

Les centres régionaux du cycle du combustible nucléaire

par Vinay Meckoni*

De nombreux pays envisagent actuellement d'accélérer la réalisation de leurs programmes d'équipement nucléo-énergétique. Ils devront, de ce fait, s'attaquer rapidement au problème que pose le combustible irradié de leurs réacteurs qu'ils pourront ou bien stocker ou bien retraiter.

La décision dépendra de divers facteurs:

- *Type de réacteur choisi (réacteur à uranium naturel ou à uranium enrichi).*
- *Prix de l'uranium et quantités disponibles.*
- *Coût et possibilités d'enrichissement.*
- *Coût et possibilités de traitement du combustible irradié.*
- *Coût de fabrication de combustible à l'oxyde mixte.*
- *Prix du plutonium et possibilité de le vendre aux pays qui en pratiquent déjà le recyclage dans leurs réacteurs thermiques ou qui en ont besoin pour leurs réacteurs surgénérateurs rapides.*
- *Coût de la gestion des déchets radioactifs et moyens d'évacuer ces déchets.*
- *Situation de l'offre et de la demande de combustible.*

En dernière analyse, si l'on décide de stocker le combustible irradié, les problèmes à résoudre sont relativement simples: ce sont ceux que pose le stockage à long terme. Si l'on opte au contraire pour le recyclage, c'est-à-dire pour le traitement du combustible irradié, la récupération du plutonium et de l'uranium et la fabrication d'éléments combustibles à l'oxyde mixte (voir figure 1), les choses sont plus complexes. Pour réaliser ces opérations, il faut en effet assimiler un certain nombre de nouvelles techniques, former du personnel local, assurer la sûreté des installations, protéger les matières fissiles, financer certains travaux et régler diverses autres questions liées à la mise en place de l'infrastructure nécessaire. Tels sont les problèmes que connaissent aujourd'hui la plupart des pays industrialisés.

La meilleure solution consiste sans doute à instaurer une coopération internationale sur une base régionale, afin de coordonner efficacement toutes les étapes du cycle du combustible. En effet, de grands centres régionaux non seulement présenteraient des avantages économiques, mais encore amélioreraient l'utilisation de la main d'oeuvre, l'efficacité des opérations techniques, la gestion et l'élimination des déchets radioactifs, la protection des matières et les garanties internationales qu'il y a lieu d'appliquer à la séparation et aux installations de stockage du plutonium.

* Responsable du projet d'étude de l'AIEA sur les centres régionaux du cycle du combustible nucléaire.

Un réacteur nucléaire de 1200 MW(e) ralenti et refroidi à l'eau légère a besoin de près de 200 éléments combustibles. Etant donné le nombre croissant de centrales nucléaires, il est indispensable de mettre au point un ou plusieurs modèles de cycle du combustible qui puissent tenir compte de l'évolution de la situation. Photo: KWU



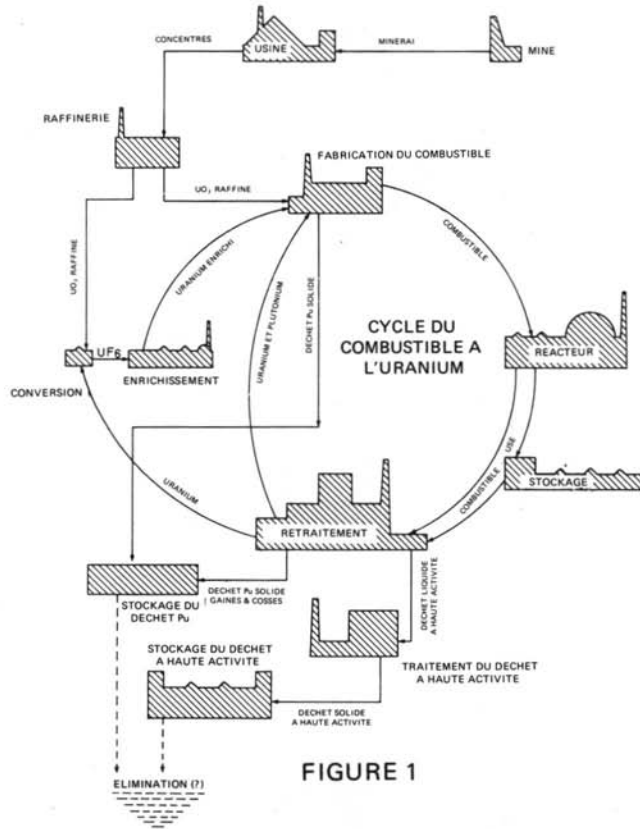


FIGURE 1

A la suite d'une enquête préliminaire qu'ont effectuée les services de l'Agence, pour évaluer les avantages économiques éventuels de tels centres régionaux, le Comité consultatif scientifique de l'AIEA s'est prononcé en faveur d'un projet d'étude approfondie, qui porterait sur des centres intégrés, c'est-à-dire comprenant des installations de fabrication du combustible ainsi que de retraitement et de gestion des déchets. L'Agence a constitué à cette fin un groupe de spécialistes qui s'est déjà mis à la tâche.

