

# 'N PETROGENETIESE STUDIE VAN 'N GEDEELTE VAN DIE NAMAKWALANDSE METAMORFE KOMPLEKS LANGS DIE ORANJERIVIER, TUSSEN DIE RAMANSDRIF- EN HOMRIVIERE, IN SUIDELIKE SUIDWES-AFRIKA/NAMIBIË

B. Cilliers en G.J. Beukes

Departement Geologie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300

## ABSTRACT

An area of approximately 400 km<sup>2</sup> was mapped south of Warmbad in South West Africa/Namibia. The area is underlain by felsic and mafic volcanic rocks which belong to the Haib Subgroup of the Orange River Group. These metavolcanites were intruded by four different granitoid suites. Of these, the Vioolsdrif- and Houms-Revier Suite form the major rock types in the area. The area under investigation was subjected to high grade metamorphism and tectonic deformation. Three periods of folding can be recognized.

## 1. INLEIDING

Die navorsingsgebied is suid van Warmbad langs die benede-Oranjerivier, tussen die Ramansdrif- en Homriviere, in suidelike Suidwes-Afrika/Namibië geleë (Fig. 1). 'n Oppervlak van 414,5 km<sup>2</sup> is op 'n skaal van 1: 25 000 gekarteer.

## 2. STRATIGRAFIE

Vir die stratigrafiese nomenklatuur van die verskillende gesteentes in die navorsingsgebied, is gehou by die geologiese kaarte van Beukes (1973) en Blignault

et al. (1983).

'n Vereenvoudigde kaart van die geologie van die navorsingsgebied word in Fig. 2 aangetoon.

Die oudste gesteentes bestaan uit die Tsams-, Gaidip- en Guadomformasies. Hierdie gesteentes is felsiese- en mafiese vulkaniese gesteentes van die Haibsubgroep wat weer 'n deel uitmaak van die Oranjeriviergroep.

Die Haibsubgroep is deur vier verskillende intrusiewe gesteentes geïntredeer, naamlik die Vioolsdrif-, Houms-Revier-, Bleskop- en Gannakouriepsuite.

## 3. ORANJERIVIERGROEP

Die Oranjeriviergroep beslaan 'n groep gesteentes wat geografies aan weerskante van die benede-Oranjerivier geleë is en uit die Haibsubgroep, die De Hoopsubgroep en die Rosyntjiebergformasie saamgestel is (Blignault, 1977). Volgens Blignault et al. (1983) vorm die Haibsubgroep saam met die Vioolsdrifgranitoïede 'n gordellangs die Oranjerivier, vanaf die Richtersveld tot so ver oos as Klein Pella.

Blignault (1977) onderskei die volgende formasies in die Haibsubgroep, naamlik: Die Nousformasie (mafiese vulkaniese gesteentes), Guadomformasie (mafiese vulkaniese gesteentes en metasedimente), Gaidipformasie (felsiese gesteentes en metasedimente), Boerputsformasie (kwartsiet/skis-assosiasie), Tsamsformasie (gemengde mafiese en felsiese vulkaniese gesteentes), Abbasformasie (kwartsiet/skis-assosiasie) en die Homformasie (felsiese vulkaniese gesteentes en metasedimente). Slegs die Tsams-, Gaidip- en Guadomformasie word in die huidige navorsingsgebied aangetref.

### 3.1 Tsamsformasie

Blignault (1977) het die Tsamsformasie in drie stratigrafiese lede onderverdeel. Alleenlik die onderste veldspaatporfierlid kom in die navorsingsgebied voor.

#### 3.1.1 Voorkoms en verspreiding

'n Baie klein deel van die Tsamsformasie dagsoom in die navorsingsgebied, op die suidoostelike gedeelte van

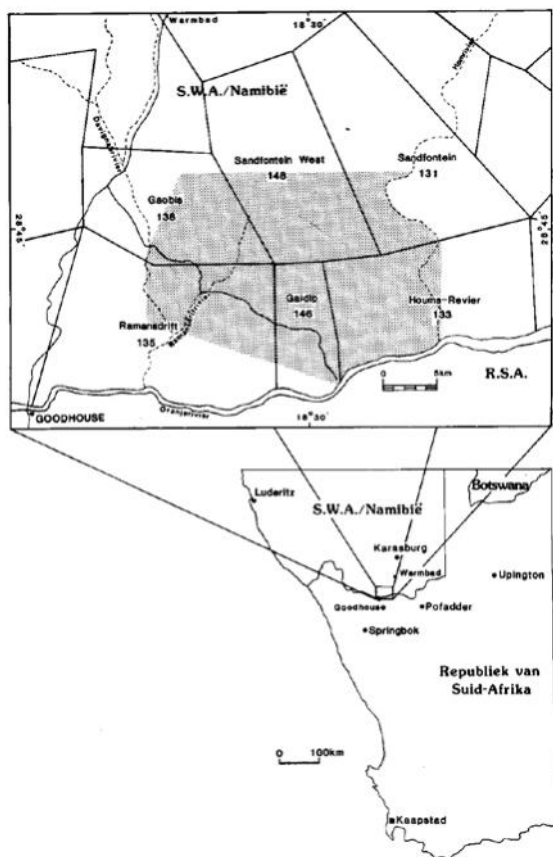


Fig. 1: Lokalisiteitskaart wat die ligging van die navorsingsgebied aandui.

die plaas Ramansdrift 135: waar dit struktureel aan die onderkant van die Gaidipformasie geleë is. Die Tsamsformasie, 'n kwarts-biotietgneis, bevat enkele dun metakwartsiet- en kwarts-veldspaatgneislae.

### 3.1.2 Petrografie

#### Kwarts-biotietgneis

Die kwarts-biotietgneis van die Tsamsformasie wat in die navorsingsgebied dagsoom, is 'n geelgroen, middel- tot grofkorrelrige gesteente wat petrochemies as dasitiese- tot basaltiese metalawa bepaal is. Die geelgroen kleur word veroorsaak deur die chloritiasie van biotiet. Mikroskopies bestaan die gneis hoofsaaklik uit plagioklaas en gechloritiseerde biotiet en ondergeskikte hoeveelhede kwarts en mikroklien. Bykomstige hoeveelhede sfeen, apatiet, muskoviet, epidoot, sirkoon en ertsminerale kom ook voor. In een hand monster is hornblende in plaas van biotiet aangetref.

