

APPENDICES

- A. List of participants
- B. Agenda
- C. Opening address of H.E. Ahmed Cherkaoui, Minister of Foreign Affairs
- D. 1988 General Assembly resolution on the International Decade for Natural Disaster Reduction
- E. Armenian earthquake of December 7, 1988--V.I. Keilis-Borok
- F. West Yunnan earthquakes of November 6, 1988--Li-li Xie
- G. UNDRO definition of disasters
- H. International disaster communications--David Webster
- I. Activities of ESCAP on natural disaster reduction in Asia and the Pacific

INTERNATIONAL DECADE FOR
NATURAL DISASTER REDUCTION
(IDNDR)

THIRD MEETING
OF THE
INTERNATIONAL AD HOC GROUP OF EXPERTS
Rabat, 25-27 January 1989

LIST OF PARTICIPANTS



OFFICE OF
THE UNITED NATIONS
DISASTER RELIEF CO-ORDINATOR

BUREAU DU COORDONNATEUR DES
NATIONS UNIES POUR LES SECOURS
EN CAS DE CATASTROPHE

EXPERTS

Dr. Frank Press (Chairman)
 Dr. Anand S. Arya
 Dr. Mohammed Benblidia
 Dr. Driss Bensari
 Mr. Noel P. Cheney
 Prof. James C.I. Dooge
 Dr. Alberto Giesecke
 Dr. Richard E. Hallgren
 Dr. Vit Karnik
 Dr. Vladimir I. Keilis-Borok
 Dr. Roman L. Kintanar
 Mr. Ram Krishna
 Dr. Michel F. Lechat
 Mr. Franklin J. McDonald
 Dr. Norbert Morgenstern
 Mr. Luiz Novais de Almeida
 Prof. Thomas R. Odhiambo
 Dr. Keizo Okabe
 Dr. Lekan Oyebande
 Dr. Carlo Pelanda
 Dr. Gudjon Petersen
 Dr. Jakim Petrovski
 Dr. Emilio Rosenblueth (Vice-Chairman)
 Dr. Li-Li Xie

UNITED NATIONS

DIEC	Mr. James E. Baker
* * *	
UNDRO	Mr. M'Hamed Essaafi Mr. Hans Einhaus Mr. James Devine
Senior Scientific Adviser	Mr. Kenzo Toki (Excused)
DTCD	Mr. Hidehiko Sazanami Mr. Hideki Kaji Mr. Jun Izumi
* * *	
UNDP	Mr. Christoph Jaeger
UNEP	Excused
UNU	Excused
ECA	
ECE	
ECLAC	Excused
ESCAP	Mr. Cengiz Ertuna
ESCWA	Excused
UNCHS (Habitat)	Mr. Parviz S. Towfighi
WFP	Mr. Bronek Szynalski Mr. Jamie Wickens

SPECIALIZED AGENCIES

FAO	Mr. Nabil H. Abd El-Hadi
UNESCO	Mr. Badaoui Rouhban
WHO	Dr. Olavi Elo
World Bank	Mrs. Alcira Kreimer
ITU	Mr. Joseph Elotu
WMO	Mr. John Rodda
IAEA	Mr. Aybars Gürpınar

OTHER INVITED OBSERVERS

Governments

Germany, Federal Republic of	Mr. Klaus Zehentner
Japan	H.E. Mr. Mokoto Taniguchi
Morocco	Mr. Abderrahim Ben Mousse

Non-Governmental Organizations and Institutes

International Association for Wind Engineering	Mr. Alan G. Davenport
International Council of Scientific Unions	Mrs. Julia Marton-Lefevre
League of Red Cross and Red Crescent Societies	Mr. Jürg Vittani
US Annenberg Washington Program	Mr. David Webster
US Earthquake Engineering Research Institute	Mr. Walter Hays
US Geological Survey	Mr. Walter Hays
US National Academy of Sciences	Mr. Stephen Rattien
Union of International Technical Associations	Mr. Adelin Villevieille
World Federation of Engineering Organizations	Mr. Adelin Villevieille

