

# la recherche nucléaire, moyen de développer les connaissances scientifiques

La recherche nucléaire s'est étendue rapidement à presque tous les domaines scientifiques. Elle constitue un processus dynamique et créateur dans lequel l'Agence a pu jouer un rôle constructif. L'un des moyens utilisés est le programme de contrats de recherche. Ce programme a permis d'apporter aux physiciens, chimistes médecins, hydrologistes, entomologistes, généticiens et scientifiques dans de nombreuses autres disciplines un appui financier pour la recherche impliquant l'emploi de techniques nucléaires. Ce système est pour ainsi dire unique dans la famille des Nations Unies, bien que l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) fournisse également un appui à la recherche médicale sous contrat. M. Clarence O'Neal, de la Division de la recherche et des laboratoires examine dans le présent article le programme de contrats de recherche et ses effets catalyseurs et coordonnateurs sur le développement des connaissances scientifiques.

## Contrats de recherche

L'Agence a pris au sérieux le mandat que lui confère son Statut "d'encourager et de faciliter, dans le monde entier, le développement et l'utilisation pratique de l'énergie atomique à des fins pacifiques et la recherche dans ce domaine". Dès 1959, elle a accordé plusieurs contrats de recherche et vers le milieu de l'année 1960 elle a solidement établi sous sa forme actuelle le programme de contrats. Comme d'autres programmes d'aide à la recherche, le programme de l'Agence

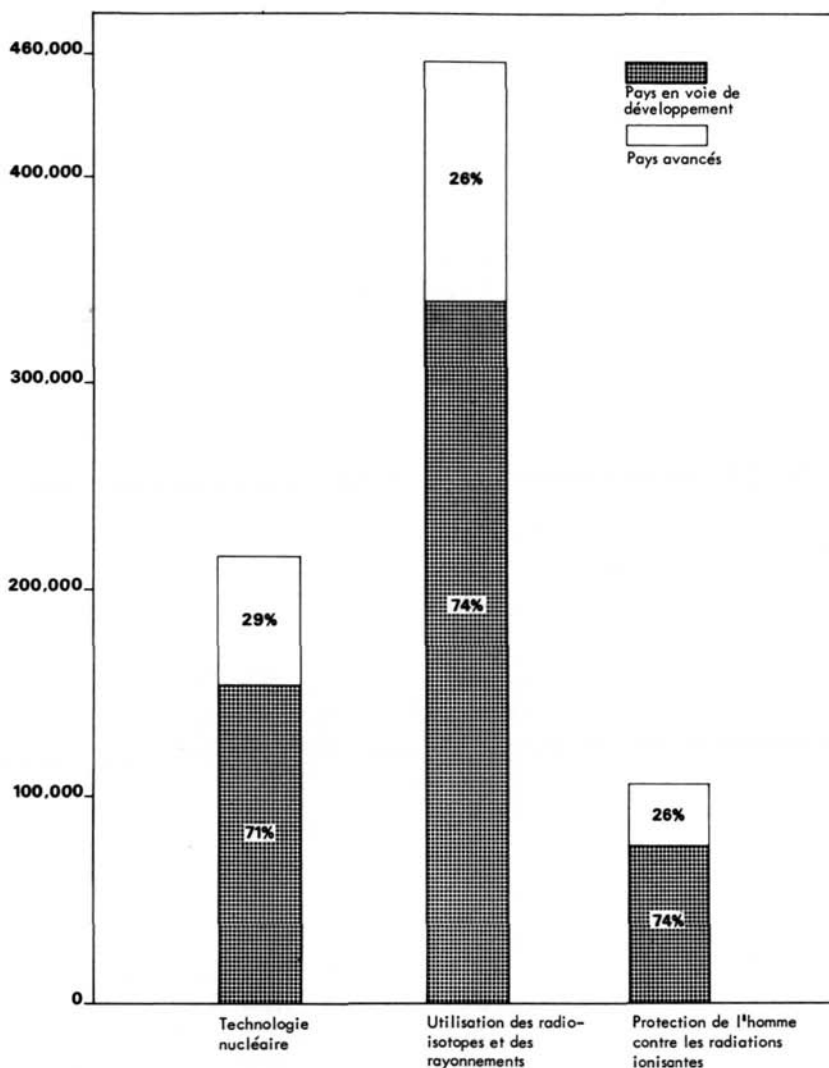


Tableau 1  
Principales catégories de contrats de recherche en 1968 (Valeurs exprimées en dollars des Etats-Unies)

a pour objet de stimuler le développement des connaissances scientifiques dans certains domaines d'intérêt. Le fait que les sujets de recherche sont orientés surtout vers les problèmes particuliers aux pays en voie de développement, et que l'Agence, en raison de son caractère international, est à même de contribuer efficacement à la coordination de la recherche dans les instituts des divers pays, est également d'une grande importance.