#### Metakwartsiet

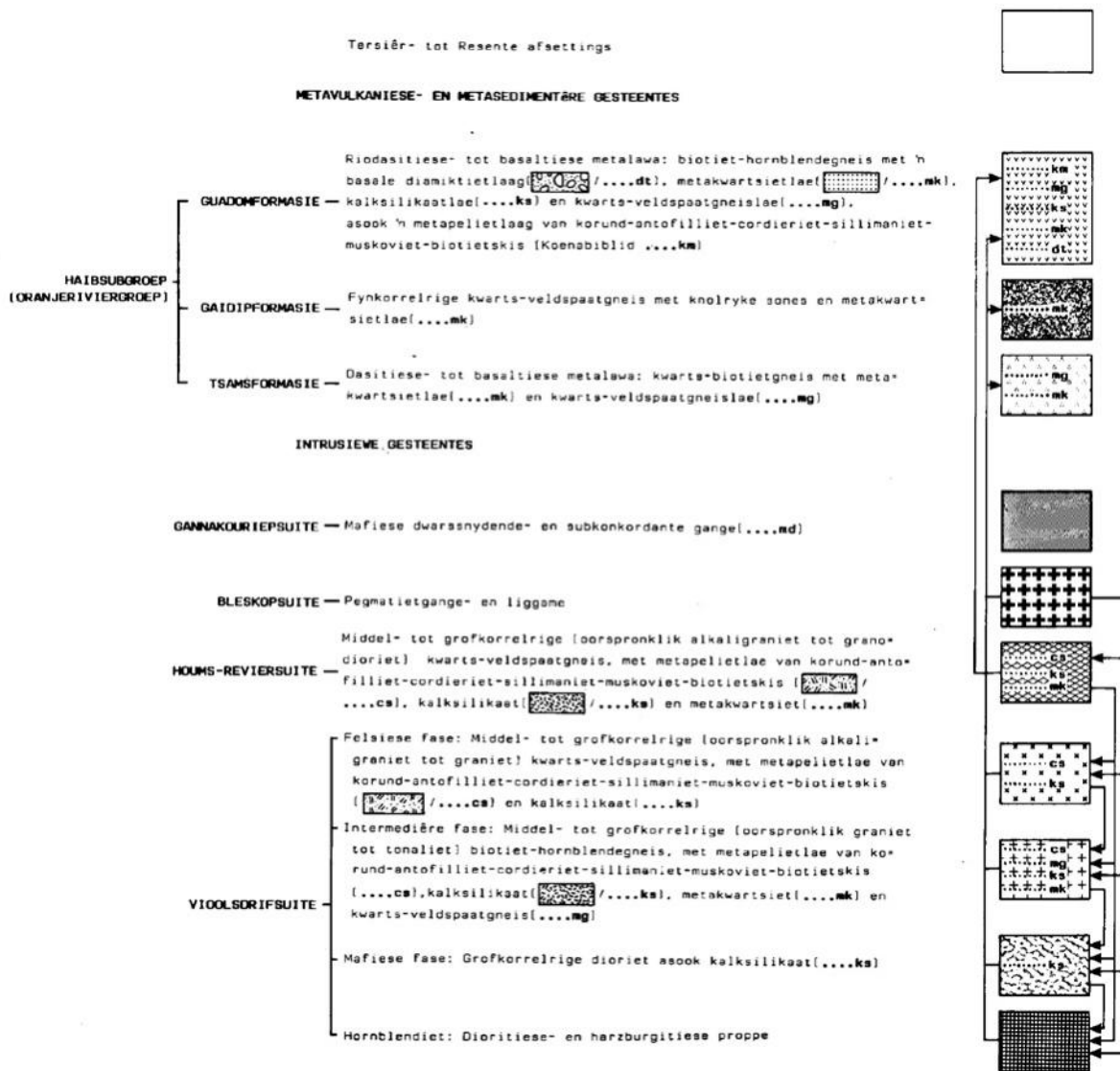
Die metakwartsietlae wat in die kwarts-biotietgneis voorkom, bevat relatief groot hoeveelhede veldspaat, wat saam met die ysteroksiedes 'n ligbruin kleur aan die metakwartsietlae verleen.

#### Kwarts-veldspaatgneis

Die kwarts-veldspaatgneislae is 'n fyn- tot middelkorrelrige gneis met 'n baie lae donkermineraalinhoud, wat 'n baie swak foliasie in die gesteente definieer. Die lae is dun en wissel van 0,5-3 m in dikte.

### 3.1.3 Petrochemie

Die hoofelementchemiese analises, wat met behulp van X-straalfluoressensiespektrometrie bepaal is, is vir vier monsters van die kwartsbiotietgneis beskikbaar. Volgens die kation-ternêre diagram van Jensen (1976) word een monster as a dasiet, twee monsters as



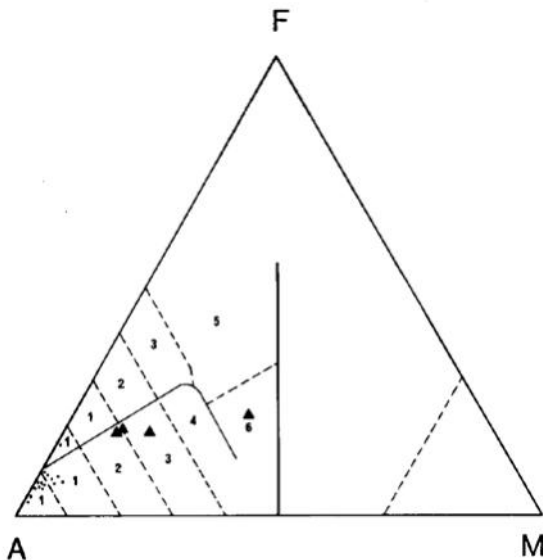


Fig. 3: Jensen kation-ternêre diagram van die Tsamsformasie (▲) en die Gaidipformasie (.) — (1) rioliet, (2) dasiet, (3) andesiet, (4) basalt, (5) hoë-Fe tholeiïtiese basalt en (6) hoë-Mg tholeiïtiese basalt.

andesiet en een monster as tholeiïtiese basalt geklassifiseer (Fig. 3).

### 3.2 Gaidipformasie

Beukes (1973) het die Gaidipformasie as deel van die Houms-Revier-suite (Houms-Revierformasie, Beukes 1973), gekarteer. Blignault *et al.* (1983) onderskei hierdie fynkorrelrige kwarts-veldspaatgneis as deel van die Haibsubgroep.

#### 3.2.1 Voorkoms en verspreiding

Die Gaidipformasie vorm 'n dun, parallel-geplooid stratigrafiese eenheid, wat oos-wes oor die navorsingsgebied strek. Dit lê struktureel tussen die Tsamsformasie aan die onderkant en die Guadomformasie aan die bokant. Die grootste dagsoomoppervlak is op die plaas Gaidip 146.

#### 3.2.2 Petrografie

Die Gaidipformasie is 'n fynkorrelrige kwarts-veldspaatgneis met 'n baie lae donkermineraalinhoud, wat 'n baie swak foliasie aan die gesteente verleen. Knolryke sones word algemeen in die kwarts-veldspaatgneis aangetref. Die knolryke sones, wat 0,5-3 m dik is, bevat minder kwarts en verweer effens negatief. Geen skerp kontak is tussen die verskillende sones waarneembaar nie.

Die knolle wissel van 1-5cm in deursnee, is sferies, skyfvormig of staafvormig en bestaan uit kwarts, sillimaniet, muskoviet en biotiet. Die knolle verweer positief en dit verleen 'n vragtige voorkoms aan die kwarts-veldspaatgneis.

Mikroskopie bestaan die kwarts-veldspaatgneis van

die Gaidipformasie hoofsaaklik uit kwarts, mikroklien en plagioklaas. Ondergeskikte hoeveelhede biotiet, muskoviet en in sommige monsters sillimaniet, word ook aangetref, terwyl sirkoon, apatiet en ertsminerale bykomstig is.