APPENDIX B

INTERNATIONAL DECADE FOR NATURAL DISASTER REDUCTION

THIRD MEETING OF THE GROUP OF EXPERTS

JANUARY 25-27, 1988

RABAT, MOROCCO

AGENDA

WEDNESDAY, JANUARY 25

10:30 AM	Opening ceremonies	
11:30 AM	Introduction of members, guests, observers; review of agenda; dates and locations of future meetings	Press
12:00 PM	Review and approval of minutes	Arya
12:20 PM	Status of UN resolution	Taniguchi
12:30 PM	Armenian earthquake of 1988: Lessons and implications for IDNDR	Keilis-Borok/ Essaafi/ others as appropriate
1:00 PM	Luncheon break	
2:30 PM	Incorporating an integrated hazard management approach and human perspective into the IDNDR	Dooge
3:00 PM	Review of UNDRO definition of disasters	Essaafi
3:30 PM	Review of Chapter VII: Organizational Criteria	Hallgren
3:45 PM	Telecommunications and disaster mitigation: The role of the media	David Webster
5:15 PM	Adjournment	
Evening	Chapter subgroup meetings, as needed	

THURSDAY, JANUARY 26, 1988

9:00 AM	Review of Chapter I: Introduction	Cheney
10:00 AM	Review of Chapter II: Goals for an IDNDR	Dooge
11:00 AM	Review of Chapter III: Participants in an IDNDR	Odhiambo
12:00 PM	Review of Chapter IV: Problems and Opportunities	Lechat
1:00 PM	Luncheon break	
2:30 PM	Review of Chapter V: Regional Capabilities and Needs	Krishna
3:30 PM	Review of Chapter VI: Illustrative Projects	Keilis-Borok
4:30 PM	Review of Chapter VIII: Implementation: Next Steps	Bensari
5:30 PM	Adjournment	
Evening	Chapter subgroup meetings, as needed	

FRIDAY, JANUARY 27, 1988

9:00 AM	Summary of report draft o key conclusions of each chapter o status of drafting efforts	Chapter Chairman
1:00 PM	Luncheon break	
2:30 PM	Proposal to issue Tokyo declaration	Okabe
3:30 PM	Agenda for Tokyo	
4:00 PM	Interim meeting in Geneva, March	Press/ Baker
4:30 PM	Summary status report review of assignments	Press
5:00 PM	Adjournment	

DISCOURS

DE S.E. M. AHMED CHERKAOUI , SECRETAIRE D'ETAT
AUX AFFAIRES ETRANGERES ET A LA COOPERATION
DU ROYAUME DU MAROC

A L' OCCASION

DE LA 3e REUNION DU GROUPE INTERNATIONAL D'EXPERTS
DE HAUT NIVEAU PREPARATOIRE DE LA DECENNIE INTERNATIONALE
DE LA PREVENTION DES CATASTROPHES NATURELLES .

RABAT , 25 au 27 Janvier 1989

Monsieur le Président du Groupe International d'Experts ,

Mesdames et Messieurs ,

Au nom du Gouvernement de SA MAJESTE LE ROI je vous souhaite la bienvenue dans ce pays qui s'honore d'abriter , sous les auspices des Nations-Unies , la 3ème Réunion du Groupe International d'Experts de haut niveau préparatoire de la Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles . En vous recevant au Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération , je voudrais saisir cette occasion pour exprimer notre vive satisfaction pour la présence en ces lieux de sommités scientifiques de renommée mondiale et les féliciter pour leur désignation à ce Groupe International d'Experts , qui a été constitué par les Nations-Unies pour s'atteler à l'accomplissement d'une mission d'importance majeure pour l'humanité entière .

Mesdames et Messieurs ,

Permettez moi maintenant en tant que Représentant du pays hôte de partager avec vous quelques réflexions sur les thèmes en discussion dans le cadre de la Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles .

.../...

