

Les cours de formation sur l'énergétique nucléaire

La formation du personnel technique destiné aux centrales nucléaires dans les pays en développement occupe désormais une place importante dans le Programme d'assistance technique de l'AIEA. Une centrale nucléaire est un ensemble complexe, qui exige à tous les stades de sa réalisation et de son exploitation un nombreux personnel compétent. On a parfois tendance à sous-estimer l'étendue d'une telle entreprise, ainsi que le nombre et les qualifications du personnel technique qui doit projeter, mettre en route une centrale nucléaire et assurer son exploitation efficace. Comme les pays en développement sont habituellement dépourvus de possibilités de formation par la pratique dans ce domaine, l'AIEA a entrepris un programme de cours spéciaux de formation, en coopération avec les pays hôtes possédant une vaste expérience nucléaire et disposant des installations nécessaires.

Ce programme de formation de l'Agence repose essentiellement sur deux enseignements: un cours sur **l'établissement et la mise en œuvre des projets**, et un cours sur la **construction et l'exploitation**. Ces deux cours sont indépendants l'un de l'autre. Ils s'adressent à des personnels destinés à deux phases distinctes de la mise en œuvre. Normalement, un participant n'est pas amené à les suivre tous les deux.

Les divers pays en développement intéressés se trouvent naturellement à des stades différents de développement de l'énergétique nucléaire, stades qui sont définis au tableau 1. Le cours d'établissement et la mise en œuvre des projets s'adresse avant tous aux stades 0 à 3: le cours de construction et d'exploitation est surtout utile aux pays qui se trouvent aux stades 4 et 5. Le tableau 2 donne une répartition par stades des divers pays en développement Membres de l'Agence. Les participants des pays qui se trouvent aux stades 0 et 1 ont eux aussi intérêt à suivre le cours d'établissement et de mise en œuvre qui leur fait comprendre l'ampleur d'un projet de centrale nucléaire.

Au cours des dernières années, l'AIEA a organisé plusieurs cours et séminaires relatifs à l'énergétique nucléaire, entre autres sur: Les aspects économiques et techniques du développement de l'énergie d'origine nucléaire (Vienne 1969, Thaïlande 1973, Philippines 1976), l'évaluation des soumissions et l'exécution des projets de centrales nucléaires (Japon 1971), la planification en matière d'énergie d'origine nucléaire (Jamaïque 1975).

En 1974, sous l'impulsion de la crise de l'énergie, l'Agence a envisagé d'intensifier ses efforts dans le domaine de la formation. Après consultation d'un comité d'experts, il est apparu que la tâche la plus urgente était celle de la formation à l'établissement des projets de centrales nucléaires. Aucun enseignement approprié n'étant offert par ailleurs, l'Agence a décidé d'en créer un elle-même.

Cette photographie du chantier de LaSalle à Seneca (Illinois, Etats-Unis d'Amérique) où la Commonwealth Edison Company construit actuellement deux réacteurs à eau bouillante de 1078 MW(e) illustre parfaitement la complexité et l'ampleur des travaux qu'exige l'édification d'une centrale nucléaire. 



Tableau 1
Stades de développement de l'énergie nucléaire

Définitions

Stade 0:	Pré-planification La planification en matière d'énergie nucléaire n'a pas encore débuté. On ne s'y intéresse qu'à moyen ou à long terme
Stade 1:	Planification On a l'intention de faire appel à l'énergie d'origine nucléaire, mais aucun plan ni programme défini n'a encore été élaboré.
Stade 2:	Factibilité Le programme nucléaire existe et comporte le projet de la première centrale. Les appels d'offres n'ont pas encore commencé.
Stade 3:	Adjudication La décision d'installer une première centrale nucléaire a été prise. La construction n'a pas encore commencé.
Stade 4:	Construction La première centrale est en construction, l'exploitation à l'échelle industrielle n'a pas encore commencé.
Stade 5:	Exploitation La première centrale nucléaire est en exploitation industrielle normale
Stade 6:	Confirmation Il y a au moins deux centrales en service; d'autres sont en construction et en projet.
Stade 7:	Majorité technologique Le pays peut par ses propres moyens assurer la conception, l'organisation technique, et la construction

Un programme descriptif ayant été rédigé, la République fédérale d'Allemagne, la France, et les Etats-Unis offrirent d'accueillir les cours et de fournir les installations et le personnel enseignant nécessaire. Le premier cours de planification et de mise en œuvre de projets nucléaires débuta en septembre 1975 au Centre d'études nucléaires de Karlsruhe (R.F.A.). Le premier cours de construction et d'exploitation eut lieu de septembre à décembre à l'Argonne Center for Educational Affairs (Etats-Unis). A la fin de 1976, 175 personnes venues de 34 pays en développement avaient suivi l'un ou l'autre de ces deux enseignements.