#### 3.2.3 Petrochemie

Hoofelementchemiese analyses is vir 15 monsters van die Gaidipformasie verkry. Volgens die kation-ternêre diagram van Jensen (1976) word al 15 monsters as rioliet geklassifiseer (Fig. 3).

### 3.3 Guadomformasie

Volgens Blignault *et al.* (1983) dagsoom die Guadomformasie vanaf die Kromrivier in die ooste tot by Pella in die weste. In die navorsingsgebied vorm die Guadomformasie 'n gespikkelde biotiet-hornblendegneis. Twee mineralogies verskillende metapelietlae, bestaande hoofsaaklik uit cordieriet-sillimaniet-biotietskis en -gneis, asook korund ± sillimaniet-andalusiet-cordieriet-biotietskis en -gneis, kom tussengelaagd, ongeveer in die middel van die gespikkelde biotiet-hornblendegneis voor. Antofilliet/ gedriet word lokaal verryk in eersgenoemde laag gevind. Hierdiemetapelieteenheid staan as die Koenabiblid bekend en is volgens Blignault *et al.* (1983) ondeurlopend op strekking van oos na wes. Op die plaas Gaidip 146, word 'n basale diamiktietlaag in die Guadomformasie aangetref. Benevens bogenoemde twee lae bevat die Guadomformasie ook bande van kalksilikaat, metakwartsiet en kwarts-veldspaatgneis.

#### 3.3.1 Voorkoms en verspreiding

Die Guadomformasie, wat struktureel aan die bokant van die Gaidipformasie geleë is, vorm 'n dun, parallel-geplooid stratigrafiese eenheid wat oos-wes oor die navorsingsgebied strek. Die grootste dagsoom oppervlak kom op die plase Ramansdrift 135 en Gaidip 146 voor. Net noord van die plaasopstal op Houms-Revier 133, lê ook 'n goed blootgestelde dagsoom van die Guadomformasie.

#### 3.3.2 Petrografie

##### Biotiet -hornblendegneis

Die biotiet-hornblendegneis van die Guadomformasie wat in die navorsingsgebied dagsoom, is 'n gespikkelde, fynkorrelrige gesteente wat petrochemies as riodasitiese- tot andesitiese metalawa bepaal is. Mikroskopie bestaan die gesteente hoofsaaklik uit plagioklass, hornblende en/of biotiet, met of sonder mikroklien en ondergeskikte kwarts. Bykomstige hoeveelhede sirkoon, apatiet, sfeen, epidoot en ertsminerale is algemeen teenwoordig.

## Diamiktiet

Die diamiktiet is 'n matriks-ondersteunende eenheid en vorm 'n diskrete laag van ongeveer 3 m dik. Die matriks van die diamiktiet bestaan uit biotiet-hornblendegneis, terwyl klaste van metakwartsiet, hornblendiet en graniet hierin voorkom. Die klaste wissel in grootte van ongeveer 2 em tot 2 m in deursnee. AI die klaste is ekstreem verleng (Fig. 4).

## Kalksilikaat

Dun kalksilikaatlae (1-10cm) is volop in die biotiet-hornblendegneis van die Guadomformasie. Dit stem baie ooreen met kalksilikaatlae wat in die biotiet-hornblendegneis van die Vioolsdrifsuite aangetref is (sien 4.3.2).

## Metakwartsiet

Enkele dun lagies (ongeveer 0,5 m dik) grofkorrelrige, gryskleurige metakwartsiet is op die plase Ramansdrif 135 en Sandfontein West 148 waargeneem. Die topografie veroorsaak dat die metakwartsietlae in plan dikker vertoon as wat dit werklik is en word ook deur die positiewe verwerking geaksentueer.

Mikroskopies bestaan die metakwartsietlagies uit

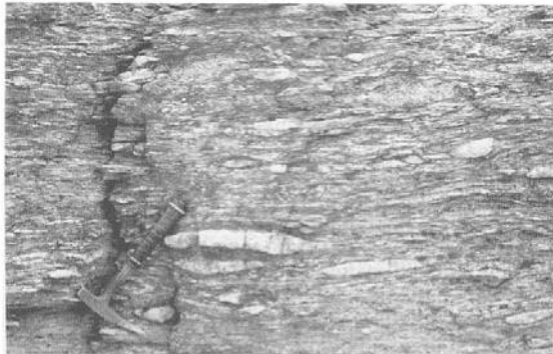


Fig. 4: Die basale diamiktietlaag in die Guadomformasie, Gaidip 146.



Fig. 5: Verlengde, georiënteerde mafiese insluitels in die granodioritiese gneis van die Vioolsdrifsuite, Sandfontein 131.

kwarts, ondergeskikte hoeveelhede mikroklien en plagioklaas en bykomstige biotiet, hornblende, muskoviet, apatiet, sirkoon en ertsminerale.

## Kwarts-veldspaatgneis

Die kwarts-veldspaatgneislae is 'n fyn- tot middelkorrelrige gneis met 'n baie lae donkermineraalinhoud, wat 'n baie swak foliasie in die gesteente definieer. Die lae is dun en wissel van 0,5-3 m in dikte.

## Koenabiblid

Die Koenabiblid is 'n grofkorrelrige metapelieteenheid wat as dun lae (maksimum 3 m dik), ongeveer in die middel van die biotiet-hornblendegneis van die Guadomformasie voorkom en positief as baie opsigtelike donkerbruin rolblokke verweer. Hierdie metapelieteenheid is baie ondergeskik aan die Guadomformasie en is slegs op die plaas Gaidip 146 aangetref, waar dit as 'n donkerbruin, skisagtige gneis voorkom.

Mikroskopies bestaan die een metapelietlaag hoofsaaklik uit biotiet, cordieriet (gedeeltelik gepinitiseerd), sillimaniet en kwarts met of sonder antofilliet/gedriet, terwyl biotiet, cordieriet (gedeeltelik gepinitiseerd), andalusiet asook ondergeskikte sillimaniet en korund die mineralogiese samestelling van die ander metapelietlaag vorm. Waar korund voorkom, is kwarts afwesig en verweer dit saam met andalusiet positief om 'n opvallende, kruisgewys-gerangskikte, naaldagtige tekstuur aan die gesteente te verleen (soortgelyk as Fig. 9). Bykomstige sirkoon, apatiet en ertsminerale is ook waargeneem.

### 3.3.3 Petrochemie

Hoofelementchemiese analises is reeds vir 31 monsters van die biotiet-hornblendegneis verkry. Volgens die  $R_1R_2$ -diagram van De la Roche *et al.* (1980) word sewe monsters as riodasiet, 17 as dasiet, twee as andesiet, vier as andesiet-basalt en een as tholeiïet geklassifiseer (Fig. 6). Volgens die katioon-ternêre diagram van Jensen (1976) word 11 monsters as dasiet, 11 as andesiet, vyf as basalt en vier as tholeiïtiese basalt geklassifiseer (Fig. 7).