Mesdames et Messieurs ,

Ces dernières années , des désastres naturels particulièrement graves , dont certains figurent parmi les catastrophes les plus violentes de l'Histoire moderne , ont frappé soudainement de nombreuses régions du monde causant d'immenses pertes en vies humaines , occasionnant des dommages considérables aux infrastructures , affectant les biens , les abris et les moyens d'existence de populations innombrables et ruinant souvent les efforts déployés par de nombreux pays en vue du développement économique et social .

En évoquant la question des catastrophes naturelles , le premier réflexe , en forme d'obstacle , qui vient immédiatement à l'esprit , est de les ranger dans le domaine de la fatalité irrévocable , dont on ne peut prédire la survenance fortuite afin d'en réduire les effets dévastateurs . De sorte que la prévention des catastrophes était loin de figurer au premier rang des préoccupations des gouvernements , tandis que l'imprévision des décideurs bénéficiait d'une présomption d'impuissance .

Bien sûr , dans la plupart des cas la survenance des catastrophes naturelles ne pouvait être évitée et ne pourra pas l'être vraisemblablement à l'avenir .

En revanche , il est désormais possible d'en limiter les conséquences épouvantables , car les progrès scientifiques et technologiques existants sont suffisamment avancés pour prévoir le lieu et dans une moindre mesure , le moment où risquent de se produire certaines catégories de catastrophes naturelles , tandis que par ailleurs il existe des données abondantes sur les mesures qui peuvent être prises à l'avance pour atténuer l'impact

.../...

perçue comme une nécessité , les responsables de la protection civile doivent bénéficier d'avis scientifiques qui excluent l'incompétence technique , l'erreur professionnelle ou les probabilités douteuses .

Dans le sillage de la Communauté scientifique mondiale , les Services chargés de la protection civile dans de nombreux pays , savent désormais que des désastres majeurs surviendront en cette fin de siècle et au début du prochain millénaire . En effet , la densité de la population dans les zones sinistrées a révélé dans la plupart des cas , la paralysie catastrophique des communications , l'insuffisance dans l'application des normes de sécurité , la fragilité des lignes de sauvetage et des lacunes graves dans l'information et l'éducation des populations . En outre , d'immenses concentrations urbaines se sont développées de façon anarchique au voisinage de volcans en activité ou dans des zones reconnues . La déforestation accélérée a aggravé dans de nombreuses régions le risque d'inondations que n'arrivent plus à contenir des ouvrages hydrauliques désuets . Des infrastructures particulièrement sensibles (barrages , usines chimiques , centrales nucléaires) ont été implantés en dépit du bon sens sous la menace directe de phénomènes telluriques récurrents

A titre d'illustration , et pour ces mêmes raisons , un seul séisme au centre de l'Italie peut occasionner une catastrophe complexe sans précédent équivalant à 12 Tchernobyl avec des conséquences incalculables sur tout le pourtour méditerranéen et au delà .

Dans le même temps , et à de rares exceptions près , les populations concernées ne sont ni correctement préparées , ni convenablement informées pour interpréter au mieux un éventuel ordre public d'évacuation et , le cas échéant , participer efficacement à l'organisation des secours .

.../...

Un tel état de fait suscite une légitime inquiétude , nécessitant des actions urgentes pour améliorer l'infrastructure de riposte aux périls . Dans le monde en développement , la situation est encore pire puisque les pays de cette région qui concentrent l'essentiel de la démographie mondiale , subissent selon les évaluations plus de 90 % des dommages causés par les catastrophes naturelles dans le monde , avec des pertes en vies humaines considérables , des populations sinistrées et sans abri en nombre insupportable ainsi que des dégâts aux infrastructures incalculables . Leurs moyens de réponse à l'adversité sont si réduits qu'une seule catastrophe peut anihiler des décennies de développement et dans certains cas déstabiliser leur équilibre politique et social .

Quant à l' Afrique , ce continent martyrisé par le sous-développement et les aléas de la nature , est passée sans répit ni transition du fléau de la sécheresse aux ravages des inondations avant d'être confrontée à un nouveau cycle de peste acridienne . C'est pour ces raisons qu'un programme international d'action adéquatement coordonné constitue un élément-clé de la stratégie de prévention et de réduction des périls naturels .

