

GROUPE SPECIAL D'EXPERTS SCIENTIFIQUES CHARGE
D'EXAMINER DES MESURES DE COOPERATION
INTERNATIONALE EN VUE DE LA DETECTION ET DE
L'IDENTIFICATION D'EVENEMENTS SISMIQUES

QUATRIEME RAPPORT A LA CONFERENCE DU DESARMEMENT DU GROUPE SPECIAL
D'EXPERTS SCIENTIFIQUES CHARGE D'EXAMINER DES MESURES DE COOPERATION
INTERNATIONALE EN VUE DE LA DETECTION ET DE L'IDENTIFICATION
D'EVENEMENTS SISMIQUES

RAPPORT SUR L'ESSAI TECHNIQUE DE 1984
DU GROUPE D'EXPERTS SCIENTIFIQUES

Table des matières

Chapitre 1 : INTRODUCTION

Chapitre 2 : ORGANISATION ET METHODE DE TRAVAIL DU GROUPE SPECIAL

Chapitre 3 : APERCU DE L'ESSAI TECHNIQUE DE 1984

3.1 Introduction

3.2 Objet de l'Essai technique

3.3 Participation à l'Essai technique

3.4 Procédures pour réaliser l'Essai technique

Chapitre 4 : STATIONS SISMOGRAPHIQUES ET INSTALLATIONS NATIONALES TEMPORAIRES PARTICIPANTES

4.1 Stations sismographiques

4.2 Communications entre les stations et les installations nationales temporaires

4.3 Matériel des installations nationales temporaires

4.4 Préparation des messages transmis par le SMT/OMM

4.5 Liaisons entre les installations nationales temporaires et les centres nationaux du SMT/OMM

4.6 Conclusions

Chapitre 5 : EXTRACTION DES DONNEES DE NIVEAU I

5.1 Méthodes d'extraction des paramètres

5.2 Statistiques sur les paramètres de niveau I communiqués

5.3 Charge de travail représentée par l'extraction des paramètres

5.4 Difficultés d'analyse

5.5 Conclusions

Chapitre 6 : TRANSMISSION DES DONNEES PAR LE SMT/OMM

6.1 Introduction

6.2 Liaison avec l'OMM et les centres nationaux du SMT

6.3 Messages échangés pendant l'Essai technique

6.4 Trafic de messages et statistiques

6.5 Problèmes rencontrés

6.6 Conclusions

Chapitre 7 : EVALUATION DES PROCEDURES EMPLOYEES DANS LES CENTRES INTERNATIONAUX DE DONNEES EXPERIMENTAUX (CIDE)

7.1 Introduction

7.2 Méthodes et procédures de traitement des messages transmis par le SMT/OMM

7.3 Disponibilité des données dans les CIDE

7.4 Archivage des données de niveau I dans les CIDE

7.5 Procédures d'analyse des données

7.6 Analyse des données pendant l'Essai technique

7.7 Conclusions

Chapitre 8 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- 8.1 Stations sismographiques et installations nationales temporaires participantes
- 8.2 Extraction des données de niveau I
- 8.3 Transmission des données par le SMT/OMM
- 8.4 Procédures appliquées dans les centres internationaux de données expérimentaux (CIDE)

Appendices

- Appendice 1 : Glossaire des termes et abréviations sismologiques utilisés dans le présent document
- Appendice 2 : Liste des contributions nationales présentées en vue du quatrième rapport du Groupe spécial
- Appendice 3 : Procédures employées pendant l'Essai technique
- Appendice 4 : Stations sismographiques et installations nationales temporaires participantes
- Appendice 5 : Méthodes et bilan de l'extraction des paramètres de niveau I
- Appendice 6 : Transmission des données par le SMT/OMM
- Appendice 7 : Procédures employées dans les centres internationaux de données expérimentaux

CHAPITRE 1

Introduction

Le présent rapport, établi par consensus, est le quatrième rapport général du Groupe spécial d'experts scientifiques chargé d'examiner des mesures de coopération internationale en vue de la détection et de l'identification d'événements sismiques. Il contient une description détaillée des résultats et des enseignements tirés d'un essai technique à grande échelle effectué par le Groupe en 1984. Cet essai, qui a été appelé Essai technique de 1984 du Groupe d'experts scientifiques, a comporté un échange et une analyse des données sismiques de niveau I réalisés en utilisant le Système mondial de télécommunications de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) sur la base régulière autorisée par l'OMM en 1983.

Un résumé de ce rapport, lui aussi établi par consensus, a été soumis à la Conférence du désarmement sous la cote CD/681/Rev.1. Le rapport compte huit chapitres, qui traitent chacun de différents aspects des travaux du Groupe dans la conduite et l'évaluation de l'Essai technique. En outre, sept appendices contenant des informations détaillées ou techniques sont annexés au rapport, dont ils font partie intégrante. Un consensus s'est dégagé sur l'ensemble du corps même du rapport et également sur tous les appendices, sauf les appendices 4A, 4B, 5B, 6C, 7A, 7C et 7D, qui contiennent des résultats d'enquêtes nationales. Ces derniers reflètent les vues de divers pays sur différents problèmes techniques et n'ont donc pas à faire l'objet d'un consensus.

Un bref aperçu de l'histoire de la création du Groupe spécial est donné ci-après :

Le 22 juillet 1976, la Conférence du Comité du désarmement (CCD) a créé un Groupe spécial d'experts désignés par les gouvernements pour effectuer des études et faire rapport sur des mesures de coopération internationale en vue de la détection et de l'identification d'événements sismiques, afin de contribuer à la vérification d'une interdiction complète des essais nucléaires. En mars 1978, le Groupe a présenté un rapport établi par consensus (CCD/558), dans lequel il décrivait comment la science de la sismologie peut être appliquée dans le cadre d'un effort de coopération internationale pour réaliser cet objectif. Dans cette optique, les mesures de coopération comprendraient trois composantes principales :

- une amélioration systématique des observations fournies par un réseau de plus de 50 observatoires sismologiques répartis sur la planète,
- un échange international des données ainsi obtenues par l'intermédiaire du Système mondial de télécommunications de l'Organisation météorologique mondiale (SMT/OMM),
- le traitement des données dans des centres internationaux de données spécialement mis à la disposition des Etats participants.

Le rapport envisageait également certaines mesures, telles que la réalisation d'un exercice expérimental global, que l'on pourrait prendre dans un premier stade en vue de faciliter la mise en place de ce système international coopératif d'échange de données.

Le 9 mai 1978, la CCD a décidé que le Groupe spécial devait poursuivre ses travaux en étudiant les principes scientifiques et méthodologiques d'un éventuel essai expérimental d'un réseau mondial du genre de celui décrit dans le document CCD/558. Dans la décision qu'il a prise le 15 février 1979, le Comité du désarmement a maintenu les arrangements relatifs au Groupe spécial. Par la suite, en juillet 1979, le Groupe a présenté son deuxième rapport (CD/43).

Le 7 août 1979, le Comité du désarmement a décidé (CD/FV.48) que le Groupe spécial poursuivrait ses travaux avec le mandat suivant :

"1. Reconnaissant la valeur et l'importance du travail que le Groupe spécial a effectué en élaborant des instructions et des spécifications pour des mesures de coopération internationale en vue de la détection et de l'identification d'événements sismiques, telles qu'il les a présentées au Comité du désarmement dans son rapport de juillet 1979, le Comité décide que le Groupe spécial devrait poursuivre ses travaux concernant des mesures de ce genre qui pourraient être prises dans l'avenir en vue de l'échange international de données sismologiques en vertu d'un traité sur l'interdiction des essais d'armes nucléaires qui engloberait les explosions nucléaires à des fins pacifiques dans un protocole faisant partie intégrante du traité.

2. Ces travaux devraient, entre autres, comprendre :

- La poursuite de l'élaboration, en prenant le deuxième rapport du Groupe pour base, d'instructions détaillées pour une expérimentation du système mondial de mesures de coopération internationale en vue de la détection et de l'identification d'événements sismiques;
- la poursuite de la mise au point des aspects scientifiques et techniques du système mondial;
- une coopération pour l'examen et l'analyse d'enquêtes nationales portant sur des aspects pertinents tels que :
 - les conditions d'utilisation du système mondial de télécommunications de l'OMM pour des échanges de données sismologiques,
 - les procédures à appliquer pour obtenir les données souhaitées dans les diverses stations moyennant une série de conditions,
 - les procédures d'analyse et de maniement des données dans les centres de données envisagés, et
 - les méthodes à utiliser pour procéder à des échanges rapides de données sous forme de représentations d'ondes.

3. L'organisation et les procédures de travail du Groupe seront celles qui ont été définies par la Conférence du Comité du désarmement dans sa décision du 22 juillet 1976 et que le Comité du désarmement a maintenues par sa décision du 15 février 1979. Le Groupe spécial tiendra sa première session en vertu de son nouveau mandat vers la fin du mois de janvier ou au début du mois de février 1980.

4. Le Comité du désarmement invite l'OMM à poursuivre sa coopération avec le Groupe spécial".

Le 9 mars 1984, le Groupe spécial a soumis son troisième rapport (CD/448), dans lequel il a indiqué qu'il était nécessaire de procéder à de nouveaux essais techniques, en collaboration avec l'OMM, en vue de déterminer les possibilités qu'offre l'exploitation du réseau SMT/OMM pour l'échange de données sismologiques à l'échelle mondiale. Plus tard, le 13 août 1984, il a soumis à la Conférence un document (CD/534) contenant un bref aperçu des procédures proposées pour effectuer un tel essai en 1984. Des renseignements techniques supplémentaires ont été donnés dans un document de séance (CRP 134/Rev.1) du Groupe. Les résultats de cet essai sont exposés dans le présent rapport.

CHAPITRE 2

Organisation et méthode de travail du Groupe spécial

Le Groupe spécial est ouvert à tous les Etats membres de la Conférence du désarmement et, sur l'invitation de la Conférence, aux autres Etats Membres de l'Organisation des Nations Unies. Au total, des experts scientifiques et des représentants de vingt-sept Etats membres de la Conférence et de cinq autres Etats ont participé aux sessions plénières du Groupe spécial dans le cadre de son mandat actuel qui date du 7 août 1979 (CD/PV.48). Les noms des participants aux différentes sessions figurent dans les documents de séance 132, 140, 144, 150 et 156 du groupe et peuvent être obtenus auprès du secrétariat de la Conférence.

Sur l'invitation de la Conférence, des représentants de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) ont assisté aux sessions du Groupe spécial et ont fourni des avis et une aide utiles en ce qui concerne la transmission des données sismologiques par l'intermédiaire du Système mondial de télécommunications de l'OMM (SMT/OMM), qui ont joué un rôle déterminant dans le succès de l'Essai technique.

M. Ola Dahlman, de la Suède, a exercé les fonctions de président du Groupe spécial et M. Frode Ringdal, de la Norvège, celles de secrétaire scientifique du Groupe. M. Michael Cassandra, du Département des affaires de désarmement de l'Organisation des Nations Unies, a assumé les fonctions de secrétaire du Groupe spécial. M. Peter McGregor, de l'Australie, a été élu par le Groupe coordonnateur de l'Essai technique.

Au cours de travaux qu'il a accomplis dans le cadre de son mandat actuel, le Groupe spécial a décidé de créer cinq groupes d'étude chargés de réunir, résumer et évaluer de façon adéquate les données d'expérience acquises dans les domaines relevant de sa compétence grâce à des enquêtes nationales et des études menées en coopération.

Ces groupes à composition non limitée ont traité chacun d'une question précise :

- | | |
|------------------|--|
| Groupe d'étude 1 | Stations et réseaux de stations sismologiques |
| Groupe d'étude 2 | Données à échanger régulièrement (Données de niveau I) |
| Groupe d'étude 3 | Formats et procédures pour l'échange de données de niveau I par l'intermédiaire du SMT/OMM |
| Groupe d'étude 4 | Formats et procédures pour l'échange de données de niveau II |
| Groupe d'étude 5 | Procédures à utiliser aux centres internationaux de données. |

Chacun de ces groupes avait à sa tête un animateur et un coanimateur dont, les noms figurent dans les rapports intérimaires du Groupe spécial. Ces groupes ont été en place pendant la durée de l'Essai technique et ont rédigé des éléments du présent rapport dans les divers domaines sur lesquels portait l'Essai technique. Ces éléments, basés sur une bonne centaine de documents de travail officieux présentés par les participants, ont été examinés lors des sessions plénières qu'a tenues le Groupe spécial.

Depuis qu'il a soumis son troisième rapport (CD/448), le Groupe spécial a tenu cinq sessions à Genève (dix-huitième à vingt-deuxième sessions).

Le Groupe a présenté un rapport intérimaire à la Conférence du désarmement après chacune de ses sessions (CD/535, CD/583, CD/616, CD/682 et CD/721, respectivement).

CHAPITRE 3

Aperçu de l'Essai technique de 1984

3.1 Introduction

Dans son rapport CD/448, le Groupe spécial a examiné les résultats de deux échanges expérimentaux de données abrégées de niveau I effectués par l'intermédiaire du SMT/OMM en 1980 et en 1981. Ces essais, auxquels ont participé de nombreux Etats représentés au Groupe spécial, ont montré que le SMT/OMM est capable de satisfaire pleinement à l'objectif d'une transmission rapide et non déformée des données de niveau I pour le système mondial proposé.