## 4. VIOOLSDRIFSUITE

Die Vioolsdrifsuite varieer baie in samestelling van ultramafies tot felsies en is intrusief in die Haibsubgroep van die Oranjeriviergroep. In hierdie ortogneisse kom metapelietlae, bestaande uit cordieriet-sillimaniet  $\pm$  antofilliet-biotietskis en -gneis asook cordieriet-andalusiet  $\pm$  korund-biotietskis en -gneis met enkele bande van kalksilikaat, metakwartsiet en kwarts-veldspaatgneis voor.

Uit die literatuur is dit duidelik dat die Vioolsdrifgraniet-/ortogneis baie groot gedeeltes van die Richtersveld, Boesmanland en die suidelike gedeelte van Suid-

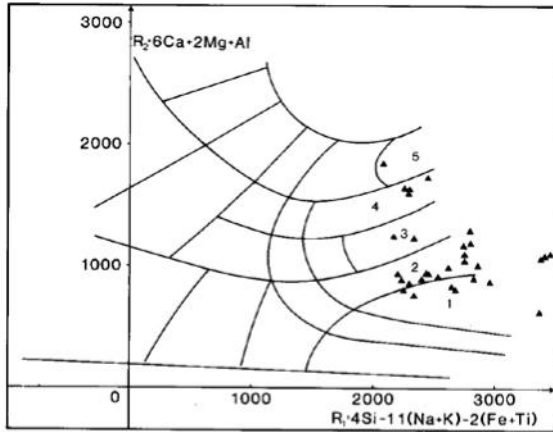


Fig. 6: De la Roche  $R_1R_2$ -diagram van die Guadomformasie (▲) — (1) riodasiet, (2) dasiet, (3) andesiet, (4) andesi-basalt en (5) tholeiïet.

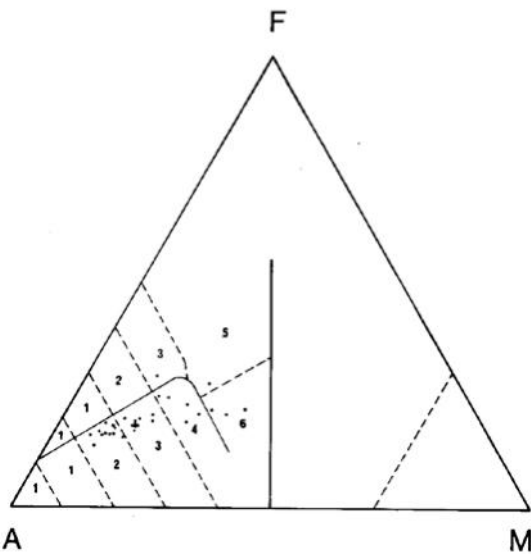


Fig. 7: Jensen kation-ternêre diagram van die Guadomformasie (.) — (1) rioliet, (2) dasiet, (3) andesiet, (4) basalt, (5) hoë-Fe tholeiïtiese basalt en (6) hoë-Mg tholeiïtiese basalt.

wes-Afrika/Namibië beslaan. Beukes (1973) en Beukes en Botha (1975-76) beskryf hierdie gesteentes in suidelike Suidwes-Afrika vanaf die Richtersveldprovinsie in die weste ooswaarts tot op Ramansdrif, waar dit in gesteentes van die Namakwalandse Metamorfe Kompleks geïnkorporeer word en 'n sterk Namakwa strukturele grein ontwikkel. Ritter (1980) het die Violsdriftsuite beskryf in die noordoostelike Richtersveld. Volgens Blignault *et al.* (1983) word die ongefolieerde grani-toïede in die omgewing van Goodhouse/Ramansdrift geleidelik gneisagtig ooswaarts, terwyl dit tot by Klein Pella uitgekarteer is.

Die vier fases van die Violsdriftsuite wat uitgekarteer is, is 'n felsiese fase, 'n intermediêre fase, 'n mafiese fase en die mafiese- tot ultramafiese hornblendiet.

## 4.1 Hornblendiet

### 4.1.1 Voorkoms en verspreiding

Hornblendiet vorm 'n baie ondergeskikte deel van die Violsdriftsuite in die navorsingsgebied. Klein dagsome hiervan kom wyd verspreid as proppe voor wat gewoonlik as opvallend pikswart spitskoppies uitstaan. Die grootste dagsome word in die sentrale dele van die plaas Ramansdrift 135, en die noordelike dele van die plaas Gaidip 146, aangetref.

Dagsome van die hornblendiet is hoogs verweerd en vars monsters is moeilik bekombaar.

### 4.1.2 Petrografie

Makroskopies bestaan die grofkorrelrige, groenswart en ongefolieerde gesteente feitlik uitsluitlik uit radiaal-gerangskikte hornblende. In enkele gevalle is 'n klein persentasie veldspaat ook waarneembaar, terwyl sekondêre epidoot 'n groen skynsel aan die gesteente verleen. Mikroskopies bestaan die hornblendiet hoofsaaklik uit groen hornblende. Bykomstige hoeveelhede epidoot, biotiet, sirkoon, apatiet en ertsminerale kom voor. Klein hoeveelhede plagioklaas en/of mikroklien is as tussenruimte kristalle waargeneem.

In enkele monsters is groot subeivormige kristalle van hipersteen geïdentifiseer, terwyl kwarts in een handmonster teenwoordig is.

### 4.1.3 Petrochemie

Hoofelementchemiese analyses vir sewe monsters is tans beskikbaar en volgens die  $R_1R_2$ -diagram van De la Roche *et al.* (1980) word een van hierdie monsters as dioriet, twee as gabbro-dioriet, een as gabbro-noriet, een as hartzburgiet en twee as pirokseniet geklassifiseer (Fig. 8).

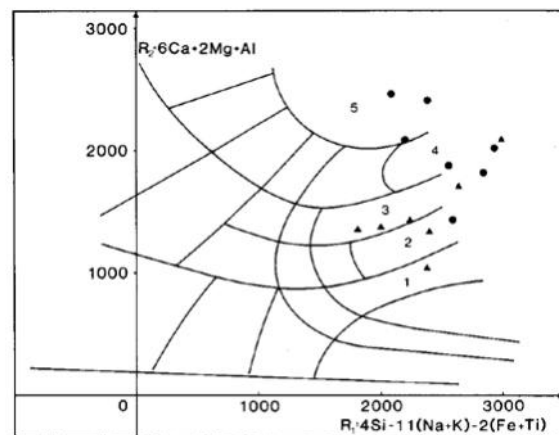


Fig. 8: De la Roche  $R_1R_2$ -diagram van die hornblendiet (●) en die mafiese fase van die Violsdriftsuite (▲) — (1) tonaliet, (2) dioriet, (3) gabbro-dioriet, (4) gabbro-noriet en (5) ultramafiese gesteentes.

## 4.2 Mafiese fase

### 4.2.1 Voorkoms en verspreiding

Alhoewel die mafiese fase van die Vioolsdriftsuite 'n groter dagsoomoppervlak as die hornblendiet in die navorsingsgebied beslaan, vorm dit nog steeds 'n baie ondergeskikte deel van die Vioolsdriftsuite.

Die mafiese fase kom nou-geassosieerd met die hornblendiet op die plase, Ramansdrift 135 en Gaidip 146, asook op die sentrale dele van die plaas Houms-Revier 133 voor. Dagsome van die mafiese fase van die Vioolsdriftsuite is verweerd.

