

SS207

SS161 F

CO481

**Distr.:  
LIMITEE**

ECA/NRD/ERU/7/87  
mars 1989

FRANCAIS  
Original: ANGLAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE  
Réunion des Plénipotentiaires sur  
l'Etablissement de la Commission  
Africaine de l'Energie Nucléaire  
Addis Abeba (Ethiopie), 22 - 25 mai 1989

ETABLISSEMENT DE LA COMMISSION AFRICAINE  
DE L'ENERGIE NUCLEAIRE EN VUE DU DEVELOPPEMENT  
DE LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE NUCLEAIRE EN AFRIQUE

Rapport du Secrétariat

## SOMMAIRE

	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION	1
2. BESOIN POUR UNE SCIENCE ET TECHNOLOGIE NUCLEAIRE	2
2.1 Introduction	2
2.2 Alimentation et agriculture	2
2.2.1 Productions végétales	2
2.2.2 Productions animales	3
2.2.3 Contrôle d'insectes nuisibles	4
2.2.4 Préservation d'aliments	6
2.2.5 Gestion d'eau pour l'irrigation	7
2.3 Ressources en eau	7
2.4 Les Mines	8
2.4.1 Introduction	8
2.4.2 Exploration des minerais	8
2.4.3 Extraction des minerais	9
2.4.4 Transformation des minerais	9
2.5 Santé et médecine	10
2.5.1 Introduction	10
2.5.2 Diagnostic médical	10
2.5.3 Thérapeutique médicale	11
2.5.11 Santé et environnement	11
2.6 Industrie	13
2.6.1 Introduction	13
2.6.2 Radiographie	13
2.6.3 Autoradiographie	14
2.6.4 Détection des fractures	14
2.6.4 Stérilisation, désinfection et cure	14
2.6.6 Jauges industrielles	14
2.6.7 Contrôle de qualité	14
2.6.8 Mesures dans les procédés dynamiques	15
2.6.9 Croisements et greffes	15
2.6.10 Polymérisation	15
2.6.11 Le traitement des matériaux industriels	15
2.7 Production de l'électricité	16
2.7.1 Nécessité de production et d'alimentation en électricité en Afrique	16
2.7.2 L'énergie nucléaire aujourd'hui	17
2.7.3 Approche pour l'énergie nucléaire	20



	<u>Page</u>
2.8 Formation, recherche et développement	21
3. EVALUATION DE LA SITUATION EN AFRIQUE	23
4. MANDAT ET AUTORITE LEGALE POUR L'ETABLISSEMENT DE LA COMMISSION AFRICAINNE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE (CAEN)	25
5. LES OBJECTIFS ET FONCTIONS DE LA COMMISSION AFRICAINE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE (CAEN)	28
5.1 Introduction	28
5.2 Les objectifs de la CAEN	28
5.3 Les fonctions de la CAEN	29
6. ORGANISATION STRUCTURELLE	30
6.1 Introduction	30
6.2 Le secrétariat du Comité technique consultatif	30
6.3 Le Comité technique consultatif pour la science et la technologie nucléaire (CTC/STNU)	31
7. LES PROJETS ET LES PROGRAMMES DU COMITE TECHNIQUE CONSULTATIF POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE NUCLEAIRE	33

**RAPPORT SUR L'ETABLISSEMENT DE LA COMMISSION  
AFRICAINNE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE (ANEC)  
EN VUE DU DEVELOPPEMENT DE LA SCIENCE  
ET LA TECHNOLOGIE NUCLEAIRE EN AFRIQUE**

**1. INTRODUCTION**

1. Le fléau qui touche aujourd'hui le continent africain est ses énormes importations: allant de produits alimentaires et boissons aux produits pharmaceutiques ou droguerie, allant des produits de consommation de ménage et fournitures de bureau aux équipements pédagogiques et de laboratoire, des jouets aux services et utilités, des roues et pneus aux avions et bateaux, et des épingles aux équipements industriels, et tout ceci avec très peu des produits d'exportation sans pouvoir renverser désormais une dette colossale et dérangeante.. Est-ce que les africains restent désœuvrés en croisant les bras ? Non, en effet, la plupart des africains, hommes et femmes, travaillent assidument. Le problème essentiel est que les produits de la technologie traditionnelle africaine sont périmés et ne correspondent pas à la demande, donc ne peuvent pas être exportés. Les exportations africaines comprennent toutefois essentiellement des ressources naturelles et des produits de base aux cours largement défavorables à travers un ordre économique mondiale en désordre et face à des pays africains manquant des techniques et compétences pour y faire face.

2. Le fond du problème est que les produits et services très demandés dans ce monde aujourd'hui et que l'Afrique importe, sont issus de la technologie moderne. La technologie moderne est basée sur les sciences mais l'Afrique manque de bases efficaces, de connaissance et d'expérience à la fois dans les sciences modernes et la technologie.

3. Le facteur décisif de sous développement en Afrique et des problèmes qui en résultent est à présent connu. Ainsi les chefs d'Etats Africains dans le Plan d'action de Lagos concèdent que l'Afrique contient le plus grand nombre de pays en voie de développement, et la plus grande concentration des pays les moins avancés, et que c'est le continent le plus en retard et le plus désavantagé dans le domaine de la science et de la technologie pour le développement. Sur l'appréciation de l'ensemble de ces faits, les Etats membres recommandent des mesures pour assurer le développement sur une base scientifique et technologique adaptée et l'application appropriée de la science et de la technologie pour mener un développement en agriculture, transport, communications, industries (incluant les industries agro-alimentaires) la santé, l'hygiène, l'énergie, l'éducation et le développement de la main d'oeuvre, l'habitat, le développement urbain et l'environnement.

4. En notant qu'en dépit des efforts passés et en cours la plupart des Etats membres manquent encore de compétences scientifiques et technologiques nationales et par voie de conséquence restent dépendant de l'aide technique étrangère pour l'exécution de leurs travaux scientifiques et technologiques, ils recommandent que la priorité immédiate soit donnée au développement des ressources humaines pour la création des infrastructures scientifiques et technologiques pour une main d'oeuvre qualifiée, et au développement des capacités innovatrices et productrices pour absorber



et adapter la technologie importée d'une part. D'autre part il est recommandé de développer la technologie localement pour l'identification, l'exploration, des ressources naturelles et la conversion des matières premières au bien ou produits semi-finis et finis.

5. Dans cette optique, on insiste souvent sur le fait que la solution des problèmes africains de sous développement réside dans la nécessité de créer des capacités et des compétences africaines dans la science et la technologie modernes.

## 2. BESOIN POUR UNE SCIENCE ET TECHNOLOGIE NUCLEAIRE

### 2.1 Introduction

6. C'est par l'application de la science et de la technique que l'on transforme les ressources naturelles en biens et services pour une meilleure qualité de vie. Mais comme la science devient multidisciplinaire, elle implique diverses technologies pour des meilleures conditions d'existence et aussi pour le progrès de ce monde. Ainsi, l'Afrique a besoin de suivre tous ces aspects de l'évolution de la science et de la technologie modernes et de les maîtriser pour résoudre ses problèmes de sous-développement. Un des secteurs promoteurs c'est la science et la technologie nucléaire. Ce domaine bien que relativement récent, a des potentialités énormes pour l'avenir, apportant déjà dans leur application pacifique des contributions considérables dans les domaines de l'alimentation et de l'agriculture, des mines, du développement des ressources en eau, de la médecine, de l'industrie, de l'électricité, de la recherche et de la formation, etc alors que la pollution de l'environnement par fuite radioactive et par des déchets nucléaires dus à des naufrages, ceux-ci peuvent contaminer le système vivant ainsi que si l'on déclenche une guerre nucléaire celle-ci dévasterait la vie sur terre.

### 2.2. Alimentation et agriculture

#### 2.2.1. Productions végétales:

7. Dans la région africaine, la population augmente plus vite que la production agricole et alimentaire, ceci en particulier en Afrique au-dessous du Sahara où le taux de croissance démographique augmente plus vite que la production alimentaire dans 35 des 41 pays. La base de l'agriculture est la fertilité du sol, mais la majorité des sols sont infertiles et souvent fragiles et nécessitent une gestion prudente. Malheureusement le système traditionnel africain en matière de fermage est caractérisé par la jachère qui nécessite de périodes très longues sous paturages et permettant ainsi une régénération de la fertilité du sol notamment par des arbres fixant l'azote atmosphérique. Pour faire face à une population galopante, les sols doivent être travaillés intensivement et les périodes de régénération de la fertilité réduites. Seulement l'on favorise l'érosion des sols, la désertification et on diminue les rendements, des fois tournant autour des 70 à 80%. Même quand certains pays peuvent se procurer des devises étrangères pour l'importation d'engrais, ils sont souvent trop chers pour la majorité des fermiers.

8. Un autre facteur important de la non fertilité des sols est la déforestation due à la coupe de bois de chauffage. Dans la région, le bois de chauffage produit constitue 70% des besoins en énergie; en outre 80% de la population dépend du bois pour 95% des besoins en énergie. Dans un cercle vicieux, la capacité du sol affamé et dégradé pour la production de bois de chauffage est grandement diminuée et l'épuisement continu. Dans la région africaine on estime à 55 millions de personnes confrontent la crise du bois de chauffage en 1987 et peut être jusqu'à 85 millions d'ici l'an 2000.

9. Des techniques de marquage de l'azote ( $^{15}\text{N}$ ) ont été utilisées pour étudier l'action ultime de la fixation maximale de l'azote atmosphérique par les pâturages et les arbres et de ce fait la régénération de la fertilité du sol dans le but d'augmenter la production de nourriture ou du bois de chauffage. La même technique est utilisée pour essayer de diversifier et de maximiser le rôle d'une fougère aquatique Azola qui fixe l'azote atmosphérique et favorise le développement du riz.

10. Un moyen large et encore répandu d'accroissement de la production alimentaire est l'emploi de diverses techniques nucléaires qui peuvent être regroupées sous l'amélioration des récoltes et la mutagenèse. Les graines sont généralement encadrées avec des radiations gamma ou des neutrons à grande vitesse pour induire des mutations. Les modifications génétiques donnent naissance à de nouvelles espèces dont les variétés présentant les caractéristiques désirées sont sélectionnées. Les caractéristiques recherchées sont souvent un grand rendement, période de développement courte, une maturité précoce de la récolte, la taille des grains, la richesse en protéines, les résistances aux maladies ou aux insectes, tolérance de d'une eau saline, résistance aux conditions externes défavorables. Cette technique offre une grande opportunité pour la région, et on peut le dire pour les pays en voie de développement, pour réellement moderniser une agriculture presque rudimentaire.

11. L'emploi pour l'agriculture des insecticides, des herbicides, des fertilisants est en train d'augmenter considérablement dans les pays en voie de développement ce qui a des effets visibles comme l'infiltration et l'interaction avec l'environnement affectant le sous-sol, la nappe phréatique et l'atmosphère etc... Les techniques de marquage radioactif, sont utilisées pour optimiser l'utilisation de ces substances agrochimiques et de minimiser les effets nocifs de leurs résidus.