Tableau 2

Pays en développement participant au programme de formation en énergétique nucléaire

Stade 0 Pré-planification	Stade 1 Planification	Stade 2 Factibilité	Stade 3 Adjudication
Arabie séoudite Birmanie Equateur Ghana Irak Sri Lanka Syrie	Algérie Jamaïque Pérou Singapour Venezuela	Chili Indonésie Malaysia Thaïlande	Bangladesh Cuba Egypte Grèce Israël Pologne Roumanie Turquie
Stade 4 Construction	Stade 5 Exploitation	Stade 6 Confirmation	Stade 7 Majorité technologique
Brésil Corée (Rép. de) Hongrie Iran Mexique Philippines Yougoslavie	Argentine Pakistan Tchécoslovaquie	Bulgarie Espagne	Inde

CARACTERISTIQUES DE COURS DE FORMATION SUR L'ENERGETIQUE NUCLEAIRE

Il s'agit d'un enseignement dynamique, qui s'adapte aux besoins des participants et à l'évolution des connaissances des enseignants. Voici quelques unes de ses caractéristiques:

Les participants: Le cours s'adresse aux directeurs techniques, planificateurs, responsables de décisions, ingénieurs chefs de services, et autres spécialistes expérimentés qui exercent leurs activités dans le cadre des programmes d'énergétique nucléaire de leurs pays. Un grand nombre d'entre eux sont désignés par des compagnies d'électricité. Tous les participants qui les ont suivis jusqu'à présent étaient parfaitement qualifiés. A l'exception d'un très petit nombre d'économistes, de juristes, d'administrateurs et de scientifiques c'étaient des ingénieurs. L'âge moyen était de 36 ans.

Les méthodes de formation: Le cours a pour but un "transfert d'expérience" en matière de planification et d'exploitation, et se caractérise par conséquent par un style pratique et exempt d'académisme. Pendant chaque cours, 100 à 150 spécialistes font des conférences sur les sujets relevant de leur compétence et de leur expérience particulières. Ils prennent également part à des discussions et à des séances de travail. Entre autres avantages, les participants peuvent discuter de leurs problèmes particuliers avec des experts, et recueillir des opinions nombreuses, parfois même contradictoires. Les enseignants fournissent aux participants les notes et la documentation nécessaires.



Les participants au cours de formation sur l'énergétique nucléaire patronné par l'AIEA au cours d'une visite du chantier de construction de LaSalle. Le cours se déroule à l'Argonne Center for Educational Affairs.

Le contenu des cours. Les cours sont conçus de manière à donner un vaste aperçu d'une centrale nucléaire, depuis l'établissement du projet jusqu'à l'exploitation de l'usine, en mettant particulièrement l'accent sur certains stades de réalisation, selon qu'il s'agit d'établissement et de mise en œuvre du projet, ou de construction et d'exploitation. On insiste plutôt sur l'exposé des principales tâches à accomplir que sur l'étude approfondie d'un volet particulier. Les deux tiers environ de chaque cours sont consacrés au sujet principal, le reste consistant en un examen général des principes de l'énergétique nucléaire. Le cours est fait en anglais à Argonne et à Karlsruhe, en français à Saclay. Les participants doivent posséder suffisamment la langue de travail.

Durée des cours: Les cours durent de 12 à 15 semaines, à raison de sept à huit heures de travail assidu par jour ouvrable. C'est une durée assez longue pour une période d'études intensives, mais on a constaté que le moral et l'intérêt des participants ne faiblissent pas. Les gouvernements et les organisations qui délèguent les participants acceptent parfois avec difficulté l'absence pendant trois mois d'un personnel compétent dont ils ont le plus grand besoin. Quelqu'un a dit: "Nous ne pouvons pas nous passer des gens que nous voudrions voir former dans ces cours; quant à la plupart de ceux dont nous pourrions nous passer, nous ne tenons pas à les y envoyer car ils ne seraient pas qualifiés."

Les enseignants: Participants et enseignants sont les uns et les autres internationaux. 80 pour cent environ des enseignants appartiennent au pays hôte, les autres font partie du personnel permanent de l'AIEA ou viennent d'autres pays sur l'invitation de l'Agence,



Un cours au Centre de recherche de Karlsruhe (République fédérale d'Allemagne). Les participants au cours de formation sur l'énergétique nucléaire de l'AIEA assistent à des conférences données par un grand nombre de spécialistes invités et par des membres du personnel du Centre.