Toutefois, un certain nombre de problèmes techniques se sont posés, ce qui a conduit le Groupe à dire dans le document CD/448 la nécessité de procéder à de nouveaux essais techniques, en collaboration avec l'OMM, en vue de déterminer les possibilités qu'offre l'exploitation du réseau SMT/OMM pour l'échange de données sismologiques à l'échelle mondiale.

Le Groupe a noté à ce sujet que l'Organisation météorologique mondiale a autorisé l'emploi régulier, à partir du 1er décembre 1983, du Système mondial de télécommunications pour l'échange des données sismologiques de niveau I.

A sa dix-huitième session, le Groupe spécial a arrêté d'un commun accord les procédures et le calendrier détaillés d'un essai technique à grande échelle (appelé l'Essai technique) portant sur l'échange et l'analyse des données de niveau I par l'intermédiaire du SMT/OMM (document CD/534).

L'Essai technique du Groupe d'experts scientifiques est brièvement exposé ci-après. Pour plus de détails, se reporter à l'Appendice 3 du présent rapport.

3.2 Objet de l'Essai technique

Cet essai technique, le premier à être effectué en utilisant régulièrement le SMT/OMM, a pour objectifs de :

- mettre au point et essayer des procédures (avec l'OMM) de transmission régulière de données de niveau I à partir d'installations nationales temporaires vers des centres internationaux de données expérimentaux (CIDE). Ceux-ci ont été mis en place pour la durée de l'Essai technique pour offrir les services aussi bien des installations nationales que des CID envisagés pour la première fois dans le document CCD/558,
- transmettre des bulletins des CIDE vers les installations nationales temporaires participantes par l'intermédiaire du SMT/OMM,
- essayer les procédures de retransmission de messages de données de niveau I sur le SMT/OMM,
- fournir la possibilité d'essayer des procédures d'extraction des paramètres de niveau I dans des stations sismographiques,
- mettre au point et essayer des procédures de transmission de paramètres de niveau I vers des installations nationales temporaires,
- essayer les procédures proposées pour la réception et l'archivage dans les CIDE des données de niveau I ainsi que la compilation et la distribution sur le SMT/OMM de bulletins d'événements et de paramètres obtenus à partir de données de niveau I.

De l'avis du Groupe, cet essai contribuerait à la mise au point des procédures d'échange de données sismologiques par l'intermédiaire du SMT/OMM et des procédures proposées pour les centres internationaux de données qui étaient prévus dans le cadre du système mondial décrit dans les documents CCD/558, CD/43 et CD/448.

3.3 Participation à l'Essai technique

Selon le plan initial d'essai technique soumis à la Conférence du désarmement le 13 août 1984 (CD/534), les 27 pays suivants avaient décidé d'y participer : Allemagne, République fédérale d', Australie, Autriche, Belgique, Bulgarie, Canada, Danemark, Egypte, Etats-Unis d'Amérique, Finlande, Hongrie, Inde, Indonésie, Iran (République islamique d'), Italie, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pérou, République démocratique allemande, Roumanie, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Suède, Tchécoslovaquie, Union des Républiques socialistes soviétiques, Zambie.

Après l'appel lancé par le Groupe dans son rapport intérimaire sur sa dix-huitième session (CD/535) en faveur d'une participation plus massive à cet essai, dix autres pays se sont déclarés intéressés par ce projet : Argentine, Bolivie, Brésil, Colombie, France, Irlande, Kenya, Pakistan, Thaïlande, Zimbabwe.

Des précisions sur les stations sismographiques des pays qui ont fourni des données pour l'Essai technique sont données au chapitre 4 et à l'Appendice 4.

Des centres internationaux de données expérimentaux (CIDE) ont fonctionné pendant toute la durée de l'Essai technique à Moscou, à Stockholm et à Washington.

3.4 Procédures pour réaliser l'Essai technique

L'Essai technique a couvert les données sismologiques de niveau I pour la période allant de 00.00 TUC (Temps universel coordonné) 15 octobre 1984 à 24.00 TUC 14 décembre 1984. La préparation et la transmission de bulletins d'événements en provenance des CIDE se sont poursuivies jusqu'au 15 janvier 1985. La période comprise entre le 15 octobre et le 26 octobre 1984 a été désignée comme phase préparatoire pour établir des communications fiables.

Pendant tout l'Essai technique, les Etats participants ont fourni des données provenant des stations qu'ils avaient au préalable désignées à cet effet. Des paramètres de niveau I devaient être extraits pour tous les événements sismiques et les signaux enregistrés dans ces stations selon les instructions résumées à l'Appendice 3, et recueillis dans les installations nationales temporaires.

Les installations nationales temporaires ont préparé des messages sismiques pour le SMT/OMM selon des instructions détaillées élaborées en collaboration avec l'OMM. Sur une base programmée, ces messages ont ensuite été transmis au monde entier en utilisant le SMT/OMM (Référence : CD/534 et Document de séance 134/Rev.1 du Groupe spécial).

Les CIDE ont reçu des messages de niveau I de tous les participants et ont produit et distribué sur une base programmée, par l'intermédiaire du SMT/OMM, des listes et des bulletins d'événements reposant sur les données reçues. Ils ont également demandé que soient retransmis, le cas échéant, les messages manquants ou déformés.

L'Essai technique a été coordonné du début à la fin par M. Peter McGregor, de l'Australie. Il a été demandé à tous les participants d'informer immédiatement le Coordonnateur de tout problème appréciable et de collaborer avec lui à sa solution. Cette procédure s'est avérée essentielle à la réussite de l'Essai.

Aux fins d'évaluation des résultats de l'Essai, tous les participants ont été invités à tenir des registres détaillés sur le fonctionnement des stations, les messages envoyés et reçus et autres informations pertinentes. Le modèle de ces registres a été élaboré et leur distribution programmée avant l'Essai.

L'Appendice 3 contient des renseignements détaillés sur les procédures de l'Essai technique, les types de données sismologiques de niveau I qui ont été extraites, la structure des messages envoyés sur le SMT/OMM et celle des bulletins des CIDE.

Dans les chapitres suivants du présent rapport, l'expérience de l'Essai technique est résumée.

CHAPITRE 4

Stations sismographiques et installations nationales temporaires participantes

4.1 Stations sismographiques

Au total, 75 stations sismographiques situées dans 37 pays ont communiqué des données de niveau I pendant l'Essai technique. La répartition géographique de ces stations est indiquée à la figure 4.1. Les contributions nationales décrivant ces stations sont rassemblées à l'Appendice 4A. Elles contiennent des informations qui, le cas échéant, touchent à la géologie du lieu, au type d'installation sismométrique, aux taux d'échantillonnage (si numérique), au type de sismographe, à la nature de la réponse, au type de détecteur de signal utilisé, etc.

La répartition dans le monde des stations sismographiques ayant participé à l'Essai technique a dépendu entièrement de la répartition géographique des pays qui y ont pris part et, à l'intérieur de chaque pays, des stations dont il a été offert de communiquer les données. Comme on peut le voir à la figure 4.1, ces stations sont loin d'être uniformément réparties sur le globe terrestre. Cette répartition inégale signifie que les branches du SMT/OMM dont l'exploitation serait nécessaire dans le réseau mondial final pour rendre compte comme il faut des événements sismiques de la planète n'ont pas toutes été testées pendant l'Essai technique, et que le nombre des événements traités pendant ledit Essai est inférieur à ce qu'il pourrait être avec le système final. Toutefois, la répartition de ces stations a satisfait à la finalité méthodologique de l'Essai technique.

Pendant la durée de l'Essai technique, un large éventail de matériels a été utilisé dans les stations et les installations nationales temporaires. Une description en est donnée aux Appendices 4A et 4B.

4.2 Communications entre les stations et les installations nationales temporaires

Dans certains pays, les stations et les installations nationales temporaires participantes étaient au même endroit, supprimant ainsi la nécessité d'établir une liaison entre les deux. Dans les autres cas, cependant, elles ont utilisé des moyens très divers pour communiquer entre elles. Tantôt, les données de niveau I ont été extraites à la station et transmises par message aux INT (selon le format de l'OMM ou un autre) par exemple par télex ou par liaison entre ordinateurs. Tantôt, les stations ont

envoyé aux INT des enregistrements analogiques ou numériques et les paramètres de niveau I ont été extraits dans les INT. Ces enregistrements ont été acheminés par divers moyens allant du courrier à la télémesure numérique en ligne.

Les contributions nationales décrivant les moyens de communication utilisés entre les stations et les INT pendant l'Essai technique sont réunies à l'Appendice 4B.

4.3 Matériel des installations nationales temporaires

Le matériel utilisé par les installations nationales temporaires pouvait être sommaire, mais il pouvait aussi s'agir d'un équipement informatique très perfectionné. Un matériel sommaire suffisait aux INT qui se bornaient à répercuter dans le SMT/OMM des messages de données de niveau I préalablement établis par les stations. Il fallait un matériel plus élaboré lorsque les INT entreprenaient d'extraire en mode interactif des paramètres de niveau I à partir de données numériques.

Les contributions nationales décrivant le matériel des INT sont regroupées elles aussi dans l'Appendice 4B.

4.4 Préparation des messages transmis par le SMT/OMM

Des feuilles de travail pour préparer les messages à envoyer sur le SMT/OMM, dont l'utilisation était suggérée dans les Procédures pour l'Essai technique (CRP 134/Rev.1), ont été employées par la plupart des stations (ou installations nationales temporaires) qui obtenaient des paramètres de niveau I à partir d'enregistrements analogiques. En général, les participants qui ont analysé des données numériques au moyen de techniques graphiques en mode interactif ont stocké les données de sortie de ces programmes sous une forme intermédiaire et celles-ci ont ensuite été traduites au moyen d'un programme de conversion dans le format du SMT/OMM. Plusieurs participants ont jugé utile de vérifier le formatage du message grâce à un programme écrit spécialement pour cela. Cette procédure, lorsqu'elle peut être appliquée, est fortement recommandée, étant donné que les CIDE ont tous eu de nombreux problèmes dus à des messages mal codés (voir chap. 7).

4.5 Liaisons entre les installations nationales temporaires et les centres nationaux du SMT/OMM

Pour l'Essai technique, chaque pays a dû prendre les dispositions nécessaires avec son centre national du SMT/OMM pour la transmission et la réception des messages. Compte tenu de l'expérience acquise lors d'essais précédents effectués à petite échelle (décrits dans le document CD/448) l'accent a été mis, dans les préparatifs pour l'Essai technique, sur la nécessité de prendre ces dispositions bien à l'avance et de les tester pour s'assurer que toutes les difficultés techniques envisagées pourraient être surmontées et que les messages circuleraient sans problème. Pour la plupart des pays participants, les dispositions prises ont donné satisfaction, mais, pour certains, des problèmes assez importants se sont posés. Les paragraphes qui suivent contiennent un résumé des divers types de liaisons qui ont été établies entre les installations nationales temporaires et les centres nationaux du SMT et quelques-uns des problèmes rencontrés.

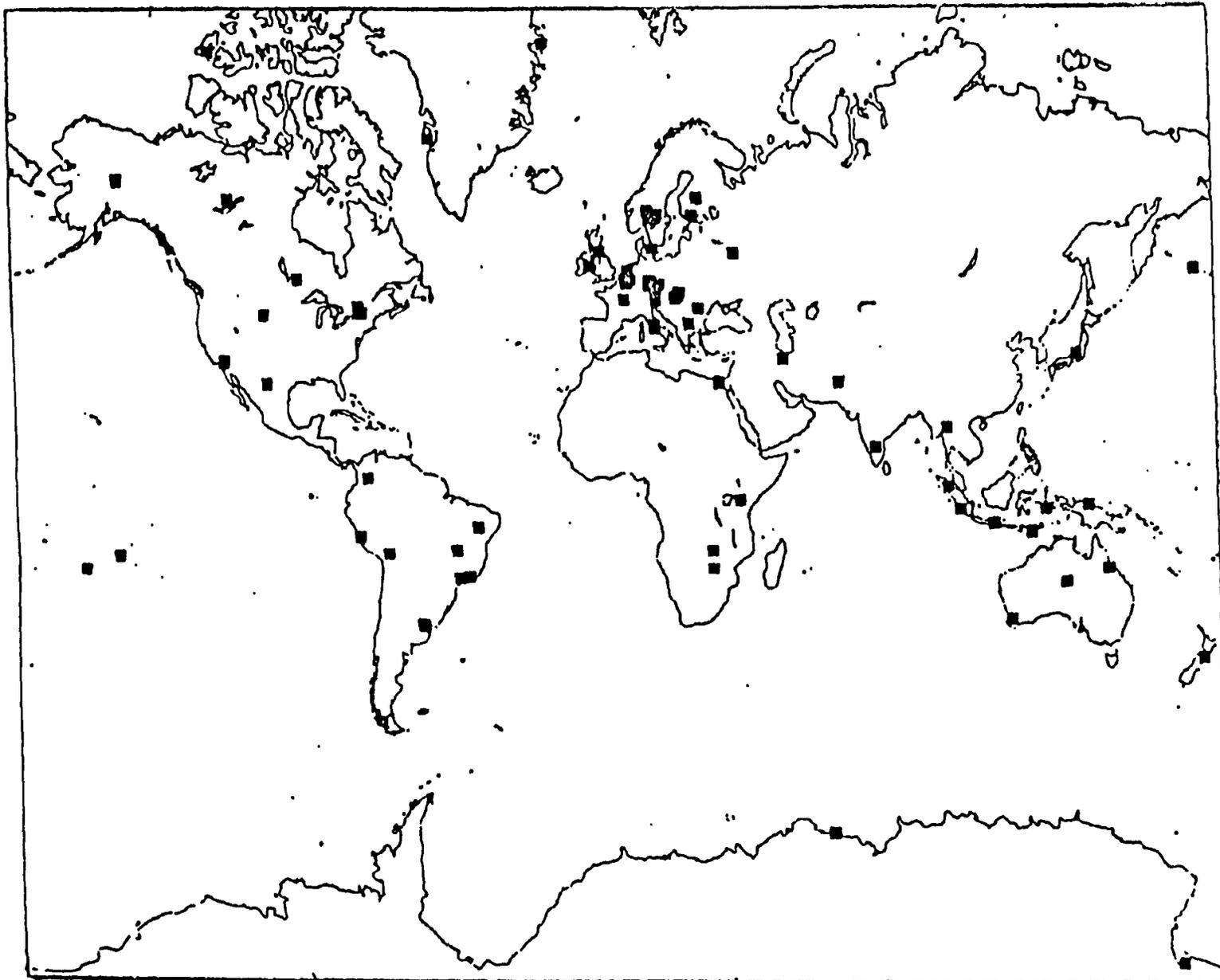


Figure 4.1 Stations sismographiques fournissant des données de niveau 1 pendant l'Essai technique.
Des détails sur les stations figurent à l'appendice 4.