#### 2.2.2. La production animale

12. Comme dans le cas des productions végétales, les techniques nucléaires jouent aussi un rôle vital dans la production animale. Pour le progrès dans l'efficacité de la production, des antigènes sont marquées avec de l'iode  $^{125}$  et des anticorps se forment pour chaque hormone, et ceux-ci sont utilisées dans l'étude de la reproduction des animaux avec des techniques de radioimmunologie, les types d'hormones du cheptel sont suivies et mesurées pendant le cycle reproduction. A l'aide de ces résultats il est possible d'améliorer la fertilité des espèces.



13. Les ruminants comme les boeufs, moutons, chèvres, buffles etc. constituent le soutien principal de l'agronomie de la région. Dans leur tractus digestif, les aliments fibreux (cellulosique) comme l'herbe et la paille sont décomposés et convertis en molécules simples à partir desquelles l'animal élaborera le lait, la viande ou obtiendra l'énergie nécessaire à l'activité (tractage de charge, pouvoir de reproduction). Les techniques de marquage radioactif ont aussi été utilisées pour procéder à l'analyse de la digestibilité et des valeurs alimentaires des différents aliments. Les possibilités ont été augmentées grâce au récent développement de la "technique de stimulation du rumen" (Rusitec) en Ecosse populairement appelée "vache artificielle" permettant les études en laboratoire sans utilisation d'un vrai ruminant. A l'aide de ces études concernant la dynamique et le métabolisme du système digestif des ruminants, il est possible de sélectionner les nourritures locales adaptées et d'établir des régimes alimentaires permettant un maximum de croissance, ou une meilleure viande, ou même de donner aux animaux domestiques certaines caractéristiques désirées.

14. Ces techniques de marquages ont aussi été utilisées avec succès pour le contrôle de la santé des animaux. Par exemple pour la production de vaccins contre certains vers et autre Helminthes. Ces techniques nucléaires peuvent jouer un rôle important en Afrique où les maladies infectieuses et parasitaires sont souvent la cause de mortalité importante.

#### 2.2.3. Contrôle des maladies véhiculées par les insectes:

15. Heureusement seulement 15000 ou moins sur plus d'un million d'espèces d'insectes qui peuplent la terre sont nuisibles pour les plantes et les animaux. Néanmoins ces espèces sont malheureusement responsables de pertes considérables (environ 15 à 20 % des productions animales et végétales agricoles du monde et ce pourcentage est un peu plus élevé pour les pays en voie de développement. Ces pertes proviennent de dommages directs aux plantes et aux animaux. (Ces maladies des plantes et des animaux sont transmises par les insectes) et à la destruction des produits alimentaires pendant leur stockage. En plus, des vies humaines sont aussi perdues à cause de certaines maladies transmises par les insectes: paludisme, fièvre jaune, onchocercose, dengue etc... La prévention des pertes alimentaires devient un problème vital pour la survie en Afrique où les besoins de la population gagnent de vitesse sur la production alimentaire et où la sécheresse est endémique.

16. Le développement des insecticides ces 40 dernières années a permis leur large utilisation pour le contrôle de ces insectes. Cette utilisation n'a pas été suivie d'un succès complet car les insectes ont graduellement développé des résistances à ces substances chimiques, substances qui polluent l'environnement; certains insecticides laissent des résidus qui sont nocifs pour les plantes, les animaux, l'homme compris. Par voie de conséquence, des méthodes d'alternance doivent être utilisées pour le contrôle des insectes.

17. Mis à part pour les insectes stériles qui nécessitent un traitement séparé, la méthode alternative comprend l'utilisation de phéromones (hormone jouant un rôle dans l'attraction sexuelle des insectes) pour empêcher l'accouplement des insectes mâles et femelles et aussi l'utilisation contre les insectes de parasite et de prédateurs; on peut aussi développer la résistance de l'hôte vis à vis de l'insecte. Les isotopes radioactifs jouent un rôle très important dans le développement de ces méthodes. Les radiations sont aussi utilisées dans le contrôle microbien des traitements de quarantaine pour les marchandises agricoles destinées à l'exportation, l'ingénierie génétique pour la mise au point de variété de plantes résistantes.
18. Les techniques de stérilisation des insectes (SIT) jouent un rôle important. Les rayons x ou les rayons gamma sont utilisés pour rendre stériles les insectes à l'aide de dose qui n'ont pas une influence défavorable sur leur comportement sexuel mais les oeufs obtenus sont stériles et ne produisent pas de descendants. Cette technique (SIT) est très spécifique. Quand un grand nombre de mâles sont traités, stérilisés, la population de la nouvelle génération est considérablement réduite. Par des application répétées, il peut y avoir éradication du fléau par ce processus qui touche à la reproduction.
19. L'avantage majeur de cette technique (SIT) c'est qu'elle est effective sur des grandes étendues. La plupart des autres méthodes sont généralement appliquées, préférablement en combinaison, avec l'IPM (integrated pest management) et de fermes en fermes. Cependant ceci est trop coûteux pour les petits fermiers et non entièrement satisfaisant.
20. Comme les techniques de stérilisation des insectes furent les premières à être employées pour éradiquer les puces collées aux peaux du bétail ceci depuis 1984 à l'île Dutch de Curacao aux Caraïbes et aussi à éradiquer les pucerons des fruits méditerranéens depuis Mexico, celles-ci ayant fait leur preuve ont eu un grand développement aujourd'hui. Il y a environ 10 projets aujourd'hui auxquels ces techniques SIT sont utilisées pour éradiquer les insectes nuisibles. Les projets SIT ont tendance à prendre de l'ampleur et à avoir une utilisation internationale. Malgré un emploi très large au niveau international, elles (SIT) restent relativement bon marché. Le coût total de destruction est d'environ 100 dollars américains pour 1 million de mouches. Une nouvelle méthode est entrain d'être développée tuant les femelles très tôt au début de croissance. Là où celle-ci est applicable, le coût d'élevage des mâles peut seulement être réduit d'environ 60%.
21. Un des grands projets SIT sous forme de coopérative est le projet sur le contrôle biologique de la mouche tsétsé au NIGERIA (BICOT). A part le fait que cette mouche apporte la maladie du sommeil chez les êtres humains, elle est le vecteur de la trypanosome qui détruit le bétail à grande échelle et infeste de larges zones (environ 70%) des terres agricoles en Afrique. Le projet nigérian SIT ou BICOT a éradiqué des espèces de mouche tsétsé sur environ 1500 Km<sup>2</sup> au Nord-Centre du Nigeria. Le Gouvernement nigérian demande l'expansion du projet en BICOT II, couvrant une superficie d'environ 12000 Km<sup>2</sup> sur le Plateau State du Nigeria.



22. Le projet SIT promet beaucoup pour le traitement des vastes zones agricoles et d'élevage contre la mouche tsétsé et d'autres insectes nuisibles comme les pucerons des fruits méditerranéens. Ceci peut contribuer à augmenter les rendements agricoles et en élevage et ainsi améliorer les conditions de vie des communautés rurales.

#### 2.2.4. Préservation d'aliments:

23. Il est surprenant de constater que l'Afrique toute entière fait face à un problème d'augmentation de sa production alimentaire pour satisfaire les besoins d'une population qui croît très rapidement et de constater qu'elle souffre des pertes post-récoltes estimées à environ 25 à 30% par production annuelle. Ceci prouve que les méthodes traditionnelles de conservation et de préservation des denrées alimentaires actuelles ne répondent pas à ces problèmes et qu'il faut urgemment de nouvelles méthodes appropriées.

24. Il a été longtemps connu que le fait d'exposer à des radiations ionisantes prolongées des denrées alimentaires, celles-ci avaient leur durée de vie prolongée. Aujourd'hui il semble acquis que la source la plus connue est la radiation gamma du Cobalt-60. Irradier les denrées alimentaires ne prolonge pas seulement leur durée de vie mais empêche la germination des tubercules et autres légumes, contrôle les agents pathogènes, les parasites, et autres insectes nuisibles et stérilise ces produits et d'autres. Aujourd'hui la technique d'irradiation est très bien connue et fait ses preuves à travers le monde y compris les pays en voie de développement.

25. Les aliments irradiés peuvent être des aliments sains et les techniques pour les obtenir ont des avantages. Pas de haute température ou deshydratation pour abimer le caractère organoleptique des aliments qui avec les radiations, les fruits et légumes, tubercules et céréales, viande, poisson etc. gardent leur fraîcheur. Les denrées alimentaires peuvent être emballées avant l'irradiation. La transformation est convenable. Toutefois il y a le problème de l'acceptance par le public des produits irradiés.

26. Il y a lieu d'assurer une autorité nationale réglementaire pour inspecter et approuver les produits alimentaires irradiés pour la distribution et la consommation; cette autorité devrait s'appuyer sur une réglementation internationale appropriée en matière des pratiques et lois dans ce domaine. En 1983, l'organisation internationale, Codex Alimentarius Commission a approuvé des normes pour les produits irradiés. Un nombre de pays y compris des pays en voie de développement comme le Bangladesh, la Chine, la République de Corée, et l'Inde ont approuvé la mise en vente d'une vaste gamme des produits alimentaires irradiés.

27. Les produits alimentaires irradiés offrent à l'Afrique une occasion de réduire ses pertes post-récoltes afin de mieux nourrir sa population.

### 2.2.5 Gestion d'eau pour l'irrigation:

28. L'eau pose beaucoup des problèmes dans bon nombre des pays africains notamment ceux de la Savane et du Sahel. L'irrigation devient nécessaire souvent dans ces régions. Une bonne gestion de cette denrée rare qui est l'eau est impérative en matière de productions agricoles sous ces latitudes.

29. Que ce soit l'irrigation ou l'eau de pluie pour l'agriculture, des techniques nucléaires impliquent les radiations et isotopes permettent de suivre l'état de l'eau dans le sol, ainsi que sa destinée chez les plantes. En connaissant quantitativement les besoins en eau et en comprenant les dynamiques de cet élément par les végétaux, cette denrée rare qui est l'eau peut être gérée efficacement en vue d'une maximisation de la production agricole.

### 2.3. Ressources en eau:

30. La disponibilité d'eau potable et en quantité suffisante pour la consommation domestique, l'agriculture et l'industrie en Afrique est un réel problème en particulier dans les pays de la Savane et du Sahel. Pas seulement les sources d'eau naturelle mais aussi les rivières, cours d'eau, eau de pluie, lacs, l'eau collectée des toits de maisons, l'eau de ruissellement et celle stagnante avec des larves, etc... sont connectées à l'eau courante.

31. Beaucoup de plans nationaux de développement proposent des schémas d'adduction d'eau propre. En effet, le problème est tellement sérieux que beaucoup des pays établissent des sociétés paraétatiques pour le développement et l'adduction d'eau mais seulement souvent pour les zones urbaines. Cependant, même ces schémas pour les zones urbaines nécessitent un support scientifique et technologique pour identifier, quantifier et exploiter les ressources d'eau disponibles. Les techniques nucléaires ont été trouvées d'une très grande assistance dans l'étude et le développement des eaux de surface et souterraines.

32. Parmi ces techniques nucléaires, des isotopes naturels qui sont partis de l'eau et qui ont le tritium, le deuterium et l'oxygène-18 aussi bien que le gamma artificiel émettant des isotopes sont couramment utilisés. Aussi, beaucoup d'informations peuvent être obtenues de façon pas chère à ce sujet et concernant d'autres moyens disponibles ailleurs.