L'Agence a aussi pour politique d'apporter une aide aux projets des instituts de recherche situés dans les pays en voie de développement lorsque ces instituts sont en mesure de s'adonner à une recherche de haute qualité. Il en résulte que près des trois-quarts des fonds consacrés aux contrats de recherche sont accordés à des instituts de ces pays. Le programme sert souvent de stimulant à la recherche nucléaire, dans les pays en voie de développement. Le tableau 1 indique la répartition entre les pays en voie de développement et les pays avancés des fonds consacrés en 1968 aux contrats de recherche pour les trois principales catégories de recherche bénéficiant de l'appui de l'Agence.

## Sujets de recherche

Le budget du programme est modeste, et ne se monte qu'à environ 800 000 dollars pour l'année courante. Ce montant permet d'aider à la réalisation d'un nombre restreint de projets dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires, de l'emploi des radioisotopes et de la recherche sur les effets des rayonnements ionisants sur l'homme et son milieu. Ces sujets constituent à la fois des responsabilités statutaires, comme la recherche sur la protection des travailleurs et du public contre les effets des radiations ionisantes, et d'autres responsabilités assumées au titre du programme. Les programmes sont établis par le personnel de l'Agence, assisté de consultants qui sont experts dans leur spécialité, révisés lorsque cela est nécessaire et soumis chaque année à l'examen du Comité consultatif scientifique avant d'être approuvés par le Conseil des Gouverneurs et par la Conférence générale. On trouvera dans le tableau 2 une liste plus complète des sujets ayant fait l'objet de contrats de recherche en 1968, avec l'indication du pourcentage des fonds attribués à chaque sujet. Près de 60% du budget total a été consacré à la recherche sur l'emploi des radioisotopes comme indicateurs — c'est-à-dire l'utilisation de matières radioactives associées à d'autres éléments et composés pour observer, grâce aux indicateurs, les phénomènes qui se produisent. Un quart des fonds a été consacré à des projets dans le domaine de la technologie nucléaire et le reste à des études portant surtout sur les effets des rayonnements sur la matière vivante.

L'accent a été mis au début sur un certain nombre d'études consacrées au génie des réacteurs de faible puissance et à la gestion des déchets. Mais la recherche dans le domaine de la technologie nucléaire, qui béné-

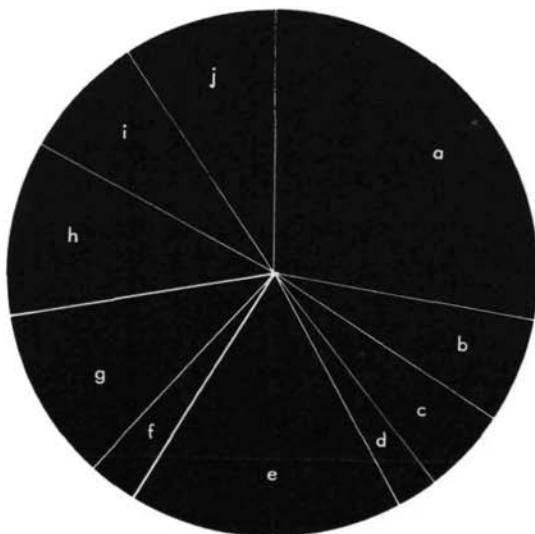


Tableau 2

- Répartition, par sujet, des fonds affectés aux contrats de recherche.
- a) Applications des radioisotopes et des rayonnements - agriculture: 27,6%;
  - b) alimentation: 6,5%; c) mise en valeur des ressources hydrauliques: 5,3%;
  - d) industrie: 2,6%; e) médecine: 16,7%;
  - f) protection de l'homme contre les rayonnements ionisants - radioprotection: 3,1%;
  - g) radiobiologie: 10,6%; h) technologie nucléaire - gestion des déchets: 10,7%;
  - i) physique et chimie: 7,6%; j) énergie d'origine nucléaire et réacteurs: 9,3%.

fie de l'aide de l'Agence, comprend maintenant des études sur le génie et la sûreté des réacteurs, sur l'emploi des réacteurs pour le dessalement et pour d'autres fins, sur l'économie des réacteurs. Elle comprend aussi un nombre restreint d'études sur la fission, ainsi que des travaux sur la physique des neutrons, la chimie des atomes chauds et l'emploi de matières naturelles pour le traitement et l'élimination des déchets radioactifs.