Les liaisons les plus simples avec le SMT ont été établies par des pays dont l'institut sismologique national, qui faisait office d'installation nationale temporaire, faisait partie du même organisme national et/ou était situé dans le même bâtiment que le centre national du SMT ou dans un bâtiment proche. Ces liaisons ont été particulièrement efficaces lorsqu'elles acheminaient déjà depuis plusieurs années un trafic de messages sismiques de routine. Beaucoup cependant ne disposaient pas de moyens télématiques modernes entre les stations sismologiques et les installations du SMT. Dans certains cas, les informations ont été introduites manuellement sur le clavier du terminal du SMT, ou entrées et sorties sur bande perforée sorties sous forme imprimée (copie papier). Ces installations ne permettaient pas de compiler, de chercher, de vérifier et d'afficher rapidement les messages reçus et envoyés.

Dans la plupart des pays, le centre national du SMT était situé en un autre endroit que l'INT, dans la même ville ou dans une autre, ce qui a exigé l'établissement d'une liaison spéciale. Dans bien des cas, ces liaisons se sont faites par télex. Les messages complets de niveau I étaient préparés à l'INT et introduits directement sur le SMT par la ligne télex spéciale, ou les messages sismiques fondamentaux étaient envoyés au centre du SMT, qui ajoutait les en-têtes spéciaux pour qu'ils soient transmis plus loin. Plusieurs pays ont pris des dispositions particulières pour que le centre du SMT renvoie vers l'INT les messages sortants, afin de vérifier qu'il n'y avait pas eu d'erreurs de transmission dans la liaison locale.

De façon générale, les messages entrants étaient reçus par l'INT sur les mêmes liaisons spéciales. Plusieurs pays ont toutefois estimé qu'en raison de la capacité limitée de la ligne télex, tous les messages reçus par le centre du SMT ne pouvaient être acheminés jusqu'à l'INT, et il a donc fallu limiter la transmission vers l'avant aux messages reçus, par exemple, des pays abritant un CIDE et du coordonnateur. Pour plusieurs pays, le contrôle manuel (par exemple, pour les demandes de retransmission) a représenté un volume de travail très lourd lorsque les messages arrivaient au centre du SMT ou à l'INT uniquement sous forme imprimée.

Un petit nombre de pays ont pu établir des liaisons modernes rapides d'ordinateur à ordinateur pour la transmission des données entre l'installation nationale temporaire et le centre du SMT. De tels systèmes, en général des liaisons commutées empruntant des lignes téléphoniques ordinaires, permettaient de traiter efficacement les messages entrants et sortants. Les données sismologiques de niveau I introduites dans l'ordinateur de l'INT pouvaient être automatiquement codées pour le SMT et envoyées vers l'ordinateur du SMT, appelé par cadran, pour être acheminées plus loin. Les messages entrants pouvaient être stockés dans des fichiers temporaires de l'ordinateur du SMT et introduits, en temps opportun, dans l'ordinateur de l'INT, ou automatiquement acheminés vers celui-ci lorsqu'ils étaient reçus par l'ordinateur du SMT. Grâce à divers programmes simples, ces systèmes informatisés ont permis de chercher, d'analyser et d'afficher efficacement les messages entrants. Toutefois, même ces systèmes n'ont pas été sans poser des problèmes pendant l'Essai technique. Des fichiers informatisés peuvent toujours être perdus ou détruits à la suite d'une erreur humaine.

Pendant l'Essai technique d'échange de données sismologiques, des voies de transmission ont été établies entre les centres nationaux du SMT et les installations nationales temporaires de plusieurs pays. Ces circuits ont

fonctionné de façon indépendante, recevant et envoyant des bulletins sismiques en liaison directe avec le SMT/OMM, recevant des demandes concernant des informations déformées ou non reçues et retransmettant lesdites informations. Ils faisaient partie intégrante du SMT/OMM. Les résultats de l'échange de données sismologiques ont dépendu, dans une grande mesure, du fonctionnement de ces circuits supplémentaires, les centres nationaux du SMT servaient dans ce cas de noeuds du SMT/OMM.

Au vu du fonctionnement de certains centres nationaux du SMT, on peut penser que le fait que les opérateurs des installations nationales temporaires n'avaient pas l'expérience nécessaire, en particulier pour l'établissement (manuel comme c'est encore le plus souvent le cas dans de nombreux Etats) des bulletins ayant le format de l'OMM, a eu pour effet que quantité de bulletins sismiques n'ont pu être acheminés par l'intermédiaire du SMT/OMM. Cela pourrait expliquer le nombre élevé de demandes non satisfaites, la transmission multiple des mêmes données par le SMT/OMM, la diffusion de bulletins multiadresses (circulaires) à la demande d'un seul CIDE ou d'une seule installation nationale temporaire, la diffusion de ces messages faisant peser un fardeau supplémentaire sur les centres et les canaux de communication. Une des raisons de la non-réception des bulletins à la demande est l'absence de procédures pour vérifier obligatoirement le format de la bande perforée préalablement préparée pour la transmission initiale du bulletin par le SMT/OMM.

Ces problèmes subsisteront aussi longtemps que les bulletins confiés au SMT/OMM seront établis et entrés manuellement, mais même avec cette technologie la difficulté peut être considérablement réduite si l'on procède à une analyse des erreurs et si l'on fait aux opérateurs des installations nationales temporaires des recommandations claires. Point n'est besoin qu'elles soient longues.

Les contributions nationales décrivant les liaisons entre les INT et les centres nationaux du SMT sont réunies à l'appendice 4C.

4.6 Conclusions

L'Essai technique a permis pour la première fois à un grand nombre de pays de faire fonctionner des stations sismographiques, des installations nationales temporaires et les liaisons avec les centres nationaux du SMT/OMM pour extraire et fournir des données sismologiques de niveau I dans des conditions visant à simuler la participation à un échange international de données sismologiques. Bien que l'Essai technique eût une finalité méthodologique, il était l'occasion de tester les installations sismologiques/techniques dont on disposait à cet effet et d'identifier les problèmes à résoudre dans ce domaine afin de poursuivre l'élaboration scientifique et technique du système mondial. Les conclusions les plus importantes à cet égard figurent dans les paragraphes qui suivent.

La nature des stations sismographiques qui participeraient au système mondial constitue une des questions techniques les plus importantes. C'est peut-être même la plus importante, étant donné que la capacité globale du système mondial à remplir sa fonction dépendra de la nature et de la capacité des systèmes élémentaires d'enregistrement et de détection des événements

sismiques. Il ressort des contributions nationales recueillies dans l'appendice 5A, où sont décrites les procédures d'extraction des données de niveau I, que pour les stations ou les installations nationales temporaires équipées de matériels et de logiciels d'analyse et d'affichage numériques des données, les procédures d'extraction des données ont été jugées moins ardues. En outre, ces installations ont pu extraire des paramètres plus précis, par exemple des mesures du bruit dans la bande du signal par filtrage numérique.

L'Essai technique a donc confirmé les conclusions contenues dans tous les rapports précédents du Groupe spécial, à savoir que les stations faisant partie du système mondial d'échange des données sismologiques prévu doivent être équipées de systèmes de sismographes modernes capables d'enregistrer en continu des données sous forme numérique et de fonctionner selon des normes établies.

S'agissant des liaisons entre les installations nationales temporaires et les centres nationaux du SMT, il ressort clairement de l'appendice 4C qu'il en est de très performantes mais que d'autres sont plutôt insatisfaisantes. Les problèmes les plus graves peuvent être imputés soit à des circuits de communication de faible capacité, soit au manque de matériel informatique pour manipuler les messages entrants et sortants. Les circuits du type télex de faible capacité, dans un certain nombre de pays, n'ont pu traiter efficacement le volume relativement élevé de messages qui arrivaient, et des participants ont dû limiter la transmission vers l'avant aux INT des messages reçus dans les centres nationaux du SMT. Le manque d'installations informatisées de traitement des messages a obligé un certain nombre de pays à trouver d'autres solutions telles que l'introduction manuelle des messages sortants et le transfert des informations au moyen de rubans perforés et de textes imprimés, rendant plutôt pénibles des opérations telles que la recherche des demandes de retransmission et l'établissement de statistiques sur les messages émanant d'autres pays.

En résumé, en ce qui concerne les installations nationales temporaires (INT) et les stations sismographiques participantes, on peut conclure de l'Essai technique que le développement des aspects scientifiques et techniques du système mondial devrait comprendre :

- un effort pour normaliser et utiliser plus largement les sismographes à enregistrement numérique,
- l'amélioration des procédures de gestion et d'analyse des données numériques,
- l'établissement de liaisons fiables et efficaces entre les INT et les centres nationaux du SMT.

CHAPITRE 5

Extraction des données de niveau I

5.1 Méthodes d'extraction des paramètres

Les paramètres de niveau I définis en détail dans des rapports précédents du Groupe spécial (CCD/558 et CD/43) ont été extraits par des analystes expérimentés, qui lisaient les sismogrammes en utilisant des feuilles de travail mises au point par le Groupe spécial et décrites dans le CRP/134/Rev.1.

Pendant l'Essai technique du Groupe d'experts scientifiques, les paramètres de niveau I ont été extraits d'enregistrements analogiques dans beaucoup de stations. Mais plusieurs stations équipées pour l'enregistrement numérique ont utilisé des méthodes automatisées ou interactives. Pour la première fois, le Groupe spécial a donc pu acquérir l'expérience de ces méthodes sur une grande échelle. Une séquence de traitement commune a été observée dans les stations numériques qui utilisaient des méthodes d'analyse automatisées ou interactives : au début, un détecteur automatique de signaux était appliqué aux données sismiques continues pour extraire les signaux éventuels; le flux continu de données de courte période était éliminé et seuls de courts segments voisins du temps de déclenchement du détecteur étaient stockés pour analyse ultérieure. L'heure de début pour chaque signal détecté a été enregistrée dans un fichier d'ordinateur et utilisée par la suite soit pour exécuter un algorithme affiné pour estimer le début du signal et mesurer automatiquement certains paramètres de niveau I, soit pour examiner la partie pertinente des sismogrammes initialement enregistrés en utilisant des méthodes graphiques interactives. Cette dernière procédure a été jugée extrêmement utile pour séparer facilement les fausses alertes. Les amplitudes et phases initiales étaient généralement extraites automatiquement, tandis que les phases secondaires et les mesures de tracés de longue période devaient souvent être modifiées par des méthodes graphiques interactives assistées par ordinateur.

Selon les rapports nationaux (appendice 5 B), une procédure semblable à celle qu'on vient de décrire a été suivie par 15 stations dans six pays, tandis que la plupart des autres, dont plusieurs stations équipées pour la saisie numérique des données - extrayaient encore les paramètres de niveau I d'enregistrements analogiques. L'installation d'un nouveau matériel dans certaines stations pour l'Essai technique ne s'est pas accompagnée au même degré de progrès méthodologique en ce qui concerne l'extraction des paramètres de niveau I, progrès qui exigent à l'évidence davantage de temps pour être mis en oeuvre.

5.2. Statistiques sur les paramètres de niveau I communiqués

Pour l'Essai technique, il était recommandé de lire un sous-ensemble minimal des paramètres de niveau I pour tous les événements enregistrés dans toutes les stations participantes. En plus de cet ensemble minimal, il était recommandé que les pays essaient d'extraire un ensemble étendu de paramètres de niveau I pour tous les événements dans au moins une station. Il y avait treize paramètres et un champ commentaires (remarques qualitatives) dans l'ensemble minimal pour les stations non complexes. Les stations complexes incluraient des estimations de la lenteur et de l'azimuth dans l'ensemble minimal. L'analyse complète d'un grand événement bien enregistré, par des

stations communiquant l'ensemble étendu, fournirait plus de cinquante paramètres. La présente sous-section résume le nombre de paramètres de niveau I qui ont été extraits pendant l'Essai technique.

