56443

Distr.: LIMITEE

ECA/NRD/CART.9/4
25 août 1996

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

NATIONS UNIES

CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE

Neuvième Conférence cartographique
régionale des Nations Unies pour l'Afrique

Addis-Abeba (Ethiopie)
11 - 15 novembre 1996

LA TELEDECTION : UN OUTIL POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE

Evaluation des activités de télédétection en Afrique

I. INTRODUCTION

1. Depuis la tenue de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement - généralement appelée Sommet "Planète Terre" - en 1992, à Rio de Janeiro (Brésil), le monde est devenu beaucoup plus conscient des liens d'interdépendance existant entre les ressources naturelles, l'environnement et le développement. Les recommandations de la Conférence ont permis d'établir pour le vingt-et-unième siècle un plan d'action - ou programme - qui met l'accent sur l'élaboration de stratégies mondiales concertées et collectives pour la protection et la gestion de l'environnement. Le programme Action 21 définit l'information comme un moyen ndispensable au développement durable et demande aux pays de renforcer les systèmes d'information, d'observation systématique et d'évaluation relatifs aux données écologiques, économiques et sociales sur les ressources en terres aux niveaux mondial, régional, national et local, à la capacité productive des sols et aux plans d'utilisation et de gestion des sols.

2. Bien que l'Afrique soit pourvue d'abondantes ressources naturelles, il reste de nombreux problèmes de développement à résoudre avant qu'elle puisse en tirer pleinement profit. En matière de développement agricole, par exemple, il s'agit de mener à l'autosuffisance alimentaire une population toujours plus nombreuse, ce qui signifie que l'utilisation des terres de culture devrait faire l'objet d'une surveillance permanente et méticuleuse et d'une organisation qui vise à augmenter la productivité des terres de faible rendement, tout en évitant leur surexploitation. Tout aussi importants sont le suivi permanent et la gestion des ressources forestières, des parcours et des ressources en eau. En outre, la prospection et la mise en valeur de ressources minérales et énergétiques au service du développement national exigent une planification et une organisation adéquates. C'est pourquoi des données systématiques et fiables constituent un facteur essentiel si l'on veut connaître parfaitement l'importance et l'emplacement des ressources naturelles nationales ainsi que la situation de l'environnement.

3. Vu l'ampleur de la tâche que représente l'évaluation des ressources de la terre, il est indispensable de tirer parti au maximum de techniques modernes telles que la télédétection et le Système d'information géographique (SIG). La télédétection par satellite donne concernant la surface de la terre des données fiables que nous pouvons articuler à d'autres données annexes, ce qui nous permet, à partir de cette information globale, de mettre au point des stratégies de développement durable. L'excellence des résultats des applications de la technologie de la télédétection par satellite a été démontrée aux niveaux national, sous-régional et régional dans les domaines de l'aménagement du territoire, de la mise en valeur des ressources en eau, des ressources minérales et énergétiques, de l'évaluation d'impact sur l'environnement, ainsi que de la sécurité alimentaire.

4. Des séminaires et des ateliers ont été tenus en Afrique au début des années 70 dans le cadre de la sensibilisation aux utilisations pacifiques des applications des sciences de l'espace et pour permettre d'évaluer l'intérêt de la technologie de la télédétection ainsi que la mesure dans laquelle elle était acceptable. Avec l'appui de la Commission économique pour l'Afrique (CEA), les pays africains en ont reconnu la nécessité pour la localisation et la surveillance continue des ressources; ils ont encouragé la création au Kenya, au Nigéria et au Burkina Faso de centres régionaux chargés de dispenser une formation et une assistance technique aux responsables de la gestion des ressources. Par ailleurs, l'utilisation de cette technologie s'est généralisée dans le cadre de l'assistance technique sous l'influence des institutions internationales et des pays donateurs.

Quoique à des degrés divers, les techniques de la télédétection et les techniques connexes sont accessibles aux institutions utilisatrices potentielles dans la plupart des pays membres africains.

5. Le présent document vise à faire le point de la situation en matière de technologie de la télédétection en Afrique; il comporte un historique de la question, une étude des activités en cours fondée sur l'analyse des problèmes et des réalisations et, enfin, des recommandations en vue de futures orientations.

II. TECHNIQUES DE LA TELEDETECTION

6. Les progrès accomplis dans les techniques spatiales au cours des 20 dernières années ont ouvert de nombreuses possibilités de traitement de données requises pour la mise en valeur et la gestion de ressources naturelles. Les techniques les plus importantes ont permis le développement rapide d'ordinateurs puissants à des prix raisonnables, celui des communications et celui de logiciels à applications axées sur de grands thèmes spécifiques.

7. On peut définir brièvement la télédétection comme la recherche d'informations sur des objets au moyen de mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec lesdits objets et en utilisant des ondes électromagnétiques. Les principales fonctions des techniques de la télédétection sont l'enregistrement, la mesure, l'analyse et l'interprétation soit des propriétés d'un objet tel que la terre, soit d'un phénomène. Les systèmes de télédétection peuvent être classés selon les caractéristiques inhérentes à leur mode de fonctionnement en systèmes actifs et passifs, systèmes photographiques et systèmes de scannage ou, selon la plateforme sur laquelle les capteurs sont montés, en systèmes aéroportés ou spatioportés.

8. La télédétection par satellite, application des sciences et des techniques spatiales, est désormais opérationnelle; elle est largement exploitée dans de nombreux pays dans des applications intéressant la gestion des ressources et l'environnement. Comme l'économie des pays africains s'appuie en grande partie sur les ressources naturelles - c'est le cas de l'agriculture, de l'exploitation forestière, des mines et de l'énergie - , on a besoin en permanence de techniques performantes de collecte et d'analyse des données sur les ressources et l'environnement pour pouvoir mettre en valeur et gérer rentablement ces ressources. La télédétection et la technologie du traitement d'image qui lui est associée donnent accès à des informations allant de l'échelle planétaire à l'échelle locale. Les programmes actuels et futurs de télédétection sont fondés sur l'utilisation de capteurs variés qui permettent d'observer la terre par multicaptage de façon répétée et aux moments adéquats. Ces techniques permettent également de mieux de saisir des données numériques avec une très haute résolution.