Cinquante projets sont répartis entre 24 instituts de recherche dans divers pays. Selon la conception du programme, les travaux sont, pour la plupart, d'un caractère pragmatique, mais un petit nombre d'entre eux sont consacrés à des études de base.

### Réduction des coûts

La recherche sur l'emploi des radioisotopes, qui est l'élément le plus important du programme de recherche, touche à des activités telles que l'agriculture, l'irradiation des denrées alimentaires, l'industrie, la médecine et le développement des ressources hydrologiques. La technologie des indicateurs, particulièrement dans les domaines de l'agriculture, de la médecine et de l'utilisation de l'eau, s'applique particulièrement aux problèmes communs à presque tous les pays en voie de développement. Les instituts de recherche de ces pays peuvent donc, avec un minimum de dépenses, jouer un rôle prépondérant en se livrant à des recherches qui peuvent être d'un grand profit pour les pays. Le nombre des projets de recherche impliquant l'emploi de radioisotopes et bénéficiant actuellement de l'appui de l'Agence s'élève à 234 et intéresse 58 pays.

Dans le domaine de l'agriculture, on a ajouté aux quelques projets concernant le métabolisme des végétaux et des animaux, plusieurs programmes étroitement coordonnés concernant la phytogénétique, la composition et l'emploi d'engrais dans les cultures vivrières et la culture des arbres à fruits, la formation et la circulation des éléments nutritifs des plantes, l'utilisation rationnelle de l'eau et l'emploi des rayonnements dans la lutte contre certains insectes parasites de l'homme et des cultures alimentaires. La recherche dans le domaine de l'irradiation des denrées alimentaires porte surtout sur l'étude des meilleurs moyens de conserver ces denrées en éliminant les bactéries pathogènes, sans modifier pour autant leur apparence, leur goût et leur comestibilité. Les travaux se concentrent actuellement sur un nombre restreint d'agrumes et de fruits tropicaux.

Après une période pendant laquelle l'accent a été mis sur la médecine tropicale et sur l'étude d'un certain nombre de maladies communes aux régions tropicales, on s'attache maintenant davantage à améliorer les techniques de l'emploi de radioisotopes comme indicateurs. Les efforts portent sur l'étude du métabolisme des oligo-éléments et du métabolisme minéral chez l'homme, sur les méthodes d'analyse *in vitro*, sur les maladies contagieuses et l'immunologie, sur les vecteurs et les parasites présentant une importance du point de vue médical et sur la mesure des rayonnements dans le corps entier de l'homme.

Les recherches sur le développement des sources hydrologiques constituent un autre domaine dans lequel la technologie des isotopes s'est révélée utile et des études sur le marquage des eaux, la mesure du débit des rivières, la sédimentation et l'âge et la signification géologique d'importants isotopes du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène (14-carbone, 18-oxygène et tritium) bénéficient de l'aide de l'Agence.

L'aide accordée à la recherche sur les applications industrielles des radioisotopes a été limitée aux domaines dans lesquels l'industrie a été lente à adopter les techniques qui peuvent être d'un intérêt particulier pour les pays en voie de développement, par exemple, l'emploi des rayonnements pour la production de matériaux durs de construction à partir de matières textiles traitées chimiquement et irradiées, comme le bambou et la bagasse, et l'emploi, dans des conditions identiques, de détecteurs de rayonnements pour déterminer les principes physiques et les techniques dont il y a lieu de poursuivre la mise au point.

Les recherches sur les effets des rayonnements ionisants sur l'homme et son milieu présentent aussi plusieurs aspects. Les études fondamentales bénéficient d'une assistance pour ce qui est des facteurs déterminants de la sensibilité et de la résistance aux rayonnements en biologie et en radiogénétique afin de connaître la base génétique de la sensibilité aux rayonnements, et de l'emploi des rayonnements pour la stérilisation des produits médicaux et des tissus biologiques. Les études pratiques bénéficient aussi d'une aide lorsqu'elles portent sur la mise au point des méthodes et du matériel pour la protection des personnes, sur la mesure de l'absorption des rayonnements par les divers organes du corps et sur les méthodes et moyens de recherche en matière de contrôle des rayonnements. Le problème du mouvement des substances radioactives dans le milieu marin et leur absorption par les organismes marins fait également l'objet d'une attention particulière. Quarante-deux projets concernant ces études sont actuellement en cours d'exécution dans 36 pays.

