

Cet article est tiré de

L'ÉRABLE



revue trimestrielle de la
Société royale
Cercles des Naturalistes
de Belgique asbl



Conditions d'abonnement sur
www.cercles-naturalistes.be

L'adaptation, une merveille de la nature.

Des exemples de Namibie

Robert O. Fourneau*

Dans toutes les régions de la Terre, le Monde Vivant s'est adapté à la nature des roches, aux formes de relief, aux conditions climatiques, tous éléments variables au fil du temps. Parmi ces adaptations, la Namibie et ses déserts plus particulièrement, en offrent de beaux exemples.

Le plus spectaculaire de tous est incontestablement cette plante extraordinaire qu'est la *Welwitschia mirabilis* (gnetales, gymnospermes), découverte en 1860 par le botaniste autrichien Welwitsch depuis l'Angola jusqu'au Namib. Elle est d'ailleurs prise comme emblème du pays actuel; elle peut vivre jusqu'à 1 000, voire 2 000 ans, pousse, en solitaire à partir d'une tige grosse et courte d'aspect tubéreux d'où partent deux petites feuilles ciréuses rubanées qui se subdivisent toujours en deux aux extrémités en se consumant et s'effilant, en partie aussi sous l'effet du vent. Ces feuilles peuvent pousser de 150 mètres sur 1 000 ans d'existence. Celles des plus grandes plantes atteignent en longueur 6 m, tout en séchant, s'enroulant, se recroquevillant et ressemblant à un tas de haillons, en largeur, 2 m et plus de 3 m de circonférence, le centre devenant finalement du bois dur en forme de vasque. Grâce à des feuilles coriaces à leurs extrémités et contrairement aux autres plantes grasses, cactées ou plante-caillou comme les *Lithops*, la *Welwitschia* parvient à survivre grâce à plusieurs sortes de racines, des latérales superficielles qui, comme les millions de pores des feuilles, captent la rosée matinale, une grosse pivotante du genre carotte atteignant trois mètres et de très fines qui pénètrent jusqu'à la base de l'arène de décomposition granitique, épaisse d'une vingtaine de mètres, où se trouve une nappe aquifère. Cette plante appelée souvent « fossile vivant » car unique espèce restée de la famille, se reproduit en plus d'une façon originale: les « fleurs » femelles poussent leurs ovules loin des ovaires, en haut d'une hampe conique tubulaire où ils se fixent dans une substance adhésive en attendant le pollen apporté des « fleurs » mâles par des insectes, souvent des *Probergrothus sexpunctatus* rouge orangé. À la moindre petite précipitation, les graines se développent en trois semaines mais il faut 25 ans pour qu'apparaisse la première fleur. C'est bien une plante exceptionnelle par ces particularités mais sans esthétique aucune.



Welwitschia mirabilis

* Docteur en géographie, administrateur des CNB. Rue Barbieux 133 - 6031 Monceau-sur-Sambre



Une autre plante exceptionnelle est le Kokerboom, l'« arbre à carquois » des Bushmen car ils en faisaient cette utilisation étant donné la facilité d'en évider les parties internes filandreuses ; ils y plaçaient leurs flèches empoisonnées à partir de larves d'insectes. Ce n'est effectivement pas un arbre mais une plante qui peut atteindre 8 à 10 mètres de hauteur pour un tronc blanchâtre et ultraléger, l'*Aloe dichotoma*, supportant une houppe de branches se divisant chaque fois en deux parties, avec de petites feuilles grasses et, sur les vieux arbres, de temps en temps, une hampe florale d'un demi-mètre. Tout en étant résistante aux gels nocturnes, elle affectionne particulièrement ces collines, appelées souvent « kopjes », constituées de roches noires essentiellement doléritiques (roche de type basalte), érodées en boules entières ou éclatées, qui retiennent le rayonnement solaire jusqu'à 38° et autour desquelles ses racines s'enlacent comme les bras d'une pieuvre sur sa proie.