33. Pour l'eau de surface, les techniques nucléaires peuvent fournir des informations sur l'origine de l'eau de pluie, des cours d'eau et rivières, des sédiments suspendus et emportés par les cours et rivières, l'eau d'écoulement et d'évaporation des lacs et réservoirs, l'eau de fuite des barrages; et le temps écoulé entre l'injection et la détection coupé avec isotope peut renseigner sur la dynamique du système.

34. Pour l'eau souterraine, les techniques nucléaires renseignent sur l'origine de l'eau, les différentes sources de sa constitution, les infiltrations à des périodes climatiques différentes, la quantité et la qualité de l'eau, la direction du courant et la vitesse si nécessaire, les zones de recharge et le temps où la recharge a eu lieu. Une information difficile à obtenir mais très importante pour des décisions



de faisabilité est l'âge de la nappe aquifère. Pour cela, des isotopes additionnels comme le carbone-14 et la chlorure-36 peuvent être utilisés. Ainsi un âge approprié de la nappe peut être obtenu. En effet, l'isotope hydrologique est la meilleure méthode d'investigation de l'eau souterraine et surtout de l'eau souterraine fossile.

## 2.4 Les Mines:

### 2.4.1. Introduction

35. Le monde moderne dépend beaucoup de matières premières minérales qui constituent le point d'appui principal de l'industrie manufacturière et de la production énergétique. Comme les matières premières minérales ne sont pas renouvelables, il est essentiel de développer plus efficacement, des méthodes d'exploration, d'extraction et de transformation qui tiennent compte de leur durée de vie et de leur coût.

36. Les techniques analytiques nucléaires peuvent contribuer à l'essor de l'économie nationale par une augmentation efficace de l'exploration, extraction et transformation des matières premières minérales en économisant de l'énergie, les coûts des matériaux et opérations. Elles sont simples, rapides, applicables à des aspects sectoriels ou multi-sectoriels, peuvent produire des résultats dans presque des temps records, et sans être destructives elles peuvent être appliquées à des situations où d'autres méthodes ne sont pas applicables.

### 2.4.2. Exploration des minerais

37. Les techniques nucléaires sont particulièrement appropriées pour la compréhension et la connaissance de la géologie et la transformation et la distribution d'éléments géologiques dans un espace donné, pour la connaissance de l'âge de ces éléments et roches. Une des méthodes les plus puissantes pour la détermination de plus de 40 éléments différents est l'analyse par activation du neutron (NAA). C'est une méthode très sensible et exacte, capable de détecter les éléments à l'état des traces sans détruire l'échantillon.

38. L'analyse de la composition chimique de plantes, de l'eau, des sédiments organiques et inorganiques révélé de façon économique, les types de minéralisation qu'il y a eu et le transport des éléments y émanant ainsi que leur localisation. Quoique des concentrations d'éléments sont extrêmement faibles et s'évaluent en p.p.m (parti par million), l'analyse NAA peut décélérer et fournir la composition chimique très rapidement et très moins cher puisque c'est une analyse très automatisée.

39. L'uranium se décompose en rayonnement gamma émettant aussi bien en alpha émettant des nucléides soeurs. L'exploration de l'uranium implique des mesures de l'activité gamma de la soeur comme le bismuth-214 ou l'activité alpha de la soeur du gaz radon.

40. Pour suivre un minéral ou l'exploration du pétrole, la détermination de la viabilité économique implique d'habitude des forages par sondes très chers. Les techniques nucléaires apportent plusieurs méthodes très sensibles et relativement peu chères pour l'obtention de l'information d'un échantillon ou des murs par sondes. Elles sont capables de déterminer plusieurs minéraux comme l'uranium, le thorium, le potassium, le charbon, de gisement dense métallique, du pétrole, du gaz et de l'eau, etc..

41. Parmi ces techniques, on peut citer: l'analyse par rayons-X de la fluorescence, l'utilisation de plusieurs sondes relatives aux mesures de la radioactivité par spectroscopie, analyse par interaction de radiations (gamma ou neutrons) d'une source avec l'environnement; l'analyse des radiations résultantes, peut aussi renseigner sur la densité ou porosité de l'élément recherché.

#### 2.4.3. Extraction des minerais:

42. Au stade d'extraction, la radioactivité est utilisée pour donner un degré au gisement d'uranium et pour déterminer sa diminution dans la roche. Pour éviter ceci, les techniques nucléaires sont aussi employées pour déterminer l'épaisseur des fissures de charbon. Des techniques de tracé sont utilisées pour déterminer le taux de revêtement d'huile (pétrole) en particulier à des basses pressions quand les fluides sont injectées par une force dans le sol.

#### 2.4.4. Transformation des minerais

43. Les techniques de marquage, l'analyse d'éléments et les systèmes de contrôle nucléique sont souvent utilisées pour purification d'étapes de transformation de gisements métalliques huiles et charbons. Cependant la technique nucléaire la plus populaire est le spectromètre à Rayon-X qui fournit l'analyse des métaux et peut simultanément donner des renseignements sur le matériel analysé, le produit final incluant la taille; cette méthode peut fournir des informations sur plusieurs métaux en même temps.

44. Les rayons gamma d'absorption et les techniques de dispersion sont particulièrement utiles en certaines circonstances quand les techniques nucléaires ne sont pas appropriées. Ces techniques incluent les mesures des matériaux à l'intérieur des containers, le niveau de remplissage et d'emmagasinement des bateaux et fourneaux, la densité des matériaux dans les courants des pipelines, la quantité de gisement dans un pipeline et l'évaluation des matériaux sur une chaîne donnée. Le Neutron de dispersion est assez souvent employé pour déterminer la quantité de charbon dans l'eau.

45. Pour ce qui est de la transformation du gisement, l'emploi extensif est fait de techniques de marquage radioactif. Des exemples d'applications des marqueurs radioactifs incluant la détermination des volumes de ces matériaux suivis des réactions physiques et chimiques, la séparation des métaux et l'identification d'inclusions métalliques, la détermination de revêtement, de l'envoile, le concassage et l'écoulement des matériaux.



46. L'application des techniques nucléaires à différents stades du processus de transformation des minerais a plusieurs avantages. En plus d'avantages déjà mentionnés: la radiation nucléaire est très pénétrante et peut cependant donner des informations sur un éventail de volumes simultanément, permettant d'économiser financièrement par rapport à d'autres méthodes.

## 2.5. Santé et Médecine:

### 2.5.1. Introduction

47. L'application des techniques nucléaires en matière de diagnostic, thérapeutique et de recherche est assez vaste. L'impact de la science et de la technologie nucléaires sur la santé et la médecine a été tellement concluant que la médecine nucléaire est maintenant une des spécialisations de la médecine. Les techniques de médecine nucléaire identifient scientifiquement les origines et les changements durant les étapes d'une maladie et elles constituent des bases fermes pour la thérapeutique qui oriente vers un très rapide et pleine guérison. Elles se rangent parmi les techniques les plus sophistiquées de la médecine. Leur pratique est tellement étendue dans la plus part des pays que les techniques les plus communes.

### 2.5.2. Diagnostic médical

48. Les techniques les plus communes pour un diagnostic interne est le rayon-X. Il est difficile d'imaginer quel stade du diagnostic médical ne peut-on pas trouver l'utilisation des rayons-X.

49. Après qu'un patient ait pris des médicaments radioactifs ou d'autres drogues avec emblème radio-isotopes, l'instrumentation moderne utilise les émissions de la radioactivité des matériaux pour suivre et produire l'image d'un organe donné. Autant la méthode de scintillographie donne une image ordinaire de l'organe, la technique de topographie donne une image tridimensionnelle de l'organe. En médecine nucléaire, un d'isotopes les plus utilisé est le metastable technetium-99m; le technetium-99m en radio-pharmacie est utilisé pour localiser les tumeurs et le diagnostic des maladies de foie et du rein. L'Iode-125 est aussi un important produit radiopharmaceutique.

50. A part la possibilité de visualiser les organes incluant le cerveau, les marqueurs nucléaires sont aussi employés pour étudier le fonctionnement d'organes. L'excrétion au niveau du rein peut être suivie par isotope ce qui permet de comprendre le fonctionnement, le volume et la circulation du sang ainsi que l'absorption des vitamines peuvent être étudiés avec ces marqueurs; la rate peut être visualisée par le chrome-51, et le pancreas peut être étudié par le selenium-75.

51. Une technique de diagnostic nucléaire assume une grande importance et souvent utilisée aujourd'hui en radioimmunologie (RIA). Cette technique fournit une technique simple, pas chère des mesures de quantités extrêmement petites d'hormones, vitamines, médicaments, enzymes, quelques protéines, du virus de l'hépatite, et

autant d'autres substance d'intérêt médical circulant dans le sang. Sans que le patient ingère aucun produit radioactif, la RIA emploie des radios nucléotides introduits dans son sang pour étudier le processus biochimique de son corps. La RIA est tellement répandue que l'on estime que les pays en voie de développement l'utilisent pour leurs patients de 10 à 20%.

### 2.5.3. Thérapeutique médicale:

52. La stérilisation est très importante en médecine thérapeutique. Les vêtements chirurgicaux, les bandes, les seringues, les gans chirurgicaux, les aiguilles, les escalpelles et beaucoup d'autres produits peuvent être stérilisés. La Radio stérilisation, la plus commune avec la radiation gamma provenant du Cobalt-60, est extrêmement utilisée pour ses avantages. Les équipements peuvent être hermétiquement scellés en paquets les empêchant d'être contaminés par les microbes et la radiation peut les pénétrer ainsi et les rendant stérilisés. C'est un procédé qui permet de stériliser des matériaux sensibles et craignant le chaud, la température et il est peu cher.

53. Les isotopes radioactifs sont aussi utilisés directement pour le traitement des maladies. Des exemples sont le traitement commun contre le cancer de la thyroïde avec l'iode radioactif et le traitement du cancer du cerveau par irradiation interne.

### 2.5.4. Santé et environnement:

54. Il y a une préoccupation majeure concernant la pollution de l'environnement par l'émission des gaz toxiques, du dioxyde de soufre ( $SO_2$ ) et de l'oxyde d'azote dans l'atmosphère à partir du charbon et des usines industrielles. Les effets sont immédiats et à long terme.

55. L'effet immédiat est dans un espace limité mais les résultats sont des maladies respiratoires chroniques, de coeur et l'on traîne des problèmes, ainsi que la détérioration de l'environnement. Le problème est réellement sérieux. Une usine de 500 MW peut consommer 250 à 300 tonnes de charbon par heure, et dégage des dizaines de tonnes de  $SO_2$  par heure, dépendant du soufre contenu dans le charbon (normalement 0,2% à 10%). Il a été estimé qu'aux USA, la pollution de l'air cause environ 10.000 morts et environ 25 millions de maladies respiratoires par an.

56. Les effets à longterme de ces toxiques sont des gaz des conduits ou des cheminées qui touchent des larges zones sans frontières. Par conversion photochimique de ces gaz toxiques dans l'atmosphère, des acides sulfuriques et nitriques sont produits et tombent sous forme de "pluies acides". Les pluies acides dévastent des forêts, la flore sur terre et acidifient les lacs et les eaux de barrages, et celles-ci existent aux USA, Europe et Asie.

