



**NATIONS UNIES**  
**CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL**



Distr.  
LIMITÉE

E/CN.14/CART/310  
25 octobre 1972

FRANCAIS  
Original : ANGLAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE

Troisième Conférence cartographique régionale  
pour l'Afrique

Addis-Abéba, 30 octobre-10 novembre 1972  
Point 7 b) de l'ordre du jour provisoire

LE RATTACHEMENT DE L'AFRIQUE A UN SYSTEME GEODESIQUE MONDIAL\*

Document présenté par le Gouvernement des Etats-Unis d'Amérique

La nécessité d'un système géodésique mondial unifié est devenue impérieuse au cours des dernières années. Avec le progrès rapide de la technique dans des domaines tels que la gravimétrie, la tectonique, le mouvement de l'écorce terrestre et la mécanique orbitale, il importe que la collectivité mondiale adopte un tel système. Pour répondre à ce besoin, une méthode a été mise au point, grâce à laquelle on pourrait parvenir à déterminer la position précise de certaines stations sur les masses terrestres et les îles principales du monde entier. Les satellites terrestres pourraient servir de moyen pour l'établissement de ce système géodésique commun.

Le Worldwide Geometric Satellite Program, qui entre dans le cadre du Programme géodésique national par satellites des Etats-Unis, a utilisé le satellite passif PAGEOS (réfléchissant le soleil) pour constituer un objectif d'observation en vue de couvrir des distances intercontinentales et océaniques. Le programme avait pour but la mise en place sur la surface de la terre d'un réseau spatial précis de stations géodésiques dont les positions étaient définies en fonction d'un système cartésien de coordonnées dans l'espace inerte, ayant un axe parallèle à un pôle spécifique et assurant la précision requise de  $\pm 10$  mètres. Celle-ci dépend évidemment de l'exactitude des lignes mesurées qui devrait être de l'ordre du 1:500 000 ou même, de préférence, du 1:1 000 000.

Le principe géométrique sur lequel repose le programme a été proposé par Yrjö Vaisala en 1946. Selon ce principe, deux rayons conjugués émanant des extrémités d'une ligne forment un plan dans l'espace. L'intersection de deux de ces plans, établis à partir des deux mêmes points, constitue une ligne de base entre les deux points. Des observations photographiques simultanées d'un

\* Par Joseph D. D'Onofrio  
Chief, Satellite and Altimetry Branch  
Satellite and Marine Applications Division  
National Geodetic Survey.



satellite orienté sur un fond d'étoile produiront ces rayons et établiront les plans. L'orientation spatiale des plans peut ainsi être déterminée et fournit l'orientation de la corde résultante à travers la surface de la terre. Des observations à partir de stations voisines permettront par conséquent la mise en place d'un réseau de triangles étendu à toute la terre.

On avait commencé à la fin des années 50 à planifier ce programme et les systèmes de caméras ont été utilisés au début et au milieu des années 60 pour assurer un contrôle géodésique dans l'ensemble de l'Amérique du Nord. Ce programme utilisait les satellites ECHO I et ECHO II qui, en raison de leur altitude relativement faible, ne convenaient pas pour couvrir des distances intercontinentales. Avec le lancement de PAGEOS, le 23 juin 1966, est née la possibilité d'établir un réseau mondial de stations d'observations.

Ce réseau constituera un réseau mondial de référence auquel pourront être rattachées toutes les données géodésiques et topographiques et les données de navigation. Il permettra d'autre part, pour déterminer la dimension et la forme de la terre, de remplacer les méthodes classiques de triangulation par arcs de grande portée par une méthode plus économique et théoriquement supérieure. Enfin il permettra aussi la mise en place d'un réseau de stations de repérage des satellites géodésiquement reliées assurant une détermination plus exacte de l'orbite des satellites. Celui-ci, à son tour, fournira des données convenant exactement à l'analyse de paramètres gravimétriques et de paramètres géophysiques connexes permettant de déterminer la position du centre de la masse terrestre et la forme générale du champ de gravitation de la terre.

Le programme est le résultat des efforts conjoints de la NASA, qui a conçu et lancé le satellite, du Centre topographique de l'armée rattaché au Département de la défense des Etats-Unis, qui a fourni quatre équipes sur le terrain, plus le matériel et les moyens de transport, de 27 pays d'accueil qui ont apporté à des degrés divers, du personnel et un appui logistique, et du National Ocean Survey de la NOAA, qui a assuré la direction technique des opérations sur le terrain. Le National Ocean Survey s'est également chargé de la mesure des plaques, du dépouillement et des calculs géodésiques.