La figure 5.1 résume pour toutes les stations le nombre de fois que chacun des paramètres de niveau I a été communiqué. Certaines rubriques désignent des groupes de paramètres, par exemple, MLX indique la communication de l'amplitude, de la période et de l'heure d'arrivée, le paramètre P signale une onde P première arrivante de n'importe quel type. Mais le sens du premier mouvement (F.M.), qui fait partie du groupe de paramètres P, est inscrit séparément pour montrer combien de fois la polarité de la première arrivée a pu être communiquée. Alors que les colonnes marquées d'une flèche indiquent un paramètre appartenant à l'ensemble minimal, la figure 5.1 comprend aussi l'ensemble étendu des paramètres qui ont été communiqués. Là encore, "paramètre" signifie qu'un groupe de paramètres a été communiqué : par exemple, MLQE comprend la communication de l'amplitude maximale, de la période et du temps associé pour la composante Est-Ouest de l'onde de Love. Parmi les paramètres de phase secondaire de la figure 5.1, AP (phase de profondeur pP), S courte période (SP) et S longue période (LP) sont inscrits séparément pour donner une idée de la fréquence de communication de ces paramètres. Les autres phases secondaires sont groupées en phases identifiées par type de phase (other sec. ident.) et en phases non identifiées par type de phase (sec. non-ident.). A noter que la phase SP n'est pas incluse dans la figure.

En résumé, la figure 5.1 montre les grandes différences qui existent dans la communication de l'ensemble minimal de paramètres de niveau I par comparaison avec l'ensemble étendu. Cela tient au fait que seulement 20 % (15 stations) de l'ensemble des stations participantes ont essayé d'extraire l'ensemble étendu. Bien que la plupart de ces stations soient des stations de haute qualité bien équipées, la quantité de paramètres supplémentaires est de 1 à 10 % par comparaison avec l'ensemble minimal. Cela montre la difficulté de lire l'ensemble étendu de paramètres de niveau I. Le volume de données communiquées a aussi été fort différent parmi les paramètres appartenant à l'ensemble minimal. Pour le voir, on compare la colonne des communications P (information de courte période) au nombre de fois que le paramètre MLRZ (pour les ondes de longue période) a été lu. Le rapport entre les deux est de plus de 5 à 1.

Les données communiquées ont beaucoup varié d'une station à l'autre. On trouvera des informations détaillées là-dessus dans l'Appendice 5A. A titre d'exemple, la figure 5.2 compare pour chaque station le rapport susmentionné du nombre de communications du paramètre P au nombre de lectures (colonnes hachurées) du paramètre MLRZ. Le rapport d'une station à l'autre dépasse facilement 20 : 1, ce qui signifie que certaines stations ont signalé plus de 20 événements par jour, et d'autres moins d'un par jour en moyenne.

Il est jugé très important que les communications de données de niveau I pour un événement sismique enregistré soient accompagnées de remarques émanant d'un analyste expérimenté et décrivant, si possible, le caractère de l'événement tel qu'il ressort de l'inspection visuelle de l'enregistrement ou d'une analyse plus sophistiquée. Les instructions pour l'Essai technique comprenaient un ensemble de 13 remarques qualitatives possibles. A titre de comparaison, la figure 5.3 montre un histogramme du nombre de fois que neuf des remarques les plus courantes ont été faites. Outre une classification en

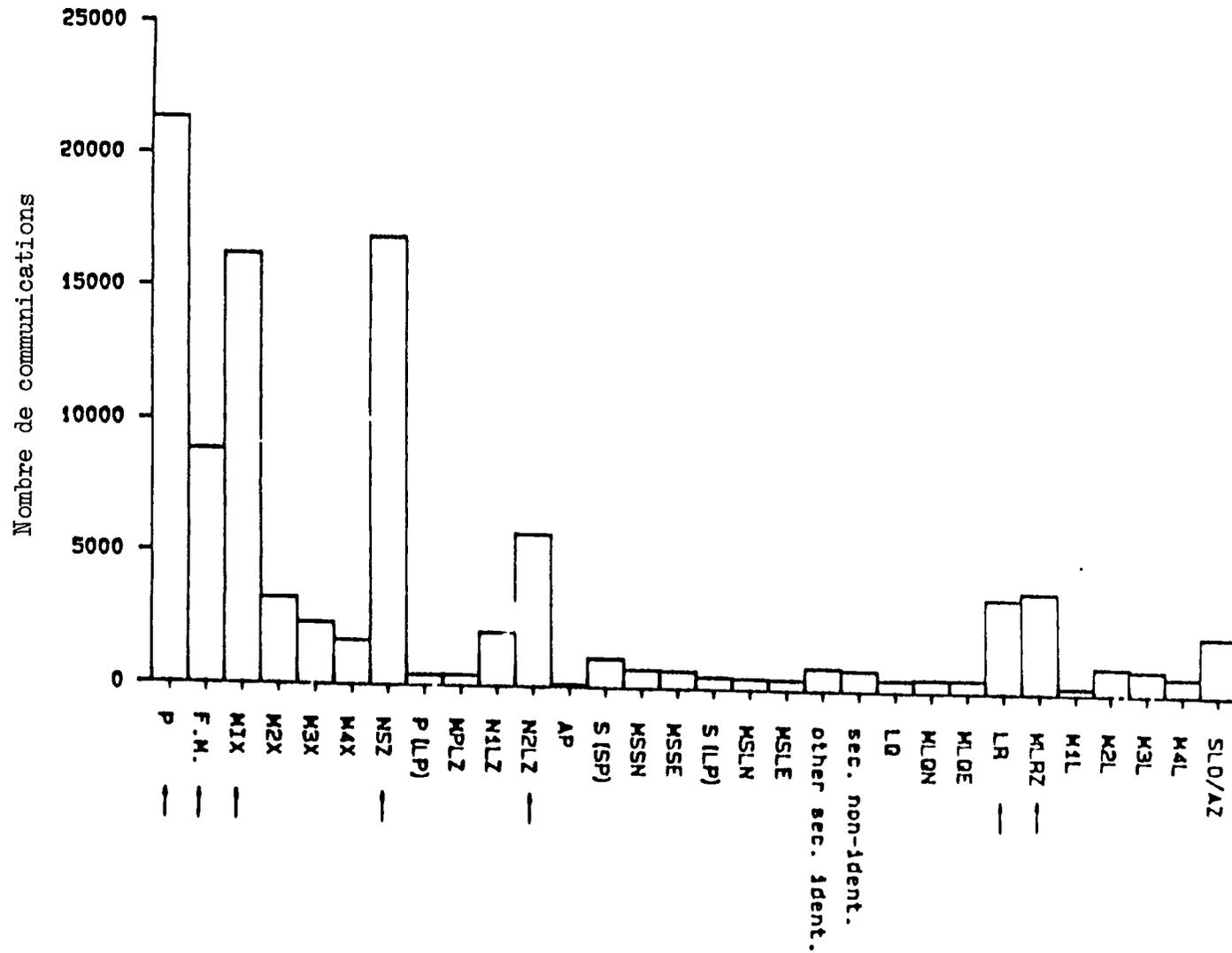


Figure 5.1 Nombre total de paramètres communiqués par l'ensemble des stations (les flèches indiquent l'ensemble minimal).

fonction de la distance en données locales (LA, LB), régionales (R) et télé-sismiques (TA, TB, TC), cet histogramme montre aussi un nombre remarquable d'événements que l'analyste de la station a classés comme tirs de carrière (QB). Là encore, les chiffres détaillés pour chaque station sont présentés à l'Appendice 5A.

Il a été dit dans des rapports précédents du Groupe spécial (par exemple CCD/558) qu'il importe que les installations nationales participantes transmettent aux CID (centres internationaux de données) des messages de données de niveau I avec un délai minimal. L'Essai technique a fourni pour la première fois l'occasion de tester ces procédures dans la pratique et d'accumuler des statistiques sur les délais de communication. La figure 5.4 montre dans un histogramme que pendant l'Essai technique, la plupart des phases ont été transmises avec un délai d'un jour sur les canaux du Système mondial de télécommunications de l'Organisation météorologique mondiale (SMT/OMM). Transmettre aussi rapidement une si grande proportion des données est une belle réussite. Après le premier jour, le nombre de messages transmis diminue régulièrement. La dernière colonne de la figure 5.4 contient tous les messages différés de sept jours ou plus par rapport au jour des données. On trouvera les chiffres détaillés pour chaque station dans l'Appendice 5A.

5.3 Charge de travail représentée par l'extraction des paramètres

Les rapports antérieurs du Groupe spécial (par exemple CD/448) indiquaient clairement que la mesure des paramètres de niveau I peut imposer une lourde charge de travail aux stations participantes. L'Essai technique a permis d'estimer plus précisément cette charge de travail. Les heures/personnes par jour nécessaires pour extraire les paramètres pour traiter les messages envoyés sur le SMT/OMM et pour d'autres activités ont été communiquées pour beaucoup de stations participantes. Des chiffres détaillés figurent dans l'Appendice 5A (tableau 5.5). En général, un analyste par station peut faire le travail dans un horaire de huit heures. Certains pays ont signalé une charge de travail de seulement deux heures/personnes par jour. Quand on compare ces chiffres, il ne faut pas oublier que le matériel et les procédures d'exploitation diffèrent beaucoup d'une station à l'autre. Les stations analogiques communiquent l'ensemble minimal de données de niveau I, les stations complexes numériques à large bande extraient l'ensemble étendu. Par conséquent, la charge de travail doit être considérée en fonction du nombre de paramètres communiqués.

Dans le cas d'une station numérique sensible, communiquant tous les paramètres, la charge de travail ne peut être maintenue dans les temps susmentionnés que par un large emploi de méthodes automatisées et/ou interactives sur ordinateur pour l'extraction des paramètres.

5.4 Difficultés d'analyse

Comme on l'a dit plus haut, l'Essai technique offrait pour la première fois l'occasion de tester les procédures d'extraction des données de niveau I sur une grande échelle. Les contributions nationales décrivant l'expérience des divers pays participants sont rassemblées dans l'appendice 5B.

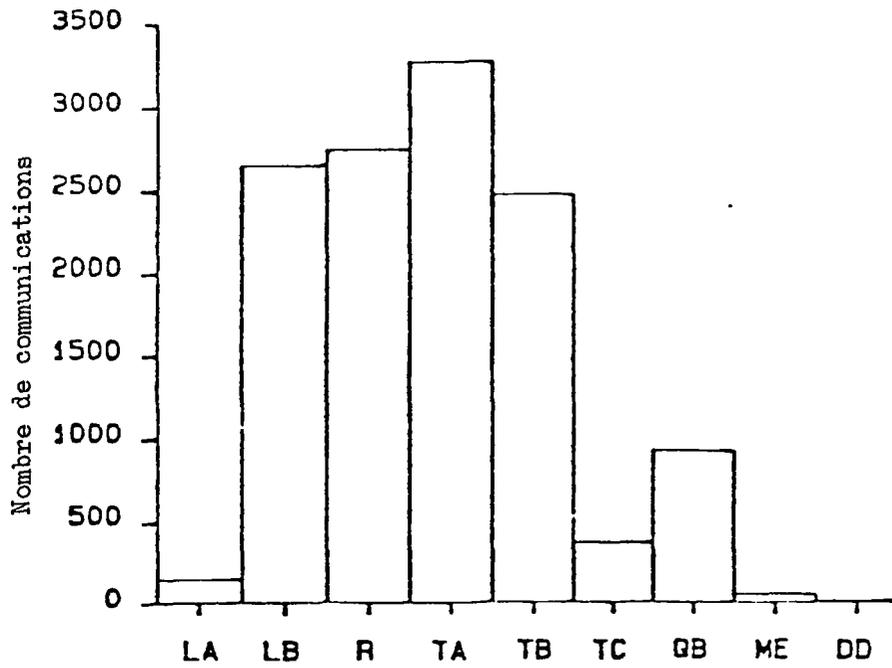


Figure 5.3 Nombre total de remarques qualitatives communiquées.

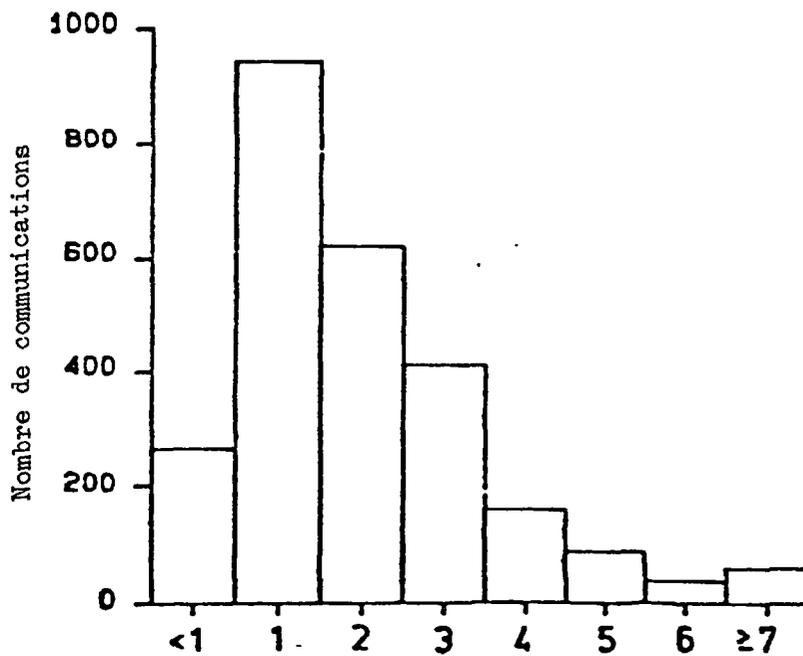


Figure 5.4 Délais de communication entre le jour de la donnée et le jour de sa transmission par le SMT/OMM.