S'ils ne sont pas typiquement endémiques, deux autres espèces d'arbres sont cependant bien adaptées aux conditions de sol et de climat de la région. Sur d'autres « kopjes », collines résiduelles de calcaires dolomitiques à stromatolites lamellaires (dépôts réalisés par des colonies alguaires très primitives), à Halali par exemple, au pied et sur les flancs de collines à sol absolument inculte pour d'autres arbres, se dispose une « forêt » - parc de *Moringa oleifera*, arbre ressemblant à un petit baobab par son allure à extrémités inversées, puisque son « feuillage » ressemble à des racines. Bien que sans doute originaire de l'Inde, une légende locale l'explique comme un oubli de Dieu lorsqu'il apporta les plantes sur la Terre et pour réparer cet oubli, il l'aurait lancé de très haut en remontant dans l'espace et le Moringa serait tombé la tête en bas et les pieds en l'air en se fichant ainsi dans le sol. Mais pour compenser cette allure ridicule, cet arbre de 4 à 5 m de haut, de la famille des oléagineux, proche des résédas, à fleurs rouges ou blanches en grappes paniculées, parvient à fournir, non seulement une huile douce, très utile aux hommes pour la cuisine, le carburant de lampes et maintenant l'industrie cosmétique, mais aussi des feuilles riches en protéines, vitamines, fer et calcium et surtout capables d'éliminer des bactéries, ce qui une fois généralisée sa culture, deviendrait le meilleur moyen de potabiliser les eaux tropicales insalubres.



L'autre arbre-miracle de ces régions est une des nombreuses variétés d'acacias qui parvient à pousser en infiltrant des racines à 40 m de profondeur et étalées sur dix mètres de diamètre au niveau de la nappe aquifère, au bas de sols sablonneux épais tandis que le peu d'eau proche de la surface ne permet qu'au « bush » (steppe de buissons espacés), de survivre à des distances métriques l'un de l'autre. L'*Acacia erioloba*, ainsi appelé en fonction de ses cosses grisâtres en forme de lobe d'oreille, très riche en

Kokerboom (arbre à carquois) sur Kopje de dolérite en boules.

graisses et protéines, nourriture principale des oryx et autres antilopes est un arbre atteignant souvent la quinzaine de mètres, hauteur favorable aux girafes qui broutent son feuillage de couleur vert-bleu, émaillé dès le début du printemps austral de petites fleurs jaunes en boules d'un centimètre et au parfum sucré, et ce malgré des épines blanchâtres acérées de 5 cm de long, d'où le nom plus souvent employé de « camelthorn », la girafe étant un camélidé. Son bois très foncé, très dur a été largement utilisé par la population autochtone, les Bushmen pour de nombreux fabricats, bois de feu et de construction. La sève nourrit aussi des petits animaux comme les galagos ou les rats des arbres. L'acacia peut vivre plusieurs dizaines d'années mais s'écrouler aussi sous le poids des nids accumulés de colonies de tisserins qui lui donnent des allures de lampadaires. De plus, lorsque la faune prédatrice devient trop exigeante en cas de sécheresse, il existe une prévention mutuelle par émission de parfum et augmentation de toxicité du feuillage, mortelle pour les prédateurs. Enfin, il a toujours servi de refuge élevé et ombragé par une cime parasol, pour beaucoup d'animaux et pour des peuples autochtones préhistoriques ou récents.



Acacia erioloba avec nids de tisserins.

À l'autre extrémité de la vie végétale, un autre cas d'adaptation au sol et au climat est remarquable. La platitude de la bande littorale sans dunes, faite de sables et de sel, au nord de Swakopmund, sur la « Côte des Squelettes » (...de baleines et de bateaux échoués depuis des siècles), est le domaine de 90 sortes de lichens, dont les lichens noirs en grains et le champ de lichens rouges, les *Tripsochistes hereroensis* très rares, très protégés et très difficiles à cerner car leur croissance est très lente et leur multiplication très variée, formés cependant normalement par la symbiose de champignons et d'algues, ce qui les fait parfois comparer aux coraux des premiers âges de la Terre. Leur grande particularité locale est leur changement de coloration : de rouges et racornis, ils deviennent verts en gonflant et en se déroulant pendant quelques heures par jour dès que l'humidité apportée par le brouillard matinal est suffisante. D'autres utilisent également ce brouillard comme les *Teloschistes capensis*, *Xanthoparmelia*, *Xanthomaculina*... Dans le règne animal, l'adaptation est aussi spectaculaire chez les insectes que chez les éléphants. Chez les premiers, on s'enfouit dans le sol le jour et à l'aube on va en haut de la dune capter la rosée sous son corps en s'orientant à la brise de mer humide et en se dressant au maximum sur ses pattes comme c'est le cas par exemple du *Gladiator*, du coléoptère *Onymacris unguicularis* ou par tranchée creusée sous le corps comme le fait le *Lepidochora discoidalis*.