Les progrès escomptés grâce à la collaboration organique entre les hommes de science , les ingénieurs et les administrateurs publics ou privés, le recours accru aux satellites en orbite et l'utilisation systématique des techniques de communications globales , en même temps qu'une intégration croissante des aléas naturels dans l'équation du développement et de l'assistance de la Communauté des donateurs , tous ces éléments permettront sans aucun doute de renforcer la capacité de riposte aux périls tout en minimisant les pertes économiques et humaines .

Au demeurant et comme l'affirme avec beaucoup de pertinence , un récent rapport du Secrétaire Général de l' O N U (A/43/723) (je cite) :

.../...

" L'établissement dans les régions où l'on enregistre le plus grand nombre de victimes , de systèmes d'alerte et de plans d'urgence peut sauver de nombreuses vies et réduire sensiblement les dommages matériels . Une protection efficace et durable contre les effets des catastrophes naturelles pourrait être assurée grâce à une utilisation plus systématique des analyses de risques , à une approche appropriée en matière de construction et d'utilisation des sols , ainsi qu'à l'introduction de mécanismes de gestion d'administration et de coordination , le tout conjugué à des programmes spéciaux d'éducation , de formation et de diffusion de l'information " .

(fin de citation) .

C'est dire l'importance cruciale qui s'attache à vos travaux et la nécessité primordiale de conduire à son terme cette phase préparatoire pour aboutir à l'élaboration d'un programme d'action international acceptable et afin que la Décennie Internationale puisse non seulement être lancée sans à coups l'année prochaine mais qu'elle se poursuive au delà de l'an 2.000 selon un processus ininterrompu et auto-entretenu .

Mesdames et Messieurs ,

L'intérêt que le Royaume du Maroc accorde à vos travaux n'est plus à démontrer et se manifeste au plus haut niveau de l'Etat . L'année dernière et grâce aux hautes directives de SA MAJESTE LE ROI HASSAN II , l'Académie du Royaume du Maroc a consacré son thème annuel aux catastrophes naturelles en général et à l'infestation acridienne en particulier .

.../...

En outre , en Octobre dernier , une importante conférence réunie à Fès et placée sous le haut patronage de SA MAJESTE LE ROI , s'est tenue à un niveau de responsabilité ministérielle afin de définir une stratégie internationale de lutte contre le péril acridien . Cette stratégie a été ensuite avalisée par l'Assemblée Générale au cours de sa 43ème session ordinaire sous la forme d'une résolution présentée à l'initiative du Maroc et dont le texte vous a été distribué en tant que document officiel de travail .

Nous souhaitons également conformément au voeu de l'Assemblée Générale que les dispositions de cette résolution figurent en bonne place dans vos activités , d'autant qu'une grande partie du continent africain est placée cette année sous la menace d'une invasion généralisée .

Mesdames et Messieurs ,

Il existe aussi un grave problème qui affecte plus particulièrement l'Afrique , et qui est celui de la sécheresse . Le Maroc a été mandaté par le Groupe africain au sein des Nations-Unies pour requérir le Groupe International d'Experts , dans le cadre des travaux de cette Réunion , d'inclure la sécheresse parmi les désastres couverts par la Décennie . En effet , bien qu'elle ne soit pas fondamentalement du même caractère que les catastrophes naturelles soudaines , la sécheresse constitue un danger incommensurable dans de nombreux pays et en Afrique tout spécialement . Cependant nous convenons que l'intention n'est pas de faire double emploi avec les programmes et plans de lutte existants au sein du système des Nations-Unies , mais bien plutôt de considérer la sécheresse dans ses relations avec d'autres types de catastrophes tels que les incendies naturels , les inondations et l'infestation acridienne .

.../...