9. A mesure que les utilisations pratiques des techniques intéressant la gestion des ressources et le suivi de l'évolution des catastrophes naturelles, en particulier de la sécheresse et de la désertification, s'amélioraient, des programmes de surveillance continue de la sécheresse étaient lancés. En outre, certains pays ont entrepris de créer des centres nationaux pour permettre à des services de leur fonction publique d'accéder à ces techniques.

III. COMPOSANTES DES ACTIVITES DE TELEDETECTION EN AFRIQUE

10. En 1976, la Commission économique pour l'Afrique a tenu, à Addis-Abeba (Ethiopie), une réunion intergouvernementale qui a créé le Conseil régional africain de télédétection (CATD). Des recommandations ont été formulées en faveur de la création de plusieurs centres régionaux chargés

de la formation et des services relatifs aux applications ainsi que de stations terrestres de réception et de traitement de données, afin de constituer un réseau continental. De ces établissements, il n'en reste que deux en service: le Centre régional de services spécialisés dans le domaine des levés, des cartes et de la télédétection (RCSSMRS), à Nairobi (Kenya) et le Centre régional de formation aux techniques des levés aériens (RECTAS), à Ile-Ife (Nigéria).

11. Le programme africain de télédétection est devenu un réseau non organisé d'activités apparentées entreprises par différentes organisations ayant différents rôles, différentes fonctions et différents objectifs. Il s'agit d'organisations internationales, régionales, sous-régionales et nationales qui s'occupent notamment du financement et de l'exécution de projets de développement et de la mise en place de moyens institutionnels dans les domaines de la cartographie, de la gestion des ressources, de la surveillance continue de l'environnement et de la mise en place d'infrastructures matérielles.

a) **Institutions nationales**

12. Les techniques de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG) en tant qu'outils d'information sur les ressources ont été introduites dans les pays membres de manières diverses. Les institutions nationales engagées dans des activités de télédétection peuvent être regroupées en services ou offices chargés des domaines suivants: a) levés et cartographie; b) ressources naturelles et environnement; c) planification et mise en place des infrastructures matérielles; d) enseignement et formation professionnelle.

i) Services des levés et de la cartographie

13. Grâce à la photographie aérienne et à la photogrammétrie, les services et offices des levés et de la cartographie ont été parmi les premières institutions à avoir eu accès à des données de télédétection par satellite en Afrique. En raison des activités de l'homme et de l'évolution rapide de l'utilisation des sols, il s'impose de toute urgence d'actualiser et d'augmenter la couverture cartographique, surtout à l'échelle de 1/50 000. Devant la nécessité d'améliorer la couverture cartographique, la plupart des départements des levés se sont vivement intéressés à l'utilisation de la télédétection pour l'exécution et la mise à jour des cartes. Toutefois, comme les données obtenues par ce moyen n'offraient pas la couverture par stéréoscopie indispensable à la précision des cartes, c'est seulement après l'obtention de données SPOT et d'images photographiques par des techniques spatiales que les données de télédétection ont pu être utilisées pour la cartographie topographique.

14. Alors qu'il est généralement reconnu que les images-satellitaires dont on dispose actuellement sont insuffisantes pour les levés topographiques à l'échelle de 1/50 000 et à des échelles plus grandes, la nécessité impérieuse de renouveler la couverture cartographique semble primer sur la prise en considération des normes de qualité et de précision des cartes. En outre, les données se sont révélées utiles pour la mise à jour cartographique et pour fournir des services à d'autres institutions dont la demande d'interprétations photographiques qualitatives est relativement forte.

ii) Ministères des ressources naturelles et de l'environnement

15. Outre les institutions de levés et de cartographie, l'autre grande catégorie d'utilisateurs de techniques de télédétection sont les services qui sont engagés essentiellement dans la mise en valeur

des ressources naturelles et la gestion de l'environnement. L'utilisation de la photographie aérienne et des images satellitaires au service de l'agriculture, de l'exploitation forestière, de la mise en valeur des ressources en eau, des ressources minérales et énergétiques et de la surveillance continue de l'environnement a permis d'améliorer les méthodes de saisie, de traitement et d'analyse des données du point de vue de la rentabilité et du caractère d'actualité. La demande émanant de ces services a favorisé la création de nombreux et divers centres ou instituts nationaux de télédétection et de systèmes d'information sur l'environnement.

16. L'Environment and Remote Sensing Institute (ERSI) au Zimbabwe, le Centre de suivi écologique, au Sénégal, le Comité national de télédétection et d'information géographique (CNTIG), en Côte d'Ivoire et le Department of Remote Sensing and Resource Surveys (DRSRS), au Kenya, en sont des exemples. Il conviendrait donc d'encourager et de renforcer les centres nationaux puisqu'ils font office de centres de liaison dans les pays et favorisent le transfert des techniques spatiales tout en contribuant à éviter des doubles emplois coûteux.

iii) Enseignement et formation professionnelle

17. L'introduction de cours sur les techniques de la télédétection dans les programmes des universités africaines ne se fait que lentement bien que de nombreux membres du personnel enseignant aient bénéficié de cours de formation professionnelle ou d'enseignement supérieur dans ce domaine dans des universités non africaines. Toutefois, devant le récent et rapide développement de la technologie du SIG, les universités se lancent davantage dans l'enseignement de cette discipline et plusieurs d'entre elles offrent actuellement des cours dans diverses applications.

b) Institutions sous-régionales

18. Deux types d'institutions intergouvernementales sous-régionales sont engagés dans la télédétection et dans des activités connexes. Dans le premier groupe, nous trouvons des institutions qui disposent de la technologie et des compétences techniques voulues pour pouvoir dispenser une formation et une aide aux utilisateurs dans ce domaine. Des centres comme le RCSSMRS, le RECTAS, le Centre d'agro-hydrologie et de météorologie (AGRHYMET), le Centre africain pour l'application de la météorologie au développement (ACMAD), etc. appartiennent à ce groupe. Le second groupe est formé d'institutions qui travaillent surtout sur les politiques de développement et qui, du fait de leur mandat d'organes sous-régionaux de décision, sont devenus d'importants utilisateurs de ces techniques. Il s'agit par exemple du Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS) en Afrique de l'Ouest, de l'Autorité intergouvernementale de lutte contre la sécheresse et pour le développement (IGAD) en Afrique de l'Est et de la Communauté pour le développement de l'Afrique australe (SADC).