### 4.2.2 Petrografie

Makroskopies bevat die donker, gespikkelde, grofkorrelrige, ongefolieerde mafiese gesteente die minerale hornblende, biotiet, veldspaat en kwarts en word as 'n dioriet gekarteer.

Mikroskopies bestaan die dioriet van die Vioolsdriftsuite hoofsaaklik uit groen hornblende, veldspaat, biotiet en kwarts, terwyl bykomstige hoeveelhede epidoot, sfeen, apatiet, sirkoon en ertsminerale ook waargeneem is.

### 4.2.3 Petrochemie

Die hoofelementchemiese analyses is tans vir sewe monsters beskikbaar. Volgens die  $R_1R_2$ -diagram van De la Roche *et al.* (1980) word vyf van hierdie monsters as a gabbro-dioriet, een as 'n dioriet en een as 'n tonaliet geklassifiseer (Fig. 8).

## 4.3 Intermediêre fase

Die intermediêre fase van die Vioolsdriftsuite is 'n granodioritiese- en 'n tonalitiese biotiet-hornblendegneis. Daar is nie tussen die twee gesteentes in die veld onderskei nie. In hierdie gesteentes kom metapelietlae en -lense bestaande uit cordieriet-sillimaniet  $\pm$  antofiliet-biotietskis en -gneis asook cordieriet-andalusiet  $\pm$  korund-biotietskis en -gneis met enkele bande van kalksilikaat, metakwartsiet en kwarts-veldspaatgneis voor.

### 4.3.1 Voorkoms en verspreiding

Die intermediêre fase van die Vioolsdriftsuite het 'n wye verspreiding en beslaan die grootste dagsoomoppervlak van die Vioolsdriftsuite in die navorsingsgebied. Dagsome van hierdie gesteente toon wolsakverwering.

### 4.3.2 Petrografie

Granodioritiese- en tonalitiese gneis

Die granodioritiese- en tonalitiese biotiet-hornblendegneis van die Vioolsdriftsuite kom as gryskleurige

middel- tot grofkorrelrige, biotiet-hornblendegneis in die navorsingsgebied voor. Die gesteentes besit 'n goed gedefinieerde foliasie as gevolg van die relatief groot persentasie plaat- en naaldvormige donkerminerale. Die pienk- of witkleurige veldspate vorm groot verlengde enkelkristalle of monomineraliese aggregate wat 'n porfiroblastiese tekstuur aan die gesteente verleen.

'n Intens-geskuifskuurde, middelkorrelrige variasie van die biotiet-hornblendegneis word ook aangetref. Hierdie variasie toon 'n groot ooreenkoms met die Guadomformasie en kan slegs as gevolg van die teenwoordigheid van verlengde, georiënteerde, mafiese insluitels daarin onderskei word (Fig. 5).

Mikroskopies bestaan die biotiet-hornblendegneis uit kwarts, mikroklien, plagioklaas, hornblende en/of biotiet, asook bykomstige hoeveelhede sirkoon, apatiet, sfeen en ertsminerale.

Cordieriet-sillimaniet- en cordieriet-andalusiet-biotietskis en -gneis

Hierdie grofkorrelrige metapelietlae en -lense stem mineralogies baie ooreen met die Koenablid van die Guadomformasie. Dit vorm lagies en lense in die biotiet-hornblendegneis, wat wissel van 10 em tot 10m in dikte. Die gesteente is baie ondergeskik aan die biotiet-hornblendegneis en die grootste konsentrasie hiervan kom op die sentrale deel van die plaas Houms-Revier 133, waar dit positief verweer in die vorm van donkerbruin rolblokke, voor. Waar korund voorkom, is kwarts afwesig en verweer dit positief saam met die andalusiet



Fig. 9: Lang alumineuse naalde wat kruisgewys in 'n cordieriet-biotietskis voorkom. Houms-Revier 133.



Fig. 10: Alumineuse knolle in die Houms-Reviërsuite. Houms-Revier 133.

as 'n kruisgewys-gerangskikte, naaldvormige tekstuur wat in Fig. 9 waarneembaar is.

Mikroskopies bestaan die een metapelietaalag uit biotiet, gepinitiseerde cordieriet, kwarts, sillimaniet met of sonder antofilliet/gedriet, terwyl die ander metapelietaalag hoofsaaklik biotiet, gepinitiseerde cordieriet, andalusiet met of sonder sillimaniet en korund bevat. Bykomstige sirkoon, apatiet en ertsminerale is ook waargeneem.

#### Kalksilikaat

Die kalksilikaatlae en -lense wat in die biotiet-hornblendegneis voorkom, verweer positief en besit gewoonlik 'n donkerbruin tot pikswart woestynverniss. Die kalksilikaatgesteente is baie ondergeskik aan die biotiet-hornblendegneis en het 'n wye verspreiding. Op die sandvlakte van die plaas Gaobis 138 word 'n groot aantal kalksilikaatkoppies aangetref. Die kleur van 'n vars monster wissel van grysgroen tot wit, afhangende van die hoeveelheid ferromagnesiese minerale en die korrelgrootte van die gesteente.

Mikroskopies bestaan die kalksilikaatgesteente hoofsaaklik uit kwarts, plagioklaas, hornblende-porfiroblaste en epidoot. In enkele handmonsters is mikroklien en biotiet aangetref, terwyl bykomstige hoeveelhede sfeen, apatiet, sirkoon en ertsminerale ook voorkom.

#### Metakwartsiet

Slegs enkele dun lagies gryswit, grofkorrelrige metakwartsiet is waargeneem wat prominent positief verweer.

Mikroskopies bestaan die metakwartsietlagies hoofsaaklik uit kwarts, ondergeskikte mikroklien en plagioklaas met bykomstige hoeveelhede biotiet, hornblende, muskoviet, apatiet, sirkoon en ertsminerale.

#### Kwarts-veldspaatgneis

Die kwarts-veldspaatgneislae is 'n fyn- tot middelkorrelrige gneis met 'n baie lae donkermineraalinhoud, wat 'n baie swak foliasie in die gesteente definieer. Die lae is dun en wissel van 0,5-3 m in dikte.

#### 4.3.3 Petrochemie

Die hoofelementchemie vir 28 monsters van die biotiet-hornblendegneis is reeds beskikbaar en word op 'n  $R_1R_2$ -diagram van De la Roche *et al.* (1980) gestip. Hierop is vier monsters as 'n graniet, 18 as granodioriet, vyf as tonaliet en een as dioriet geklassifiseer (Fig. 11).

#### 4.4 Felsiese fase

Die felsiese fase van die Vioolsdriftsuite vorm 'n middel- tot grofkorrelrige, leukokratiese kwarts-veldspaatortogneis. Dit vorm die jongste intrusiewe fase van die Vioolsdriftsuite en besit 'n ouderdom van  $1\ 835 \pm 35$  miljoen jaar (Reid, 1977). In hierdie gesteentes kom ook metapelietaalae en -lense van korund-antofilliet-cordieriet-sillimaniet-muskoviet-biotietskis en -gneis en kalksilikaat voor.