Les gangas, voisins des pigeons, font des dizaines de kilomètres pour ramener un peu d'eau dans les plumes de leur poitrail pour abreuver leur progéniture qu'ils élèvent dans les creux laissés à même le sol par le passage des gros mammifères.

Parmi les carnassiers, l'hyène brune est surprenante, car elle se nourrit de fruits et de légumes. Elle fait, en effet son ordinaire de melons Tsama et de concombres Nara, contenant, jusqu'à 90 % d'eau, mais aussi des éléments énergétiques suffisants si elle en mange une vingtaine par nuit.

Quant aux grands éléphants d'Afrique de trois mètres et six tonnes, il est à première vue inimaginable de les trouver au désert et pourtant leur adaptation est totale. Ces pachydermes ont la mémoire des endroits à creuser pour trouver les nappes aquifères, parcourent comme les rhinocéros, des longs kilométrages journaliers pour préserver la repousse végétale et limitent les naissances, par une plus longue gestation. Enfin, cas unique, des chevaux abandonnés par les Allemands à leur départ de leur ancienne colonie, ont survécu et se sont adaptés en moins de cent ans à vivre sauvagement dans le désert en parvenant à ne s'abreuver que tous les cinq jours.

Ces exemples d'endémisme et d'adaptation pourraient être multipliés dans cette région du monde mais elle fournit en plus les traces nombreuses des premières époques de la Terre et de la naissance de la vie qui y est associée. Tel est le cas dans les bancs géologiques âgés de 540 Ma (mil-

lions d'années), apparaissant au fond des gorges de la Fish River où l'on trouve les traces de stromatolites, *Ediacara fauna* dont *Namacalatus*.

À Halali aussi, les dolomites sont interstratifiées de stromatolites lamellaires et dans les terrains calcaro-dolomitiques des cratons (les premières masses continentales émergées dans l'histoire de la Terre) et de leurs couvertures de sédiments plus récents, on trouve des « récifs » de stromatolites en cylindres ou en strates subhorizontales légèrement ondulées; datés de 3,5 Ga (milliards d'années) ce sont des dépôts de calcaire produit en surplus par les masses d'algues bleues et vertes qui vivaient proches des côtes – comme les récifs à coraux plus récents ou actuels – et qui rejetaient de l'oxygène, celui qui transforma l'atmosphère primitive de la Terre en participant avec le rayonnement UV à l'épaississement de couche d'ozone protectrice, une de ces périodes à grands bouleversements climatiques que subit notre planète mais les espèces si bien adaptées actuellement survivront-elles aux prochains mondialement annoncés !

Pour mieux comprendre cet endémisme, quelques notions de géomorphologie de la

NAMIBIE

La Namibie s'étend sur 824 000 km² (soit 27 fois la Belgique) en Afrique méridionale mais en s'étirant sur 2 000 km du nord au sud. C'est un pays situé entre les fleuves Orange au sud et Kunene au nord, d'une hyperaridité due au passage d'un courant marin côtier froid, le courant dit de Benguela qui se déplace à une vitesse de 20 mètres par seconde et qui génère de l'air froid poussé sous l'air chaud tropical jusqu'à 30 km à l'intérieur des terres ce qui provoque jusqu'à 500 mètres d'altitude, une inversion thermique à charge de stratus; une remontée des eaux froides par divergence des eaux superficielles ou upwelling les rend de ce fait très riches en phytoplancton, selon la loi de Eckman, ce qui a pour conséquence l'existence de nombreux bancs de poissons, de leurs prédateurs naturels : baleines, otaries, oiseaux et leur guano sur les îlots côtiers, mais aussi de pêcheries importantes, aujourd'hui cependant en surexploitation et soumises à des quotas, ce qui entraîne l'immobilisation, voire l'abandon de nombreux bateaux dans le port de Walvis Bay (la baie des baleines).