19. La première initiative prise pour créer des institutions intergouvernementales d'information géographique pour l'Afrique date de la première Conférence cartographique régionale des Nations Unies pour l'Afrique, tenue à Nairobi (Kenya) en 1963, lors de laquelle a été adoptée une résolution demandant la création de centres d'information géographique en Afrique. Cette résolution a été soumise au Conseil des ministres de la CEA et approuvée sous les numéros 280 (XII) et 313 (XII). Par la suite, à l'initiative des Etats membres et avec le soutien de la CEA, plusieurs centres sous-régionaux ont été créés à différents endroits du continent.

20. L'un des principaux objectifs de la création de centres sous-régionaux et régionaux d'information sur les ressources est la formation de personnel ressortissant des Etats membres. La durée de la formation offerte par les divers centres varie entre une semaine et deux ans. Le RECTAS offre des cours réguliers dans plusieurs disciplines tandis que les cours de formation du RCSSMRS sont donnés sur une base ponctuelle.

a) RCSSMRS

21. Le Centre régional de services spécialisés dans le domaine des levés, des cartes et de la télédétection (RCSSMRS) a été créé en 1975, à l'origine comme centre régional de services de levés et de cartographie, ayant pour principale fonction de fournir des services dans ces domaines. En 1977, l'Agency for International Development des Etats-Unis a conclu avec le centre un accord relatif à la mise en place d'un bureau régional semi-autonome de télédétection, qui est finalement devenu un service de télédétection. Celui-ci, ayant obtenu du matériel pour un laboratoire photo moderne et pour la photo-interprétation, a établi un fichier à feuilletage d'images de la région de l'Afrique de l'Est et de l'Afrique australe, qui s'est plus tard enrichi d'une série complète de négatifs 70 mm de toutes les images obtenues par LANDSAT de 1972 à 1977, don de la NASA.

22. Le service de télédétection a commencé par offrir des stages de courte durée entièrement financés à des responsables de la gestion des ressources en Afrique. Plus tard, des programmes de formation axés sur des projets et des cours de plus longue durée ont été ajoutés à ses activités pour répondre aux besoins des Etats membres. Entretemps, l'Agency for International Development a retiré progressivement son soutien direct et le service de télédétection est devenu une division du Centre.

23. Toutefois, d'autres bailleurs d'aide, comme la France, l'Agence spatiale européenne (ASE) et plusieurs organisations internationales apportent une assistance technique et financière. Le Gouvernement français, par exemple, envoie au RCSSMRS des experts qui s'occupent de services d'aide et de formation aux utilisateurs concernant des projets précis entrepris dans les pays participants, ce qui rehausse l'image du Centre ainsi que les moyens dont il dispose pour offrir une formation et une assistance technique.

24. Le Centre est parvenu à jouer un rôle actif dans l'utilisation des applications de la télédétection et s'est développé pour s'adapter aux applications de l'information géographique. Il travaille en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Kenya Meteorological Department au traitement des donnnées météorologiques par satellite pour le Système mondial d'information et d'alerte rapide. En outre, il a été choisi pour être le siège du projet AFRICOVER pour la sous-région de l'Afrique de l'Est, exécuté par la FAO.

25. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) non seulement traite avec le Centre pour certaines activités, mais contribue également aux activités de celui-ci car il y a établi un point nodal de son programme "Base de données sur les ressources mondiales". Dans le cadre de ce projet, le personnel du Centre participera à l'analyse et à la diffusion de données sur les ressources naturelles et l'environnement rassemblées dans le cadre de ce programme.

b) RECTAS

26. Le Centre régional de formation aux techniques des levés aériens (RECTAS) a été créé en 1972 initialement comme centre de formation aux levés aériens, à la photogrammétrie et à la photo-

interprétation. Son rôle a été élargi quelques années plus tard pour couvrir les nouveaux aspects des techniques de télédétection. Bien que, de par son mandat, le Centre desserve le continent tout entier, actuellement cependant, il est fréquenté essentiellement par les étudiants ressortissants de la sous-région de l'Afrique de l'Ouest. Les cours sont dispensés aussi bien en anglais qu'en français.

27. Le RECTAS est financé par les Etats membres, une part importante de ce financement étant assurée par le pays d'accueil. Pendant la période d'établissement du centre, des fonds ont été fournis par les donateurs pour l'achat de matériel et pour les bourses de stage. Les gouvernements suisse, allemand et français ainsi que le PNUD étaient les principaux bailleurs de fonds. Le RECTAS est doté d'un personnel technique relativement important dont les membres sont disposés à assurer, outre les cours de formation ordinaires, des travaux de consultation pour des projets de développement. Une autre source de financement réside dans la vente des produits comme les cartes et la reproduction photographique. Ces types d'activités sont considérés par le personnel comme le meilleur moyen de garder le Centre opérationnel.

c) Centre régional de télédétection de Ouagadougou (CRTO)

28. Le CRTO a été créé en 1977 comme centre régional de télédétection pour assurer une formation et la prestation de services liés à l'application des techniques de télédétection à la gestion des ressources. Le CRTO a dispensé des cours de formation à long et court termes et a ainsi formé plus de 600 stagiaires ressortissants de ses Etats membres. Pendant la période d'établissement, des plans ont été élaborés pour créer une station ouest-africaine de réception de signaux satellitaires au CRTO. Toutefois, les fonds destinés à financer ce projet n'ont jamais été obtenus et, avec le tarissement du financement fourni par les bailleurs de fonds et la réduction des contributions des Etats membres, le CRTO se heurte à plus de difficultés financières que les autres centres.

29. Pour permettre au CRTO de survivre et mener à bien ses services de formation et techniques, des investissements substantiels devront être effectués dans le matériel et le logiciel destinés au Centre. En outre, des travaux de réfection des bâtiments et des installations de laboratoire seront nécessaires et il faudrait recruter et financer un personnel additionnel pour permettre au Centre de mener à bien son programme de formation.