Mesdames et Messieurs ,

Nous sommes convaincus que l'une des difficultés majeures dans la prévention des catastrophes naturelles , consiste à convertir l'expertise scientifique en recommandations politiques , elles mêmes traduisibles en mesures compréhensibles et applicables . A notre avis , votre mission consiste non seulement à présenter un Rapport exhaustif au Secrétaire Général des Nations-Unies , à temps pour qu'il soit examiné au cours de la session d'été de l' ECOSOC , mais en outre il conviendrait que les différents groupes de travail que vous avez constitués s'attachent activement , et dès la présente Réunion , à dégager séparément les conclusions et recommandations concrètes devant être proposées en application des objectifs de la Décennie . Ces conclusions et recommandations , une fois réunies , faciliteront l'élaboration du Programme d'Action aux niveaux national , régional et international , qui devra être soumis pour adoption à la 44ème Session de l'Assemblée Générale . Ainsi sera-t-il possible lors de votre prochaine Réunion en Avril , à Tokyo , de fixer les bases d'une action internationale concertée sur la Prévention des Catastrophes Naturelles à laquelle le Gouvernement de SA MAJESTE LE ROI sera heureux de contribuer .

Le Maroc est conscient de l'ampleur de votre tâche et des difficultés de votre mission , mais grâce à vos travaux , l'humanité apprendra à mieux gérer l'imprévisible afin de maîtriser davantage son futur .

Je déclare donc ouverte la 3ème Réunion du Groupe International d'Experts Préparatoire de la Décennie Internationale pour la Prévention des Catastrophes Naturelles .

November 7th 1988

SECOND COMMITTEE

ITEM 86

INTERNATIONAL DECADE FOR NATURAL DISASTER REDUCTION
(ON BEHALF OF GROUP OF 27)

The General Assembly,

Considering that natural disasters have, particularly in the past two decades, adversely affected the lives of at least eight hundred million people and caused considerable damages to infrastructures and property worldwide, and especially in developing countries,

Recalling that this year many countries suffered very severe natural disasters, such as the extensive floods in Sudan and Bangladesh, hurricanes in Latin America and Caribbean countries, locust infestations mainly in Africa as well as in several regions of the developing world and recognizing the pressing need of reducing the impact of natural disasters for all people, in particular those in developing countries,

Recognizing the important responsibility of the United Nations system as a whole for promoting international cooperation in the study of natural disasters and in the development of techniques to mitigate risks arising therefrom, as well as for providing assistance and coordinating disaster relief, preparedness and prevention,

Recalling its resolution 42/169 of 11 December 1987 by which it decided to designate the 1990s as the International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR),

Recalling also Economic and Social Council resolution 1988/51 of 26 July 1988 on assistance in case of natural disaster and other disaster situation,

Noting with appreciation the progress that has been made for the preparation of IDNDR within the United Nations system as well as in member States since the adoption of its resolution 42/169,

Welcoming the establishment by the Secretary General of the International Ad Hoc Group of Experts on IDNDR,

Convinced that concerted international action for the natural disaster reduction over the course of the 1990s would give genuine impetus to a series of concrete measures at the national, regional and international levels,

Welcoming the fact that national committees for natural disaster reduction have been established in some countries and that preparations for establishing such committees are under way in other countries,

1. Takes note with interest on the progress report (A/43/723) of the Secretary General on the preparations for the IDNDR;

2. Takes note with satisfaction of the progress made by the International Ad Hoc Group of Experts on IDNDR for preparations for the Decade;

3. Reiterates its request that was made in paragraph 5 of resolution 42/169 to the Secretary General to develop an appropriate framework of action at national and international levels for attaining the objective and goals referred to in paragraphs 3 and 4 of the same resolution;

4. Requests the Secretary General to strengthen further the coordination within the United Nations system for better preparation for the Decade;

5. Calls upon all Governments to prepare further for participating during the Decade in concerted international actions for natural disaster reduction through, as appropriate, establishing national committees in cooperation with the relevant scientific and technological communities;

6. Further calls upon Governments to keep the Secretary General informed of their countries' plans and of assistance that can be provided so that the United Nations may become an international centre for the exchange of information, the storing of documents and the coordination of international efforts concerning the activities in support of the objective and goals of the Decade, thus enabling each Member State to benefit from the experience of other countries;