#### 4.4.1 Voorkoms en verspreiding

Die felsiese fase van die Vioolsdriftsuite is die fase wat die tweede grootste dagsoomverspreiding van die Vioolsdriftsuite in die navorsingsgebied besit. Dit kom hoofsaaklik op die plaas Ramansdrift 135 voor, met enkele dagsome op die plaas Gaidip 146.

Dagsome van die felsiese fase van die Vioolsdriftsuite is verweerd en vars hand monsters is redelik moeilik bekombaar.

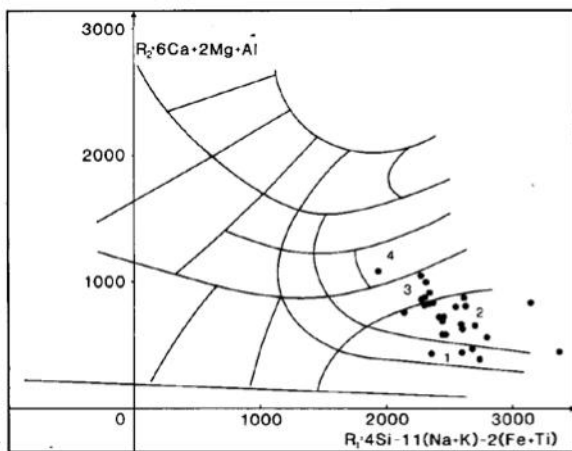


Fig. 11: De la Roche  $R_1R_2$ -diagram van die intermediêre fase van die Vioolsdriftsuite (●) — (1) graniet, (2) granodioriet, (3) tonaliet en (4) dioriet.

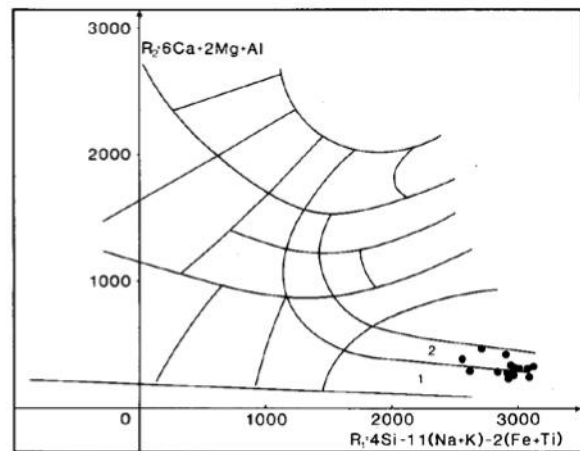


Fig. 12: De la Roche  $R_1R_2$ -diagram van die felsiese fase van die Vioolsdriftsuite (●) — (1) alkaligraniet en (2) graniet.

#### 4.4.2 Petrografie

##### Alkali-granitiese tot granitiese ortogneis

Die alkali-granitiese en granitiese ortogneis van die Vioolsdrifsuite is 'n middel- tot grofkorrelrige, leukokratiese kwarts-veldspaatgneis met 'n klein donkermineraalinhoud. Die gesteente besit 'n swak foliasie, wat deur die klein hoeveelheid plaat- en naaldvormige donkerminerale gedefinieer word.

Mikroskopies bestaan hierdie gneis van die Vioolsdrifsuite hoofsaaklik uit kwarts, mikroklien en plagioklaas. Klein hoeveelhede muskoviet en in enkele gevalle biotiet en/of hornblende is ook waargeneem terwyl apatiet, sirkoon en ertsminerale bykomstig is.

##### Cordieriet-sillimaniet-biotietskis en -gneis

'n Enkele metapelietlaag wat ooreenstem met die Koenablid van die Guadomformasie is ten noorde van die murasie op die plaas Ramansdrift 135, in die felsiese fase van die Vioolsdrifsuite aangetref. Dit kom as 'n dun gneisagtige skis in die kwarts-veldspaatgneis voor.

Mikroskopies bestaan hierdie metapelietlaag uit biotiet, sillimaniet, gepinitiseerde cordieriet en kwarts. Bykomstige hoeveelhede apatiet, sirkoon en ertsminerale is ook waargeneem terwyl muskoviet sekonder aan biotiet is.

##### Kalksilikaat

Slegs enkele, baie klein dagsome van kalksilikaatlae is teenwoordig in die leukokratiese kwartsveldspaatgneis van die Vioolsdrifsuite. Dit stem mineralogies en tekstureel ooreen met die kalksilikaatlae wat in die biotiet-hornblendegneis van die Vioolsdrifsuite waargeneem is (sien 4.3.2).

#### 4.4.3 Petrochemie

Die hoofelementchemie vir 14 monsters van die kwartsveldspaatortogneis is reeds beskikbaar. Volgens die  $R_1R_2$ -diagram van De la Roche *et al.* (1980) word ses monsters as alkaligraniet en agt as graniet geklassifiseer (Fig. 12).

### 5. HOUMS-REVIERSUITE

Die Houms-Reviersuite is 'n betreklik homogene, leukokratiese kwarts-veldspaatortogneis met 'n kenmerkende rooibruin verwering. In hierdie gesteente kom metapelietlae en -lense, mineralogies soortgelyk aan die Koenablid van die Guadomformasie asook kalksilikaat en metakwartsiet voor.

Volgens Beukes (1973) onderle hierdie tipe kwartsveldspaatgneis groot gedeeltes van Namakwaland, Boesmanland, Noordwes-Kaapland en die suidelike

gedeeltes van Suidwes-Afrika/Namibië en is die term 'pienkgneis' meestal vir hierdie tipe gesteente gebruik. Ander terme wat deur verskillende auteurs gebruik is, is 'leptiet', 'leptiniet', 'aplogneis' en 'rooigraniet'. SACS (1980) het al hierdie ongedifferensieerde 'pienkgnisse' die Hoogoorsuite genoem. In die navorsingsgebied is hierdie homogene, leukokratiese, kwartsveldspaat-ortogneis die Houms-Reviersuite genoem, aangesien die kenmerkende gesteentetipe van hierdie stratigrafiese eenheid op die plaas Houms-Revier 133, ontwikkel is. Beukes (1973) het am dieselfde rede hierdie gesteentetipe die Houms-Revier-formasie genoem.

#### 5.1 Voorkoms en verspreiding

Die Houms-Reviersuite is die stratigrafiese eenheid wat die grootste dagsoomoppervlak van die navorsingsgebied beslaan, naamlik ongeveer 40 persent. Dié geologiese eenheid is die beste ontwikkel op die plaas Houms-Revier 133, terwyl goeie dagsome ook op Sandfontein West 148 en Gaidip 146, voorkom. Prominente naatrigtings, wat ook duidelik op lugfoto's sigbaar is, is in hierdie gesteente in die dagsoomgebied van bogenoemde twee plase ontwikkel. Dagsome van die Houms-Reviersuite is hoogs verweerd wat die versameling van vars monsters baie bemoeilik.

#### 5.2 Petrografie

##### Alkali-granitiese- tot granitiese ortogneis

Die alkali-granitiese- tot granitiese ortogneis van die Houms-Reviersuite kom as 'n middel- tot grofkorrelrige, betreklik homogene, leukokratiese kwarts-veldspaatortogneis in die navorsingsgebied voor. Dit besit 'n donkermineraalinhoud van minder as een persent. Die gesteente besit 'n swak gedefinieerde foliasie as gevolg van die klein persentasie plaat- en naaldvormige donkerminerale.