30. Le chevauchement des activités et l'incapacité des Etats membres à appuyer deux institutions régionales ou davantage ont aggravé les problèmes financiers du Centre. Pour améliorer le fonctionnement des institutions parrainées par la CEA, la Commission a réalisé une étude qui recommandait la fusion du RECTAS, du CRTO et de l'Organisation africaine de cartographie et de télédétection (OACT). Si une fusion du RECTAS et du CRTO semble être une idée judicieuse, il reste à savoir s'il faudrait y inclure aussi l'OACT qui est une organisation de type différent et dont les activités ne seraient pas nécessairement harmonisées avec celles des autres organisations dans le processus de fusion.

d) AGRHYMET

31. Le Centre régional AGRYHMET a été créé en 1974 grâce à la coopération des neuf Etats membres du CILSS (Comité inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel). AGRYHMET est un Centre sous-régional spécialisé pour la formation et les services dans les domaines de l'agro-météorologie, l'hydrologie et la protection des plantes. C'est également un centre d'information

sur l'environnement, bien équipé pour recevoir les images satellitaires météorologiques qui sont utilisées pour l'information agro-climatique requise par les systèmes d'alerte avancée.

e) Centre africain pour l'application de la météorologie au développement (ACMAD)

32. Le Centre régional africain pour l'application de la météorologie au développement (ACMAD) a été créé en 1987 par les Etats membres de la CEA avec les objectifs suivants: a) fournir un système de suivi avancé du temps et du climat en Afrique; b) élaborer et adapter des méthodes pratiques d'application de la météorologie au développement socio-économique durable de l'Afrique; et c) devenir progressivement un centre d'excellence pour la conception et la mise en place de nouvelles capacités en matière de recherche météorologique et climatologique pour l'Afrique.

33. Les principaux clients de l'ACMAD sont les services nationaux de météorologie, les centres régionaux et nationaux de lutte contre la sécheresse et les institutions régionales chargées des questions environnementales. L'ACMAD a établi de solides relations de travail avec les organisations sous-régionales comme AGRHYMET. En outre, il bénéficie d'une bonne assistance technique auprès de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et de certains pays donateurs.

c) **Institutions internationales**

34. La coopération et l'appui internationaux en matière de télédétection sont considérés comme d'une importance cruciale pour la promotion de cette technologie en Afrique. Grâce à l'assistance financière et technique, il a été possible de créer des institutions et de former un personnel compétent dans ce domaine. Les centres régionaux et la plupart des centres nationaux n'auraient pas vu le jour sans les subventions généreuses d'organisations et d'organismes internationaux et celles des pays développés. Les programmes de sécurité alimentaire et d'alerte avancée en Afrique n'ont pu être exécutés que grâce à la collaboration internationale.

35. Le nombre d'initiatives internationales pour appuyer et renforcer l'information technique au service du développement durable en Afrique a augmenté au cours des dix dernières années. Par exemple, la FAO avec l'appui financier du Gouvernement néerlandais a créé l'Observation en temps réel de l'environnement par satellite imageur en Afrique (ARTEMIS), un système de pointes de réception et de traitement de données relatives à la télédétection pour le suivi régional des précipitations et de la végétation. L'initiative s'est révélée extrêmement utile pour les programmes de sécurité alimentaire dans les pays de l'IGAD et de la Communauté pour le développement de l'Afrique australe (SADC). Un autre projet important est le projet AFRICOVER dont l'objectif général est la production d'une carte du couvert végétal, d'une base de données numériques et d'une référence topographique au 1/25000, 1/200000 et 1/1000 000 pour l'ensemble du continent africain avec des domaines spécifiques et quelques pays de petite superficie (inférieure à 30 000 km2) et pour le couvert végétal au 1/100 000, basée essentiellement sur la télédétection satellitaire et le SIG.

36. L'Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche (UNITAR) dispense une formation au SIG pour le personnel ressortissant des pays africains. L'UNITAR, en collaboration avec l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) et d'autres organismes des Nations Unies et organismes donateurs, a lancé AFRICAGIS qui, depuis 1993, se tient tous les deux ans. La participation africaine et celle de pays tiers ont été très fortes en raison de la contribution généreuse des organisateurs. Parallèlement à la Conférence cartographique régionale des Nations Unies pour

l'Afrique, AFRICACIS sert aussi d'instance pour les échanges de données d'expérience et d'information concernant les applications des technologies de l'information géographique en Afrique. AFRICAGIS avait une couverture médiatique très large qui a appelé l'attention des responsables et des décideurs sur ce domaine.

37. Des institutions financières comme la Banque mondiale appuient des programmes nationaux relatifs à la gestion des ressources naturelles et de l'environnement, qui dépendent pour la plupart des données acquises par télédétection dans leurs efforts de planification et d'exécution. Plusieurs pays africains ont tiré profit du programme relatif aux systèmes d'information sur l'environnement.

IV. SECTEURS D'APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE DE TELEDETECTION

38. La gestion des ressources naturelles et la protection de l'environnement sont des domaines dynamiques qui nécessitent d'énormes efforts en matière de collecte, de traitement et d'analyse de données. Cette tâche ne peut être menée à bien qu'en ayant recours aux technologies modernes comme la télédétection, les systèmes d'information géographique et les systèmes améliorés de communication. Les données recueillies par télédétection à partir de satellites sont devenues un outil indispensable pour les utilisateurs travaillant dans des domaines divers. De nombreux projets entrepris en Afrique au cours des dix dernières années auraient pratiquement été impossibles ou trop coûteux à exécuter sans la disponibilité de ce type de technologie. Suite à la commercialisation des données recueillies par télédétection, différents types de données sont disponibles pour les utilisateurs et qui sont offerts par les différents propriétaires de systèmes de satellite existants.