57. Dans beaucoup des pays y compris les USA, la République Fédérale d'Allemagne, l'Australie, la Suisse, l'Italie, les Pays Bas, le Danemark, la Finlande, la Suède, la CEE, l'Inde et la Chine ont introduit un règlement pour contrôler la quantité de  $SO_2$  et  $NO_x$  rejetés dans l'atmosphère. Des centaines de millions de dollars sont dégagés pour faire face à cette situation aujourd'hui.



58. Les laveurs conventionnels déplacent le  $\text{SO}_2$  et le  $\text{NO}_x$  en 2 processus séparés. Pour  $\text{SO}_2$ , de la chaux éteinte est utilisée et les produits de valeur commerciale nulle sont obtenus apportant un autre problème de pollution. Pour le  $\text{NO}_x$  le processus est de transformer le  $\text{NO}_x$  en azote atmosphérique, par l'utilisation de l'ammoniac dans une réduction sélective et catalytique.

59. Le processus de radiation nucléaire a été développé pour résoudre ce problème crucial. En présence d'ammoniac, d'oxygène, d'eau et d'autres produits chimiques, les gaz sont irradiés par une haute énergie (300 à 800 KV), ionisant les gaz et excitant les molécules et atomes. Le processus est simple et peut faire disparaître plus de 90% de  $\text{SO}_2$  et 90% de  $\text{NO}_x$ . Le fait d'agir simultanément sur le  $\text{SO}_2$  et le  $\text{NO}_x$  devient économiquement rentable et viable.

60. On peut noter que l'électricité produite en Afrique avec du charbon et du pétrole augmente et maintenant les industries commencent à décharger des gaz toxiques dans l'atmosphère. Il est temps de réglementer et contrôler ces déchets dans la nature.

## 2.6 Industrie

### 2.6.1 Introduction

61. La science et la technologie nucléaire a plusieurs applications industrielles, si nombreuses qu'il est impossible de les énumérer toutes dans un bref rapport. La plupart des industries tire avantage des techniques nucléaires. Ces applications sont non seulement nombreuses, mais diverses, et souvent une seule technique peut servir à plusieurs fins. En conséquence, il n'est pas facile de définir un schéma les groupant en catégories.

62. En matière de procédés, on peut définir trois groupes. Dans le premier groupe, les radiations subissent une atténuation variable en traversant le matériel intéressé, et la réponse et une image ou un "balayage" du matériel. Dans le deuxième groupe, la radiation émise par une source cachée ou une forme quelconque d'un isotope participant au processus (traceur) donne naissance à certains signaux physiques qui peuvent être mesurés pour déterminer les propriétés de l'objet concerné. Dans le troisième groupe, la radiation est juste une source d'énergie qui induit des propriétés physiques spécifiques, des changements chimiques ou biologiques du matériel recevant l'énergie.

63. Plusieurs isotopes radioactifs agissent comme sources de radiation dans les cas des processus qui les conviennent particulièrement. La source la plus populaire est le cobalt 60 utilisé dans 140 facilités industrielles environ. La radiation peut être produite par un procédé séparé, organisé à cette fin, comme dans le cas simple du rayonnement X à partir d'un tube à rayons X. Le procédé peut être plus complexe comme dans le cas de la production d'un faisceau électronique, à partir d'un accélérateur.

64. Pour toute application industrielle, certains facteurs du faisceau électronique doivent être pris en compte, pour le choix approprié de la radiation, de sa source et du mode de déploiement. Cela inclut, l'énergie de la radiation pour assurer une pénétration adéquate du matériel : la charge de la radiation qui affecte la pénétration; le pouvoir pour assurer une traversée adéquate; l'intensité pour une réaction adéquate; l'efficacité; le contrôle du procédé; la fiabilité; et la sécurité.

65. Dans les techniques des traceurs, ces facteurs présentent peu ou pas de problèmes, parce que les isotopes à choisir sont nombreuses. Pratiquement toutes les industries peuvent tirer avantage de ces techniques. Les champs et applications sont si vastes que l'Agence internationale de l'énergie atomique est en train de préparer un livre sur les applications des isotopes radioactifs traceurs, dans l'industrie.

### 2.6.2 Radiographie

66. Dans le domaine de la radiographie, l'atténuation variable de la radiation traversant le matériel testé est approximativement "balayée" avec une émulsion appropriée d'un film photographique, recevant le produit de l'irradiation - les rayons X et gamma sont utilisés pour vérifier les soudures, coulées et céramiques. Dans d'autres circonstances, l'absorption neutronique est utilisée pour la détection des vides et des inclusions non désirées, comme dans le cas des fusées propulsives. Ce procédé est non destructeur.



### 2.6.3 Autoradiographie

67. Le principe de l'autoradiographie est le même que celui de la radiographie mais dans le cas du premier, la source de la radiation émise est partie intégrante du matériel testé. L'échantillon est soit un émetteur naturel ou un isotope radioactif, intentionnellement incorporé dans le matériel. L'autoradiographie peut être utilisée pour détecter les fractures dans les pièces de coulées, les céramiques et les composantes vitales des machines industrielles, et de l'équipement. Dans d'autres situations, elle est utilisée pour localiser les composantes et éléments des plantes ou les organes des animaux.

### 2.6.4 La détection des fractures

68. La plus grande utilisation de la technique des traceurs est la détection des fractures. Elle inclut : la détection des fuites d'huile et autres fluides dans les tuyaux; la localisation des goulots d'étranglement dans les pipelines; des fuites dans les puits souterrains et réservoirs, les usures des moteurs et dans les haut-fourneaux; la rouille et corrosion à l'intérieur des chaudières; les fuites dans les semi-conducteurs. Les traceurs permettent également de déterminer les fuites dans les fours convertisseurs.

### 2.6.5 Stérilisation, désinfection et cure

69. La radiation gamma, surtout celle résultant du cobalt 60, est utilisée dans la stérilisation de plusieurs produits industriels, spécialement lorsque ces produits sont volumineux, et pour le pré-emballage. Elle sert aussi pour la désinfection des eaux, pour les vidanges et la cure des composantes de bois et plastiques.

### 2.6.6 Jauges industrielles

70. Les jauges nucléaires sont capables de mesurer le niveau, l'épaisseur et la densité. Elles sont en général utilisées dans des cas difficiles où l'emploi des jauges conventionnelles n'est pas possible, ou présente des inconveniences. Elles ont été utilisées pour mesurer et déterminer le niveau des liquides, dans des containers scellés et opaques; l'épaisseur d'une plaque mouvante dans une ligne de production; l'érosion des objets coupants; la densité d'un milieu corrosif ou la densité d'un fluide à des très hautes températures dans un haut fourneau. Les jauges radioactives, sont aussi utilisées pour contrôler le procédé d'emballage ou de remplissage de tubes, par exemple : le tabac dans un bâton de cigarette; les pâtes dentifrices dans un tube; et le remplissage de liquides et poudres dans des circonstances similaires.

### 2.6.7 Contrôle de qualité

71. Les techniques de rayonnement interviennent dans le contrôle de la qualité, et plusieurs milliers de ces techniques sont utilisées dans plusieurs industries; les jauges nucléaires pour améliorer au maximum la qualité dans les industries produisant des plaques de matériaux. Dans l'industrie du papier,

ils contrôlent de manière continue, le poids par unité de surface du papier, et dans l'industrie de l'acier, elles contrôlent l'épaisseur de l'acier. Dans d'autres domaines, la qualité est assurée grâce à l'utilisation des traceurs qui permettent de déterminer l'efficacité des particules et la distribution de leur taille.

#### 2.6.8 Mesures dans les procédés dynamiques

72. Les techniques des traceurs conviennent particulièrement et sont largement utilisées pour les mesures et le contrôle dans les domaines de la dynamique. Les exemples qu'on peut citer incluent le taux d'écoulement, le taux de branchement, les deux phases d'un écoulement, la diffusion, la perméabilité et les dynamiques de migration. Les autres comprennent la consommation d'huile dans les usines industrielles, l'inventaire du mercure dans les cellules électrolytiques, les études de sables de plages et sédiments dans les ports, les études de déplacement de sable, et cinétiques.

#### 2.6.9 Croisements et greffes

73. Le faisceau électronique a plusieurs utilisations dans le domaine du croisement et des greffes. Un faisceau électronique à faible énergie est utilisé dans les croisements dans le cas de l'isolation des fils électriques minces, films de polyéthylène pour produire un film pour emballage contractible à la chaleur, et des films plastiques minces. Le faisceau électronique à haute énergie est utilisé pour les croisements des plastiques et pour l'isolation des câbles et fils électriques (polyéthylène et chlorure de polyvinyl, PV) des matériaux contractibles à la chaleur, des conduites d'eau chaude en polyéthylène, de la polyéthylène moussante, utilisée pour les isolations thermiques, le remplissage, les vestes de sauvetage, les matériels etc. La radiation gamma est aussi utilisée dans les greffes pour les séparateurs de batteries.

#### 2.6.10 Polymérisation

74. La radiation gamma est utilisée pour la polymérisation et l'amélioration du bois plastique et des composés polymériques de bois. Le faisceau électronique à haute énergie est aussi utilisé pour la modification des gros polymères.

#### 2.6.11 Le traitement des matériaux industriels

75. En plus du croisement, de la greffe et polymérisation, la radiation est aussi utilisée dans certains procédés industriels. Elle sert pour la vulcanisation des caoutchoucs. Le faisceau électronique à haute énergie est aussi utilisé pour la vulcanisation du caoutchoucs et dans la production des matériaux liquides hautement absorbants, se présentent sous forme de produits tels que les tampons, les couches, et les éléments rafraichissants.



## 2.7 Production de l'électricité

### 2.7.1 Nécessité de production et d'alimentation en électricité en Afrique

76. La très forte relation entre la croissance économique et la consommation de l'énergie est très bien connue, et est généralement démontrée par la très forte consommation d'énergie par tête d'habitant, associée à un mode de vie très élevé dans les pays industrialisés, comparée à une faible consommation d'énergie et un niveau de vie très modeste dans les pays en développement. De ce fait, il serait superflu de mentionner que pour un développement socio-économique, des sources d'approvisionnement en énergie, sûres et économiques doivent être disponibles.

77. Pour illustrer cela, avec moins de 25 p. cent de la population mondiale, les Etats Unis ont consommé en 1985, 25 p. cent de la production totale mondiale de l'énergie, soit une moyenne de 320 GJ par tête d'habitant, comparée au 200 GJ consommés par l'ensemble des pays industrialisés. L'ensemble des pays en développement, avec 75 p. cent de la population mondiale, pendant la même année a consommé la même quantité d'énergie que les Etats Unis, soit une moyenne de moins de 25 GJ par tête d'habitant.

78. Sur le continent, une comparaison similaire s'impose : en 1988, la République sud africaine a produit 54,8 p. cent et consommé 58,1 p. cent de l'énergie du continent.

79. La relation entre la consommation de l'électricité et le développement socio-économique est plus forte. Les statistiques démontrent une relation linéaire (proportionnalité directe) entre l'accroissement de la consommation d'électricité et la croissance du PNB dans les pays de l'OCDE de 1970 à 1987. Cette étude statistique est très instructive, parce qu'elle montre que, tandis que les chocs des prix du pétrole dans les années 73 et 79 affaiblissaient la relation entre la consommation primaire de l'énergie et le PNB, la très forte relation entre la consommation de l'électricité et le PNB n'était pas affectée. De ce fait pour un développement socio-économique plus fort, l'Afrique doit augmenter la production et la consommation de l'énergie en général, et de l'électricité en particulier. Toute considération visant à réduire le fossé entre les pays industrialisés et ceux en développement, impliquerait une forte augmentation de la production et consommation de l'électricité dans les pays en développement, beaucoup plus que dans les pays industrialisés.