In enkele dagsome gradeer die kwarts-veldspaatgneis oor in 'n swak-ontwikkelde porfiroblastiese variasie. Hierdie variasie is veral waarneembaar waar die gesteente 'n groter biotietinhoud besit. Die veldspate in die kwartsveldspaatgneis is hoofsaaklik pienkkleurig, terwyl groen mikroklien (amasoniet) in een handmonster (BCA 089) waargeneem is.

Die kwarts-veldspaatgneis bevat dikwels tussenge-laagde metapelietlae wat veroorsaak dat die omliggende felsiese gnisse 'n baie groter persentasie biotiet as normaalweg bevat, asook volop knolle. Hierdie knolle wissel van 1-10cm in deursnee, is sferies, skyfvormig of staafvormig en bestaan uit kwarts, sillimaniet, cordieriet, muskoviet en/of biotiet. Die alumineuse knolle verweer positief, wat 'n vratagtige voorkoms aan die kwarts-veldspaatgneis verleen (Fig. 10).

Mikroskopies bestaan die kwarts-veldspaatgneis van die Houms-Reviersuite hoofsaaklik uit kwarts, mikroklien en plagioklaas, asook bykomstige hoeveelhede sirk-



oon, apatiet en ertsminerale. In enkele monsters is klein hoeveelhede granaat, sillimaniet, muskoviet en sfeen waargeneem.

#### Cordieriet-sillimaniet-biotietskis en -gneis

Hierdie tussengelaagde, grofkorrelrige metapelietlae en -lense, wat as ruwe donkerbruin rolblokke verweer, stem mineralogies en tekstureel baie ooreen met die Koenablid van die Guadomformasie. Dit kom as skisagtige gneislae en -lense van variërende dikte (10 cm tot 10m) in die kwartsveldspaatgneis voor. Alhoewel dit baie ondergeskik aan die felsiese gneis is, het dit 'n baie wye verspreiding. Die grootste konsentrasie hiervan is op die plaas Houms-Revier 133 waargeneem.

Mikroskopies bestaan hierdie gesteente hoofsaaklik uit biotiet, sillimaniet, gepinitiseerde cordieriet en kwarts. Bykomstige sirkoon, apatiet en ertsminerale asook sekondêre muskoviet na biotiet is ook teenwoordig.

#### Kalksilikaat

Die kalksilikaatlae en -lense wat in die kwartsveldspaatgneis voorkom, is gewoonlik met donkerbruin tot swart woestynverniss bedek en staan as alleenstaande koppies op die sandbedekte vlaktes uit. Die kalksilikaatgesteentes is baie ondergeskik aan die kwartsveldspaatgneis en het daarby 'n baie wye verspreiding. Die kleur van 'n vars gesteentemonster wissel van grys-groen tot wit, afhangende van die hoeveelheid ferromagnesiese minerale en die korrelgrootte daarvan.

Mikroskopies bestaan die kalksilikaatgesteentes uit kwarts, plagioklaas, hornblende-porfiroblaste en epidoot. In enkele monsters is mikroklien en biotiet ook aangetref, terwyl bykomstige sfeen, apatiet, sirkoon en ertsminerale waargeneem is.

#### Metakwarsiet

Enkele dun lagies grofkorrelrige, grys-wit metakwarsiet kom in die kwartsveldspaatgneis van die Houms-Reviersuite voor. Mikroskopies bestaan die metakwarsietlagies hoofsaaklik uit kwarts, ondergeskikte mikroklien en plagioklaas en bykomstige hoeveelhede biotiet, hornblende, muskoviet, apatiet, sirkoon en ertsminerale. Antofilliet is in 'n grys kwarsiet wat met 'n rooibrui oksiedlagie bedek is, op die plaas Gaidip 146 aangetref.

### 5.3 Petrochemie

Die hoofelementchemie vir twintig kwartsveldspaatgneis-monsters van die Houms-Reviersuite is tans beskikbaar.

Volgens die  $R_1R_2$ -diagram van De la Roche *et al.* (1980) word agt monsters as graniet en 12 monsters as alkaligraniet geklassifiseer (Fig. 13).

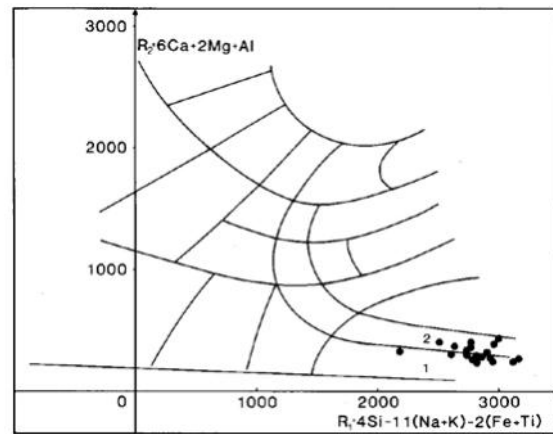


Fig. 13: De la Roche  $R_1R_2$ -diagram van die Houms-Reviersuite (●) — (1) alkaligraniet en (2) graniet.

## 6. TERSIËRE- TOT RESENTE AFSETTINGS

Groot gedeeltes van die navorsingsgebied is met oppervlakafsettings bedek. Hierdie afsettings kom veral op die plaas Gaobis 138, asook weerskante van die Oranjerivier en sy hoofakriviere voor. Die oppervlakafsettings sluit alluvium en waaisand, ouer sand, oppervlakkruis, kalkkreet en taluspuin in en wissel waarskynlik in ouderdom vanaf Tersiër tot Resent.

## 7. STRUKTURGEOLOGIE

Volgens Beukes (1973) het die gesteentes orogeneses van groot intensiteit beleef, wat aanleiding tot intensiewe tektoniese vervorming gegee het. Die gekompliseerdheid van die vervorming word verder verhoog deur die indringing van anatektiese graniete tydens verskillende stadia in die vervormingsgeskiedenis.

Twee fases van plooiing is in die navorsingsgebied waargeneem. Die eerste fase van plooiing is plooiing waarvan die plooi-asse, ongeveer parallel aan mekaar, in 'n noordoostelike rigting duik. Hierdie oriëntasie veroorsaak dat die parallelle plooiing as W-plooiing in plan waargeneem word. Die tweede fase van plooiing is moeiliker waarneembaar. Dit is groot oopvlooiing, waarvan die plooi-asse feitlik horisontaal is. Die strekking van hierdie plooiing is ongeveer noordwes-suidoos.

Volgens Beukes (1973) is  $F_1$ -plooiing in die navorsingsgebied vernietig. Bogenoemde twee fases van plooiing is dus  $F_2$  en  $F_3$ .

Jong skuifskure met drie verskillende strekkingsrigtings is verder in die navorsingsgebied waargeneem. Hierdie strekkingsrigtings is ongeveer noordoos-suidwes, wes-noordwes en noord-suid. As gevolg van die afwesigheid van merkerlae kon geen beweging egter op hierdie skuifskure waargeneem word nie.