Paramètre Pays	P	F.M.	MX X	NSZ	N1/2LZ	MXL	LR,LQ	Remarques qualita- tives
Canada	*	*	*	*	*	*		*
Tchécoslovaquie			*	*	*		*	*
Finlande				*	*			
RDA				*	*			
RFA	*		*			*	*	*
Japon				*				*
Pays-Bas			*	*			*	
Nouvelle-Zélande								*
Norvège				*	*			
Suède	*	*				*	*	*
Royaume-Uni				*	*			*
Etats-Unis			*	*	*			*

Figure 5.5 Tableau résumant l'expérience des pays touchant l'extraction des paramètres de niveau I (* = problèmes signalés).

En résumé, la figure 5.5 indique sous forme matricielle dans quelles contributions nationales on trouve des commentaires relatifs à tel ou tel paramètre. Dans l'appendice 5B, l'expérience des pays participants est détaillée paramètre par paramètre et complétée par des recommandations tendant à modifier ou à améliorer les instructions si c'est possible.

Bien qu'une forme abrégée de communication des données ait été prévue dans les instructions relatives aux paramètres de niveau I pour les essais de tremblements de terre ou d'autres types d'événements très répétitifs, par exemple des tirs de carrière, l'obtention des paramètres requis aux moments de forte activité a tout de même représenté une lourde charge de travail.

Des stations ont signalé plusieurs centaines de tirs de carrière pendant l'Essai technique. La station de la base Scott a surveillé une série d'éruptions (1 044) du Mont Erebus pendant le déroulement de l'Essai. Plusieurs stations ont, dans ces cas-là, fourni des données moins détaillées, ne signalant que le plus grand événement de la journée sous forme abrégée en suivant les instructions, et pour le reste comptant le nombre d'événements.

A part ces commentaires généraux sur la charge de travail liée au grand nombre d'événements locaux, un certain nombre de participants ont signalé des difficultés réelles ou perçues dans l'extraction des paramètres pour les événements locaux. Certains n'étaient pas sûrs des définitions de "local" et de "régional". D'autres participants ont indiqué qu'ils n'avaient pas signalé beaucoup d'événements locaux pour lesquels la première phase observable était S ou Lg, et pas la phase P. Dans certains cas, MLX n'était pas communiqué dès lors que l'amplitude maximale était S, Lg, etc. Des participants ont jugé impossible de distinguer dans tous les cas les chocs locaux (LB) des explosions industrielles (QB). En outre, beaucoup d'événements locaux faibles (LB), jugés pour la plupart être des tirs de carrière (QB), n'ont pas été signalés parce que l'analyste a décidé qu'ils n'avaient aucune utilité. Des participants ont trouvé difficile, ou au-dessus de leurs capacités présentes, de traiter les nombreux événements "locaux" qu'ils observaient. Ceux qui devaient traiter les événements à la main ont trouvé que cela représentait une charge de travail accablante. En particulier, les essais de tremblements de terre ont alourdi les charges de travail, même avec un traitement automatique ou semi-automatique. Par contre, un participant n'a signalé qu'un petit nombre d'événements locaux traités en raison de la bande passante basse fréquence du système sismographique.

A la suite de cette expérience, un certain nombre de participants ont fait des commentaires ou des suggestions pour le traitement des événements locaux, parfois sous forme de questions, par exemple : "Quelles amplitudes faut-il éventuellement communiquer pour les événements locaux ?", "A quelle catégorie appartiennent les événements dans la plage de distances 1,5 à 2 °?" et "Faut-il classer comme événements locaux (LB) tous les événements dont l'intervalle d'arrivée onde P-onde S est inférieur à 20 secondes?". Un participant a suggéré de reconsidérer les instructions pour le classement (voir les commentaires dans "Remarques qualitatives"). Un autre participant a proposé un moyen de traiter les essais : inclure le plus grand événement de la journée, plus une liste des temps d'arrivée, à la minute près, des événements jugés analogues.

5.5. Conclusions

L'Essai technique a fourni pour la première fois l'occasion au Groupe spécial d'acquérir en commun une expérience de l'extraction de routine des paramètres de niveau I, et en particulier de l'utilisation de méthodes automatisées ou interactives sur ordinateur. Mais dans la majorité des stations ces paramètres étaient encore mesurés à partir d'enregistrements analogiques et, dans ces stations, même l'extraction d'un ensemble réduit de paramètres a imposé une charge de travail supplémentaire considérable.

Le volume des données communiquées a énormément varié d'une station à l'autre et a aussi été très différent selon le type de paramètres. Les nouvelles installations techniques de plusieurs stations pour l'Essai technique ne bénéficiaient pas au même degré de progrès méthodologiques pour l'extraction des paramètres de niveau I.

Des difficultés ont été rencontrées dans l'extraction de certains paramètres de niveau I. Une raison de ces difficultés a été le manque de clarté des instructions pour la mise en oeuvre de certaines procédures. Une autre raison en est que les définitions des paramètres eux-mêmes étaient incomplètes. Ainsi, tandis que les instructions pour la mesure des paramètres de niveau I étaient en général adéquates, une clarification reste nécessaire et, dans certains cas, les définitions des paramètres de niveau I eux-mêmes devront peut-être être modifiées.

Comme cela était prévu dans les rapports antérieurs, le grand nombre d'événements locaux, tels que des tirs de carrière répétitifs ou, occasionnellement, des séries de tremblements de terre, ont beaucoup alourdi la charge de travail dans certaines stations. Les instructions pour le traitement de ces situations doivent encore être affinées.

CHAPITRE 6

Transmission des données par le SMT/OMM

6.1 Introduction

L'un des buts de l'Essai technique était de tester les procédures d'échange de messages sismiques entre les Etats et les Centres internationaux de données expérimentaux (CIDE) au moyen du SMT/OMM. A la suite d'échanges expérimentaux préliminaires conduits par le Groupe spécial en 1980 et 1981, des instructions détaillées ont été écrites pour améliorer les procédures dans les installations sismiques nationales. L'OMM avait par ailleurs approuvé officiellement l'utilisation du SMT pour les messages sismiques après décembre 1983. L'Essai technique fournissait donc une excellente occasion d'effectuer un test à grande échelle du SMT avec des procédures améliorées et dans le cadre des nouveaux arrangements officiels.

Des détails sur la structure et le mode de fonctionnement du SMT sont donnés dans le troisième rapport du Groupe spécial (CD/448/Add.1, appendice 5A), ils peuvent faciliter la compréhension du présent chapitre.

6.2 Liaison avec l'OMM et les centres nationaux du SMT

Le Coordonnateur a diffusé en novembre 1983 une circulaire invitant à participer à l'Essai technique, et des renseignements détaillés sur 27 personnes y ayant répondu ont été présentés au Groupe spécial et à l'OMM en août 1984 (document de séance 134/Rev.1). A cette époque aussi une invitation générale était lancée dans le rapport intérimaire à la Conférence du désarmement (CD/535). Par la suite, 10 autres Etats ont pris part à l'Essai, et des précisions ont été données à l'OMM au fur et à mesure qu'elles étaient disponibles (quelque temps après le démarrage de l'Essai technique). L'appendice 6B énumère les actions engagées par l'OMM avant et pendant l'Essai pour accélérer l'échange.

Pendant l'Essai technique, des rapports nationaux hebdomadaires ont permis au Coordonnateur de localiser des goulots d'étranglement et des défaillances dans l'échange, dont certains ont été éliminés par des consultations télex avec les installations nationales temporaires régionales. Ces rapports hebdomadaires et cette consultation directe ne faisaient pas partie des procédures prévues, mais ils se sont révélés très efficaces et devraient être inclus dans les modalités officielles d'un échange mondial de données sismiques de niveau I sur le SMT/OMM.

Une autre amélioration serait la notification des tables de commutation de tous les noeuds pertinents du SMT, de façon que les erreurs ou omissions puissent être détectées avant que l'échange ne commence. Il faut noter qu'entre 4 et 6 semaines de délai sont nécessaires pour recevoir des avis et mettre en oeuvre des modifications dans les centres du SMT. Ce point a pris de l'importance pendant l'Essai technique : la phase préparatoire de deux semaines s'est avérée beaucoup trop courte.

6.3 Messages échangés pendant l'Essai technique

Le SMT/OMM est utilisé régulièrement par des sismologues pour échanger des messages entre des stations et des centres de données nationaux et internationaux. Afin de distinguer les messages de l'Essai technique et de faire en sorte que les divers centres puissent recevoir seulement ceux qui les intéressent, un identificateur spécial propre à l'Essai technique a été inclus au début de chaque message. L'International Seismological Centre (Royaume-Uni) et le National Earthquake Information Centre (Etats-Unis) ont indiqué que cette procédure était efficace, et que l'Essai technique ne perturbait pas leurs programmes.

Les types suivants de messages ont été échangés sur le SMT/OMM :

- a) Messages de niveau I originaux contenant les paramètres sismiques extraits par les stations et adressés aux centres nationaux du SMT comme décrit au chapitre 4.
- b) Retransmissions de messages de niveau I, elles contenaient des paramètres de niveau I précédemment communiqués, mais qui n'avaient pas été reçus ou qui étaient reçus déformés par un ou plusieurs CIDE.

Les messages de niveau I originaux ou retransmis étaient envoyés sous un numéro de série commun (la série N40).

c) Demandes de retransmission de messages de niveau I, émises par un ou plusieurs CIDE. Cette procédure de retransmission était une nouvelle fonction mise au point pour l'Essai technique, et visant à assurer que chaque CIDE ait bien toutes les données sismiques originales. Le Groupe spécial a imaginé cette procédure parce qu'il n'existe pas de facilité équivalente dans le SMT. Mais comme les CIDE émettaient des demandes de façon indépendante, beaucoup de messages devaient être retransmis plus d'une fois (parfois même bien que l'original ait été reçu par le demandeur), et cette procédure doit être affinée. En outre, l'utilisation de messages adressés en réponse à des demandes de retransmission coordonnées pourrait accroître l'efficacité des réponses et réduire sensiblement la charge dans les INT et les CIDE.

d) Bulletins d'événements sismiques produits par les CIDE (voir chapitre 7) comprenant :

- Des listes préliminaires d'événements (LPE), publiées environ une semaine après l'événement et basées sur les données disponibles à ce moment-là.
- Des bulletins finals d'événements (BFE), publiés environ deux semaines après l'événement et incorporant toutes les données disponibles
- Des bulletins d'événements réconciliés (REC), c'est-à-dire des bulletins finals produits dans les deux dernières semaines après consultation entre les CIDE

e) Messages émis par le Coordonnateur, ces messages, demandes de retransmission des CIDE et listes d'événements, étaient tous publiés sous le numéro de série N42, sauf que certains messages du Coordonnateur étaient répétés dans la série N40 pour assurer une réception universelle.

f) Autres rapports ou demandes émis par les diverses installations nationales temporaires - la série de messages N47. Les très importants rapports hebdomadaires de situation non programmés qui ont été décrits plus haut faisaient partie de cette catégorie.

Tous les participants n'ont pas pu recevoir l'ensemble des messages de niveau I, en raison de limites de charge sur les lignes internes ou sur les liaisons locales du SMT, mais il fallait que tous reçussent les listes d'événements et les messages du Coordonnateur - les numéros de séries à trois chiffres facilitaient le tri dans les centres nationaux du SMT et les installations nationales, que ce soit par des moyens automatiques ou manuels. Mais des améliorations doivent être apportées dans ce domaine, comme on l'a suggéré plus haut.

6.4 Trafic de messages et statistiques

La transmission par radiodiffusion utilisée pendant l'Essai technique a permis à chaque Etat de recevoir les messages de niveau I, et le relevé par chaque Etat des messages entrants a fourni un moyen commode de déterminer le flux de trafic, et de détecter les problèmes. Pour cette raison, des statistiques sur la réception des messages de l'Essai technique par chaque Etat, ainsi que par les CIDE, ont été présentées sous forme de tableaux dans l'appendice 6A. Ces statistiques sont la base de l'examen effectué pendant cette session et la prochaine.

Le préambule de l'appendice 6A explique les tableaux 6A1 à 6A13. Il faut souligner que ces tableaux ne donnent des informations qu'en ce qui concerne les Etats qui ont utilisé leur propre centre national du SMT pour échanger des messages. On ne dispose pas de résultats pour tous les Etats qui ont utilisé le SMT. Il faut dire aussi, comme c'est expliqué au chapitre 7, que d'autres Etats ont fourni des données aux CIDE par d'autres moyens, de sorte que le nombre total de messages reçus par les CIDE diffère de ceux examinés ici.

Principaux résultats statistiques

Dans le résumé qui suit des principaux faits de l'échange sismologique réalisé pendant l'Essai technique, les nombres de messages ne sont qu'approximatifs et arrondis, les listes étant incomplètes; cela dit, de nouveaux renseignements ont peu de chance de les modifier sensiblement. Les tableaux référencés montrent les chiffres réels disponibles.