80. Concernant cette nécessité d'accroître la production et consommation de l'électricité en Afrique, une étude réalisée en 1983 par la CEA, donne une image sombre. Pendant la période de 1970 à 1978, la consommation de l'électricité dans les pays africains en développement a augmenté de 4,6 p. cent par an. Pendant la deuxième moitié des années 70, la croissance est tombée à 2 p. cent seulement, ceci étant une conséquence de l'augmentation des prix de l'énergie, et des difficultés croissantes des conditions locales qui ont abouti à une réduction des activités industrielles. Les projections pour l'an 2008 montrent que la production de l'électricité pourrait augmenter de 7,4 p. cent par an entre 1978 et 2008.

81. L'étude de la CEA conclut que si cette tendance se poursuit, même la demande potentielle déjà modeste du continent, dont les estimations ont été basées sur les tendances de la consommation de 1978, ne pourrait être satisfaite par l'offre projetée. L'étude de la CEA mentionne :

"Les projections concernant la production de l'électricité sus-mentionnées, montrent qu'à moins que les pays en développement africains n'augmentent et ne diversifient leur capacité de production, la demande relativement modeste et future devrait être réduite afin d'être satisfaite par l'offre disponible. La demande qui ne serait pas satisfaite s'élèverait en l'an 2000 à 135,667 Gwh soit deux fois la consommation totale du continent en électricité de 1978. Les implications d'une telle situation sont quasiment désastreuses : (i) un nombre croissant de maisons auront à vivre en-dessous du standard minimum de vie; (ii) l'électrification rurale sera compromise de même que la productivité dans le secteur agricole; (iii) un nombre croissant d'activités industrielles continuera à être affecté de manière négative par le manque d'électricité. En réalité si la consommation en l'an 2008 avait été limitée par l'offre disponible, le niveau de consommation par tête d'habitant en 2008 serait seulement de l'ordre de 561 kw/h , ce qui correspondrait à la consommation par tête d'habitant de la Jamahiriya arabe libyenne en 1979".

82. Il faudrait encore signaler que la projection de la demande sus-mentionnée n'a pas pris en compte la nécessité évidente de remplacer le feu de bois par d'autres sources d'énergie, telles que l'électricité, remplacement qui constituerait une demande supplémentaire d'électricité. Selon une étude de la CEA, en 1978, le feu de bois a contribué pour 85 MTOE, soit 70 p. cent de l'énergie totale dont l'Afrique avait besoin. A moins que la dépendance de l'Afrique vis-à-vis du feu de bois en matière d'énergie ne soit réduite, l'agriculture en souffrirait énormément, ainsi que les ressources forestières, l'équilibre écologique, et des problèmes multiples d'érosion et de désertification seraient créés.

#### 2.7.2 L'énergie nucléaire aujourd'hui

83. Selon l'AIEA, l'énergie nucléaire dans les pays en développement ne représente aujourd'hui que 3 p. cent de la production totale de l'électricité, comparée à 18 p. cent dans les pays industrialisés, et seulement 15,5 p. cent de la production mondiale. Il serait intéressant d'examiner la situation de l'Afrique en terme de pays industriels, et en conséquence, les trois tableaux suivants, ont été reproduits, à partir des statistiques de l'AIEA.



**Table 1 : Part de l'Energie nucléaire dans la production d'électricité****en 1986**

(Source : AIEA, Pris)

France	69.8	Royaume-Uni	18.4
Belgique	67.0	Etats-Unis	16.6
Suède	50.3	Canada	14.7
Taiwan	43.8*	Rép. dém. d'Allemagne	11.6*
Rep. de Corée	43.6	Argentine	11.3*
Suisse	39.2	URSS	10.0*
Finland	38.4	Afrique du Sud	6.8
Bulgarie	30.0	Pays-bas	6.2
Rep. féd. d'Allemagne	29.4	Yugoslavie	5.4
Espagne	29.4	Italie	4.5
Hongry	25.8	Inde	2.7
Japon	24.7	Pakistan	1.8*
Tchecoslovaquie	21.0*	Brésil	0.1

84. Pour l'ensemble du monde, la production de l'électricité nucléaire, en pourcentage, par rapport à la production de l'énergie totale a augmenté de manière sensible de 0,1 p. cent 1960 à 0,7 p. cent en 1985, de 1,6 p. cent en 1970 à 5,5 p. cent en 1975, de 8,5 p. cent en 1980 et 397 réacteurs nucléaires opérant dans les 26 pays sus-mentionnés, ont fourni 1.514,6 Twh ou 15,5 p. cent de l'électricité mondiale en 1986.

**Tableau 2 : Distribution de la capacité de production de l'énergie nucléaire dans le monde au 31 décembre 1986**

(Source : AIEA, Pris)

**Pays industrialisés : 92.9 %**

Etats-Unis	30.9%	Espagne	2.2%
France	16.3%	Belgique	2.0%
URSS	10.1%	Suisse	1.1%
Japon	9.4%	Finland	0.8%
Rép. féd. d'Allemagne	6.9%	Afrique du Sud	0.7%
Canada	4.1%	Rép. dém. d'Allemagne	0.6%
Royaume-Uni	3.7%	Italie	0.5%
Suède	3.5%	Pays-bas	0.2%

**Pays développés : 7.1 %**

Rép. de Corée	2.0%	Inde	0.4%
Taiwan	1.8%	Argentine	0.3%
Tchecoslovaquie	1.0%	Brésil	0.2%
Bulgarie	0.6%	Yugoslavie	0.2%
Hongry	0.5%	Pakistan	0.1%

\*/ Estimation de l'AIEA.

85. Il faudrait noter qu'aucun pays africain n'apparaît dans le tableau N°3 où 4 sur les 10 pays en développement qui y figurent sont de l'Asie et de l'Amérique latine. Même si les usines ou constructions sont incluses dans le tableau N°4, l'Afrique resterait toujours absente.

**Tableau 3 : Energie nucléaire dans les pays en développement  
au 31 décembre 1986**

(Source : AIEA Pris)

	Réacteurs opérationnels		Réacteurs en construction	
	Unité	Capacité totale MW (e)	Unité	Capacité totale MW (e)
Argentine	2	935	1	692
Brésil	1	626	1	1 245
Bulgarie	4	1 632	2	1 906
Chine			1	288
Cuba			2	816
Tchékoslovaquie	7	2 799	99	5 508
Hongry	3	1 235	1	410
Inde			4	280
Iran				2 400
Korée	7	5 380	2	1 800
Mexique			2	1 308
Pakistan	1	125		
Pologne			2	380
Roumanie			3	1 980
Taiwan	6	4 916		
Yugoslavie	1	632		

86. Cependant, l'accident nucléaire de Chernobyl le 26 avril 1986, en URSS a fait croître la résolution des opposants à l'énergie nucléaire. D'autre part, l'industrie nucléaire continue à démontrer que les risques à partir de l'énergie nucléaire ne sont pas plus grands que les risques dans les autres industries, et on mentionne l'accident chimique de Bhopal, en Inde, qui a relâché le 17 décembre 1984, des gaz mortel. Plus important, l'accident de Chernobyl a conduit la coopération internationale, en matière des mesures de sécurités strictes, dans l'industrie nucléaire. Il a aussi ravivé la discussion sur la nouvelle conception des réacteurs autonomes en matière de sécurité; réacteurs qui n'exigent pas une intervention de l'opérateur pour arrêter leur fonctionnement en cas de pépin. L'exemple récent du Canada où un accident nucléaire très sérieux a été évité quand un réacteur de 500 kw a stoppé son propre fonctionnement à la suite d'une défection d'un tuyau à pression, milite en faveur d'une nouvelle conception de ces réacteurs.



### 2.7.3 Approche pour l'énergie nucléaire

87. Dans le chapitre 2.7.1, une forte plaidoirie a été faite en faveur d'une augmentation de l'offre de l'électricité dans les pays africains. Une telle demande ne peut être satisfaite que grâce à un mélange optimal d'électricité provenant des sources primaires diverses. Cependant les ressources énergétiques ne sont pas également réparties en Afrique. La plupart des ressources pétrolières sont dans les sous-régions de l'Afrique du nord et de l'Afrique de l'ouest, les ressources hydro-électriques dans la sous-région de l'Afrique centrale, des ressources géothermiques potentielles le long du rift valley en Afrique de l'est, et les dépôts de charbon, dans les sous-régions de l'Afrique australe et de l'Afrique du sud-est.

88. Bien que le pétrole brut et gas naturel aient représenté en 1980 44 p. cent de l'énergie consommée dans le monde, et que les projections indiquent que le pourcentage pourrait augmenter et attendre 67 p. cent en 1990, huit pays seulement exportent du pétrole en Afrique : l'Algérie, l'Angola, le Congo, le Gabon, la Jamahiriya arabe libyenne, le Nigéria, le Cameroun, et le Zaïre. Pour la plus grande partie des pays africains, l'importation du pétrole, croît de 26 à 86 p. cent. En conséquence la facture d'importation du pétrole a sérieusement handicapé plusieurs pays africains. Etant les plus pauvres au monde, ces pays peuvent difficilement allouer 60 à 70 p. cent de leurs recettes en devises, au paiement de cette facture.

89. Pour la plupart des pays africains donc, il y a lieu de remplacer le pétrole, le plus que possible. Sur la lancée du Programme d'action de Nairobi, les ressources d'énergie renouvelable ont été présentées comme solution possible aux problèmes énergétiques du continent, mais dans beaucoup de cas, la crédibilité de ces nouvelles technologies a beaucoup souffert de leur promotion excessive et précoce en Afrique. En fait l'opinion d'un groupe d'experts nommé par l'AIEA en 1986, est que contrairement au statut approuvé de l'énergie nucléaire, les incertitudes actuelles et économiques entourant l'énergie solaire, éolienne, la biomasse etc. ne permettent pas une dépendance vis-à-vis d'elles, pour la production à large échelle de l'électricité, dans un futur prochain, bien qu'elles jouent un rôle dans la fourniture de l'électricité dans les villages et zones éloignées, qui ne sont pas reliées au réseaux centraux. Ils ont de ce fait conclu que seules l'énergie nucléaire présentant les normes de sécurité et de sûreté les plus élevées, et l'énergie à base de charbon, avec des normes de protection de l'environnement convenables, peuvent constituer les substituts du pétrole dans le cadre d'une production de grandes quantités d'énergie, nécessaire pour le développement socio-économique des pays en développement. Il est à noter que la production de l'électricité, le coût du fuel pour une centrale nucléaire, est bas et ne représente que le 1/3 du coût de la production de l'énergie à partir du pétrole, et celui d'une centrale utilisant le charbon n'est que la 1/2 du coût de production du pétrole, en assumant évidemment que ces centrales ont le même coût de production.