Dans la déclaration finale de la Conférence des Parties chargée de l'examen du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, la recommandation suivante a été faite à l'occasion de l'examen de l'article IV:

"La Conférence reconnaît que des centres régionaux ou multinationaux pour le cycle du combustible nucléaire pourraient représenter un moyen avantageux de pourvoir d'une manière sûre et économique aux besoins de nombreux pays en ce qui concerne le lancement ou l'expansion de programmes relatifs à l'énergie nucléaire et, en même temps, faciliter la protection physique et l'application des garanties de l'AIEA et contribuer à la réalisation des objectifs du Traité.

La Conférence accueille avec satisfaction les études entreprises par l'AIEA dans ce domaine et recommande que ces études soient poursuivies aussi rapidement que possible. Elle

considère que ces études devraient porter, entre autres aspects, sur l'identification des difficultés complexes d'ordre pratique et d'organisation qu'il faudra résoudre en ce qui concerne ces projets.

La Conférence prie instamment toutes les Parties du Traité qui sont en mesure de le faire de coopérer à ces études, en particulier en fournissant à l'AIEA, chaque fois que possible, des données économiques concernant la construction et l'exploitation d'installations telles que les usines de retraitement chimique, les usines de fabrication de plutonium destiné à être utilisé comme combustible, les installations de traitement des déchets et le stockage à plus long terme du combustible épuisé, ainsi qu'une assistance destinée à lui permettre d'entreprendre des études de faisabilité concernant la création de centres régionaux pour le cycle du combustible nucléaire dans certaines régions géographiques.

La Conférence espère que si ces études permettent d'aboutir à des conclusions positives et si des centres régionaux ou multinationaux pour le cycle du combustible nucléaire sont créés, les Parties au Traité qui sont en mesure de le faire coopéreront à l'élaboration et à la réalisation de ces projets et fourniront une assistance à cette fin".

A la dix-neuvième session ordinaire de la Conférence générale, qui s'est tenue en septembre dernier, le Directeur général a déclaré:

"La planification à long terme et la coopération internationale en matière de cycle du combustible nucléaire sont les conséquences logiques de l'expansion de l'énergie d'origine nucléaire dans le monde. Si les opérations que comporte la production d'énergie d'origine nucléaire ont pour la plupart atteint le stade industriel normal, ce n'est pas le cas de certaines phases du cycle du combustible nucléaire comme le traitement du combustible et la gestion des déchets radioactifs. Il serait donc prudent que l'AIEA se penche sur ces problèmes éventuels et c'est ce qui l'a conduite à entreprendre une étude approfondie sur les centres régionaux du cycle du combustible".

Plusieurs Etats Membres se sont également prononcés, lors de cette session, en faveur du projet d'étude de l'Agence.

OBJECTIFS DU PROJET D'ETUDE

Le projet d'étude en question a plusieurs objectifs:

- Elaborer une méthode d'évaluation des diverses stratégies possibles en matière de création de centres régionaux intégrés et comparer les avantages respectifs de tels centres et d'installations dispersées.
- Préparer un rapport illustrant cette méthode et les avantages que les Etats Membres peuvent en tirer, à l'intention des organismes qui envisagent de se lancer dans des activités relatives au cycle du combustible nucléaire.
- Prévoir la création d'une instance de débat, où les Etats Membres et toutes autres parties intéressées pourraient, au besoin, élaborer d'autres stratégies et mettre au point les structures requises pour prendre en considération les divers aspects, notamment institutionnels et juridiques, liés à la création de tels centres.

PORTEE DU PROJET D'ETUDE

Le projet portera, d'une part sur le transport, le stockage et le traitement du combustible nucléaire, d'autre part sur toutes les étapes du recyclage du combustible irradié, depuis sa récupération à la sortie du réacteur de puissance jusqu'à sa réutilisation sous la forme d'éléments combustibles, ainsi que sur la gestion des déchets radioactifs. Seront toutefois exclus la production de combustible neuf à base d'uranium et les travaux d'enrichissement.