- a) Trente et un Etats ont utilisé le SMT pour envoyer et recevoir des messages sismiques.
- b) Près de 4 000 messages ont été échangés, dont environ 2 400 messages de données originaux, 700 retransmissions et 400 bulletins d'événements (tableau 6A1).
- c) La charge totale a été accrue d'environ 30 % par les copies multiples générées par le système; dans un cas extrême, l'augmentation a été d'environ 90 % (tableau 6A12).
- d) La longueur moyenne des messages de niveau I communiqués par les CIDE a été d'environ 1 100 caractères.
- e) Le rendement global de transmission des messages de niveau I aux CIDE a été en moyenne de 74 % initialement, et de 83 % après la procédure de retransmission. Pour les stations qui donnaient un préavis convenable au SMT/OMM, les rendements ont été en moyenne de 79 % initialement et de 88 % avec les retransmissions.
- f) Les rendements ont largement varié entre régions géographiques. Par exemple, ils ont été de 96 % pour l'Europe (sur la base de 694 messages) et de 40 % pour le Pérou (sur la base de 33 messages).
- g) Les Etats ont reçu des bulletins d'événements des CIDE avec des rendements allant de 83 à 93 % sans recours à des demandes de retransmission (tableau 6A3).

Les sections suivantes examinent plus en détail certains aspects spécifiques.

Transmissions entre noeuds du SMT

Le passage des messages de noeud en noeud peut être déduit des tableaux 6A10 et 6A11. Les chiffres concernent toute la période de l'Essai technique et les Etats pour lesquels on dispose d'informations. Certains exemples tirés de ces chiffres sont donnés à l'appendice 6D, pour illustrer la façon dont l'information internodale peut être utile.

Des différences régionales dans la réception des messages de l'Essai technique sont illustrées au tableau 6A13. Ces différences sont dues à un certain nombre de facteurs (résumés à la section 6.5) et, pour permettre une comparaison, des résultats sont donnés à l'appendice 6E touchant la surveillance par l'OMM des transmissions météorologiques. Les résultats relatifs interrégionaux sont voisins, ce qui donne à penser qu'il y a des causes communes.

Transmissions en direction des CIDE

On peut apprécier l'efficacité de la transmission des paramètres de niveau I entre les installations nationales et les CIDE, pendant l'Essai technique, à la lecture des tableaux 6A4 à 6A9, qui donnent des détails sur les messages reçus par les CIDE et par l'installation nationale australienne, ce dernier centre étant inclus pour fournir une référence dans l'hémisphère Sud. Les trois paires de tableaux correspondent aux deux phases et à toute la période de l'Essai technique.

Bien que le rendement ait augmenté durant la phase principale, même après des retransmissions il s'établissait en moyenne à seulement 85 %. Les mêmes tableaux montrent aussi que la procédure de retransmission a amélioré le rendement d'environ 10 %, ce qui veut dire qu'environ 30 % des pertes ont été comblées.

Les messages étaient reçus selon un cycle hebdomadaire, pour la plupart en dehors des week-ends. Les temps de transit des messages entre les centres nationaux et les centres internationaux allaient de quelques minutes à une demi-heure. Le nombre de messages reçus le même jour a varié de 2 à 212. La longueur moyenne des messages était d'environ 1 100 caractères, et la charge moyenne correspond à environ 2 heures par jour sur un circuit à 75 bauds. (La charge journalière extrême a approché 300 000 caractères, pendant des retransmissions anormales entre les Etats-Unis et Moscou). Environ 5 % des messages contenaient des caractères déformés ou des erreurs de format réduisant leur utilité dans les procédures d'analyse (voir chapitre 7).

Transmissions à partir des CIDE

La transmission des bulletins des CIDE sur le SMT/OMM n'avait pas été testée précédemment et c'était un aspect nouveau de l'Essai technique. Les statistiques de cette transmission (Tableau 6A3) montrent qu'elle a mieux fonctionné que pour les transferts originaux de niveau I, avec un rendement moyen pour les 3 CIDE de 87 %. Bien que les procédures de l'Essai technique autorisassent les Etats à demander des retransmissions par les CIDE, très peu de demandes ont été faites, de sorte qu'il n'y a pas d'informations sur la façon dont on aurait pu accroître le rendement.

6.5 Problèmes rencontrés

Cette section résume les principaux problèmes rencontrés dans l'échange de messages de toutes sortes entre les centres nationaux du SMT et avec les CIDE. Les problèmes qui se sont posés dans un Etat entre son installation nationale temporaire (INT) ou une station sismographique et son centre du SMT sont examinés au chapitre 4, des problèmes de ce genre sont tout à fait internes à un Etat et peuvent être réglés sans faire appel à l'OMM.

Le premier souci, dans un échange sismologique international, sera de transmettre rapidement les paramètres de niveau I entre les stations et les CIDE. Un résultat très important de l'Essai technique est donc le pourcentage de messages qui sont arrivés aux CIDE, toutefois, pour mettre au point des procédures qui assurent de bonnes transmissions, il faut surveiller le passage des messages à travers chaque noeud du SMT. On s'appuie sur le tableau 6A10 pour voir où des problèmes ont été rencontrés. Les exemples de l'Appendice 6D visent uniquement à montrer comment ces résultats peuvent être utilisés pour diagnostiquer les problèmes.

Les problèmes peuvent être rangés en trois catégories : d'organisation, de procédure et techniques. Des rapports nationaux sur chaque type de problèmes figurent à l'Appendice 6C, et les généralisations qui suivent sont basées sur ces rapports.

Problèmes d'organisation

Ils peuvent être résumés comme suit :

- a) Problèmes qui doivent être résolus au sein du Groupe spécial. Des exemples en sont l'utilisation d'en-têtes incorrects, les changements d'en-têtes, un avis tardif de participation, un avis d'acheminement incomplet.
- b) Problèmes avec l'OMM. Ce sont par exemple des délais dans la mise en oeuvre de nouvelles instructions de commutation, ou le fait que les opérateurs du SMT, suivant une pratique ancienne, "paginaient" de longs messages (provoquant ainsi des pannes avec le matériel moderne de réception automatique).
- c) Problèmes d'origine inconnue. Quelques pays ont été presque incapables de transmettre des messages à travers le SMT.

Les problèmes de cette catégorie ont été probablement la plus grande cause de transmissions inefficaces.

Problèmes de procédure

Ces problèmes concernaient surtout des erreurs de format. Bien que ces erreurs de format aient surtout concerné les CIDE (voir chapitre 7), elles ont causé quelques difficultés dans les noeuds du SMT pour les messages en route vers les CIDE, et ont été une source mineure de défaut de transmission.

Problèmes techniques

Des choses telles que les limitations imposées par des circuits à basse vitesse, qui sont connues à l'avance et qui devraient être prises en compte lorsqu'on organisera l'échange, ne sont pas incluses dans cette catégorie. Par exemple, la transmission d'aucun message de niveau I n'a été relayée entre Melbourne et Wellington parce que les autorités australiennes et néo-zélandaises étaient convenues à l'avance que cela pourrait interférer avec les échanges météorologiques.

Cette catégorie concerne plutôt des choses telles que la déformation des caractères, la troncature des messages, et des effets analogues causés par des mauvais fonctionnements du matériel ou des lignes de transmission, ou par les opérateurs. Ce genre de problèmes est inévitable dans un système complexe et il faut en tenir compte dans la conception du schéma définitif de l'échange des données. Une procédure de retransmission coordonnée efficace est un moyen de neutraliser la plupart de ces problèmes.

6.6 Conclusions

Trois des objectifs de l'Essai technique supposaient l'échange de messages sur le SMT/OMM, à savoir : la transmission régulière des paramètres de niveau I aux centres de données, la transmission de bulletins aux installations nationales, et la mise au point et l'essai d'une procédure de retransmission pour les messages manquants ou déformés. Les trois fonctions ont été testées assez complètement, et l'utilisation du SMT par 31 Etats en a donné une meilleure idée et a permis de tirer beaucoup d'enseignements.

L'Essai technique a montré que le Système mondial de télécommunications de l'Organisation météorologique mondiale dans beaucoup de régions du monde assure en général une transmission efficace et non déformée des données sismiques de niveau I pour le système international d'échange de ces données envisagé. Toutefois, le degré d'efficacité des échanges de messages pendant l'Essai technique a été fort variable, et l'on peut tirer de cette expérience quelques conclusions utiles :

1. La phase préparatoire d'un échange de données doit être beaucoup plus longue que les deux semaines prévues dans l'Essai technique, au moins six semaines devraient être réservées à l'organisation de transmissions fiables et régulières.
2. L'avis de participation est nécessaire bien avant le démarrage, les enseignements tirés de l'Essai technique soulignent à nouveau le délai minimum de trois mois requis par l'OMM.
3. La coordination entre le Groupe d'experts scientifiques et l'OMM devrait être renforcée par l'élaboration et l'échange de tableaux de commutation et de plans d'acheminement approuvés (y compris des itinéraires de remplacement).
4. Les instructions du GES devraient comprendre l'obligation pour les Etats de faire rapport chaque semaine sur la circulation des messages, ou plus souvent si une perturbation apparaît.
5. Les copies multiples de messages générées par le système peuvent grandement accroître le trafic total. La question de leur réduction ou de leur élimination près de leurs sources devrait être examinée.
6. La procédure de retransmission conçue par le GES a fonctionné, mais elle devrait être affinée pour éliminer les demandes doublonnantes, l'harmonisation des bases de données entre les CID devrait recevoir la priorité. Le système de numérotation des messages adopté pour la retransmission était inadéquat et devrait être révisé (il faut noter que la version 1985 du Code sismique international, adoptée par l'Association internationale de sismologie et de physique de l'intérieur de la Terre (AISPLIT), prévoit des retransmissions de la même façon que la procédure de l'Essai technique).

7. Il faudrait envisager la transmission des données de niveau I par le mode message dirigé, plutôt que le mode radiodiffusion, en particulier sur les circuits à basse vitesse.

8. En attendant que les circuits basse vitesse (50 et 75 bauds) existant vers l'Afrique et l'Amérique du Sud soient améliorés comme le prévoit l'OMM, il y a peu de chance que des échanges efficaces de gros volumes de données sismiques de niveau I soient possibles en direction ou à partir de ces continents.

9. Les communications directes (par télex ou par courrier électronique) entre le coordonnateur et les CIDE étaient vitales, et devraient être incluses impérativement dans les procédures du GES.

CHAPITRE 7

Les procédures employées dans les centres internationaux de données expérimentaux (CIDE)

7.1 Introduction

L'un des buts de l'Essai technique de 1984-1985 du Groupe d'experts scientifiques était de tester les procédures proposées dans les CIDE pour recevoir et archiver les données de niveau I, pour établir, à partir de ces données, des bulletins d'événements et des paramètres et pour les distribuer aux participants sur le SMT/OMM. L'Essai technique offrait pour la première fois l'occasion d'essayer ces procédures en utilisant des données réelles fournies par des installations nationales réparties sur tout le globe, car les tests précédents ne concernaient que les aspects communications de l'échange de données au moyen du SMT/OMM.

Le Groupe a exposé de façon assez détaillée les procédures préliminaires d'exploitation des centres internationaux de données dans l'appendice 7 du Troisième rapport à la Conférence du désarmement (CD/448 du 9 mars 1984). Toutes les procédures des CIDE n'ont pu être testées dans cet Essai technique, mais beaucoup des éléments clés mettant en jeu la réception et l'analyse des données de niveau I ont pu l'être. Beaucoup des procédures proposées avaient dû être assouplies pendant cet essai en raison de problèmes pratiques liés à l'état de développement des Centres internationaux de données et des installations nationales qui participaient à l'Essai. Par exemple, les calendriers selon lesquels les centres internationaux de données expérimentaux recevaient et traitaient les données pendant l'Essai technique laissaient sensiblement plus de temps que le CD/448 n'en prescrivait.

Pendant l'Essai technique du GES, trois centres internationaux de données expérimentaux (CIDE) ont été mis en service. Ces centres étaient situés à Moscou, Stockholm et Washington (DC). Il était à l'origine envisagé d'exploiter un quatrième CIDE à Lima (Pérou), et des mesures préliminaires avaient été prises pour créer un CIDE en cet endroit. Mais ce centre n'a pu être mis en pleine exploitation pendant l'Essai technique pour des raisons de temps de préparation et parce que les circuits actuels du SMT/OMM desservant le Pérou n'ont pas la capacité physique d'absorber le trafic des données sismiques transmises.

Selon les instructions spéciales données aux CIDE pendant l'Essai technique (CD/534), les tâches principales suivantes devaient être exécutées dans chaque centre :

- a. Surveillance et réception des messages SMT/OMM
- b. Demande de retransmission des messages non reçus des installations nationales temporaires
- c. Réponse aux demandes de retransmission des installations nationales temporaires
- d. Préparation et distribution de listes préliminaires d'événements (LPE)
- e. Préparation et distribution de bulletins finals d'événements (BFE)
- f. Communication avec les autres CIDE
- g. Préparation et expédition de BFE détaillés

En outre, chaque CIDE avait pour instruction de tenir des archives de tous les messages reçus, pour analyse et évaluation. Le principal moyen de communication, dans l'Essai technique, était le SMT/OMM, excepté que des dispositions avaient été prises pour que les CIDE reçoivent par télex des messages d'installations nationales qui n'envoyaient pas de messages sur le SMT/OMM.

En pratique, pendant l'Essai technique, chacun des trois CIDE a exécuté les tâches a. à d. ci-dessus de manière indépendante. Toutes les données de niveau I étaient transmises à chacun des trois CIDE et elles faisaient l'objet d'un traitement initial sans consultation avec les autres CIDE. Pendant la phase finale de l'Essai, il y a eu consultation entre les CIDE pour préparer les bulletins finals d'événements.