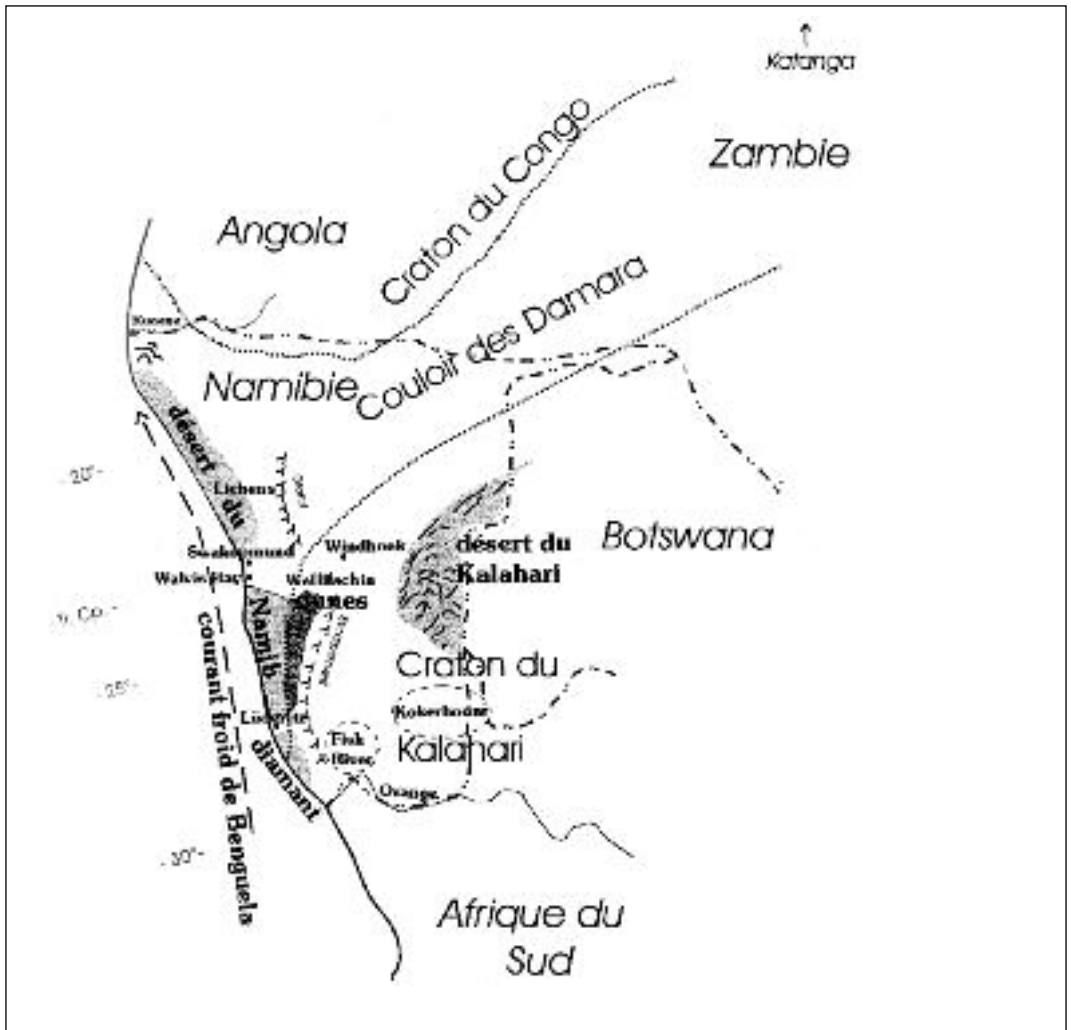
La station de Walvis Bay sur le tropique du Capricorne enregistre des eaux à 12-17°, ce qui rafraîchit la zone côtière, mais dès que l'on pénètre à l'intérieur des terres, les températures sont celles des tropiques désertiques avec 40° le jour et 0° la nuit. Le vent est aussi très fréquent et d'orientation très changeante.