La partie du programme relative aux observations a été réalisée au moyen de la camera ballistique Wild BC-4 modifiée de façon à écrêter les traces des étoiles et du satellite pour obtenir des images susceptibles d'être mesurées sur des comparateurs de haute précision. Des instruments ont été utilisés pour assurer le maintien d'un chronométrage précis et pour coordonner ce chronométrage aux images respectives des étoiles et du satellite. L'équipement était conçu de telle sorte qu'il a permis de faire des observations à Tromsø (Norvège) par  $-48^{\circ}\text{C}$  et à Fort-Lamy (Tchad) par  $+45^{\circ}\text{C}$ . L'observation finale a été faite pour ce programme le 20 novembre 1970.

Le réseau consistait en 45 stations autour du monde embrassant pratiquement toutes les grandes masses terrestres (figure 1). Il en comprenait quatre sur le continent africain. La première des quatre stations d'observation BC-4 africaines a été installée à Dakar (Sénégal) à l'aéroport international de Yoff en janvier 1968. En février 1968, les stations de Fort-Lamy (Tchad) et de Johannesburg (Afrique du Sud) ont été établies. La première était située à l'aéroport international de Fort-Lamy et la seconde au Stadan Site de la NASA des Etats-Unis près de Johannesburg. En mai 1968, la station éthiopienne a été mise en place à Debre Zeit, à une cinquantaine de kilomètres au sud-est d'Addis-Abéba. Les figures 2 et 3 représentent ces stations.



Le tableau suivant indique les résultats des observations faites à chacune des stations :

TABLEAU 1

Stations	042 <u>Ethiopie</u>	063 <u>Sénégal</u>	064 <u>Tchad</u>	068 <u>Afrique du Sud</u>
Dates d'occupation	7/5/68 - 16/6/70	30/1/68 - 16/12/68	10/2/68 - 17/2/69	20/2/68 - 2/11/69
Nombre total d'observations prévu	437	318	352	410
Nombre d'observations Obtenues par une seule station	119	71	136	176
Nombre d'observations simultanées obtenues	95	57	92	91

Un total de 502 observations a été obtenu, soit 33 p. 100 de celles qui avaient été prévues. Sur le nombre, 335, soit 67 p. 100, étaient synchronisées avec succès avec une ou plusieurs autres stations du réseau. Le réseau africain assurait des liaisons directes avec des stations d'observations d'Europe, d'Asie, d'Amérique du Sud et de l'Antarctique, ainsi que de plusieurs îles des océans Atlantique et Indien (figure 4).

Six lignes de base ont été établies sur l'ensemble du réseau, reliant les stations d'observation respectives. Ces lignes ont été mesurées aux Etats-Unis entre les stations 002 de Beltsville (Maryland) et 003 de Moses Lake (Washington) en Europe entre les stations 006 de Troms (Norvège) et 065 de Hohenpeissenberg (Allemagne) et entre la station 065 et la station 016 de Catania (Sicile); en Australie entre les stations 032 de Perth et 060 de Culgoora et entre la station 060 et la station 023 de Thursday Island; en Afrique entre les stations 963 de Dakar et 064 de Fort-Lamy. La ligne africaine a été mesurée à travers le Tchad, le Cameroun, le Niger, le Nigéria, la Haute-Volta, le Mali et le Sénégal dans le cadre du levé du 12ème parallèle. Une partie du levé a été réalisée aux termes d'un accord contractuel avec l'Institut géographique national (IGN) français et la partie relative au Nigéria par le Federal Survey Department of Nigeria avec une assistance technique des Etats-Unis.

Les résultats finals pour le réseau étaient donc basés sur les données suivantes fournies par 45 stations. Un total de 1 064 observations simultanées du satellite ont été mesurées. Ce chiffre représentait 856 observations simultanées intéressant deux stations, 194 intéressant trois stations et 14 intéressant quatre stations. En tout, 2 350 plaques ont été mesurées. De plus, les six lignes indiquées ci-dessus ont été incorporées dans la réduction.

L'erreur moyenne pour les éléments x, y et z des quatre stations africaines était de l'ordre de 5,4, 4,9 et 6,4 mètres respectivement. L'erreur géocentrique RMS résultante de  $\pm 5,6$  m. pour ces stations (qui variait de  $\pm 5,1$  à  $\pm 6,3$  m.) correspond très favorablement à l'erreur RMS globale pour l'ensemble du réseau, qui était de l'ordre de  $\pm 4,9$  mètres.