A priori, la création de tels centres s'imposera dès lors qu'il sera nécessaire de traiter immédiatement le combustible irradié des centrales nucléaires implantées dans la région considérée. Toutefois, pour que l'opération soit économiquement rentable, il faudrait que les centres en question aient une capacité de traitement minimale, sinon optimale. Or, si l'on en croit les études effectuées dans divers pays, cette dernière se situerait entre 750 et 3000 tonnes d'uranium par an. On pourrait donc, dans un premier temps, s'en tenir à ces chiffres, afin de déterminer, compte tenu du mode de croissance de la charge électrique et du programme nucléo-énergétique, à partir de quel moment un tel centre deviendrait indispensable. On pourrait ensuite envisager, selon les circonstances, s'il serait souhaitable de mettre en place une installation plus petite.

Dans le premier cas, il serait essentiel d'élaborer un ou plusieurs modèles qui tiendraient compte de toutes les étapes importantes du cycle du combustible. Ces modèles devraient être conçus de façon à satisfaire à une série de paramètres susceptibles de varier dans des limites données et dont chacun aurait une incidence sur la situation d'ensemble. La figure 2 illustre le cycle du combustible qui conviendrait le mieux dans cette optique. Le tableau 1 de son côté indique quelques-unes des hypothèses retenues pour que la première phase de l'étude soit relativement simple.

Compte tenu de ce qui précède, la figure 2 propose un schéma théorique d'analyse économique, qui se présente sous la forme de modules de programme du cycle du combustible. Elle omet toutefois un certain nombre d'éléments et de servitudes qui devraient être, eux aussi, étudiés en détail. Les efforts devraient donc porter sur les quatre points suivants:

- Elaboration d'un ou de plusieurs modèles mathématiques et de codes d'ordinateur associés pour l'analyse du flux des matières pour le cycle du combustible nucléaire, depuis l'évacuation du combustible irradié jusqu'à son recyclage et la fabrication de combustible neuf. Le modèle devrait permettre l'évaluation et l'optimisation des stratégies possibles en ce qui concerne le retraitement, le stockage, le transport et la gestion des déchets.
- Elaboration des données d'entrée requises, ce qui suppose la création d'une banque des données, ainsi que le rassemblement de données empiriques, tels les dépenses d'équipement et les coûts d'exploitation des usines de traitement en fonction de leurs dimensions, à partir des meilleures sources disponibles.
- Mise au point d'une méthode permettant d'évaluer les stratégies optimales, de déterminer au besoin, les nouvelles données d'entrée nécessaires, et d'effectuer avec l'aide du modèle les analyses de sensibilité appropriées en fonction de données d'entrée variables.
- Réalisation d'études connexes portant notamment sur les aspects institutionnels, juridiques, administratifs, financiers, environnementaux, ainsi que sur les problèmes de santé et de sûreté, liés à la création de tels centres .

Le mot "régional" devra être pris au sens large, de façon que tout ensemble d'Etats Membres puisse se regrouper dans une région donnée en fonction de considérations économiques, géographiques ou sociopolitiques. Il s'agit donc de donner à ces Etats la possibilité de coopérer et de coordonner leurs actions en vue de trouver les meilleures stratégies possibles en matière du cycle du combustible nucléaire.

REALISATION DU PROJET D'ETUDE

Au stade de la réalisation, l'étude serait divisée en quatre phases, (voir figure 3). La phase comprendrait l'élaboration du modèle initial et du code d'ordinateur, dont les premiers essais seraient l'objet de la phase II; au cours de la phase III serait préparé un rapport