Un calendrier détaillé d'exécution de ces fonctions a été mis au point spécialement pour l'Essai technique. Chaque CIDE effectuait les tâches requises, dans la mesure du possible, selon les procédures et calendriers convenus. Le présent chapitre décrit ces efforts et évalue jusqu'à quel point ces procédures de l'Essai ont pu être effectivement suivies. Les problèmes rencontrés sont notés, et les remèdes identifiés. L'expérience acquise doit servir à évaluer les parties applicables du "Manuel d'exploitation préliminaire des centres internationaux de données" figurant dans le CD/448.

Des précisions techniques sur les CIDE et un certain nombre de procédures et de résultats ont été rassemblés dans l'appendice 7 du présent rapport.

7.2. Méthodes et procédures de traitement des messages transmis par le SMT/OMM

Chaque CIDE était relié au Réseau principal de télécommunications du SMT/OMM à un centre ou noeud voisin ~~du SMT~~. La description qui suit résume les caractéristiques des diverses liaisons et interfaces de communication ainsi que les procédures de surveillance, de réception et de transmission des messages dans chaque CIDE.

7.2.1. CIDE de Moscou

TABLEAU 7.1 (suite)

----- Le noeud national du SMT/OMM pour l'URSS est situé à Moscou, au Centre ---
radiométéorologique ~~Centre~~ du Comité d'Etat pour l'hydrométéorologie. Il y a
une liaison électrique ~~à 2 400 bauds~~ entre ce centre et le centre de
commutation de l'Institut de recherche en hydrométéorologie situé à Obninsk, à
une centaine de kilomètres de Moscou. Pendant l'Essai technique, les messages
de données de niveau I étaient reçus au centre de commutation et envoyés au
CIDE, également situé à Obninsk, sur un circuit à 1 200 bauds. Au CIDE, les
données étaient reçues et placées automatiquement dans un tampon de stockage.
Les données étaient extraites de ce tampon et les messages entrants de l'Essai
technique perforés sur une bande de papier.

Le ruban perforé était lu dans un ordinateur EC 1030, qui transformait
les messages du code télex en un format compatible ordinateur. Chaque jour
ouvrable, les données de la période allant de 0600 TUC de la veille à 0600 TUC
du jour étaient extraites du flux de messages "Seismo" et classées par type.
Le contenu des messages était examiné et les messages incorrects ou déformés
étaient rejetés sans être analysés plus avant. Tous les messages de l'Essai
technique étaient ensuite enregistrés sur une bande magnétique.

Les fichiers de LPE et de BFE générés sur l'ordinateur EC 1030 étaient
transformés en messages télex et envoyés au SMT/OMM manuellement.
L'appendice 7 A contient une description fonctionnelle du CIDE de Moscou.

7.2. CIDE de Stockholm

Le noeud national du SMT/OMM en Suède est contrôlé depuis Norrköping, à
environ 140 km au sud-ouest de Stockholm, mais l'ordinateur de communications
est fait situé à Stockholm. Pour accroître la fiabilité des communications
entre le noeud du SMT/OMM et le CIDE de Stockholm, deux liaisons de
communications séparées ont été établies. La liaison primaire était une ligne
directe interordinateurs à 200 bauds. Les messages étaient
transmis dans le code télex Baudot (alphabet télex international No 5) sur
une ligne et convertis par l'ordinateur du CIDE de Stockholm (VAX 11/750)
en format ASCII standard. Un second itinéraire de communications, qui
est indépendant, a été établi en recourant à un service
magnétique spécial appelé Datex. Datex est un système à commutation de
circuits 2 400 bauds pour le transfert des données vers et depuis le réseau
télégraphique. Un adaptateur spécial, capable de stocker les messages indépendamment
de l'ordinateur, a été ajouté à ce système pour collecter les messages. Avec
ces deux systèmes, aucun message n'a été perdu entre le noeud du SMT/OMM et le
CIDE de Stockholm.

Un programme d'ordinateur spécial a été utilisé pour reconnaître les
diverses catégories de messages de l'Essai technique reçus sur le SMT/OMM. Ce
programme triait les données et les rangeait dans les bibliothèques textuelles
et relevés décrits à l'appendice 7A.

Avec l'adaptateur de communications, qui raccorde l'ordinateur du CIDE au
Datex, n'importe quel fichier contenu dans l'ordinateur pouvait être envoyé
automatiquement sur le réseau télégraphique et ensuite sur le SMT/OMM.
L'appendice 7 A contient une description fonctionnelle du CIDE de Stockholm.

7.2.3. CIDE de Washington

Le CIDE de Washington a établi une liaison électronique directe avec le noeud national du SMT/OMM situé à Suitland (Maryland), à environ 25 km de là. La liaison de communications a été renforcée pendant l'Essai technique. Au début de l'Essai, une ligne téléphonique spécialisée interordinateurs (semi-duplex 75 bauds) a été utilisée. Ce circuit s'est révélé inefficace, et il a été remplacé le 7 novembre 1984 par une ligne en duplex intégral à 1 200 bauds. Un système d'interface de communications spécialisé utilisant un ordinateur PDP 11/44 a servi à relier les circuits du SMT/OMM aux ordinateurs du CIDE.

Le système d'interface était maintenu dans un état d'écoute constant et acceptait automatiquement tous les messages, enregistrait l'heure d'arrivée de chacun au CIDE et stockait les messages de l'Essai technique dans une zone de stockage temporaire. Chacun des messages de la journée, arrivés dans l'intervalle de 24 heures commençant à 0600 TUC le jour précédent, était stocké, traité pour éliminer les doubles et identifier les types de message, et classé pour constituer les archives et relevés décrits à l'appendice 7 A.

Au CIDE, les fichiers informatiques contenant des messages SMT/OMM dans le format convenable pouvaient être expédiés directement dans les circuits du SMT/OMM. L'appendice 7A contient une description fonctionnelle du CIDE de Washington.

7.3. Disponibilité des données dans les CIDE

Les statistiques de trafic des circuits du SMT/OMM examinées au chapitre 6 ne donnent pas un tableau d'ensemble de l'efficacité des procédures de traitement des données de niveau I. Une mesure importante de l'efficacité des procédures est la disponibilité des données acheminées dans un CIDE depuis chacune des stations. Elle peut se présenter à la fois station par station et à l'échelle du réseau. Ces statistiques ont été compilées à partir d'une base de données constituée après l'achèvement de l'Essai technique en fusionnant les données des trois CIDE.

7.3.1. Disponibilité des données émises par les stations sur le SMT/OMM

Le tableau 7.1. donne le pourcentage de temps que les données d'une station participante ont été reçues sur le SMT/OMM dans n'importe lequel des trois CIDE. Pour plus de la moitié des stations participant à l'Essai technique, des rapports ont été reçus qui couvraient au moins 95 % du temps de l'Essai. Les pannes de station de moins de 6 heures n'ont pas été comprises comme manquantes. Il y a une forte corrélation entre les stations ayant une grande proportion de leurs données manquantes et les circuits les moins efficaces du SMT/OMM. Les taux de transmission effectifs pour l'Amérique du Sud, l'Afrique et la Nouvelle-Zélande n'ont pas dépassé 60 % vers n'importe lequel des CIDE, même en tenant compte de la retransmission, qui a eu un effet insignifiant sur ces circuits. La perte de ces données est particulièrement préoccupante, vu le peu de stations sismographiques dans ces régions. L'effet combiné de cette situation a été une capacité de détection du signal relativement médiocre pour ces régions pendant l'Essai technique.

L'appendice 7E donne un tableau de la disponibilité globale de l'ensemble combiné des données du réseau de l'Essai technique reçues dans un ou plusieurs CIDE. La disponibilité moyenne quotidienne des données provenant des stations de l'ensemble du réseau de l'Essai a été d'environ 75 % pendant cet essai. Les données sur lesquelles sont basées ces statistiques ont été rassemblées à l'issue de l'Essai, ainsi, le pourcentage de disponibilité indiqué représente un maximum après retransmission et ne donne pas une idée de la quantité de données disponibles pour le calcul des bulletins préliminaires et finals d'événements, qui peut avoir été très inférieure. Un résultat surprenant est que la disponibilité globale des données dans les CIDE ne s'est pas améliorée pendant l'Essai technique. C'est un signe des problèmes à répétition et insolubles que certains circuits du SMT/OMM ont posés pendant l'Essai en raison soit de mauvaises connexions avec les installations nationales, soit de circuits de communication de qualité médiocre.

TABLEAU 7.1.

DONNEES DE NIVEAU I RECUES DES STATIONS
(VIA LES COMMUNICATIONS DU SMT/OMM)
27 octobre - 14 décembre 1984

Pays/Station	Nombre de jours de données de niveau I	Couverture en pourcentage	Pays/Station	Nombre de jours de données de niveau I	Couverture en pourcentage
ARGENTINE			REP. DEM. ALLEMANDE		
BAA	5.0	10	MOX	47.5	97
LPA	10.5	21	ALLEMAGNE, REP. FED.		
AUSTRALIE			GRF	49.0	100
ASPA	49.0	100	HONGRIE		
CTAO	48.2	98	BUD	45.2	92
MAW	48.2	98	JOS	45.2	92
NWAO	47.7	97	PSZ	45.2	92
AUTRICHE			INDE		
KBA	49.0	100	GBA	47.2	96
BELGIQUE			INDONESIE		
DOU	47.5	97	AAI	26.5	54
UCC	46.2	94	JAY	7.7	16
BRESIL			KSI	6.0	12
BDF	17.5	36	KUG	14.0	29
BULGARIE			PSI	17.7	36
VTS	42.7	87	TRT	15.5	32
CANADA			IRLANDE		
GAC	49.0	100	DKM	47.2	96
MBC	49.0	100	ITALIE		
YKA	49.0	100	MNS	46.5	95
COLOMBIE			RMP	46.5	95
BOG	0.7	1	JAPON		
TCHECOSLOVAQUIE			MAT	48.2	98
KHC	49.0	100	PAYS-BAS		
PRU	49.0	100	DEN	49.0	100
DANEMARK			ENN	49.0	100
COP	41.7	85	NOUVELLE-ZELANDE		
DAG	41.0	84	RAR	6.5	13
GDH	28.5	58	SBA	6.2	13
EGYPTE			WEL	2.5	5
HLW	4.2	9	NORVEGE		
FINLANDE			NAO/NB2	49.0	100
NUR	49.0	100	PEROU		
SUF	49.0	100	NNA	28.2	58
FRANCE			ROUMANIE		
LOR	44.0	90	MLR	19.7	39
PMO	11.7	24			

TABLEAU 7.1 (suite)

Pays/Station	Nombre de jours de données de niveau I	Couverture en pourcentage	Pays/Station	Nombre de jours de données de niveau I	Couverture en pourcentage
SUEDE			ETATS-UNIS		
HFS	49.0	100	LAC	49.0	100
APO	49.0	100	LTX	48.0	98
SLL	49.0	100	FBAS/FBAL	49.0	100
TBY	49.0	100	RSNY	49.0	100
URSS			RSON	49.0	100
OBN	49.0	100	RSSD	49.0	100
ROYAUME-UNI			ZAMBIE		
EKA	48.0	98	LSZ	37.2	76

Les pannes apparues au cours des messages ne sont pas prises en compte.

Ensemble des données de niveau I reçues de chaque station, sur la base des données combinées de tous les CIDE à la fin de l'Essai technique.

Comme on l'a noté au chapitre 6, il y a eu une différence appréciable dans le rendement de transmission moyen des circuits du SMT/OMM dans l'hémisphère Nord par rapport à ceux de l'hémisphère Sud. Une illustration directe en est la disponibilité, dans les CIDE, des données provenant de stations situées dans ces régions. L'appendice 7E montre la disponibilité globale, dans un ou plusieurs CIDE avec retransmission, pour des données provenant de stations situées respectivement dans l'hémisphère Nord et dans l'hémisphère Sud. On voit que, en moyenne, 89 % des données provenant de stations situées dans l'hémisphère Nord ont été reçues par au moins un CIDE. Pour les stations de l'hémisphère Sud, la disponibilité moyenne des données a été de 44 %. En revanche, les installations nationales dont plus de 95 % des messages ont été reçus (tableau 7.1) étaient presque exclusivement situées dans l'hémisphère Nord. L'Australie a été la seule exception. L'efficacité du SMT/OMM, la forte densité des stations en Amérique du Nord et en Europe, et la sensibilité élevée des stations nord-américaines et de beaucoup de stations européennes ont eu pour résultat un seuil de détection du signal relativement bon pour ces régions.

En raison de la distribution inhomogène des stations sismologiques participant à l'Essai technique, les circuits à haut rendement ont acheminé environ 75 % des messages de données de niveau I, tandis que les circuits à faible rendement n'acheminaient qu'environ 15 % des messages de niveau I. Ainsi, le bilan du fonctionnement du SMT/OMM pendant l'Essai technique est peut être plus favorable que celui que l'on attendait de la répartition recommandée, plus uniforme, des stations. Par conséquent, il est utile d'examiner l'efficacité du SMT/OMM sur une base régionale.