90. Cependant, nous avons vu au chapitre 2.7.2 que 25 p. cent seulement des pays engagés dans la production de l'énergie à partir des centrales nucléaires appartiennent à l'Asie et l'Amérique latine, et que l'Afrique est absente dans cette production. Les raisons majeurs en sont les contraintes affectant le pays en développement qui désirerait s'engager dans le domaine nucléaire. Ces contraintes comprennent le manque d'engagement de la part du gouvernement et de la nation, la base organisationnelle et légale pour la protection contre l'irradiation, une dimension adéquate de réseau électrique, l'acceptation du public, l'infrastructure du support national, la main-d'œuvre qualifiée, le développement technique et scientifique, la structure du tissu industriel, la structure institutionnelle adéquate pour les programmes nucléaires, la qualité de l'assistance nationale, la structure de l'accord international pour la fourniture et le transfert de technologie, les arrangements pour l'équipement, le fuel, les services, les pièces de rechange et la technologie sur une base continue, le financement adéquat et supportable, et la possibilité d'obtenir des longs crédits. L'AIEA a fourni des services de conseils substantiels aux Etats membres sur l'initiation de la production de l'énergie nucléaire, qui ont été regroupés en trois catégories : le modèle d'analyse de la demande énergétique (IADE), le Système automatique de planification de Vienne (SAPV) et la Planification de l'énergie nucléaire (PNE).

91. En février 1986, l'AIEA a établi un groupe d'experts de haut niveau composé de 20 participants venant de 13 Etats membres et de la Banque mondiale pour identifier et analyser les problèmes et contraintes de l'introduction et expansion de l'énergie nucléaire dans les pays en développement; et d'étudier les mécanismes d'identification de ces problèmes et contraintes en vue d'assister les pays en développement dans la promotion et le financement de leurs programmes d'énergie nucléaire. Le rapport de la GES a été publié par l'AIEA en août 1987 sous la cote STI/PUB/777. Chaque pays en développement qui veut s'engager dans le domaine de la production de l'énergie nucléaire est fortement conseillé de se procurer l'information et instructions contenues dans cette publication.

## 2.8 Formation, recherche et développement

92. Les activités d'un centre de recherche et de formation dans le domaine de l'énergie nucléaire, dépendent de certaines facilités telles que : la source gamma, le générateur neutronique, l'accélérateur des particules, et le réacteur nucléaire. Ces éléments constituent les sources de l'énergie nucléaire.

93. La source gamma, comme le cobalt-60 produit le rayonnement gamma, pour la gammagraphie et l'irradiation des échantillons, dont plusieurs exemples ont été donné plus haut. Le générateur neutronique produit des neutrons pour l'irradiation des échantillons, généralement dans le cas de l'Analyse de l'activation neutronique (AAN). Quand des neutrons rapides irradient plusieurs éléments, des nucléides de courte durée et de demi-vie, sont produites habituellement par  $(n,x)$ ,  $(n,2n)$  et  $(n,p)$  réactions. Du point de vue de l'analyse automatique des produits, un analyseur à multicanaux trace un diagramme à partir duquel les éléments de l'échantillon peuvent être identifiés et leurs quantités déterminées de manière efficace. cet objet puissant et non destructif est basé sur le caractère de demi-vie des produits nucléides et de leur taux de disparition.



94. Un accélérateur à particules, accélère les particules nucléaires à des très hautes énergies. En les utilisant pour bombarder des cibles, l'interaction produit d'autres particules impliquant souvent des transformations ou parfois produisant par paire des particules nouvelles prédites théoriquement.

95. Un réacteur à fission nucléaire est un outil dans lequel une chaîne de réactions contrôlées se produit. Il y a plusieurs types de réactions qui n'intéressent pas la présente étude, la plupart de ces réacteurs sont thermonucléaires dans lesquels les neutrons thermiques provoquent la fission de l'uranium isotope (U-235). En moyenne, le produit est 2,5 fois plus rapide que les neutrons, et les deux fragments plus légers que l'U-235. Ces fragments issus de la fission émettent abondamment diverses radiations, spécialement les électrons et rayons gamma. Ainsi le réacteur est une véritable source de diverses radiations nucléaires, d'énergie variable. Les radiations peuvent alors être utilisées pour produire des radioisotopes, et en principe peuvent être utilisées pour ces mêmes objectifs que ceux des radiations issues des sources gamma du générateur neutronique et de l'accélérateur des particules bien que la configuration géométrique du réacteur rende parfois l'opération difficile pour certains objectifs. La chaleur énorme produite à partir de la fission, peut être utilisée pour générer l'électricité comme dans les réacteurs nucléaires.

96. Toutes les applications à l'agriculture, l'industrie, etc., décrites dans les sections ci-dessus, sont produites par ces facilités du Centre nucléaire. Il est donc inutile de citer tout ce qui est des activités de recherche et de développement pouvant être entreprises dans un centre de recherche nucléaire. En premier lieu, toutes ces applications ont été développées à partir des résultats des recherches entreprises, et la recherche continue.

97. Pratiquement toutes les industries, science et technologie, peuvent tirer avantage des techniques nucléaires. Puisque le réacteur nucléaire peut produire toutes les radiations habituelles, les isotopes et la chaleur qui sont les ingrédients primaires dans les techniques nucléaires, la science et la technique peut tirer profit du réacteur nucléaire. En conséquence, la recherche axée autour du réacteur est largement multidisciplinaire. En plus des départements et services administratifs, un Centre nucléaire ayant un réacteur, normalement possède ses départements de recherche de physique, chimie, biologie, d'irradiation, de la protection et sécurité, mais en fonction de l'orientation, il peut y avoir des départements supplémentaires tels que les départements des aliments et de l'agriculture, de la géologie et des mines, des radioisotopes, mathématiques, métallurgie et sciences de la matière, maîtrise de l'électricité etc. Chaque département peut avoir son laboratoire, mais déploie son propre équipement dans le hall du réacteur, si et quant c'est nécessaire. Le réacteur peut aussi être modifié de façon à mettre l'accent sur un autre point, ou pour un traitement plus élevé.

98. Le réacteur constitue un environnement idéal pour la formation dans le domaine du nucléaire. Tous les aspects peuvent être traités dans un même lien, dans un cadre coopératif. Le caractère vertical du réacteur est un grand atout.

### 3. Evaluation de la situation en Afrique

99. La section 2 a donné un bref aperçu des domaines dans lesquels la science et la technologie (STN) peut promouvoir le développement socio-économique de l'Afrique. Les domaines couvrent des besoins les plus fondamentaux : agricultures et aliments, développement des ressources en eau; exploration; extraction et traitement des minéraux; santé et médecine; industrie, production de l'électricité; et formation et recherche et développement. Le caractère pratiquement unique de cette discipline provient de la vraie nature multidisciplinaire de la STN.

100. A cause de cette nature multidisciplinaire, la STN constitue une occasion pour la coopération entre scientifiques, ingénieurs, techniciens, agronomes, médecins, industriels, économistes et avocats (pour des grands projets). Il constitue aussi un excellent environnement pour la formation et le transfert de technologie dans lequel, le stagiaire apprécie la coopération et la valeur d'une approche multidisciplinaire pour la solution d'un problème posé.

101. Jusqu'à présent, l'Afrique a fait très peu de progrès dans ce domaine important. Les facilités sont très peu disponibles. La facilité majeure le réacteur pour la recherche et la formation, n'opère que dans trois pays seulement, en dehors de l'Afrique du sud. Un réacteur pour piscine à 1 MW Triga Mark 2 à Kinshasa au Zaïre, et un réacteur pour piscine à 10 MW à Tripoli en Jamahiriya arabe libyenne. La construction d'un réacteur de recherche pour piscine de 2 MW a cessé depuis longtemps à Accra, au Ghana. Dans le cadre, plusieurs pièces d'équipement très chères ont été importées en Afrique pour une science et technologie nucléaire qui ne fonctionne pas.

102. Les centrales nucléaires fournissent un bon exemple d'espairs et de projections non réalisés dans le domaine de la science et technique nucléaire. Dans un document préparé par l'AIEA, lors de sa réunion d'Accra au Ghana, qui s'est tenue du 1er au 12 mars 1976, on avait projeté que des centrales nucléaires devaient être opérationnelles dans certains pays africains de la manière suivante : 1 dans 1 pays en 1983, 1 dans 3 pays en 1984, 1 dans 5 pays en 1985, 1 dans six pays en 1987 et 1 dans 9 pays en 1989. A cette dernière période, il y aurait un total de 25 réacteurs produisant environ 3100 MW (e). Dans la revue d'énergie préparée par la réunion conjointe OUA/CEA sur l'énergie à l'intention des experts africains, et qui s'est tenue à Addis Abeba du 24 au 28 mars 1980, le secrétariat de la CEA a projeté que des centrales nucléaires pourraient être opérationnelles dans certains pays africains Afrique du Sud non comprise, de la manière suivante : une centrale dans 1 pays en 1983, 1 dans 2 pays en 1984, 1 dans 5 pays en 1987, 1 dans 5 pays en 1988 et 1 dans 8 pays en 1989 et 1 en 1990 il y aurait un total de 20 réacteurs produisant 6900 MW(e). Dans sa revue sur l'énergie en Afrique, du 30 décembre 1985, le secrétariat de la CEA a estimé qu'en 1990, environ 1 p. cent de l'électricité consommé en Afrique proviendrait des centrales nucléaires.



103. Il n'y a pas de doute que ces projections étaient faites sur la base d'un raisonnement et de calculs honnêtes. Cependant la réalité est toute autre. Il n'y a pas de centrales nucléaires fonctionnant en Afrique (à l'exception de l'Afrique du sud) en 1987 et aucune centrale n'est en construction. Etant donné que la construction d'une Centrale nucléaire demande plus de trois ans, il est invraisemblable qu'il y en ait en 1990 en opération. Par contre, il y a lieu de noter que dans les autres parties du monde, en Amérique latine, trois centrales nucléaires sont en opération dans deux pays et trois autres sont en construction dans trois pays; en Europe 15 sont opérationnelles, et 17 sont en construction dans cinq pays; en Asie, vingt centrales sont opérationnelles et sept sont en cours de construction dans trois pays. Dans les caraïbes, deux sont en cours de construction dans un même pays; et au moyen orient, deux également sont en cours de construction dans un pays. La situation de l'Afrique exige un remède immédiat. Il faudrait cependant noter que selon l'AIEA, l'Egypte a planifié deux centrales d'une capacité de 1000 MW (e) chacune et la Jamahiriya arabe libyenne a aussi planifié deux centrales d'une capacité totale de 816 M (e).

104. La grande différence entre les progrès réalisés dans les autres régions en développement concernant la science et technologie et le peu de progrès constaté en Afrique dans le même domaine, existe non seulement dans le domaine de l'énergie nucléaire, mais également dans d'autres secteurs de la science et technologie moderne. Le tableau 1 résumant les activités des pays en développement asiatiques, du pacifique, dans le domaine des applications industrielles, montre très peu de similarités avec l'Afrique. La situation est cependant comparable dans d'autres secteurs tels que l'agriculture et aliments, et la médecine et santé.

105. La nature de la science et technologie nucléaire, implique une coopération entre les disciplines scientifiques, et entre les nations. Les Nations Unies ont toujours insisté sur la coopération internationale en matière d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Elles ont récemment convoqué à très grands frais, une conférence mondiale très importante à Genève, du 13 mars au 10 avril 1987 pour la promotion de la coopération internationale dans le cadre de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire (CNUPPEN). Même les pays industrialisés figurant en tête (Etats Unis et URSS inclus) coopèrent dans le domaine de la science et technologie nucléaire, notamment en matière de sécurité nucléaire, de fission thermonucléaire, etc. L'AIEA est le foyer des efforts visant à la coopération internationale.