SCHEMA THEORIQUE DE CYCLE DU COMBUSTIBLE

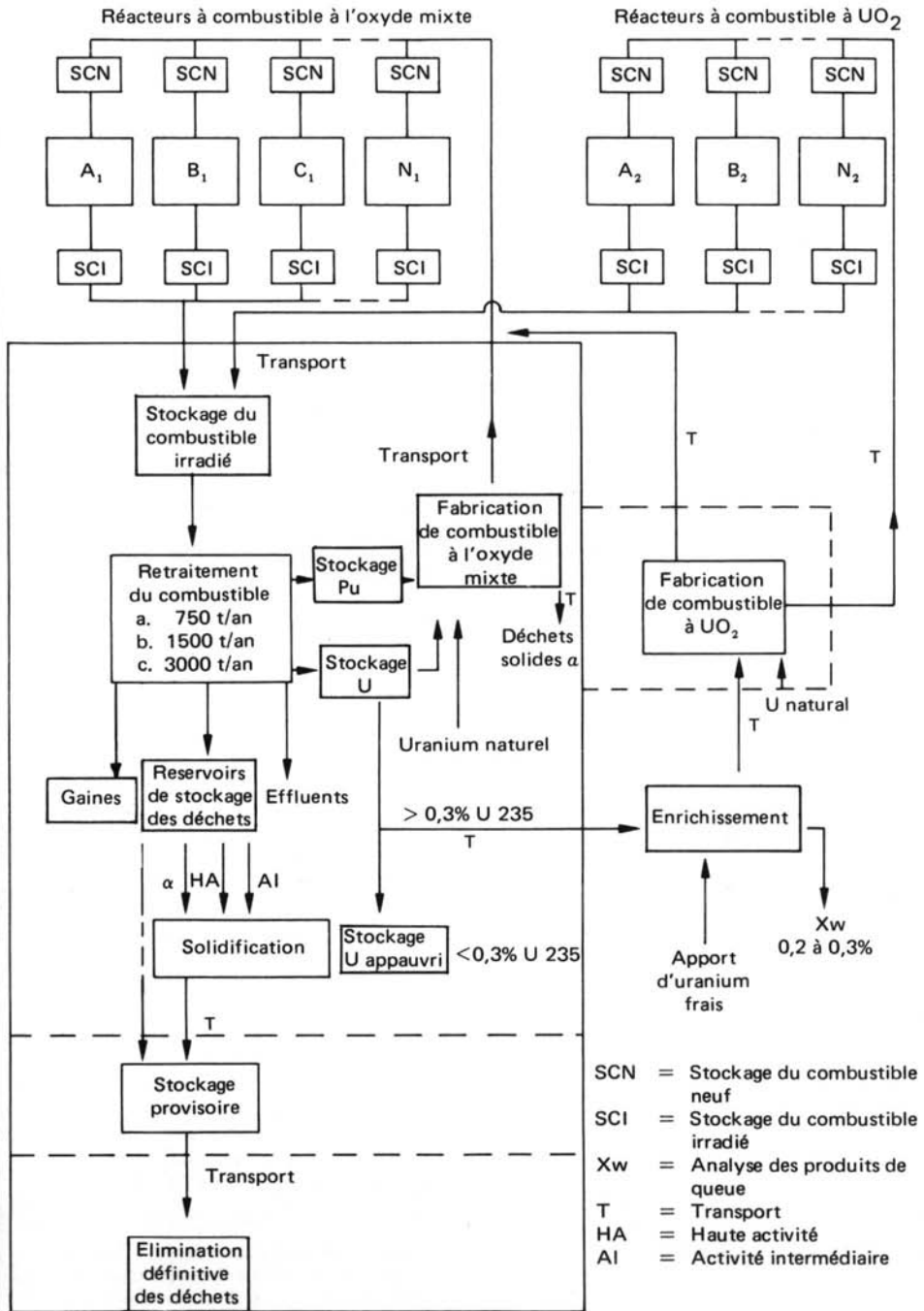


FIGURE 2

TABEAU 1
CENTRE REGIONAL DU CYCLE DU COMBUSTIBLE
CRITERES DE BASE – PHASE I DE L'ETUDE

	HYPOTHESES SIMPLIFICATRICES
1. Période envisagée	1985 à 2000
2. Capacité des usines de traitement	750 à 3000 tonnes/an
3. Prévision de la puissance des réacteurs dans le cas de combustible à l'oxyde mixte Puissance des réacteurs Nombre de réacteurs	200 à 1200 MW(e) Déterminé par la capacité de l'usine de traitement et par la puissance des réacteurs
4. Types de réacteurs	Réacteurs à eau légère – 80 à 100% de la puissance totale installée Réacteurs à eau lourde – 0 à 20% de la puissance totale installée
5. Caractéristiques du cycle du combustible	Recyclage du plutonium à envisager. Retraitement différé
6. Nombre d'installations de retraitement	1 à 3 par région pour commencer
7. Fabrication du combustible: a. Combustible à UO ₂ b. Combustible à l'oxyde mixte Quantité	Hors du centre, et dans le centre lui-même Dans le centre seulement Déterminée par la puissance installée de production d'électricité
8. Besoins de combustible: a. Uranium b. Installation d'enrichissement	Besoins annuels Besoins globaux Capacité fonction a. du recyclage du plutonium b. du retraitement différé
9. Stockage du combustible irradié a. Au site du réacteur b. Au centre	1 à 10 ans 1 à 10 ans Suffisant pour répondre à la capacité optimale de l'installation de retraitement. Lorsque le besoin des surgénérateurs en Pu exige le traitement du combustible irradié, prévoir par exemple jusqu'en 1995 (c.à d. 10 ans)
10. Stockage du plutonium	Jusqu'en 1995 en l'absence de recyclage du plutonium. Au-delà, le stockage n'est plus nécessaire, le plutonium étant utilisé dans les surgénérateurs.