Le cours de formation sur l'énergétique nucléaire est l'occasion de dialogues et d'échanges nombreux entre les participants et les spécialistes.



Les programmes: Les cours sont conformes au programme descriptif préalablement établi. La moitié du temps environ est consacrée à des conférences, et le reste est réservé à des séances de discussion, à des réunions de groupes, à des séances de travail et à des visites techniques. L'ensemble est marqué par une certaine souplesse, afin d'adapter l'enseignement aux besoins des participants dans la plus large mesure possible, sans en rompre la continuité ni l'enchaînement logique.

Recrutement. Le nombre des participants à chaque cours est limité, et compte de préférence de 30 à 40 personnes. Pour les six premiers cours, les 330 demandes reçues avaient dépassé le nombre des places disponibles, et l'on n'avait pas pu admettre tous les postulants qualifiés. Des désignations tardives et des abandons ont provoqué quelques difficultés administratives.

Les frais. La préparation détaillée d'un cours prend environ une année, pendant laquelle elle occupe 3 à 4 personnes, sans compter la préparation des conférences individuelles, des études de cas, et des séances de travail. Les frais sont évalués à environ l'équivalent de 10 000 dollars par participant. L'AIEA fournit le logement et une bourse modeste; les frais de voyage des participants sont, en règle générale, couverts par les organisations et les gouvernements qui désignent les participants. Les frais de fonctionnement du cours sont à la charge du Gouvernement hôte.

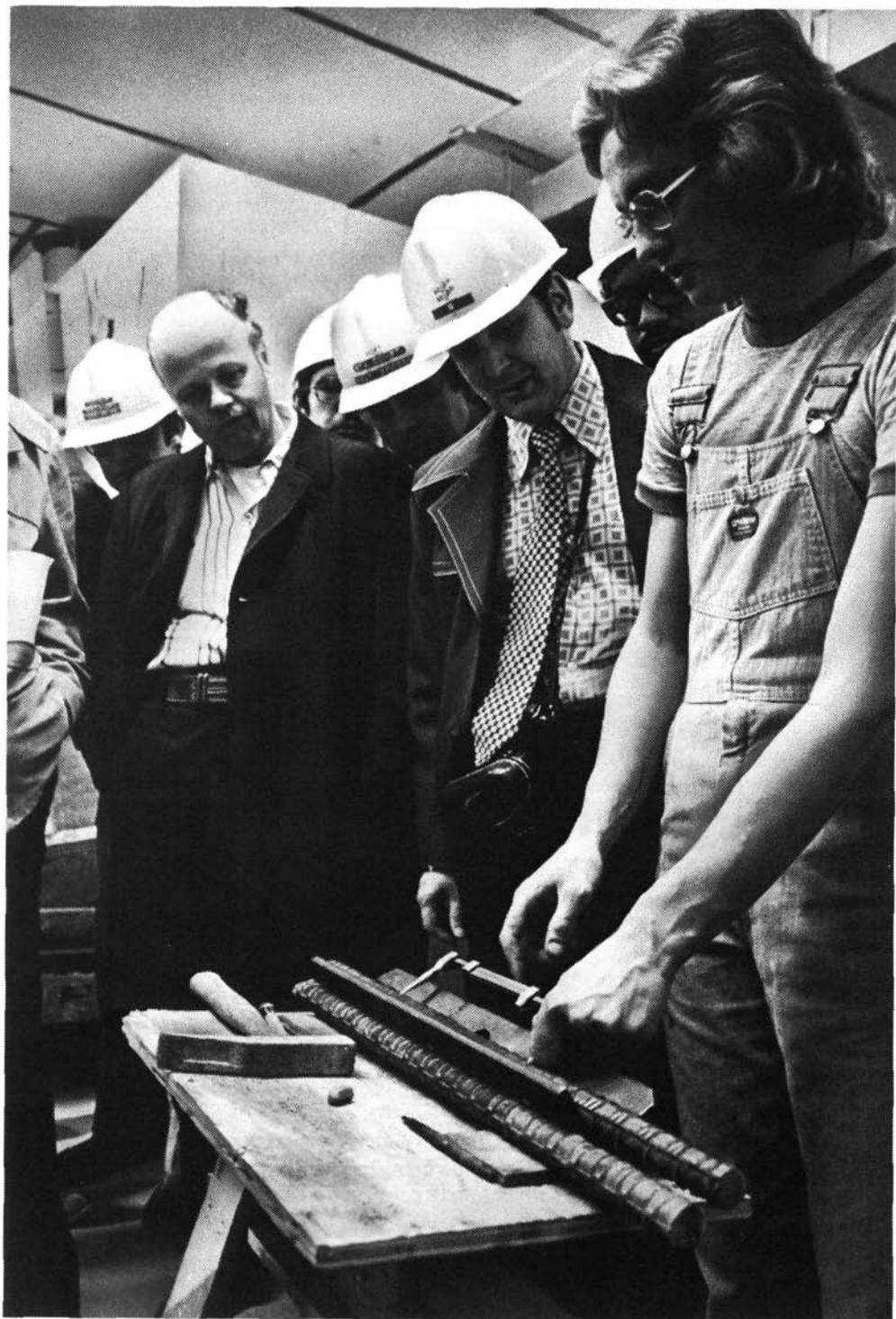
L'interdiction de tout mode de publicité est strictement observée, en particulier en ce qui concerne les experts qui pourraient citer des organismes de vente, des architectes ou ingénieurs, ou des bureaux d'études. Bien que les experts aient tendance à défendre avec enthousiasme les techniques qu'ils connaissent le mieux, on fait les plus grands efforts pour que toutes les opinions et tous les points de vue soient équitablement représentés. On accorde une attention particulière aux problèmes qui se posent dans les pays en développement.