#### Simplification de l'administration des programmes

L'administration des programmes est autant que possible simplifiée. Un bureau à effectifs réduits s'occupe de la gestion et de l'exécution des programmes. Plus important est le fait que l'examen scientifique des programmes est assuré par un seul scientifique, selon le système qui consiste à confier la gestion du projet à un administrateur. Dans chaque cas, un scientifique, que sa formation et son expérience qualifient pour cette tâche, est chargé de la direction technique et de l'évaluation du projet. En ce faisant il recueille, comme il se doit, l'avis d'autres spécialistes et coordonne le programme avec d'autres programmes de l'Agence et, dans la mesure voulue, avec les activités exercées en la matière par d'autres organismes internationaux ou nationaux. Un comité d'examen interdépartemental, composé de scientifiques, se réunit tous les deux mois pour aider le Directeur général à procéder à l'examen critique et au choix des projets.

Les propositions de projets peuvent être présentées soit par l'Agence, soit par n'importe quel institut de recherche. Dans la préparation d'un contrat, l'Agence traite directement avec l'institut scientifique et l'Administrateur du projet de l'Agence communique directement avec le chercheur principal pour toutes les questions techniques. Cette procédure non seulement évite toute confusion possible mais encore elle accélère la mise au point et l'exécution des projets. Un projet est souvent mis en route trois ou quatre mois après que le premier contact a été établi entre un institut de recherche et l'Agence.

Chaque contrat est accordé sur la base du partage des coûts, l'institut de recherche supportant, en principe, la plus grande part des dépenses. Le montant octroyé est rarement important et n'est que d'environ 4 000

dollars par année de contrat. Généralement, les contrats sont, conformément à ce principe, octroyés pour une période d'une année et sont renouvelables pour une période totale de trois ans. La contribution de l'Agence prend ainsi la forme d'un versement permettant de mettre en route des projets qui, s'ils donnent des résultats intéressants, sont alors repris par l'institut de recherche.

Bien que les projets soient établis au nom des instituts de recherche, les contrats indiquent le nom de la personne qui exercera les fonctions de chercheur principal. Si cette personne cesse d'exercer ses fonctions, il est procédé à la réévaluation du contrat qui ne pourra reprendre effet que lorsque l'on aura trouvé un remplaçant qualifié. Ainsi, l'accent est mis sur les connaissances et la compétence de la personne chargée de la direction du projet.

### Libre diffusion des informations

Il importe qu'aucune restriction ne soit imposée à la diffusion des informations recueillies grâce au projet et les conclusions des recherches devront être mises à la disposition de tous les pays du monde. A cette fin, la publication des résultats obtenus est à encourager vivement. Un rapport d'activité doit être fourni tous les six mois et le rapport technique doit être présenté à l'issue de la période pour laquelle le contrat de recherche a été accordé. Le paiement est effectué au reçu et après l'approbation d'un rapport d'activité et le renouvellement du contrat dépend, dans chaque cas, d'un examen complet des résultats jusque là obtenus. L'Agence publie également chaque année un résumé des rapports finals, qui est communiqué aux commissions de l'énergie atomique de tous les Etats Membres.

Comme de nombreux contrats sont accordés à des instituts de recherche situés dans les pays en voie de développement, l'Agence est disposée à organiser l'achat et l'expédition du matériel et des fournitures fongibles prévues dans le contrat. En agissant au nom du titulaire du contrat, l'Agence peut éviter, dans l'importation d'articles indispensables, des délais inutiles pouvant découler de restrictions apportées aux importations ou d'un contrôle des changes.

Bien que le programme ne soit pas très vaste — environ 350 contrats et accords de recherche sont actuellement en vigueur — la demande de compilation de renseignements relatifs au programme est souvent importante. Pour cette raison et aussi pour simplifier le contrôle administratif, toutes les propositions de projets de contrats et d'accords sont conservées en mémoire par l'ordinateur IBM 360 de l'Agence.