106. Dans les zones en développement de l'Asie et du Pacifique, aussi bien qu'en Amérique latine la valeur de la coopération régionale est très appréciée et elle est exploitée au maximum. Dans chaque cas, l'activité centrale est constituée par les arrangements relatifs à la coopération régionale entre les pays d'une part, et entre les pays et l'AIEA d'autre part. Dans le cas de l'Asie et du Pacifique, il s'agit de l'accord régional de l'AIEA pour la recherche, le développement la formation, en matière de science et technologie nucléaire (RCA). Dans le cas de l'Amérique latine, il s'agit de l'accord régional de l'AIEA pour la promotion des sciences et technologies nucléaires en Afrique latine (ARCAL). Ces accords de coopération régionale doivent avoir jouer un rôle très important dans les progrès impressionnants en matière de science et technologie nucléaire enregistrés dans ces deux régions du monde.

107. La leçon à tirer de tout cela, est qu'il y a un besoin urgent de coopération en Afrique. Le foyer de cette coopération doit profiter de l'expérience acquise par les pays asiatiques et latino-américains dans le cadre de RCA et ARCAL. La coopération régionale doit promouvoir la science et technologie nucléaire en Afrique et fournir la force nécessaire pour la marche vers le progrès.

108. Compte tenu de l'expérience de RCA et ARCAL, et des circonstances spécifiques de l'Afrique, il est proposé que le foyer de la coopération régionale en matière de la science et technique nucléaire, en Afrique soit une organisation qui serait appelée Commission africaine de l'énergie nucléaire, placée sous les auspices de la CEA avec la participation de l'AIEA et du PNUD, et comme certains projets spécifiques l'exigeraient, avec aussi la participation de la FAO et de l'OMS, ONUDI et UNHCR etc.

4. Mandat et autorité légale pour l'établissement d'une Commission africaine de l'énergie nucléaire

109. Parmi les mandats et autorités légales pour l'établissement de la Commission africaine de l'énergie nucléaire, il y a la résolution 305 (XIII) de la Conférence des ministres de la CEA, qui a approuvé l'établissement des politiques et stratégies pour le développement et l'utilisation des sources nouvelles et non conventionnelles de l'énergie. A ce propos, mention doit être faite du Plan d'action de Lagos, Chapitre XI, sur l'énergie; la résolution 35/64 de l'Assemblée générale des Nations Unies, approuvant la mise à exécution du Plan d'action de Lagos et la résolution 35/36 de l'Assemblée générale des Nations Unies sur la stratégie pour la troisième Décennie des Nations Unies demandant aux pays développés de faciliter l'accès des pays en développement aux procédés scientifiques et technologiques pour leur permettre de développer leurs ressources énergétiques, y compris la technologie nucléaire pour la production de l'énergie, afin de satisfaire leurs besoins en énergie.

110. La réunion des experts africains à Addis Abeba qui a eu lieu du 1er au 4 juillet 1985 dans le cadre de la préparation de la Conférence des Nations Unies pour la promotion de la coopération internationale en matière d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire :

(i) après avoir considéré que la coopération internationale dans ce domaine était nécessaire,

(ii) a pris note de la résolution 32/50 de l'Assemblée générale stipulant que l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, était d'une grande importance pour le développement socio-économique de plusieurs pays;

(iii) a attiré l'attention particulière des Etats membres, sur le paragraphe 77 (f) du Plan d'action de Lagos qui recommande que :



"Dans les années 80, la stratégie pour les pays en développement africains, dans le cadre de la mise en valeur de leurs ressources naturelles, devrait consister à travailler de manière étroite avec la Communauté internationale et d'autres agences non africaines, concernées par la mise en valeur des ressources naturelles de l'Afrique, de façon à ce que les ressources externes soient utilisées principalement aux projets de mise en valeur des ressources naturelles, promouvant et soutenant les accords de coopération entre Etats membres, de manière à permettre à la région, de tirer pleinement avantage des liens régionaux"; et

(iv) a attiré l'attention des Etats membres, sur le paragraphe 293 du PAL sur l'utilisation de l'énergie nucléaire (a) appelant à la formation des cadres techniques nécessaires, et à l'encouragement de la recherche, de manière à suivre les développements technologiques dans ce domaine, et permettre aux pays de faire le choix convenable, au moment opportun, et (b) appelant aussi à l'utilisation de l'uranium produit en Afrique comme source d'énergie pour la construction des centrales nucléaires, sous forme de projets conjoints entre pays voisins étant donné la dimension de ces centrales;

(v) a attiré l'attention particulière des Etats membres sur les paragraphes 294 (i) et (c) du PAL recommandant :

"la promotion de l'établissement d'une Agence nucléaire africaine, en vue de permettre au continent de suivre l'évolution de la technologie nucléaire, et de formuler et harmoniser les programmes de développement de l'énergie nucléaire en Afrique";

(vi) et a suggéré dans le paragraphe 55 (5) du rapport que :

"la CEA en collaboration avec d'autres organisations internationales telles que la FAO, l'AIEA, l'OMS et le PNUD et d'autres institutions financières appropriées, doit jouer un rôle actif et effectif dans la mobilisation des ressources financières et techniques, et en organisant des efforts coopératifs pour supporter les Etats membres dans le cadre de l'initiation et expansion des activités concernant l'énergie nucléaire et les autres applications pour le développement socio-économique de la région";

(vii) et finalement a recommandé :

"l'établissement d'un mécanisme international approprié pour assurer une coordination propre et effective et des activités coopératives ainsi que pour passer en revue et contrôler les progrès réalisés, et fournir les Conseils nécessaires et directives politiques dans le cadre de l'exécution des mesures visant à la promotion de la coopération internationale en matière d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire à des fins de développement socio-économique".

112. En outre, la résolution 572 (XXI) de la Conférence des ministres, a demandé au Secrétaire exécutif en collaboration avec les chefs des organismes et agences spécialisés compétents du système des Nations Unies :

- (a) "d'apporter leur concours à la création de l'Association des scientifiques africains en matière d'énergie nucléaire,
- (b) de fournir l'assistance technique et financière aux projets intra-africains sur l'introduction de la technologie nucléaire dans les divers secteurs socio-économiques;
- (c) d'assister les pays africains dans leurs efforts visant à la maîtrise de la science et technologie; et
- (d) d'impliquer les pays africains dans les activités de recherche et développement dès le début, plutôt que de leur fournir une technologie nucléaire inachevée".

113. Le programme budget approuvé pour le biennium 1986-1987 et le programme de travail de la Section de l'Energie de la CEA, pour l'année 1986-1987, incluent la convocation d'une réunion des plénipotentiaires africains pour l'établissement d'une Commission africaine de l'énergie nucléaire (CAEN). Les scientifiques devraient aussi saisir cette opportunité pour se rencontrer et considérer la formation d'une Association africaine des scientifiques nucléaires, qu'ils ont demandé à la CEA.

114. Il y a eu des consultations entre la CEA et l'AIEA concernant l'établissement de CAEN.

115. Il reste que les termes de référence de la CEA au paragraphe (f) permettent à la CEA d'apporter son assistance dans la formulation et le développement des politiques coordonnées comme base pour une action pratique en matière de promotion du développement économique et technologique dans la région, et la section (3), donne les pouvoirs à la Commission, après discussion, avec toute agence spécialisée concernée, d'établir des corps subsidiaires qu'elle jugerait nécessaire, pour faciliter l'exécution de ses responsabilités.

116. Il faut donc envisager l'établissement de CAEN comme un corps subsidiaire de la CEA avec la participation active et effective de l'AIEA et du PNUD. La CEA devrait maintenir un petit noyau-secrétariat assumant la coordination et couvrir la liaison basique avec les Etats membres de la région; l'AIEA devrait fournir l'expertise et le support nécessaires pour les programmes; et ayant sa représentation au sein du CAEN, l'AIEA devrait être en mesure de faire rapport à ses organes directeurs. Le PNUD serait également représenté au sein de CAEN pour lui permettre de participer aux délibérations, examiner, approuver et supporter les programmes de développement, et faire rapport à ses organes directeurs. La FAO, l'UNESCO, l'ONUDI et l'OMS pourraient supporter les programmes et projets spécifiques de CAEN dans leurs propres domaines d'action.



## 5. LES OBJECTIFS ET FONCTIONS DE LA COMMISSION AFRICAINE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE (CAEN)

### 5.1 Introduction

117. La Commission africaine de l'énergie nucléaire (CAEN) fournira une mise au point régionale qui permettra à l'Afrique de bénéficier des avantages du développement basé sur des liens régionaux. Certains programmes sont essentiellement régionaux et l'établissement de la CAEN facilitera leurs réalisations. Un programme régional bénéficie d'un effort collectif et d'apports extérieurs les encourageant à y prendre part.

118. La CAEN en tant que lien régional permettra de préciser les besoins nécessaires dans le domaine des ressources matérielles et humaines pour la réalisation rapide de projets. Ceci permettra les Etats membres de joindre leurs forces et d'accélérer leur progrès dans le développement socio-économique. En fait certains pays sont trop petits pour avoir une agence de l'énergie atomique viable ayant des activités significatives. La CAEN devrait leur permettre de participer et de tirer profit de la science et la technologie nucléaire.

119. La CAEN accroîtra le partage des ressources de la région en ce qui concerne la main-d'œuvre, les facilités existantes et l'équipement. Ceci créera des opportunités aux chercheurs de centraliser les résultats de leur recherche, de mieux communiquer et de collaborer. Ainsi, la fuite des cerveaux de l'Afrique sera minimisée. En d'autres termes la co-operation sud-sud (TCDC) sera rehaussée et le développement socio-économique accéléré.

### 5.2 Les objectifs de la CAEN

120. Les objectifs et les politiques gouvernant l'établissement de la CAEN consistent à :

1. créer un foyer pour l'acquisition et le transfert des technologies dans le domaine de la science et la technologie nucléaire dans la région africaine, facilitant les possibilités de mise en valeur continues des capacités africaines;

2. formuler et harmoniser la planification et les politiques de développement de la science et la technologie nucléaire en Afrique;

3. formuler et harmoniser les politiques et les stratégies pour la mise en valeur et l'utilisation optimum des ressources d'énergie nucléaire dans la région en vue de réaliser une croissance autonome et auto-entretenu de l'Afrique;

4. fournir des conseils et des orientations politiques pour l'exploitation des techniques nucléaires dans le but d'améliorer le développement socio-économique de la région africaine;

5. promouvoir des activités de coopération et des projets aux niveaux internationaux, régionaux, sous-régionaux et entre pays voisins pour assurer les programmes de développement;

6. mobiliser des ressources financières provenant non seulement des systèmes des Nations Unies mais aussi des institutions financières, des pays et des agences donateurs, des fondations et des industries pour la réalisation des objectifs de la CAEN;

7. promouvoir le développement socio-économique de l'Afrique par tous les moyens possible ayant rapport avec la science et la technologie nucléaire.