Il semble que chaque année doive se renouveler la demande tendant à obtenir qu'au moins un cours par catégorie soit fait en anglais. On envisage également pour 1978 un cours en espagnol sur la constitution d'une énergie nucléaire. Il aura lieu à Madrid, et s'adressera aux ingénieurs qui sont ou seront responsables des projets nucléaires dont les ont chargés les dirigeants et autorités intéressés.

On projette également pour 1978 un cours en russe, qui mettra l'accent sur les centrales du type Novo-Voronej et s'adressera aux pays qui en font l'acquisition. Le tableau 3 indique les cours qui ont eu lieu dans le passé et ceux qui sont prévus pour l'avenir.

Le besoin s'est fait sentir de certains enseignements approfondis plus spécialisés, et l'on a l'intention d'en proposer quelques-uns, peut-être trois ou quatre, en 1978. Ces cours seront probablement de plus courte durée (4 à 8 semaines) et s'adresseront principalement à des ingénieurs-en-chef chargés d'un domaine particulier. Certains seront régionaux, d'autres interrégionaux. Parmi les sujets envisagés, citons:

- Planification en matière de sources d'énergie de remplacement
- Choix des sites de centrales nucléaires
- Planification réglementaire
- Adjudication et financement des projets nucléaires
- Analyse de la sûreté
- Conception et examen technique
- Assurance de la qualité
- Contrôle des délais d'exécution et des coûts
- Planification et adjudication relatives au cycle du combustible
- Prospection de l'uranium
- Instruments et commande des centrales
- Formation et qualification du personnel
- Gestion de l'exploitation
- Garanties et contrôle des matières nucléaires
- Gestion des déchets



Les cours de formation sur l'énergie nucléaire allient les démonstrations pratiques aux exposés théoriques. Ici, les participants observent le déroulement d'un essai de tension sur des armatures du béton.

Tableau 3
Cours de formation sur l'énergie nucléaire

1975	8 sept. – 19 déc.	Etablissement et mise en œuvre des projets Karlsruhe (R.F.A.), en anglais
1976	6 janv. – 16 avr.	Etablissement et mise en œuvre des projets Argonne (Etats-Unis), en anglais
	30 mars – 9 juil.	Etablissement et mise en œuvre des projets Saclay (France), en français
	6 sept. – 30 nov.	Etablissement et mise en œuvre des projets Karlsruhe (R.F.A.), en anglais
	8 sept. – 16 déc.	Construction et exploitation Argonne (Etats-Unis), en anglais
1977	18 janv. – 29 avr.	Construction et exploitation Argonne (Etats-Unis), en anglais
	29 mars – 8 juil.	Construction et exploitation Saclay (France), en français
	7 sept. – 16 déc.	Etablissement et mise en œuvre des projets Argonne (Etats-Unis), en anglais
	12 sept. – 16 déc.	Construction et exploitation Karlsruhe (R.F.A.), en anglais
1978 et au delà		selon la demande en anglais, espagnol, français et russe.

L'AIEA s'occupe également de la formation d'agents techniques pour lesquels des cours traitant de l'énergie d'origine nucléaire existent et sont prévus.

Ce programme de formation nucléaire a été couronné de succès. Un nombre considérable de cadres hautement qualifiés de pays en développement ont eu l'occasion de s'instruire par contact direct avec des experts possédant une expérience acquise de première main. Certes, ces cours ne sauraient remplacer la formation en cours d'emploi, mais ils auront rempli leur fonction s'ils ont permis de transférer des connaissances pratiques et fiables, et initié les pays en développement à la planification, la construction et l'exploitation des centrales nucléaires.