À Swakopmund, il ne tombe que 18 mm de pluie par an, mais il existe une humidité dite de « contrebande » de 50 mm/an due aux rosées et aux brouillards de contact courant froid-air humide de l'Atlantique, disparaissant en fin de matinée et qui ont un rôle organique important pour de nombreuses plantes endémiques et une faune aussi particulière que variée car très adaptée à ces mauvaises conditions climatiques (insectes, reptiles, lions, éléphants du désert).

Le désert côtier qui résulte de cette situation, le Namib, dont le nom signifie en langue Nama, « terre où il n'y a plus rien », s'étire du nord au sud sur 270 000 km² et daterait du Crétacé (fin du Secondaire) selon Koch mais plus sûrement de l'Oligocène moyen (milieu du Tertiaire), réalisé en trois étapes entre 15 et 5 Ma après l'éclatement de Gondwana et le déplacement de l'Antarctique qui aurait permis une circulation d'eau donnant naissance au courant de Benguela. Il s'est encore plus étendu sous le climat plus sec et universellement plus froid de la dernière glaciation (Terre à 5° de moins partout). Il diminue un peu cependant vers 5 Ka BP (5000 before present, datation à partir de 1950), sous climat un peu plus humide; des nappes aquifères se constituent et les dunes du Kalahari sont fixées par un peu de végétation, mais la désertification reprend actuellement sous l'action malencontreuse de l'homme.

Ce désert de Namib, de 150 km de largeur moyenne est limité à l'est où l'altitude atteint 1 000 mètres, par le Grand Escarpement donnant accès aux régions intérieures, en allure générale de plateau incliné doucement vers le centre du Kalahari, émaillé de quelques inselbergs résiduels, donc non soumis aux contraintes climatiques littorales.

Ce Grand Escarpement long de 120 km, marquant la limite du Kalahari vers l'ouest, doit son origine à la cassure du continent primitif Gondwana qui favorisa le rapprochement du craton du Kalahari de celui du Congo (un craton est une partie de la première écorce terrestre solidifiée et



émergée) qui plissèrent ainsi en de nombreuses phases les dépôts d'érosion et la plateforme marine les supportant, celle du détroit intermédiaire, dit des Damara, ce qui donnera finalement la « ceinture du cuivre » actuelle s'étirant depuis Walvis Bay jusqu'au Katanga, ainsi que les nombreuses manifestations volcaniques ou intrusives de type plutons granitiques (masse de magma remontant à travers l'écorce) ou de dykes (intrusions de lave à travers l'écorce, sans formation de volcan).

Au pied de ce Grand Escarpement, un plan incliné régulièrement vers l'ouest recoupe les structures du socle pénéplané et les terrains sédimentaires non plissés de la « couverture de Nama » qui les recouvrent, ne laissant là, que quelques inselbergs (collines résiduelles de l'érosion décapant le socle cristallin bien souvent granitiques). L'escarpement lui-même est réalisé dans ce socle. Dans les conditions actuelles d'érosion, les piedmonts qui en descendent se forment lors des crues ce qui provoque son recul sur quelques centaines de mètres, mais depuis 60 Ma (millions d'années) c'est de deux kilomètres qu'il a déjà reculé et le transport vers la mer et dans la mer des masses de sédiments qui ont contribué à l'équilibre isostatique (entre l'écorce et le magma), a donné aussi des conglomérats épais de tous éléments rocheux (souvent en galets), le départ du mécanisme d'érosion régressive ayant été favorisé par une faille de base. Dans ces conglomérats l'érosion quaternaire a développé des gorges étroites et spectaculaires par des formes typiques d'incision verticale, comme celles de la Tschusab à Sesriem, celles de l'Uniab ou pour les phases d'érosion du Fish River