7. Emphasizes the importance of technical cooperation among developing countries as well as mutual assistance in technological transfer and encourages the international community to play a prominent role as promoter and catalyst of technical and scientific cooperation among developing countries, particularly in the field of natural disaster reduction;

8. Expresses appreciation to those countries which provided or pledged voluntary contribution for the preparation of the report to be submitted by the Secretary General as referred to in paragraph 5 of resolution 42/169 and calls upon other countries and international or other organizations to provide voluntary contributions for the same purpose;

9. Requests the Secretary General to encourage the International Ad Hoc Group of Experts on IDNDR to pay also special attention, in its future work, to the seriously increasing problems of locust infestation and drought;

10. Requests further the Secretary General to incorporate in his report referred to in paragraph 5 of resolution 42/169 the definition of the catalytic and facilitating role of the United Nations system and to submit this report to the forty-fourth session of the General Assembly through ECOSOC as requested in the same resolution.

EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE
COMMITTEE ON CONTINUING EDUCATION

SLIDES ON THE DECEMBER 7, 1988, SOVIET ARMENIA EARTHQUAKE

SET I: OVERVIEW

Note: Additional sets on specific topics will be available in 1989.

PREFACE

PRELIMINARY TECHNICAL INFORMATION FROM THE U.S. TEAM'S FIELD INVESTIGATIONS OF THE DECEMBER 7, 1988 ARMENIAN EARTHQUAKE

On Wednesday morning, December 7, 1988, at 11:41 a.m. local time (2:41 a.m. E.s.t.) an earthquake having a magnitude of 6.9 struck the Soviet Republic of Armenia, a region characterized as having moderate seismicity. Cities like Spitak (located in the epicentral region) and Leninakan (located 40 km [24 miles] from the epicenter) suffered heavy damage with many schools, hospitals, factories, and apartment buildings collapsing and lifeline systems rupturing and failing. The direct impact was at least 50,000 dead, 500,000 homeless, and economic losses that may reach \$16.5 billion. The long-term impact can only be estimated at this time.

All members of the U.S. Team who conducted search and rescue and scientific and engineering investigations in the Soviet Republic of Armenia after the December 7, 1988 Armenian earthquake returned to the USA by the end of December, except for those deploying the instrument arrays. A preliminary report of some of the findings of the 10-day post earthquake investigation beginning on December 20 was presented at a press conference in Washington D.C., on Wednesday, January 4, 1989. The principal findings are summarized below:

GEOLOGICAL-SEISMOLOGICAL INVESTIGATIONS

Geologic investigations showed that Spitak took a direct hit because it was located in the epicentral area on the upthrown block of the assumed causative thrust fault which broke the surface (8 km long and 1-1/2 m vertical displacement) about 6 km southwest of Spitak. The actual epicenter is now thought to be 10 km southeast of the instrumental epicenter of 40.94° N, 44.29° E.

- o Spitak may have experienced the "killer pulse," phenomenon noted in accelerograms of the 1971 San Fernando, California, earthquake; however, this hypothesis can not be verified without strong motion records.
- o The level of acceleration in the epicentral area is not known. Some seismoscope records were obtained, but they had not yet been analyzed by the Soviets. Except at the nuclear power plant in Yerevan, no accelerograph records have been identified yet.
- o A long vigorous aftershock sequence added to the damage and impacted the search and rescue operations. A magnitude 5.8 aftershock occurred approximately 4 minutes after the magnitude 6.9 main shock and reportedly brought down damaged schools and other buildings that were still standing, trapping people in stairwells and lower floors of the taller buildings where they had gone after the main shock.

- o Seismic zoning in Armenia, as reported by Medvedev in 1968, classified the region as intensity VIII (MSK intensity scale). The earthquake was rated as epicentral intensity IX-X (MSK scale). The design earthquake in the region was typically taken as intensity VII (i.e., one-half the expected earthquake load determined by the seismic zoning studies).