L'Afrique retirera un grand nombre d'avantages directs du réseau mondial de triangulations par satellite. Le plus important proviendra probablement de la détermination précise des quatre stations de triangulation basées en Afrique, qui constituera un excellent point de départ pour un réseau intracontinental de densification. Celui-ci, à son tour, permettra un système de contrôle plus exact pour les travaux de levé et de cartographie réalisés sur place par les divers pays africains. Il y a actuellement neuf systèmes en Afrique, dont trois sont considérés comme importants aux fins de la cartographie. Un réseau intracontinental de densification contribuerait dans une mesure considérable à assurer un contrôle qui pourrait en définitive rendre inutile un si grand nombre de systèmes; au contraire, les géodésistes pourraient se fonder sur un système continental unifié basé sur le Système mondial de triangulation par satellite. Les méthodes de détermination de la position du satellite utilisées pour mettre en place un réseau de densification seront aussi très utiles pour remédier aux nombreux obstacles que présentent sur le continent les vastes étendues de terres désertiques.

Un second avantage important est le progrès rendu possible dans la recherche des tendances historiques des mouvements du sol, qui permettra aux spécialistes de mieux déterminer l'origine et l'ampleur des risques de tremblement de terre.

Pour mettre en place un réseau intracontinental de densification, on étudie actuellement l'utilisation du système Doppler en vue de déterminer avec précision la position des stations du réseau. Ce système fait usage du Geociever mis au point à l'origine par le Laboratoire de physique appliquée de l'Université John Hopkins.

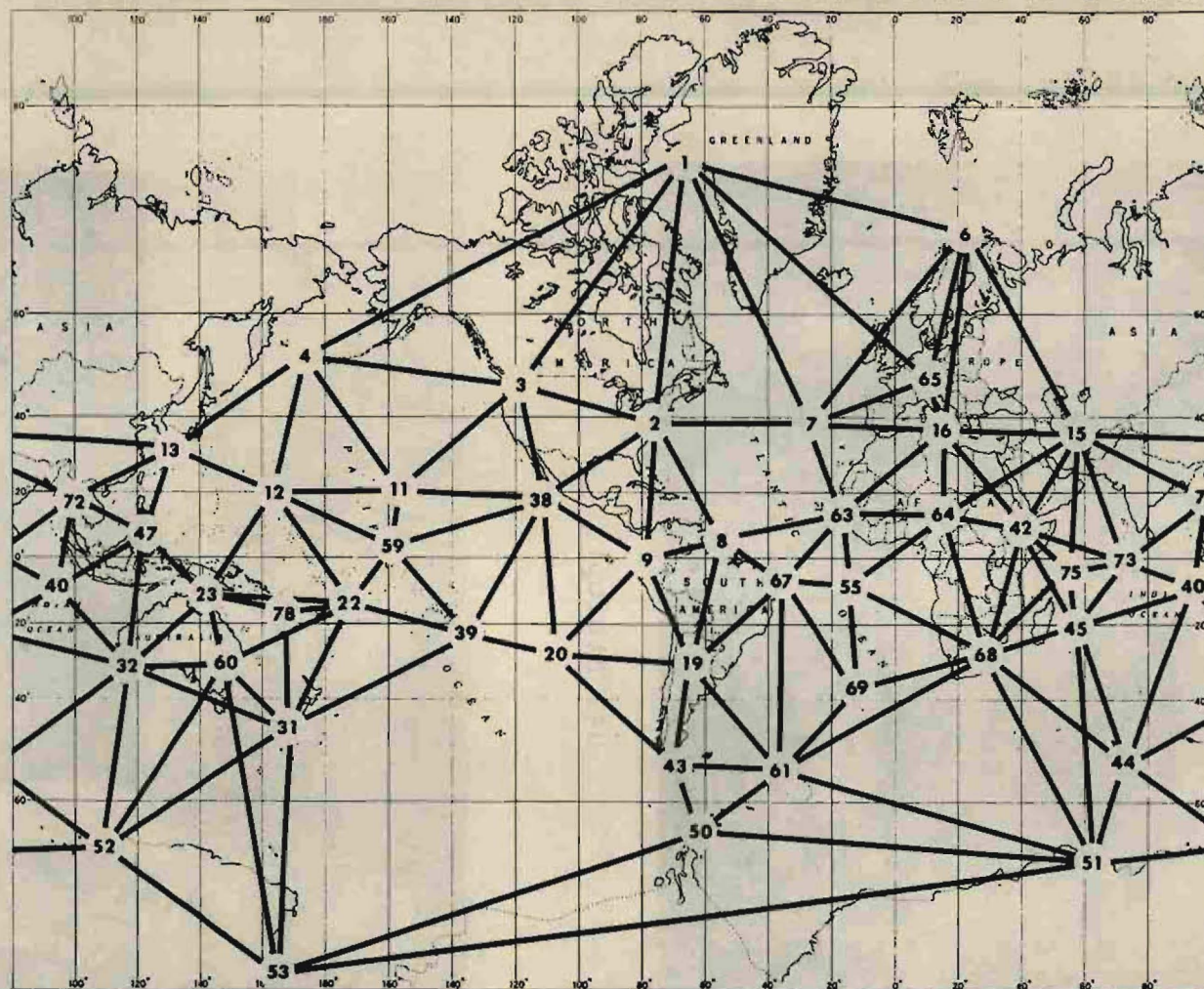
Ce système offre plusieurs possibilités uniques. En se servant du réseau existant de stations BC-4, on pourrait mettre en place en Afrique un réseau continental dans des délais relativement brefs et il ne faudrait pas normalement plus de deux semaines pour procéder à des observations dans une station quelconque. Etant donné le faible encombrement du Geociever et du matériel auxiliaire, il pourrait être utilisé pratiquement en n'importe quel point du continent. Il ressort de tests et d'observations que les résultats géodésiques sont d'une grande exactitude. Des instruments mis au point et convenablement éprouvés permettraient donc d'étendre à toute l'Afrique un système unifié.