Canyon qui ont suivi les phases de glaciations de l'ère primaire et tectoniques de l'ère primitive où archéen. C'est sous les pannes (dépressions subcirculaires asséchées) réalisées dans les conglomérats, que s'observe la discordance d'avec la série métamorphique de micaschistes et de granites du socle. Au milieu de l'ère primaire, vu la proximité du Pôle, puis ensuite encore plus tard, de grandes glaciations ont laissé d'épais dépôts morainiques aujourd'hui fossilisés en tillites sous des couches plus récentes d'âge secondaire ou tertiaire. Ce qui est particulier à la Namibie, c'est que dans les séries sédimentaires de recouvrement contenant des calcaires, outre des phénomènes karstiques typiques de profondeur ou de surface où domine l'érosion différentielle en karren (rigoles de corrosion ruisselante) dans les dolomies à stromatolites lamellaires, il y a de nombreuses traces de puits naturels très anciens dont la configuration en zigzag ou ondulations verticales recoupant les strates subhorizontales semble le résultat de mouvements successifs du sous-sol profond; ils auraient été remplis ensuite de cristallisations de calcite, de différents minerais par remontée hydrothermale en « pipes » – dont certaines exploitées à l'échelle industrielle – et d'enfouissements terrigènes superficiels consolidés ultérieurement par contact. Mais dans les coulées basaltiques coiffant les parties septentrionales du Grand Escarpement, de nombreuses cassures verticales ressemblant aux « pipes » des calcaires sont remplies de quartz blanc donnant le même effet. Au sud-ouest de cette région de l'escarpement s'étend donc le désert rocheux et sa couverture de sable, la limite entre ces deux aspects correspond au passage du lit asséché du fleuve Kuiseb, orienté d'est en ouest.

Le désert rocheux, à gravier épars ou Reg est obtenu par le vannage par le vent de la matrice fine composée cependant parfois d'éléments pouvant atteindre 5 cm. Dans les reliefs résiduels on trouve des granites particuliers – notamment à 70 km à l'est de Swakopmund – appelés « alaskites » très riches en quartz, feldspaths et uranium et qui peuvent parfois être escaladés partiellement ou totalement par les vents apportant du sable.



Inselberg (colline résiduelle d'un plateau granitique).

Ces vents viennent du nord-est et provoquent une corrosion importante soit dans les dolérites, injections de magma lavaire de couleur sombre, manganésifères, venues en dykes subverticaux ou en sills interstratifiés et se transformant parfois en galets à multifacettes – des ventifacts –, facettes qui donnent d'ailleurs indirectement des indications sur la météo à long terme, soit dans les grès issus de la pétrification des dunes d'origine périglaciaire, comme ceux de Twyfelfontein par exemple. À cette corrosion peut s'ajouter également dans les granites à grains grossiers, comme dans les grès, la désagrégation et la dissolution chimique des parties fines de la masse, grâce à une plus forte humidité restante et à la rosée à l'abri de l'évaporation générale due à un ensoleillement intense; cela donne des tafoni (= fenêtre) ou parfois des alvéoles en nids d'abeilles.

Ce dernier mécanisme se fait généralement par thermoclastie par le contact de l'humidité d'averses sur les roches très chauffées faisant éclater ou s'exfolier les granites en forme de boules par exemple, mais au Namib il faut aussi tenir compte dans la partie occidentale de l'importance des sels contenus dans les précipitations nocturnes ou matinales des brouillards qui sévissent jusqu'à 150 jours par an (jamais des embruns), à savoir 120 kg par hectare de Na_2SO_4 (sulfate de sodium) et de MgSO_4 (sulfate de magnésium), qui laissent des cristaux qui gonflent comme de la glace quand se fait la déshydratation; c'est le mécanisme d'haloclastie laissant des croûtes gypseuses indépendantes du socle rocheux et résultant uniquement du saupoudrage de sels, comme les roses des sables ou des croûtes épaisses de gypse, sulfate marin de plancton pourri et de calcaire construisant par exemple le littoral à Cape Cross, mais aussi sous forme d'un vernis continu ou polygonal enrobant certains blocs.

À l'ouest du désert rocheux, s'étire le désert sableux ou Erg du Namib vif avec des dunes fossiles d'origine non continentale et bien structuré en trois bandes parallèles à l'est de la côte.