39. Les systèmes qui utilisent les zones optiques et infrarouges du spectre électromagnétique sont les plus couramment utilisés pour l'analyse des ressources et la surveillance continue de l'environnement. Les systèmes de télédétection basés sur les satellites offrent plusieurs avantages par rapport aux systèmes basés sur les aéronefs. La haute altitude des satellites rend possible la couverture de domaines étendus sur un même cadre, dont les conditions géométriques pourraient être comparées à celles d'une ortophoto. Ce type d'imagerie est approprié pour du matériel cartographique et pour le suivi de l'évolution environnementale sur de grandes étendues. La qualité de la luminosité sur le cadre tout entier est constante, ce qui favorise une interprétation beaucoup plus précise de la répartition régionale de la végétation. La couverture permanente est économique et permet d'assurer différents aspects de la gestion et du contrôle des ressources en comprenant notamment l'évolution des cultures au cours de la saison agricole, l'évaluation des zones de parcours, les prévisions météorologiques de même que la surveillance des inondations et des incendies.

a) Sécurité alimentaire et environnement

40. Un des défis que doivent relever les pays africains est la réalisation de l'autosuffisance alimentaire avec une population en croissance rapide et ce de façon durable. Ceci passe notamment par la gestion des terres productives et en même temps par la réduction au minimum de la dégradation des sols. Les techniques de télédétection peuvent permettre de suivre l'état des cultures, faire des prévisions en ce qui concerne les récoltes, etc. Dans le domaine de l'agriculture, le recours à l'imagerie satellitaire de haute résolution pour la classification des terres agricoles traditionnelles en Afrique a été limité en raison de la taille des lopins et du mélange des cultures. Toutefois, dans les grandes exploitations agricoles, ce type de données a été très utile pour l'évaluation des zones cultivées et pour faire la distinction entre les différents types de cultures.

41. Au cours des dix dernières années, un certain nombre de centres de surveillance de l'évolution de la sécheresse ont été créés; par ailleurs, les centres régionaux d'information sur les ressources existants comme le RCSSMRS ont élargi leurs activités à ces domaines en réponse aux besoins divers de leurs membres. Ces centres suivent la croissance de la végétation afin de fournir une alerte avancée à ceux qui sont chargés de la sécurité alimentaire. Avec la combinaison de données d'observation du climat et de la terre acquises par satellite et du matériel et logiciel modernes utilisés pour le traitement de ces données, il sera bientôt possible de déterminer la capacité-limite de certaines provinces ou du pays tout entier sur une base annuelle.

42. La gestion de l'utilisation des sols est le facteur déterminant pour comprendre et résoudre les problèmes liés à la dégradation des sols tels que déboisement, érosion des sols, réduction de la fertilité des sols et surpâturage. La gestion de l'utilisation des sols est affectée par un certain nombre de facteurs comme les pratiques en matière d'utilisation des sols, la répartition des sols, la gestion des ressources et le régime foncier, la technologie, les investissements, le savoir-faire local, les politiques, la législation, l'accès aux ressources, la participation locale, les systèmes de savoir-faire locaux, les questions liées à la gestion des affaires publiques et la population.

b) Végétation/couverture végétale

43. La végétation naturelle est une ressource importante pour la population africaine dans la mesure où elle représente la principale source de bois de chauffe, de matériaux de construction et autres usages de la vie quotidienne. Le taux d'abattage des arbres est de loin supérieur au taux de régénération et la concurrence entre les différents groupes d'intérêt pour la même ressource est intense. S'il est vrai que la plupart des pays africains sont conscients de l'importance que revêtent les programmes de reboisement et de boisement et qu'ils ont, pour la plupart, élaboré des stratégies dans le cadre de plan d'actions nationaux des forêts, les efforts de mise en oeuvre pratique ont été limités. Un obstacle majeur est l'absence d'information systématique, précise et en temps voulu concernant le type, la répartition et l'état de la végétation naturelle sur les grandes étendues. Le recours aux techniques de télédétection et de SIG dans la gestion du couvert végétal s'est révélé utile pour l'exécution de projets intégrés de mise en valeur et de gestion des ressources dans de nombreux pays africains. Ces techniques fournissent de précieuses données de résolutions spatiales, temporelles et spectrales variées, qui peuvent permettre de représenter et de suivre l'étendue, le type et l'état de la végétation naturelle sur des superficies étendues et diverses.

44. D'autres types de projets ont été exécutés au niveau national : ils concernent la biomasse d'origine forestière. Si ces projets étaient essentiellement destinés à évaluer le potentiel de bois de feu pour élaborer des plans stratégiques de développement et de gestion de la biomasse forestière, le fait est que lors de l'exécution de la stratégie globale de planification du développement de cette ressource, les informations géographiques recueillies dans les provinces concernées et le pays dans son ensemble se sont avérées d'une très grande richesse.

c) L'environnement

45. La gestion des ressources naturelles et l'environnement sont des questions de développement qui font intervenir des décisions d'ordre socio-économique, administratif, juridique et politique. La surveillance continue de l'environnement a pour objet de fournir des informations permettant d'en faciliter la gestion. Les informations concernant l'environnement permettent de mieux connaître et de mieux comprendre les rapports d'interdépendance existant entre la nature et les activités de l'homme dans le but de prendre les décisions et mesures adéquates. La télédétection

et les technologies qui s'y rattachent sont d'un apport certain pour les systèmes d'information sur l'environnement puisqu'elles fournissent des données indispensables. Les expériences menées au niveau sous-régional dans le cadre des programmes du CILSS, de l'IGAD et de la SADC témoignent des grandes possibilités qu'offrent ces technologies.

46. Les satellites météorologiques géostationnaires de la série Meteosat, utilisés depuis près de vingt ans, fournissent des données très utiles pour les prévisions météorologiques, la recherche agrométéorologique et un grand nombre d'autres applications relatives à la surveillance continue de l'environnement. Dans les régions relativement peu peuplées où les stations d'enregistrement ne sont pas nombreuses, les techniques de télédétection permettent d'obtenir des informations dont la contribution aux prévisions météorologiques est encore plus essentielle. L'accès aux données fournies par les satellites météorologiques opérationnels était gratuit jusqu'à septembre 1995. Dans la mesure où de nombreux pays sont dépendants de ces systèmes et considérant l'importance cruciale de ces données en matière de sécurité alimentaire et pour les programmes d'intervention en cas d'urgence, il faut faire en sorte que les informations recueillies continuent de parvenir aux utilisateurs à des coûts raisonnables.

47. Les séries de données multidates fournies par le satellite de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) servent de support à l'élaboration de cartes faisant ressortir l'indice de végétation aux niveaux national et sous-régional. Ces cartes ont fait la preuve de leur grande utilité en matière de surveillance de la sécheresse.

d) La planification et le développement des infrastructures physiques

48. En raison de l'accroissement rapide de la population en Afrique, les zones urbaines s'étendent à un rythme si peu contrôlable que les réseaux d'eau, d'électricité, d'assainissement, etc. sont vite saturés. En outre, l'absence d'informations actualisées explique en partie la médiocrité des programmes de développement urbain, notamment en matière de télécommunications et de transport. Les autorités municipales et régionales de planification prennent de plus en plus conscience de la nécessité d'établir des systèmes d'information intégrés. Certains pays comme le Botswana utilisent les systèmes d'information géographique dans leurs activités de planification de la gestion des ressources et du développement des infrastructures.