A noter, en terminant, que depuis la deuxième Conférence cartographique régionale tenue à Tunis en 1966, un plan tendant à intégrer le continent à un réseau géodésique mondial a été communiqué aux organismes géodésiques africains. Ceux-ci ont vu d'autre part des observations sur le terrain effectuées avec succès et les données d'observations dépouillées et analysées. Les participants à cette troisième Conférence d'Addis-Abéba se trouvent maintenant devant la prochaine perspective, qui est l'extension et l'expansion du réseau géodésique de base BC-4. On peut espérer que la prochaine Conférence verra à son tour un progrès analogue dans l'unification du réseau géodésique de l'Afrique.



# WORLD GEOMETRIC SATELLITE NETWORK

Figure 1



001 Groenland, Danemark  
002 Maryland  
003 Washington  
004 Alaska  
006 Norvège  
007 Açores, Portugal  
008 Surinam  
009 Equateur  
011 Hawaï  
012 Wake Island, Etats-Unis  
013 Japon

015 Iran  
016 Italie  
019 Argentine  
020 Ile de Pâques, Chili  
022 Samoa américain  
023 Australie  
031 Nouvelle Zélande  
032 Australie  
038 Ile de Socorro, Mexique  
039 Pitcairn Island, Royaume-Uni  
040 Cocos Island, Australie

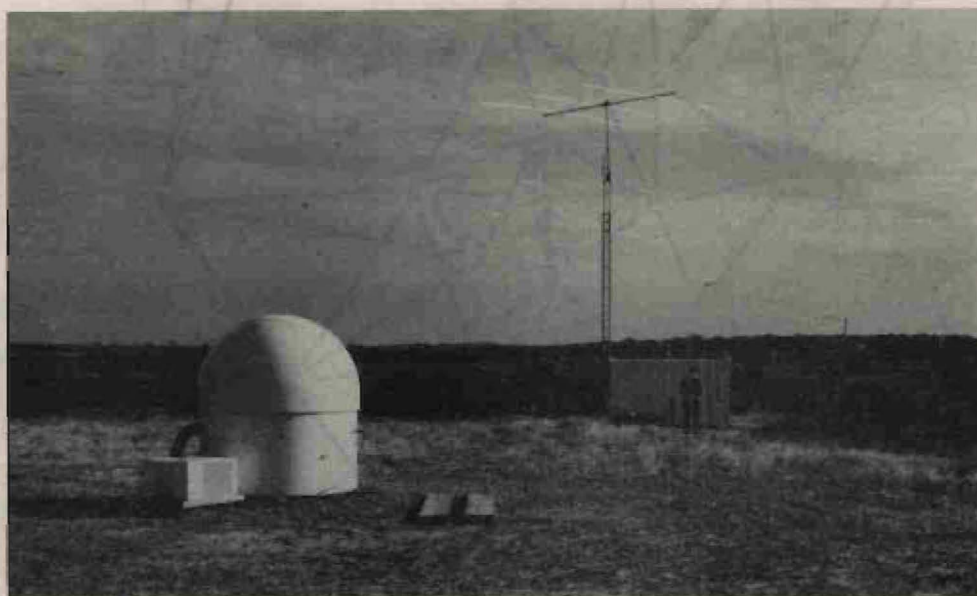
042 Ethiopie  
043 Chili  
044 Heard Island, Australie  
045 Maurice  
047 Philippines  
050 Palmer, Antarctique  
051 Mawson, Antarctique  
052 Casey, Antarctique  
053 McMurdo, Antarctique  
055 Ascension Island, Royaume-Uni  
059 Christmas Island