La côte elle-même :

- la côte au nord de la baie de Lüderitz est presque complètement régularisée par de longs cordons littoraux, évolution de flèches littorales sableuses qui se sont accrues du sud vers le nord, poussées par le courant permanent de Benguela ; ces barrages sableux ont bloqué ainsi les rares cours d'eau et même la Kunene, à la frontière angolaise, où réapparaissent les dunes en bandes zébrées de quartz rouges et de minéraux lourds noirs, ne saute celui qui l'obstrue que par fortes pluies. En effet, avant cette zone frontière, la partie extrême nord de la côte appelée la « Côté des Squelettes » (de baleines et de carcasses de navires échoués depuis des siècles), est une pénéplaine avec quelques monadnocks (reliefs résiduels) et ne comporte pas de dunes sur près de 200 km, car soumise à des vents trop violents ;
- à Lüderitz même trois petites baies où apparaît le sable noir des amphibolites décomposées sont interrompues par les caps correspondant à des intrusions de granito-gneiss et de mica-schistes à grenats extrêmement résistants et vieux de plus d'un milliard d'années ;
- au sud de la baie de Lüderitz, le littoral est rocheux avec de grandes falaises dans les quartzites et les dolomies avec quelques rares petites baies et tout au sud, la falaise est basse, taillée dans des roches métamorphiques et surmontée d'une plage soulevée de sable diamantifère issu des alluvions laissées par le fleuve Orange à son embouchure.

Les variantes du désert entre la côte et le Grand Escarpement :

- de 0 à 50 km : des barkhanes, dunes mobiles en forme de croissant étirées d'ouest en est ;
- de 50 à 110 km : des dunes orientées nord sud séparées par des couloirs où se rencontrent vents littoraux orientés sud nord et vents du nord-est continentaux ;
- de 110 à 150 km : des dunes pyramidales de 250 à 300 m de hauteur (ghourds), dunes étoilées à crête soufflée, divergente et mouvante, dues à l'absence de vents dominants. La hauteur de ces dunes comme celles de Sossusvlei est cependant fonction des émergences de dykes doléritiques auxquelles elles s'accrochent.

L'alimentation en sable des dunes a été faite par les dépôts du fleuve Orange, remaniés au Quaternaire par les vents orientés d'ouest en est (80 % de quartz, dont la couleur varie du blanc au rouge selon une plus ou moins ancienne oxydation en fer).

Ces champs de dunes comme ceux du Kalahari coexistent avec des cuvettes hydro-éoliennes, les pannes, lacs asséchés ou temporaires, parfois résultant de l'érosion de très anciens glaciers de l'ère primaire, tapissés de concrétions de croûtes de calcaire grossièrement stratifiées en « calcrete » issus de suintements périphériques, artésiens ou de remontées profondes avec ou sans sel d'évaporation, recouvertes d'une fine couche d'argile poudreuse ;

- quelques playas terminent la zone au pied de l'escarpement où quelques anciens drainages sont tronçonnés par l'avancée de l'erg, grand cordon de dunes de sable ou par des crues des waddi (=oueds) qui peuvent en effet changer le paysage en quelques heures car des eaux très chargées alimentées en moyenne par une pluie tous les 12 ans, apportent parfois 10 cm de boue en un seul dépôt ; cependant la surface du dépôt très vite se transforme en fentes de dessiccation sous l'effet d'une insolation intense. Par exemple pour la région du fleuve Swakop, une averse de 135 mm a apporté 35 millions de m³ de boue et fait reculer le rivage d'un kilomètre il y a quelques années.

Cette région du monde doit donc son originalité morphologique à la tectonique des plaques, aux contrecoups magmatiques et intrusifs qui en résultent et aux modifications climatiques qu'elle a engendrées, aboutissant à différentes variantes désertiques.

Bibliographie.

- Botanique : Welwitschia, J. Baker & P. Crane. - Kew Garden's history - London
Géologie : Geological survey of Namibia - 1992 - The Mineral Resources of Namibia, Ministry of Mines and Energy, Windhoek.
Géomorphologie : observations personnelles.