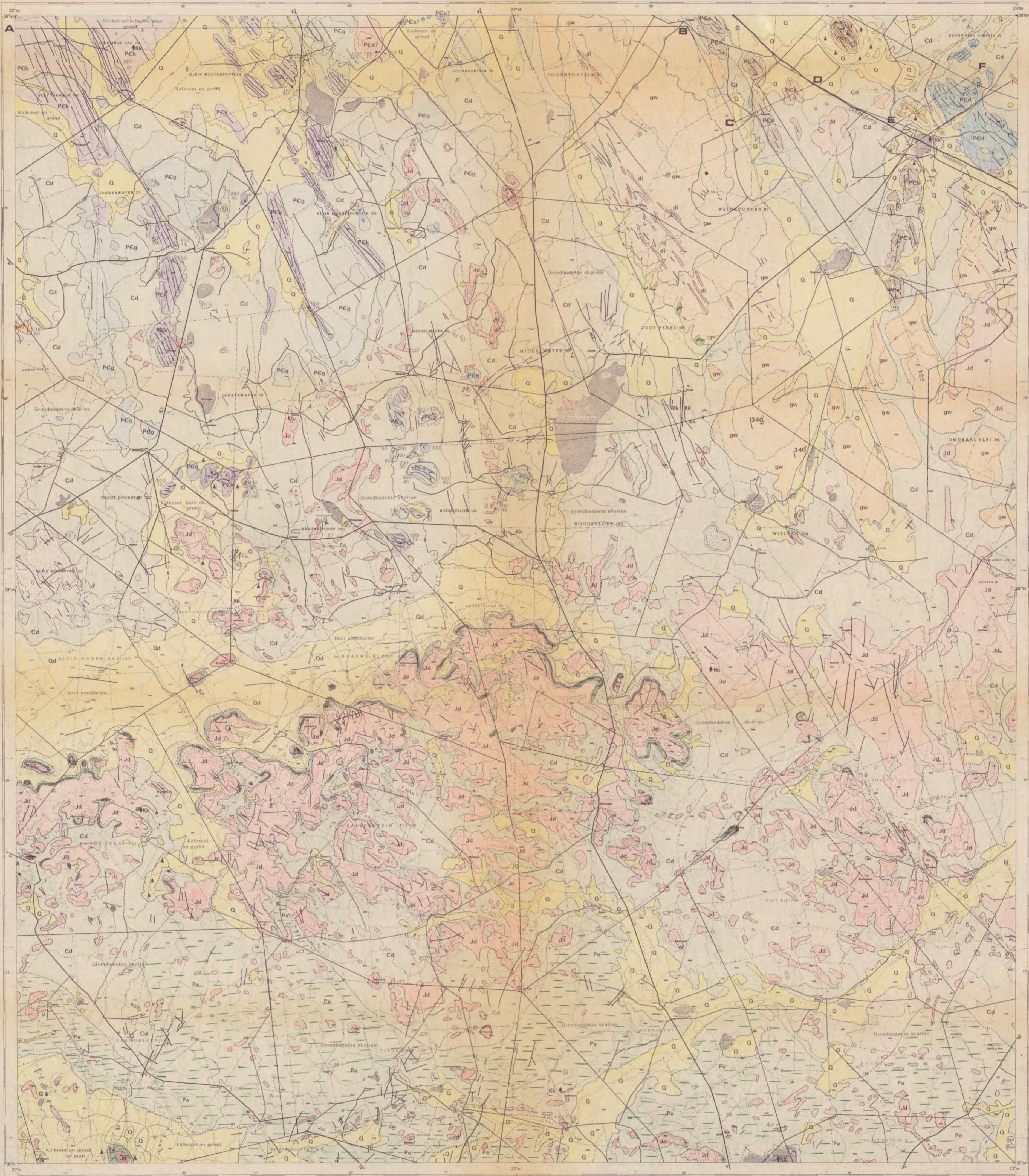
	Metapelitiese gesteentes	Kheis- Namaqua-domein Groblershoop- / Kenhardtformasie			
	Kwartsiet	Kaaien - kwartsiet formasie			FORMASIE MATSAP
	Amfiboliet	Soetvleiformasie?	Soetvleidomein	Transvaaldomein	SERIE DOLOMIET
	Kwarts - veldspaatgneis	Soetvleiformasie?	Gestreepte ysterformasie Kalksteen Lawa Groenskis Kalksteen Lawa Tuf Kwartsiet Grint	Gestreepte ysterformasie Dolomiet en Kalksteen Kwartsiet	
	Jonger Graniet				SERIE SWARTRIF
	Graniet				

INTRUSIEWE GESTEENTES

	Kimberliet
	Dolerietplaat
	Dolerietgang
	Diabaasgang
	Vormlyne
	Lineêre strukture, hoofsaaklik nate
	Verskuiwing
	Lineasie
	Strekking en helling van lae
	Vertikale lae
	Horisontale lae
	Fossiel vindplek
	Pan
	Keerwal
	Driehoeksbaken
	Paare
	Telefoon- en telegraaflyn
	Kraglyne
	Windpomp
	Landerye
	Huis
	Myn

3022 B

POORTJIE



Topographical and cadastral information compiled under contract in 1973 by International Aviation Services (Pty) Ltd for the Geological Survey. The compilation was made from photographic reductions of the latest issues of 1:50 000 topographical maps.

Topografiese en kadastrale gegewens saamgestel op kontrak in 1973 deur International Aviation Services (Edms) Bpk vir die Geologiese Opname. Die kompilering is gemaak vanaf fotografiese verkleinings van die nuutste uitgawes van 1:50 000 topografiese kaarte.