### Accords de recherche

Un trait important et nouveau est la conclusion d'accords de recherche pour l'exécution d'un assez grand nombre de projets auxquels aucune aide financière n'est accordée. Dans ce cas, l'institut de recherche reçoit en retour, de l'Agence, pour l'exécution d'un projet et à condition qu'il présente un rapport annuel technique, une reconnaissance officielle de ses travaux de recherche et peut participer à l'échange d'informations avec tous les autres instituts parties au programme. Sauf que les conditions concernant la présentation des rapports sont un peu plus libérales,

Cette ferme du domaine d'El Azaraque, en Espagne, est le centre d'une expérience complémentaire destinée à faire la démonstration de la méthode du lâcher de mâles stériles appliquée à la destruction de la mouche méditerranéenne des fruits. Les travaux s'inscrivent dans le cadre d'un contrat de recherche exécuté gratuitement.

les accords de recherche sont évalués, conclus et révisés de la même manière que les contrats de recherche.

Les accords de recherche ne sont généralement accordés que dans le cadre d'un programme étroitement coordonné au titre duquel plusieurs instituts collaborent à des recherches sur un sujet central bien défini. Des réunions de coordination auxquelles sont invités, aux frais de l'Agence, tous les chercheurs principaux ont lieu périodiquement pour passer en revue les progrès accomplis et établir le programme des futures activités. Dans certains programmes, les titulaires de contrats et d'accords de recherche unissent leurs efforts pour entreprendre des recherches en commun. Ce système permet de conclure des arrangements en vertu desquels une part des frais de recherche est remboursée à ceux qui ne peuvent les prendre en charge.

Bien qu'aucun fonds ne soit prévu (sauf peut-être pour permettre au chercheur principal de se rendre à une réunion de coordination), l'occasion offerte de participer à un programme coordonné et aussi, dans certains cas, le prestige de l'égide de l'Agence suffisent pour inciter un certain nombre d'instituts à prendre part au programme. Depuis l'introduction des accords de recherche, il y a maintenant trois ans, environ 110 accords de recherche sont actuellement en vigueur dans les instituts de recherche de 30 pays.

#### Evaluation

Quelque louables que puissent être les buts visés par un programme d'aide à la recherche, la question se pose, en fin de compte, de savoir s'il présente un véritable intérêt. Il n'est pas facile de répondre à cette question en raison du caractère différent des divers domaines sur lesquels il porte et de la multiplicité des objectifs visés. La science fondamentale peut contribuer à l'élargissement de l'horizon scientifique mais il est plus difficile de déterminer dans quelle mesure elle répond aux besoins pratiques et immédiats de la société. Lorsque des techniques



bien connues sont appliquées pour résoudre des problèmes particuliers dans des milieux différents, l'aspect économique et social du programme apparaît mieux, bien qu'il ne soit pas certain que toutes les disciplines scientifiques représentées en bénéficient dans la même mesure.

On peut néanmoins citer quelques chiffres qui montrent la résonance considérable du programme. Le fait qu'à ce jour l'Agence a été informée de la publication, dans des revues scientifiques sérieuses, de plus de 1 100 articles sur les travaux effectués sous contrat donne une idée de cette résonance et mérite d'être noté. Ce chiffre peut être comparé avec le chiffre de 750 contrats et accords de recherche conclus à ce jour et reflète, dans une large mesure, un choix prudent et des normes élevées d'évaluation des projets.

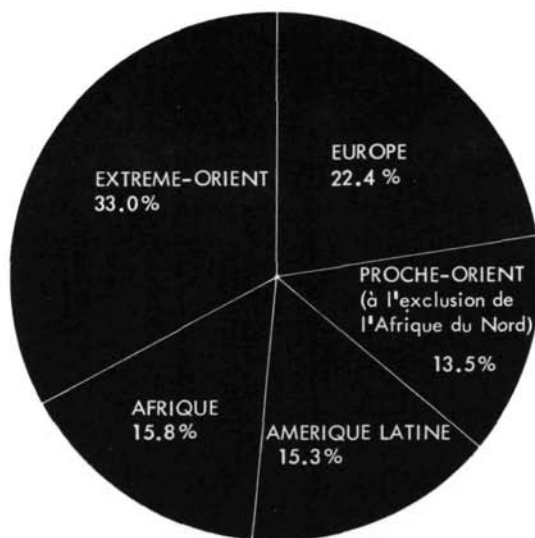


Tableau 3  
Répartition géographique  
des fonds affectés  
aux contrats de recherche  
passés avec des établissements  
de pays en voie de  
développement en 1968.