060 Australie  
061 South Georgia Island  
063 Sénégal  
064 Tchad  
065 Allemagne de l'ouest  
067 Brésil  
068 Afrique du Sud  
069 Tristan da Cunha Is. Royaume-Uni  
072 Thaïlande  
073 Chagos Islands, Royaume-Uni  
075 Mahé Island, Royaume-Uni  
078 Nouvelles-Hébrides, Royaume-Uni





042 Ethiopia



063 Senegal

Figure 2



064 Chad



068 South Africa

Figure 3



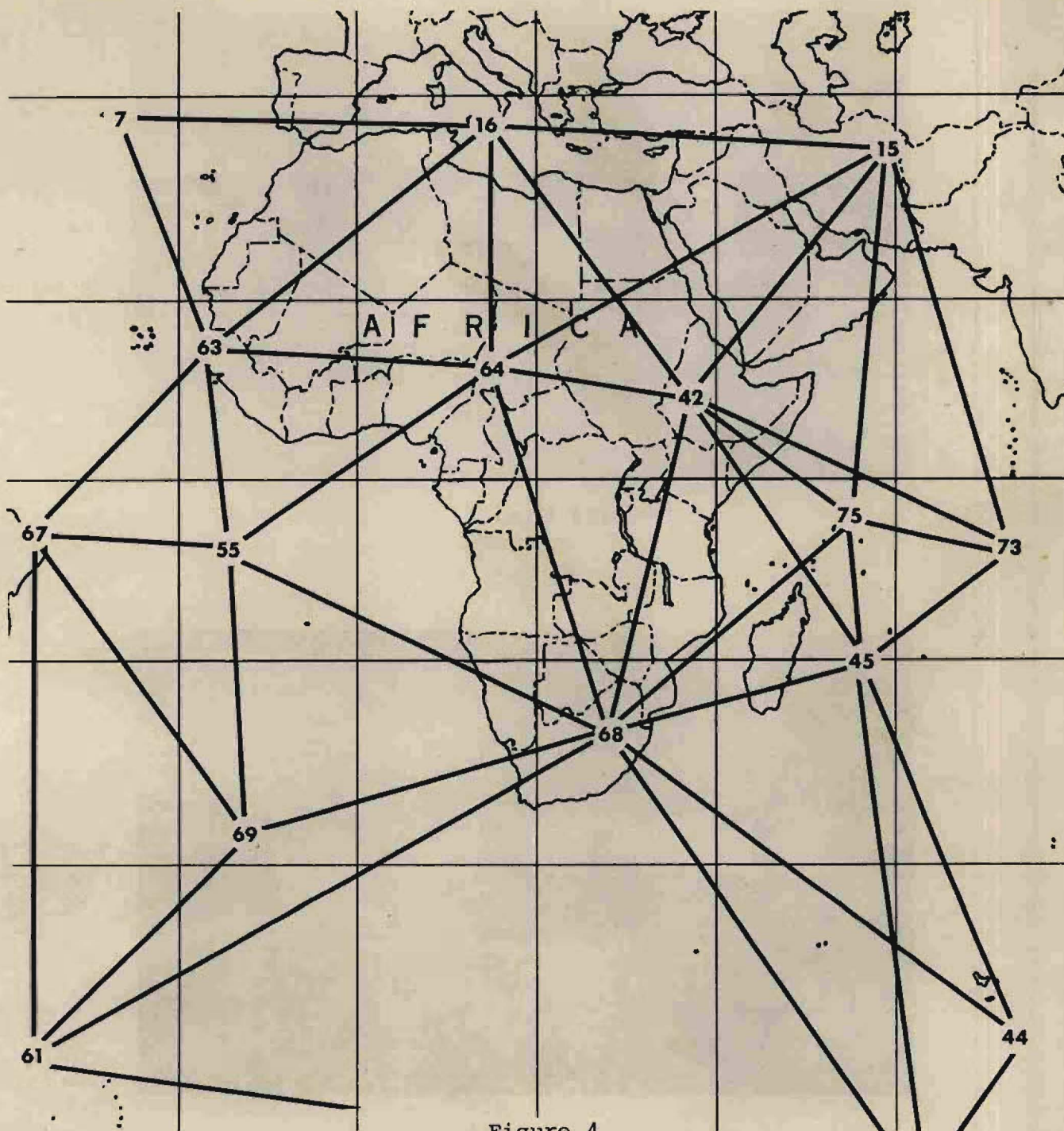


Figure 4