### 5.3 Les fonctions de la CAEN

121. Les fonctions de la Commission africaine de l'énergie nucléaire consistent à :

1. développer la main-d'œuvre afin d'acquérir les qualifications nécessaires ainsi que les techniques dans le domaine nucléaire grâce à des cours de formation, des ateliers, des tours d'études, des participations, des bourses etc, utilisant les meilleures possibilités disponibles dans la région dans le but d'optimiser l'utilité de telles facilités par le biais de la coopération entre les Etats membres;

2. assister dans le domaine d'acquisition, d'expansion et de maintenance des facilités ainsi que d'encourager l'établissement d'unité d'assemblages nationaux, de fabrication et de conception d'équipement et de faciliter l'accès aux établissements déjà existants dans la région au profit des Etats membres;

3. assister dans la mise en valeur de l'industrie de l'énergie nucléaire depuis l'exploration des matériaux nucléaires jusqu'à l'installation des centrales nucléaires pour la production d'électricité, encourageant les projets conjoints là où ils sont nécessaires pour hâter la contribution de l'énergie nucléaire à la production de l'électricité de plus en plus demandée pour le développement socio-économique de la région;

4. promouvoir le développement et les applications des techniques nucléaires pour résoudre les problèmes du sous-développement de l'Afrique particulièrement dans le domaine de l'alimentation et l'agriculture, la mise en valeur des ressources en eau, les mines, la santé et la médecine et l'industrie;

5. proposer des projets régionaux pour mettre en valeur les efforts de coopération ainsi que des projets conjoints pour que les pays les moins avantagés profitent des expériences de ceux qui sont plus développés afin de réaliser un développement de même niveau;



6. conserver un inventaire complet d'actualité des ressources naturelles et humaines et des facilités disponibles dans le domaine nucléaire dans la région;

7. conserver une documentation complète de la science et la technologie nucléaire, fournir les informations nécessaires aux chercheurs et aux responsables de mise en valeur sur le terrain et disseminer les informations essentiels sur les activités de la science et la technologie nucléaire dans la région;

8. gérer les ressources financières de la CAEN de manière à réaliser un impact maximum sur le développement;

9. passer en revue et contrôler les progrès réalisés dans le domaine de la science et la technologie nucléaire en Afrique afin d'affermir les points faibles et d'accélérer le progrès.

## 6. ORGANISATION STRUCTURELLE

### 6.1 Introduction

122. Comme il est indiqué dans son programme de travail du biennium 1986-1987, la CEA est attendue à organiser une réunion des plénipotentiaires pour l'établissement d'une Commission africaine de l'énergie nucléaire. La Résolution 572 (XXI) de la Conférence des ministres de la CEA a recommandé que l'accent soit mis sur l'accès des pays africains à la maîtrise des techniques nucléaires et de les associer dès le début aux activités de recherche-développement en matière nucléaire au lieu de leur fournir simplement des produits finis. Comme l'accent est mis sur la science et la technologie nucléaire plutôt que sur la production d'énergie, il est suggéré que l'organe qui sera établi pour le développement de la science et la technologie soit une organisation simple. Un tel organe pourrait être un comité d'experts intitulé "Comité technique consultatif pour la science et la technologie nucléaire" (CTC pour STNU) plutôt qu'une Commission africaine de l'énergie nucléaire. Cette suggestion a été proposée en vue d'une approche plus simple et pragmatique.

### 6.2 Le secrétariat du Comité technique consultatif

123. Compte tenu des souhaits qui consistent à promouvoir la coopération internationale dans le domaine des utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire par le biais des institutions déjà existantes, il est proposé que la CEA devrait établir ce programme à l'intérieur même de ses structures existantes. Les activités du CTC pour STNU seront organisées par la Division des Ressources naturelles de la Commission économique pour l'Afrique en tenant compte de ses programmes de la science et la technique et de l'énergie. Il sera nécessaire à la CEA de mettre sur pied des travaux de contacts avec l'AIEA, qui est l'organe spécialisé pour l'énergie nucléaire et qui pourra fournir des intrants pour les programmes de la STNU qui seront formulés par le CTC pour STNU.

Néanmoins, afin de fournir la connaissance minimum nécessaire à la CEA pour lui permettre de coordonner les programmes techniques dans le domaine de la science et la technologie nucléaire en Afrique, un expert dans ce domaine est nécessaire. Si le budget régulier ne le permet pas, il faudra envisager des possibilités de financement sur les fonds extra-budgétaires.

124. Les responsabilités de l'expert en science et technologie sera de :

1. assister le Comité technique consultatif pour la science et la technologie nucléaire (CTC pour STNU);
2. préparer des programmes et des projets pour examen au Comité technique consultatifs;
3. proposer des politiques et des stratégies pour examen au Comité technique consultatif;
4. préparer, présenter et conserver les documents et procès-verbaux du Comité technique consultatif;
5. assurer le contact et animer les activités des Etats membres dans le domaine de la science et la technologie nucléaire;
6. assurer le rôle d'intermédiaire et établir les liens entre les différents programmes africains, les organes nationaux, régionaux et internationaux et informer les autorités compétentes de la CEA, et de l'AIEA;
7. développer la documentation sur la science et la technologie nucléaire et fournir des informations aux chercheurs et aux responsables de mise en valeur quand le besoin si nécessaire;
8. disseminer des informations concernant les activités dans le domaine de la science et l'énergie nucléaire;
9. fournir des services consultatifs sur la science et la technologie nucléaire à la demande des Etats membres.

#### 6.3 Le Comité technique consultatif pour la Science et la Technologie nucléaire (CTC pour STNU)

125. En tant que Comité d'experts examinant des détails techniques, il est nécessaire de limiter le nombre des participants du Comité technique pour sacrifier à l'efficacité tout en maintenant la distribution géographique. Et pour ce quatre sous-régions sont pris en considération :

- a) la sous-région de l'Afrique du nord sous le couvert du MULPOC à Tanger;
- b) la sous-région de l'Afrique de l'ouest sous le couvert du MULPOC à Niamey;



c) la sous-région de l'Afrique du centre sous le couvert des MULPOCs à Yaoundé et à Gisenyi;

d) la sous-région de l'Afrique de l'est et de l'Afrique australe sous le couvert du MULPOC à Lusaka.

126. Le Comité technique consultatif doit inclure des experts nommés par la CEA venant des 4 sous-régions. Dans le processus de nomination la préférence doit être donnée aux centres nucléaires importants. Un centre nucléaire ayant un réacteur est considéré comme un centre nucléaire important. Dans une sous-région où il y a plus d'un centre nucléaire important que le nombre d'expert assigné à cette sous-région, la CEA devrait inviter deux des centres nucléaires à nommer chacun un expert additionnel venant de la sous-région. La même recommandation de courtoisie devrait être faite à une sous-région où il n'y a qu'un seul centre de cette envergure. Sinon la nomination des experts doit se faire sur la base du mérite personnel.

127. Les membres du Comité technique consultatif seront :

le représentant de la CEA;

le représentant de l'AIEA;

le représentant du PNUD;

2 experts nommés par la CEA venant de chaque sous-région;

1 expert venant de chaque Centre nucléaire important;

le représentant du Centre régional africain pour la science et la technique (CRAT);

le représentant de l'Institut africain de formation supérieure et de recherche (IAFSR).

La CEA peut inviter à une réunion un expert compétent pour une contribution sur un ou des sujets spécifiques ayant rapport à l'ordre du jour de la réunion.

128. Les termes de référence du Comité technique consultatifs sont :

1. de proposer des projets et des programmes;

2. de passer en revue les activités dans le domaine de la science et la technologie nucléaire dans la région africaine;

3. d'examiner des sujets qui lui sont présentés par la CEA et l'AIEA;

4. de soumettre des recommandations à la Conférence des ministres de la CEA;

5. de se réunir régulièrement une fois tous les deux ans, et d'appeler des sessions extraordinaires au cas où le besoin s'en ressent;

6. Les experts nommés pour chaque sous-région devraient servir 4 ans et peuvent être reconduits.

129. Le Président du Comité technique consultatif peut être élu parmi les experts de la sous-région par le Comité pour servir en tant que Président pour la période de deux ans allant entre 2 réunions régulières du Comité technique consultatif.

#### 7. LES PROJETS ET LES PROGRAMMES DU COMITE TECHNIQUE CONSULTATIF POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE NUCLEAIRE

130. Les projets et les programmes ne sont pas statiques mais dynamiques. Ils devraient normalement se baser sur la demande des Etats membres, du Comité technique, des secrétariats d'organisations. Les projets et les programmes doivent être régulièrement revus, corrigés et élargis. Les avantages qui résultent des applications de la science et la technologie nucléaire (STNU) ainsi que les domaines d'intérêt potentiels ont été déjà amplement présentés dans l'examen de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire dans la section 2, et des sujets d'intérêt majeur utiles à la région ont été mentionnés, plus haut dans les objectifs et les fonctions du Comité. Il est attendu qu'ils seront à l'origine de la plupart des projets et des programmes.

131. Il n'est donc pas nécessaire de faire une liste exhaustive des projets et des programmes à ce stade. Néanmoins pour initialiser les activités les projets suivants sont recommandés :

1. afin de sensibiliser les esprits, la section 2 de ce rapport doit être largement distribuée;

- a) aux Etats membres demandant des rapports des pays concernant les activités de la STNU ainsi que des commentaires et des suggestions pour les projets et les programmes;

- b) aux centres et aux organisations tels que les universités, les instituts de recherche et des personnalités s'intéressant à la STNU, leur demandant des commentaires et des suggestions sur les programmes et les projets et des informations concernant leurs activités dans le domaine de la STNU;

2. les activités de coordination déjà existantes dans les pays de la région quant à l'application des techniques nucléaires dans le domaine de l'alimentation et l'agriculture, la gestion des ressources en eau, les mines, la santé et la médecine, l'industrie et la production d'électricité, etc;

3. les radiations nucléaires sont peut-être appliquées dans certains pays de la région sans les régulations appropriées de sécurité. Des efforts devraient être accomplis pour identifier ces pays et les assister dans l'introduction des règlements de sécurité appropriés;

4. des dispositions doivent être prises au niveau de certains laboratoires pour l'étalonnage des doses dues aux rayonnements pour satisfaire les besoins régionaux et sous-régionaux. L'étalonnage des doses dans l'application des techniques nucléaires à la médecine et à la conservation des aliments est extrêmement important. L'application dans le domaine de la médecine peut provoquer la mort par surdosage alors que le dosage en dessous de la normale peut créer des complications;



5. une assistance doit être fournie pour l'obtention et la distribution des radioisotopes. Il n'est pas facile pour des pays n'ayant pas de réacteurs d'acquérir des radioisotopes;

6. l'entretien du matériel et la fourniture des pièces détachées doivent être organisés aux niveaux régionaux et sous-régionaux;

7. la formation du personnel par des cours de formation, participations et bourses d'études doit commencer au plutôt;

8. des pays de la région qui avaient formulé des projets dans le domaine nucléaire qui ne se sont pas matérialisés doivent être contactés afin de les éclairer sur les contraintes et les possibilités d'assistance que peut leur fournir le Comité;

9. l'inventaire des ressources naturelles et humaines et des dispositions doivent être prises immédiatement pour lancer la STNU dans la région;

10. la documentation sur la STNU doit être immédiatement organisée.