ENGINEERING INVESTIGATIONS

- o The Armenian earthquake was a disaster of modern concrete buildings designed and constructed in the 1970's--not of old unreinforced stone masonry buildings, the predominant type of construction. Faced with a housing shortage and a wave of urbanization in the 1970's, Soviet urban planners relaxed standards for new multistory buildings and raised the height limit from five stories to nine. Failure of these new buildings claimed the most lives. When these buildings collapsed, they fell straight down, either crushing occupants in the compact piles of rubble or suffocating them.
- o In Spitak, there were no undamaged buildings because of the strong epicentral shaking and the shallow (15 km) depth).
- o In Leninakan, approximately 80 percent of the building stock was damaged with many schools, hospitals, apartment buildings, and factories collapsing. The predominant building type--unreinforced stone masonry bearing wall construction with no reinforcement--performed poorly overall, although most low-rise unreinforced masonry buildings performed well. Nine-story precast nonductile concrete frame buildings performed poorly with less than 12 of the more than 50 buildings remaining standing after the earthquake. In contrast, a group of nine-story buildings having precast concrete wall and floor panels performed well. Of two lift slab buildings, a ten-story one collapsed and a 16 story one (the tallest) exhibited severe torsion effects and heavy damage to the first floor.
- o If the main shock had occurred five minutes later (i.e., at 11:46 a.m.) the school children would have been dismissed to go home for lunch and they would have been outside the schools that collapsed.
- o In Kirovakan, located closer to the epicenter than Leninakan, damage was severe but less extensive than in Leninakan. One group of damaged buildings in Kirovakan was sited on an old marsh--suggesting site amplification effects as the cause of damage.
- o Yerevan, the capital, 100 km from the epicenter, had some damaged buildings.
- o The cause of building failure is not yet clear on a site-specific and building-specific basis. The most likely causes include: poor quality of construction, lack of redundancy, poor detailing, lack of ductility, and site amplification. Plans of specific buildings have been made available to the team and will be analyzed to identify the causative factors.
- o Extensive landslides occurred throughout the area. Some abutments failed. Liquefaction was relatively minor.
- o Two design issues need resolution. They are: 1) nonductile concrete frame versus concrete panel construction, and 2) the practice of reducing the design force level by a factor of 2 when the building is sited on "rock" (typically a

few meters of tuff overlying thick soft alluvium). This practice effectively means that the design force is one-half the earthquake that is expected.

SEARCH AND RESCUE

- o More than 70 countries sent assistance, including more than 2,000 rescue workers.
- o Because the floor systems in many buildings were made of hollow concrete planks, they collapsed in compact piles, falling straight down. This feature of the collapse made search and rescue more difficult. The optimal strategy was to tunnel in from the side rather than using cranes to lift the concrete planks one by one.
- o The injury to fatality ratio was reversed from normal experience, being about 1:4 instead of 4:1.
- o The Armenian earthquake was the first significant experience for earthquake search and rescue in a winter environment. Many people died shortly before recovery from exposure, not from the collapsed buildings.
- o An educated guess of the death toll is that it will be about 60,000; significantly greater than the number of recovered bodies which was reported by TASS on January 13 as 24,920 in Leninakan, Kirovakan, and the 48 destroyed villages.
- o Time was extremely important for search and rescue. Some 11,859 people were rescued from the rubble, the last one on December 26.

CHANGES IN PRACTICE AND FUTURE ISSUES

- o In Leninakan, new construction will be restricted to 5 stories and concrete will be poured in place.
- o Retrofit of existing nine-story nonductile concrete frame buildings in Yerevan is now a major issue.
- o Soviet scientists had issued a forecast of increased probability of occurrence of a damaging earthquake, but government officials did not act.

COOPERATION OF ARMENIANS AND OTHER INVESTIGATIVE TEAMS

- o The Armenian people were very gracious to the U.S. Team in spite of the great impact the earthquake had on their lives.
- o The investigative teams from other countries were very cooperative and helpful, especially the French who collaborated in the seismological and geological investigations.