11. Elimination des déchets radioactifs:	
a. De l'installation de traitement	Solidification des déchets au centre
b. De l'installation de refabrication de combustible	Solidification des déchets au centre
c. Des réacteurs de puissance	Traitement sur place. N'entre donc pas en ligne de compte
12. Stockage ou élimination des déchets	Stockage provisoire au centre ou ailleurs après solidification: pour une longue période
	Jusqu'à une période de 10 ans, méthode la plus économique
	Elimination définitive au centre ou dans un endroit éloigné
13. Transport	
a. Combustible irradié	Dans des fûts, conformément aux règlements de l'AIEA. Par route, rail et voie maritime
b. Déchets radioactifs et fortement radioactifs	Conformément aux règlements de l'AIEA. Par route, rail et voie maritime
14. Taux d'actualisation	10%

détaillé sur l'évolution et la mise en application de l'idée de centre régional ainsi que sur le modèle, le code d'ordinateur, les données d'entrée et les études documentaires. A l'issue de cette phase, il devrait être possible de comparer les avantages respectifs des centres régionaux et des centres nationaux. Dans le cadre de la phase IV, qui consisterait en examen approfondi de toute proposition précise de centre régional; on ferait appel à des bureaux d'ingénieurs architectes qui réaliseraient des études de factibilité; à partir des diverses données ainsi obtenues, on pourrait déterminer les coûts de construction et d'exploitation définitifs. Cette phase comprendrait également l'établissement des structures institutionnelles requises pour l'élaboration des accords régionaux. A cette fin, des consultations devraient avoir lieu assez rapidement entre les Etats Membres et l'AIEA, qui auraient pour but de définir les principaux domaines d'intérêt, variables selon les cas, des Etats Membres en vue de faciliter la mise au point de cadres intergouvernementaux. Les résultats de ces études devraient être présentés à la Conférence de l'énergie d'origine nucléaire et de son cycle du combustible, que l'AIEA tiendra à Salzbourg (Autriche), du 3 au 12 mai 1977.

Grâce à la méthode analytique qui aura permis de réaliser cette étude, ainsi qu'aux renseignements réunis par l'Agence lors de l'étude du marché de l'énergie d'origine nucléaire dans les pays en voie de développement et à d'autres programmes en cours, il devrait être possible d'évaluer le besoin de stockage et de traitement du combustible irradié dans les différentes régions du monde pour la période 1975-2000. Il serait utile, pour affiner l'analyse et planifier la stratégie du cycle du combustible de connaître les éléments suivants:

— Prévisions de stockage et de retraitement, besoins de fabrication de combustible et de gestion des déchets, y compris le transport de combustible neuf et irradié ainsi que des déchets radioactifs.