49. La photographie aérienne constitue une source de données pour l'élaboration des plans urbains. Les images produites par SPOT et Thematic Mapper permettent de compléter ce type de données, notamment pour l'établissement de plans stratégiques de développement urbain et régional.

e) Les ressources minérales et énergétiques

50. En Afrique, les équipements aéroportés de saisie de données sont communément utilisés dans l'exploration des ressources minérales et énergétiques du continent. Il s'agissait en fait de la seule source d'information dans ce domaine puisque pour la majorité des régions, les cartes étaient souvent inexistantes. La technologie de télédétection multi-bandes par satellite permet de mieux déterminer la morphologie géologique d'une zone donnée, ce qui, dans une large mesure, facilite les travaux d'analyse minérale. En outre, la lecture synoptique des images satellitaires constitue un atout de taille dans l'observation à large échelle de la tectonique des plaques, des failles et des plissements de la croûte terrestre.

51. Dans l'exploration pétrolière, les compagnies utilisent les données obtenues par la télédétection pour la planification et l'exécution de leurs activités ainsi que pour la surveillance des écoulements de pétrole lors des opérations de production.

VI. EVALUATION DES ACTIVITES DE TELEDETECTION

52. Dans le cadre de l'étude, des missions ont été dépêchées auprès de 80 organismes de 13 pays différents (voir tableau). Ces organismes, à l'exception de quelques-uns, utilisent cette technologie pour la collecte, le traitement, le stockage et l'analyse des informations géographiques nécessaires à l'exécution de leurs projets. Ils ont recours aux données fournies par la télédétection pour les études menées dans les domaines de la cartographie, de l'agriculture, des forêts, de l'eau et de l'hydrologie, de l'aménagement du territoire, de la géologie, de la capacité de charge des zones de parcours, de la surveillance continue de l'environnement, etc.

53. Au cours des années 70, on s'est particulièrement intéressé aux applications, dans les pays en développement, de la nouvelle technologie de télédétection par satellite pour la gestion des ressources naturelles et de l'environnement. Dans les années 80, c'est le Système d'information géographique (SIG) qui a retenu l'attention. L'étape actuelle est marquée par l'intégration et l'application de la télédétection et du SIG à des domaines prioritaires tels que la sécurité alimentaire et l'environnement. Les équipements munis de capteurs et de spectres multiples, permettant d'obtenir des images multidates à résolution multiple se généraliseront à l'ensemble des régions du continent. Le traitement, l'analyse et la gestion ainsi que l'utilisation adéquate des informations ainsi obtenues constitueront alors l'objectif essentiel pour les décennies à venir.

54. Pour évaluer la contribution des applications technologiques de la télédétection au développement durable de l'Afrique, il est possible, à partir d'indicateurs choisis, de voir dans quelle mesure la technologie de la télédétection est adaptée et convenablement utilisée dans le domaine des ressources et de l'environnement.

a) L'architecture institutionnelle

55. Les différentes missions menées par la CEA ont permis de constater que dans les pays visités les schémas organisationnels régissant les applications technologiques en matière de télédétection étaient assez semblables. Les pays ayant accueilli ces missions disposent, dans leur ensemble, d'un personnel qualifié ainsi que des équipements et de l'expérience nécessaires dans les domaines de la télédétection et du SIG. Les différences observées portent sur le degré d'utilisation de cette technologie et sur le nombre d'organismes qui en ont l'usage.

56. Dans chaque pays, il existe des organismes et des institutions publiques qui utilisent - ou prévoient d'utiliser - la technologie de la télédétection et du SIG. Il s'agit, en règle générale, des institutions chargées de l'environnement, des forêts, de l'eau, de la géologie, des ressources naturelles, de l'agriculture etc. La coordination entre ces différentes institutions souffre, le plus souvent, de faiblesses manifestes. Il n'existe aucune règle ou raison particulière permettant d'expliquer qu'un organisme décide d'utiliser cette technologie et qu'un autre s'en prive. Dans de nombreux cas, cela tient probablement au fait qu'un (ou plusieurs) haut responsable connaît bien cette technologie pour l'avoir étudiée, que ce soit dans des centres régionaux en Afrique ou au cours d'études supérieures hors du continent.

57. En outre, il a été observé que là où une institution met en place un SIG, des donateurs soutiennent le projet pour lequel ce système est utilisé. Dans de tels cas, le recours à cette technologie est le plus souvent décidé dans le cadre de l'exécution d'un projet financé par des bailleurs de fonds et nécessitant l'utilisation de données provenant de la télédétection ou la mise en place d'un SIG. Ce type de projet peut prévoir l'organisation, au niveau national ou à l'étranger, de cycles de formation du personnel et la fourniture d'équipements qui deviendraient propriété de l'institution bénéficiaire du projet au terme de celui-ci, une fois l'aide extérieure arrêtée.

58. L'importance des investissements consentis par les Etats membres de la CEA dans la technologie de la télédétection constitue l'un des indicateurs les plus importants car il donne la mesure des engagements financiers et de l'intérêt que les décideurs portent à ces instruments et techniques. Lors des discussions menées avec les responsables concernés et avec le personnel technique, il est clairement apparu qu'en raison d'autres besoins prioritaires, les autorités ne peuvent guère assurer les financements nécessaires à l'acquisition de matériels et de logiciels. Les allocations budgétaires vont essentiellement à la rémunération du personnel national.

59. Aujourd'hui que la quasi-totalité des pays dispose de centres ou d'organismes utilisant la télédétection et la technologie des SIG, il est nécessaire d'étudier le rôle que jouent les centres régionaux et de s'assurer qu'ils continuent de répondre aux besoins des Etats membres. Il est tout aussi nécessaire de conserver les liens de coordination établis entre les différents organismes utilisant ces technologies depuis que les centres régionaux existent.