## 8. GEVOLGTREKKINGS

Die huidige studie toon onteenseglik dat die Guadom-

formasie wel geneties verwant aan die Haibsubgroep is en dat sy stratigrafiese voortsetting ooswaarts ten minste tot by die Homrivier gevolg kan word. Of dit wel verder ooswaarts in Suidwes-Afrika dagsoom, sal slegs 'n verdere detailondersoek kan beantwoord.

Verder het die ondersoek getoon dat gesteentes van die Vioolsdrifsuite verder ooswaarts dagsoom as wat aanvanklik gepostuleer is. Die intense vervorming van die Vioolsdrifsuite deur die Namakwa-tektonisme mag moontlik hierdie vroeere miskenning verklaar.

#### 9. LITERATUURVERWYSINGS

- Beukes, G.J. 1973. 'n Geologiese ondersoek van die gebied suid van Warmbad, Suidwes-Afrika, met spesiale verwysing na die metamorf-magmatiese assosiasie van die Voorkambriese gesteentes. D.Sc. verhandeling (ongepubl.), Univ. Oranje-Vrystaat, Bloemfontein, 333 pp.
- Beukes, G.J. en Botha, B.J.V. 1975-76. Vioolsdrifgraniet van die Provinsie Richtersveld, gebied Warmbad, Suidwes-Afrika. *Ann. geol. Opn. S. Afr.*, **11**, 163-178.
- Blignault, H.J. 1977. Structural-Metamorphic imprint on part of the Namaqua Mobile Belt in South West Africa. *Bull. Precamb. Res. Unit, Univ. Cape Town*, **23**, 197 pp.
- Blignault, H.J., Van Aswegen, G., Van der Merwe, S.W. en Colliston, W.P. 1983. The Namaqua geotraverse and environs: part of the Namaqua mobile belt, 1-29. In: Botha, B.J.V. (Ed.), *Namaqualand Metamorphic Complex*. Geol. Soc. S. Afr. Spec. Publ., **10**, 198 pp.
- De la Roche, H., Letterrier, J., Grandclaude, P. en Marchal, M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using  $R_1R_2$ -diagrams and major element analyses - its relationship with current nomenclature. *Chem. Geol.*, **29**, 183-210.
- Jensen, L.S. 1976. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. *Ontario Div. Mines, MP* **66**, 22 pp.
- Reid, D.L. 1977. Geochemistry of Precambrian Igneous Rocks in the lower Orange River Region. *Bull. Precamb. Res. Unit, Univ. Cape Town*, **22**, 397 pp.
- Ritter, U. 1980. The Precambrian Evolution of the Eastern Richtersveld. *Bull. Precamb. Res. Unit, Univ. Cape Town*, **26**, 276 pp.
- South African Committee for Stratigraphy (SACS) 1980. Hoogoor Suite, 305-306. In: Kent, L.E. (Comp.), *South African Committee for Stratigraphy (SACS). Stratigraphy of South Africa. Part 1. Lithostratigraphy of the Republic of South Africa, South West Africa/Namibia, and the Republics of Bophuthatswana, Transkei and Venda*. Handb. geol. Surv. S. Afr., **8**, 690 pp.

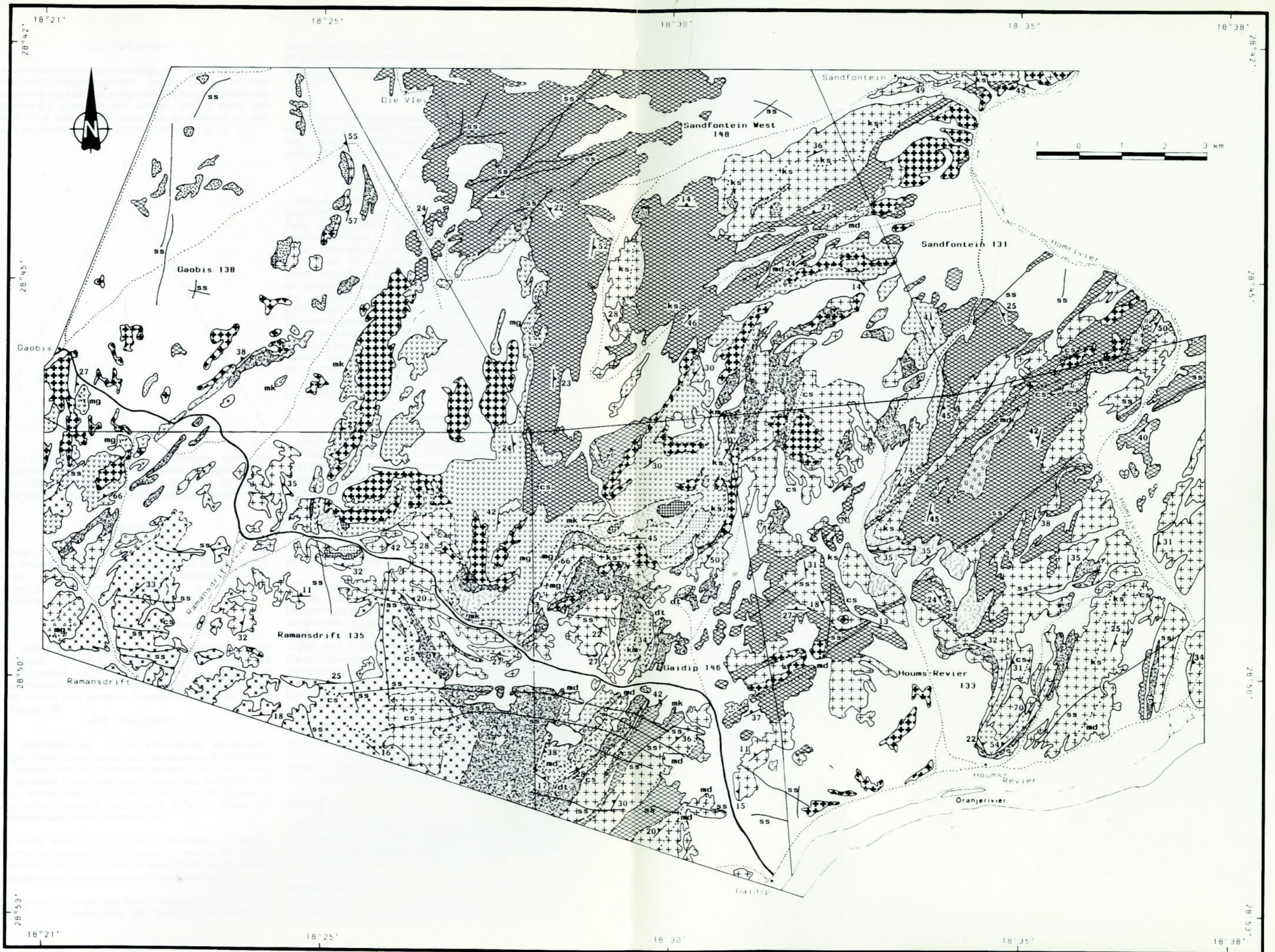


Fig. 2: Vereenvoudigde geologie van 'n gedeelte van die Namakwalandse Metamorfiese Kompleks langs die Oranjerivier, tussen die Ramansdrif- en Homriviere, in suidelike Suidwes-Afrika/Namibië.