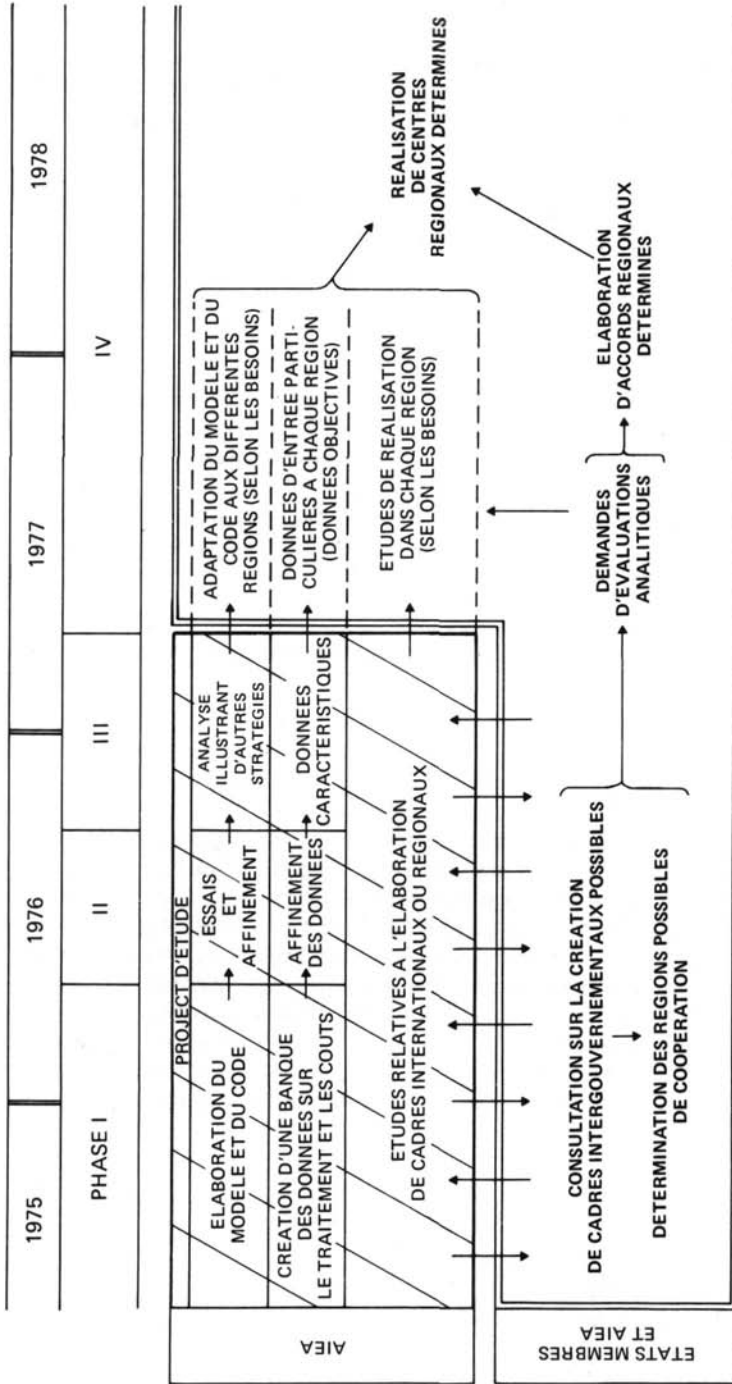


FIGURE 3

— Prévisions de l'incidence des diverses stratégies possibles en matière de stockage et de retraitement sur l'offre et la demande de combustible, et sur la gestion des déchets radioactifs.

— Détermination de la dimension économiquement optimale et répartition des centres régionaux envisagés, compte tenu du mode de croissance de la charge.

— Analyse détaillée des divers facteurs qui entrent en jeu, afin de disposer d'un éventail assez large permettant de choisir une stratégie appropriée pour chaque région.

Il serait bon, enfin, de tirer des enseignements d'expériences comparables de coopération internationale, pour être en mesure de proposer des cadres appropriés portant sur les aspects institutionnels, juridiques, administratifs, financiers, environnementaux et autres en rapport avec l'implantation de tels centres régionaux.

COOPERATION ENTRE LES ETATS MEMBRES

Une étude de cette nature ne peut prendre tout son sens que si elle se fonde sur des données objectives. Elle doit élaborer et rassembler des données pertinentes concernant le traitement et les coûts, de façon que l'analyse de système et les études de sensibilité puissent être effectuées pour toute région donnée dans le cadre de l'évaluation globale de la stratégie du cycle du combustible. Pour tous les autres aspects (institutionnels, juridiques, administratifs, financiers, environnementaux, etc.) il y aurait également avantage à connaître les résultats d'expériences analogues, de façon à déterminer dans chaque cas des cadres conceptuels optimaux, suffisamment souples pour permettre la participation des pays en voie de développement aussi bien que des pays industrialisés. Dans le cas présent, l'Agence demandera aux Etats Membres de désigner des experts qui fourniront les renseignements et l'assistance nécessaires et participeront à des réunions où seront rassemblées et évaluées les données d'entrée requises.

Actuellement les réunions de consultants prévues pour cette année portent sur les sujets suivants: Modèles mathématiques et codes d'ordinateur; Retraitement du combustible; Fabrication de combustible à mélange d'oxydes; Gestion de déchets; Stockage du combustible; Transport du combustible; Aspects institutionnels, juridiques, administratifs, financiers et autres du projet d'étude.

Le succès de cette entreprise est en effet subordonné dans une très large mesure à la coopération et au soutien des Etats Membres.