60. Les organisations sous-régionales spécialisées dans les questions de l'environnement et du développement telles que le CILSS, l'IGAD et la SADC apparaissent aujourd'hui comme des acteurs importants dans le domaine de la sécurité alimentaire, de la surveillance de la sécheresse et d'autres questions liées au développement. Ces trois organisations admettent que la technologie de la télédétection constitue un instrument décisif dans l'exécution de leurs programmes et projets relatifs à la gestion des ressources et à la surveillance continue de l'environnement. C'est ainsi que le CILSS et la SADC mobilisent des ressources au bénéfice de leurs centres sous-régionaux ou nationaux respectifs. L'IGAD a déjà mis en place un important projet d'alerte précoce au sein du Centre régional de services spécialisés dans le domaine des levés, des cartes et de la télédétection (RCSSMRS) et souhaite, en principe, intégrer ce Centre ainsi que les autres institutions compétentes dans ses activités sous-régionales. En raison de l'importance pour la sous-région des technologies d'information sur les ressources, il y a lieu de resserrer les liens existant entre les organisations sous-régionales chargées du développement et les centres parrainés par la CEA.

d) Disponibilité des données

61. D'une façon générale, l'étape actuelle est marquée par un accroissement du nombre de satellites en service ou devant être mis sur orbite dans le cadre des opérations d'observation des ressources de la terre. En conséquence, la nouvelle génération des systèmes de télédétection par satellite permettra de fournir de plus en plus de données.

62. Les stations terrestres de réception des données transmises par satellite constituent un élément à part entière et indispensable du système de télédétection par satellite. En attendant qu'à l'image des satellites météorologiques, la technologie évolue et permette la réception et le traitement, dans les installations propres de chaque utilisateur, des signaux relatifs à l'observation des ressources de la terre émis par satellite, l'utilisateur continuera de dépendre d'un petit nombre de stations terrestres de réception. Il s'agit d'installations très complexes munies d'équipements

sophistiqués de réception et de traitement dont les coûts de fonctionnement sont très élevés, ce qui ne favorise pas leur acquisition par les pays de la région.

63. L'Afrique est un continent mal desservi par les stations de réception par satellite. La seule station terrestre permanente recevant actuellement des données par satellite se trouve en Afrique du Sud. Elle reçoit des données de tous les satellites et fournit des données de très haute qualité. Cependant, elle ne couvre que la région de l'Afrique australe et au nord, un arc de cercle comprenant la partie centrale de la Tanzanie.

64. Récemment, on a mis au point un certain nombre de petites stations mobiles portables pour couvrir les zones non couvertes par les stations terrestres permanentes. Ces stations mobiles ne rassemblent que des données qu'elles envoient pour traitement aux stations permanentes. Elles offrent l'avantage de pouvoir être déplacées et installées sur des sites différents pour rassembler des données sur des phénomènes saisonniers et inhabituels tels que les catastrophes naturelles.

65. On a constaté que les organisations africaines achètent moins d'images satellitaires que les organisations similaires des autres régions. Les fournisseurs d'images satellitaires ont apparemment une plus grande marge de manoeuvre dans l'établissement des coûts et des conditions d'utilisation des images. Ils seraient intéressées par une collaboration avec un organisme tel que la CEA tant en ce qui concerne la vente d'images que la mise en place de stations mobiles de réception en Afrique. Des possibilités de collaboration existent avec les principaux fournisseurs d'images tels que EOSAT et SPOT qui accroîtraient l'utilisation des données obtenues par satellite. En conséquence, la CEA devrait étudier les possibilités de collaboration avec ces organismes, entre autres, pour aider l'Afrique à disposer d'images satellitaires à des prix raisonnables et à mettre en place des stations mobiles qui desserviraient l'ensemble du continent.

Tableau des pays et des organisations visitées

Pays	Organismes (No)	Cartographie/Levés	Agriculture/Forêts	Météorologie	Education/Formation/ Recherche	Infrastructures physiques	Environnement	Ressources minérales/Energie/Eau
Botswana	4	x	x				x	x
Burkina Faso	6	xx	x		x		xx	
Côte d'ivoire	6	xx			x	x	x	
Ethiopie	7	x	xxx	x			x	x
Kenya	11	x	xx	x	xxxxx		x	
Niger	4	x	xx				x	
Nigéria	9	x	xx		x,x,x	x	x	x
Sénégal	6	x			x,x,x		x	
Afrique du Sud	7	x	xxx		x		x	x
Swaziland	2	x	x					
Tanzanie	4	x	x		x		x	
Zambie	5	x	x	x	x			x
Zimbabwe	6	x	xx		x		xx	

c) **Qualité et compatibilité des bases de données**

66. Les archives nationales contiennent des cartes que différents organismes ont établies sur une assez longue période avec des techniques et du matériel différents. C'est la raison pour laquelle il serait bon de faire figurer les sources et le degré de fiabilité des données dans toute information géographique enregistrée dans la base de données nationale. Bien que le personnel des centres régionaux et des services de levé ait en général les connaissances mathématiques nécessaires et connaissent les normes indispensables à l'établissement de cartes fiables, nombre d'experts et de spécialistes de l'environnement n'ont pas la formation ni l'information nécessaires. Vu le rythme rapide de la mise en place de base de données géographiques nationales dans la plupart des pays, il y a lieu de s'inquiéter au sujet de la précision et de la fiabilité des informations qui sont enregistrées dans ces bases de données.

d) **Formation**

67. Question intimement liée à celle-ci : la formation à l'utilisation et à l'entretien du matériel. La télédétection et toutes les techniques relatives à la mise en valeur et à l'utilisation des ressources et à la recherche d'information sur l'environnement évoluent rapidement et il est extrêmement difficile d'en suivre individuellement le rythme. La CEA et les autres centres régionaux et sous-régionaux devraient jouer un rôle prépondérant dans la collecte et la diffusion des informations sur les progrès techniques utiles aux responsables chargés des ressources dans le continent.

68. On peut sensiblement améliorer le transfert de technologie en encourageant l'établissement de liens de coopération entre les institutions sous-régionales et nationales, en s'employant à renforcer les capacités et en y consacrant les investissements nécessaires afin de créer une masse critique de techniciens qui comprennent la technologie et qui soient en mesure de l'adapter, de la perfectionner et d'élaborer des applications adaptées aux conditions locales.