En second lieu, il est bien évident qu'en raison du partage des coûts, les subventions de l'Agence ont un effet d'ensemble qui dépasse considérablement l'importance de l'aide effectivement accordée. Il n'est pas exagéré de dire que dans certains pays en voie de développement, certains types de recherches dépendent entièrement de ces subventions, car ce n'est qu'en raison du prestige de l'appui apporté par l'Agence qu'il est possible pour un pays d'affecter des crédits à la recherche. Dans certains cas, une aide est également accordée à des jeunes scientifiques qui ne sont pas encore bien fixés dans leurs pays, ce qui est un excellent moyen d'atténuer "l'exode des cerveaux".

Le fait que les chercheurs d'un pays sont parfois mis en rapport avec ceux d'autres pays — bien qu'il soit impossible d'en connaître le nombre — est un autre aspect très important de la question. L'intérêt de ces contacts, qu'ils soient établis entre les scientifiques des pays en voie de développement — ce qui leur permet de savoir comment leurs collègues abordent des problèmes similaires — ou entre un laboratoire d'un pays en voie de développement et un autre laboratoire dans un pays avancé, ne saurait être surestimé. Ces contacts constituent l'un des principaux facteurs stimulants de la recherche. Le rôle de l'Agence comme coordinateur et catalyseur est donc des plus importants, car il passe par dessus tous les obstacles politiques, géographiques et linguistiques.



Dans un grand nombre de cas, les instituts de recherche ont pu obtenir rapidement, par le truchement de l'Agence, le matériel et les fournitures dont ils avaient besoin. Cette collaboration de l'Agence est un autre élément d'importance cruciale dans les pays qui appliquent un contrôle sévère des importations ou des changes, indépendamment de la situation géographique ou de l'état de développement économique du pays intéressé. Sans cette assistance, un certain nombre de projets n'auraient pas pu être mis en oeuvre. Enfin, il est vrai que plusieurs «percées» aient été faites, par exemple la mise au point, dans le cadre d'un programme agricole, d'une nouvelle variété de riz à haut rendement et la découverte par l'Agence de nouveaux usages en médecine du  $^{47}\text{Ca}$  (isotope du calcium), ce qui a eu pour effet d'en réduire le prix de revient. Toutefois, ces progrès ne sont pas considérés comme un critère valable d'évaluation des projets.

S'il est évident qu'un certain nombre d'avantages ont été retirés de la recherche, il n'en reste pas moins que l'on peut encore contester la répartition des ressources financières tant entre les sujets de recherche qu'entre les différentes régions géographiques. Etant donné que la demande de fonds au titre de presque tous les sujets de recherche apparaît comme devant être illimitée, il est difficile d'établir un équilibre naturel entre les fonds alloués aux contrats de recherche. Néanmoins, la répartition figurant au tableau 2 a été faite sur la base d'une longue expérience et semble constituer un équilibre raisonnable et pondéré entre les sujets de recherche, compte tenu des possibilités de l'Agence.

La question de la répartition géographique est peut-être tout aussi subtile, en ce sens que la demande potentielle de fonds dépasse considérablement, elle aussi, l'offre dans presque toutes les régions géographiques. En outre, étant donné qu'un certain nombre de pays sont particulièrement habilités à solliciter des fonds pour la recherche et à les utiliser d'une manière efficace, une partie importante des fonds pour la recherche a été attribuée jusqu'ici à un nombre assez restreint de pays. Pour tenir compte de ce fait, on s'est efforcé de réduire les fonds attribués aux instituts de recherche de ces pays lorsque la recherche peut être aussi bien assurée par un institut de recherche qui n'a pas été jusque là favorisé. Il en est résulté une répartition géographique un peu plus large, qui a permis d'augmenter les fonds attribués à la recherche dans les régions où cette stimulation est justifiée. Le tableau 3 indique la répartition des fonds entre les grandes régions du monde en 1968.

Le montant des fonds alloués à ce jour au programme de recherche s'élève à plus de 7 millions de dollars, y compris les fonds généreusement fournis par la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis, aux termes d'un contrat relatif au financement commun de la recherche, conclu avec l'Agence. Compte tenu de tous les facteurs qui viennent d'être mentionnés, il semble que les dépenses engagées soient largement justifiées. Dans ce cas, il est évident aussi que l'Agence doit continuer à jouer son rôle de catalyseur et de coordinateur dans le développement des connaissances humaines par l'emploi de techniques nucléaires.