69. La formation ne devrait pas porter uniquement sur l'utilisation d'un logiciel particulier mais rendre capable de mieux organiser et de mieux gérer les données et de les partager avec d'autres utilisateurs appartenant ou non au ministère ou à l'organisme.

70. En Afrique, on a négligé le rôle que jouent les universités nationales en tant qu'établissements de formation permanente. C'est pourquoi, dans le cadre de l'assistance qu'ils fournissent à ces pays, les donateurs devraient tenir compte des institutions d'enseignement des sciences spatiales et des matières connexes. Ainsi, ils contribueraient à long terme au renforcement des capacités de ces pays et régleraient partiellement le problème que constitue la pénurie de main-d'oeuvre qualifiée.

e) Problèmes liés à l'organisation et à la gestion

71. Au cours des dernières décennies, marquées par d'importants progrès techniques, nous avons pu constater que, les solutions qui nous permettraient d'exploiter les nouvelles techniques et d'en recueillir les fruits, ne sont pas toujours de nature technique. Les facteurs limitant l'application des nouvelles techniques sont souvent d'ordre organisationnel et financier. Il en est ainsi de la

télédétection en Afrique. La plupart des responsables africains disposent maintenant de programmes et de logiciels en particulier en ce qui concerne les micro-ordinateurs.

72. Toutes les organisations chargées du traitement automatique et de l'analyse des données en vue de la gestion des ressources et de la surveillance de l'environnement disposent des compétences techniques nécessaires. Les nombreux programmes de formation qui ont été organisés en Afrique, ainsi que l'assistance financière que les donateurs ont généreusement accordée pour la formation en Afrique et ailleurs ont permis au cours des deux dernières décennies de former un grand nombre de techniciens dans tous les domaines du traitement numérique. Or, dans de nombreux pays, des données qui existent sont inaccessibles pour diverses raisons, dont des problèmes liés à l'organisation et à la gestion.

VI. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

73. En conclusion, la situation est encourageante en ce qui concerne les applications de la télédétection en Afrique. En dépit des problèmes que rencontrent les centres régionaux, il convient de reconnaître que la majorité des personnes interrogées estiment que les centres sont nécessaires et qu'il faut trouver les moyens de les maintenir en activité. Avec un certain aménagement de leurs programmes et un resserrement des liens avec les donateurs, il n'y a aucune raison pour que ces centres ne puissent pas continuer de fonctionner en tant qu'organismes viables pendant de nombreuses années. An niveau national, on s'intéresse de plus en plus aux systèmes d'information géographique, ce qui contribue à l'utilisation de données obtenues par télédétection.

74. La télédétection et les techniques connexes sont de puissants instruments de suivi et de gestion. Elles permettent aux planificateurs et aux responsables de gérer les ressources et l'environnement de façon à accélérer le développement socio-économique durable des Etats membres. La télédétection est actuellement la méthode la plus efficace pour obtenir sur l'environnement et les ressources des données de différentes résolutions spatiales et temporelles.

75. Une douzaine de recommandations ont été adoptées à l'occasion des ateliers, réunions d'experts et conférences qui se sont tenus ces dernières années. La question qui se pose est de savoir où en est la mise en oeuvre de ces recommandations. Le secrétariat n'ignore pas les recommandations formulées par les experts mais il n'en retiendra que quelques-unes issues de nos observations et discussions avec des collègues, de recommandations de consultants de la CEA et d'autres études :

a) Il faut disposer de données de différentes résolutions spatiales et temporelles sur les ressources pour assurer la planification, la gestion et le développement durable de secteurs clés de l'économie des pays africains tels que l'agriculture, la mise en valeur des ressources minières et énergétiques etc. C'est pourquoi les Etats africains, les organismes sous-régionaux et régionaux, les organisations internationales et les pays développés devraient mettre en oeuvre les recommandations formulées lors de diverses conférences telles que AFRICAGIS, MARISY etc;

b) Il faudrait que la CEA entreprenne en étroite collaboration avec les organismes nationaux, intergouvernementaux et internationaux l'examen de certains éléments du réseau de télédétection pour recenser les problèmes qui se posent à l'Afrique;

c) Il faudrait encourager les organismes internationaux à améliorer les connaissances aux plans national et régional en recourant aux services d'experts nationaux ou régionaux dans le domaine des techniques liées à l'information géographique;

d) Il faudrait que les Etats africains, les pays (organismes donateurs) encouragent le secteur privé à participer à la mise en valeur des ressources naturelles et à la gestion de l'environnement comme c'est le cas dans d'autres secteurs;

e) Il faudrait aider davantage les universités africaines à mettre en place les moyens nécessaires à l'enseignement et à la recherche dans le domaine des sciences spatiales et des diverses applications de celles-ci ou à renforcer ceux-ci en vue du développement durable.

REFERENCES

1) AFRICAGIS'95 Documents. Proceedings of the Second AFRICAGIS held in Abidjan, Côte d'Ivoire, 1995.

2) American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. Land Satellite Information in the Next Decade. Conference Proceedings September 25-28, 1995 Vienna, Virginia, USA.

3) Environment & Remote Sensing Institute (ERSI), Zimbabwe, 1996. Extended Abstracts, Conference on the Application of Remotely Sensed Data and Geographic Information Systems (GIS) in Environmental and Natural Resources Assessment in Africa. Jointly organized with the African Associations of Remote Sensing of the Environment (AARSE) in Harare, Zimbabwe, March 15-22.

4) Harris, R., 1987. Satellite Remote Sensing, an Introduction. Routledge & Kegan Paul, London & New York.

5) Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) tenue à Rio (Brésil, 1992) le Sommet "Planète terre", introduction et commentaires de Stanley P. Johnson, 1993. Londres:Graham & Trotman/Martinus Njihoff.

6) Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique, 1993-1994. Rationalisation et harmonisation des institutions parrainées par la CEA. Documents présentés à la Conférence des ministres de la CEA.

7) United Nations Economic Commission for Africa, 1996. An Assessment of the Status of the Remote Sensing Programme in Africa and its Contribution to the Goals of Agenda 21 and the Requirements of sustainable development. Unpublished consultant's Report.

8) United Nations Economic Commission for Africa, 1995. Land Information Systems for Land Resources Planning and Management in some African Countries. Unpublished Consultant's Report.