7.3.2. Autres méthodes de transmission des données

Faute de temps pour établir une liaison avec le centre national du SMT/OMM, des stations ont envoyé les données par télex. Le CIDE de Stockholm a reçu des données de niveau I d'Iran par ce moyen. Le CIDE de Washington a reçu par télex des messages de données de niveau I émis par des INT situées en Bolivie, au Kenya, au Pakistan, en Thaïlande et au Zimbabwe.

L'appendice 7F donne la disponibilité globale des données arrivant sur ces autres voies de communication. Environ 13 % de l'ensemble des données parvenues au CIDE sont arrivées de cette façon.

7.3.3. Communication inter-CIDE

Le Manuel d'exploitation préliminaire des centres internationaux de données contenu dans le CD/448 recommande une liaison directe entre les CID pour l'échange de messages SMT/OMM et afin d'obtenir des données d'entrée identiques et complètes dans chacun des CID. Toutefois, pendant l'Essai technique, il n'était pas prévu de telle liaison directe et les communications entre les CIDE ont été limitées au SMT/OMM et au réseau télex. En raison de cela et aussi de la lourde charge de travail imposée aux CIDE, l'interaction entre les CIDE pendant l'Essai technique a été principalement limitée aux deux dernières semaines de l'Essai, pendant lesquelles on a tenté d'accorder les listes d'événements produites par chaque CIDE. Cette tentative de "reconciliation" a été faite au moyen du SMT/OMM. Dans d'autres cas particuliers, c'est le télex qui a été utilisé entre les CIDE, par exemple pour résoudre des problèmes de liaison sur le SMT/OMM.

Il y a eu des cas isolés d'interaction des CIDE pour relayer et retransmettre des messages de données de niveau I sur le SMT/OMM. Par exemple, un message de niveau I émis par l'Egypte a été transmis au CIDE de Washington depuis le CIDE de Moscou, les messages n'ayant pu atteindre Washington directement depuis l'Egypte.

7.3.4 Description des difficultés rencontrées

En raison des difficultés que l'on a eues pour recevoir des données de certaines régions du monde, notamment l'Amérique du Sud, l'Afrique et la région du Pacifique, environ un quart des données émises par les stations participantes n'ont atteint aucun CIDE.

Le taux de succès de la transmission sur certains circuits du SMT/OMM a été meilleur que 90 %, en particulier en Europe et en Amérique du Nord, où la densité des stations sismographiques est relativement élevée. Les circuits au départ de l'Afrique, de l'Amérique du Sud et de la région du Pacifique, où les stations sont relativement rares, et les données d'autant plus nécessaires, n'ont pu acheminer 60 % des messages. La plupart des stations participantes de ces régions ne sont toutefois pas des utilisateurs réguliers du SMT/OMM, mais même compte tenu de cela, des procédures de retransmission très efficaces devront être mises au point si ces circuits ne sont pas améliorés.

Les CIDE ne communiquaient pas entre eux dans la mesure proposée dans le CD/448, et cela a beaucoup contribué à créer la plupart des problèmes rencontrés.

Même après que l'on a utilisé des procédures de retransmission, des différences dans les messages de données de niveau I reçus ont subsisté entre les CIDE. Ces différences dans les données de niveaux I reçues ont à leur tour entraîné des différences dans l'analyse des données et les listes d'événements résultantes.

Des différences dans les données de niveau I disponibles aux CIDE ont aussi résulté de différences dans les critères d'acceptation pour la participation à l'Essai technique. Des données de niveau I communiquées par certains pays et stations qui avaient accepté de participer à l'Essai n'ont pas été utilisées par tous les CIDE. Une des raisons en a été l'annonce très tardive de la participation de certains pays.

Environ 30 % des messages reçus étaient des doubles. Cette proportion a varié entre 0 % (pas de reproduction) et 50 % (reproduction de la moitié de tous les messages) dans un cas extrême, le même message est arrivé 24 fois. L'élimination de ces doubles a ajouté à la charge de travail et à la complexité globales.

Environ 4 à 5 % des messages de données de niveau I reçus contenaient des données déformées ou d'autres erreurs de transmission apparentes. La correction de ces données ou la demande de retransmission, a présenté quelques difficultés.

Les procédures de numérotation des messages de niveau I étaient inadéquates et ont été source de confusion. Il n'existait pas de moyens de savoir à priori le nombre de messages transmis par les participants à l'Essai technique. Il fallait donc beaucoup de monde pour suivre le trafic sur le SMT/OMM afin de déterminer les messages manquants. L'affectation de nouveaux numéros de message aux messages retransmis a grandement compliqué la tâche. Ces messages auraient pu être traités plus facilement s'ils avaient été retransmis sous le numéro original et identifiés comme une retransmission de données.

Plus de la moitié des données de niveau I qui ne sont pas arrivées à la première transmission et qui ont été demandées une deuxième fois sont arrivées trop tard pour être incorporées dans le calcul des événements. Par exemple, pendant la période de l'Essai, le nombre de ces messages non incorporés, au CIDE de Stockholm, a atteint 64, c'est-à-dire 58 % du nombre de retransmissions demandées et reçues. Le délai moyen au CIDE était d'environ quatre jours et dans les installations nationales temporaires d'environ deux jours. Une procédure plus rapide devra être mise au point pour satisfaire aux calendriers préconisés dans le CD/448.

Chaque CIDE envoyait indépendamment des demandes de retransmission aux installations nationales temporaires à raison d'une tous les cinq jours environ. Cette procédure s'est révélée trop rare et irrégulière pour récupérer les données perdues à temps pour préparer les bulletins finals d'événements. Pratiquement aucune des demandes de retransmission n'a été reçue sur les circuits à faible rendement du SMT/OMM décrits au chapitre 6. Environ 13 % des demandes de retransmission envoyées aux installations nationales temporaires sur les bons circuits du SMT/OMM (chapitre 6) n'ont jamais reçu de réponse.

Si les CIDE avaient coordonné leurs demandes de retransmission et suivi un calendrier strict pour envoyer ces demandes aux installations nationales temporaires, la probabilité de récupérer les données de niveau I perdues aurait été accrue et le délai de réception des données perdues aurait peut-être été écourté.

7.4 Archivage des données de niveau I dans les CIDE

Chaque CIDE a mis au point une procédure pour stocker et retrouver les données de niveau I reçues dans son installation et les bulletins tirés de l'analyse de ces données. Les instructions de l'Essai technique ne précisaient pas la façon de procéder, et chaque CIDE a mis au point indépendamment ses propres procédures. Une discussion des procédures suivies dans chaque CIDE figure à l'appendice 7.

7.5 Procédures d'analyse des données

L'analyse des données de niveau I reçues aux CIDE pendant l'Essai technique a surtout consisté à associer les signaux communiqués afin de localiser les épencentres des perturbations sismiques, et à établir des listes d'événements. Une liste d'événements indique l'heure origine, l'emplacement, la profondeur et la magnitude de chaque événement sismique.

- Listes préliminaires d'événements (LPE)

Une LPE est une énumération d'événements sismiques donnant l'heure origine, les coordonnées géographiques et la magnitude de chaque événement qui a pu être repéré un jour déterminé. Chaque CIDE a calculé une liste pour chaque jour de l'Essai technique.

- Bulletins finals d'événements (BFE)

Ces bulletins étaient des listes révisées d'événements basées sur un échantillon de données un peu plus vaste. Ces listes s'appuyaient sur les données accumulées dans chaque CIDE jusqu'à 12 jours après le jour des données.

- Bulletins finals d'événements détaillés

Ces bulletins contenaient la liste finale d'événements et des informations complètes sur tous les événements définis et les données de niveau I correspondantes. Ils ont été établis sur une base hebdomadaire par le CIDE de Stockholm et le CIDE de Washington.

- Bulletins de reconciliation (REC)

Pendant les deux dernières semaines de l'Essai technique, les trois CIDE ont fait un effort pour accorder ("reconcilier") les LPE produites par chacun des centres et pour produire un bulletin final d'événements aussi uniforme que possible.

7.5.1 Etablissement des LPE et des BFE dans chaque CIDE

L'établissement des LPE et des BFE supposait d'abord l'extraction, dans les archives de données des CIDE, des messages pertinents passés sur le SMT/OMM. Deuxièmement, les messages de données de niveau I étaient décodés

et les paramètres préparés dans un format convenant au programme d'ordinateur qui assurait l'association et la localisation automatiques des événements. Ce processus est appelé "analyse syntaxique", et des algorithmes d'ordinateur étaient utilisés dans les CIDE pour faire une analyse syntaxique automatique des messages de données de niveau I. Les algorithmes d'analyse syntaxique ont été développés indépendamment dans les trois CIDE.

Un programme d'ordinateur avait été mis au point et distribué avant l'Essai technique pour le calcul automatique des LPE et des BFE (CD/534). Ce programme a été utilisé dans les CIDE de Stockholm et de Washington. Il suit étroitement les principes d'association et de localisation proposés dans le CD/43 et le CD/448. Outre les données d'entrée de niveau I, ce programme exige la spécification d'un ensemble de paramètres de calcul et de valeurs numériques pour les stations sismologiques, en particulier les coordonnées de la station et les statistiques de bruit. Les valeurs numériques du bruit utilisées par Stockholm et Washington sont énumérées à l'appendice 7. Les valeurs de calcul retenues par Washington minimisaient l'effet de la procédure de contrôle de la cohérence des amplitudes, car on savait que les valeurs de bruit disponibles au début de l'Essai n'étaient qu'approximatives pour beaucoup de stations. Outre qu'il fournit la localisation et la profondeur des événements, le programme d'ordinateur estime les magnitudes déduites des ondes de volume et des ondes de surface. L'algorithme utilisé à Washington était toutefois limité à l'estimation de la magnitude déduite des ondes de volume. Au CIDE de Stockholm, les informations de stations complexes n'ont pas été utilisées dans tous les cas pour la détermination des événements.

Au CIDE de Moscou, un programme d'ordinateur opérant sur la base de données d'entrée produisait une liste de tous les temps d'arrivée des ondes P dans l'ordre chronologique. Un analyste triait alors les ondes P en groupes présumés se rapporter à un événement. La détermination des paramètres des événements était faite au moyen du programme d'ordinateur EPI-74, qui est couramment utilisé par le Centre d'information sismique d'Obninsk (les détails des algorithmes sont donnés à l'appendice 7). Les stations dont les résidus de temps sont trop grands sont automatiquement rejetées. Si le programme ne peut trouver un épicentre, l'analyste soit corrige le groupement des ondes P, soit conclut que l'événement ne peut être défini. Comparé aux algorithmes utilisés par Stockholm et Washington, l'EPI 74 exige un plus grand nombre de stations communiquant des données pour produire une solution stable. Ce programme détermine fiablement les coordonnées de l'épicentre si le nombre des stations est supérieur à 8 ou 10.

Les résultats du traitement automatique exécuté pour définir et localiser les événements sismiques ont été revus par un sismologue dans chaque CIDE avant d'être acceptés.

7.5.2 Degré d'automatisation et d'intervention manuelle dans chaque CIDE

Les différentes étapes de l'analyse des données dans les CIDE supposent un traitement automatique ainsi qu'une intervention manuelle. Cette dernière peut comprendre ou non un jugement subjectif et une évaluation. Le lancement d'une tâche sur ordinateur et l'édition des fichiers de données appartiennent à la deuxième catégorie, tandis que l'analyse sismologique du résultat du

programme d'association automatique des phases implique des jugements subjectifs, qui peuvent être une source de divergences entre les bulletins d'événements des CIDE.

Une discussion du degré d'automatisation utilisé dans la réception des messages de données aux CIDE figure à la section 7.2. Dès lors que les messages de niveau I étaient dans les CIDE, il fallait extraire les données sismologiques pertinentes. Des codes informatiques automatiques ont été mis au point et installés dans les CIDE pour effectuer cette extraction. Ces méthodes de tri automatisé permettaient de traiter environ 90 % de tous les messages entrants aux CIDE de Stockholm et de Washington. Mais pour les 10 % restants, une intervention manuelle étendue était nécessaire pour corriger la sortie des codes. Ce besoin d'intervention manuelle est surtout apparu lorsque les messages de données n'étaient pas écrits dans les règles.

Une fois les messages entrants triés et les données extraites, les paramètres étaient automatiquement ajoutés à une base de données générales utilisée pour l'analyse des données et l'établissement des bulletins.

Le calcul des bulletins d'événements, qu'il s'agisse des LPE ou des BFE, était exécuté pratiquement sans intervention manuelle. Les bulletins d'événements calculés étaient examinés par un analyste qui acceptait ou rejetait les événements sismiques définis automatiquement. L'analyste portait aussi à la main des commentaires dans la LPE avant distribution.

Pour préparer l'Essai technique, un gros travail, plus précisément beaucoup d'années/hommes, ont été nécessaires afin de mettre en place les installations expérimentales chargées d'accomplir les tâches requises. Chaque CIDE utilisait abondamment des ressources informatiques et du matériel de communications. Pendant l'Essai, la mise à jour et la modification des procédures et des programmes d'ordinateurs ont aussi pris un temps considérable dans chaque CIDE.

7.6. Analyse des données pendant l'essai technique

Chacun des CIDE a appliqué de son mieux les procédures d'analyse des données recommandées par le Groupe spécial dans le CD/448. On examine dans la présente section comment ces procédures, telles qu'elles ont été essayées, ont fonctionné et quels problèmes ont été rencontrés.

7.6.1. Critères utilisés pour accepter ou rejeter des événements

La plupart des événements définis automatiquement par le programme d'association automatique étaient acceptés pendant l'examen par l'analyste. Comme on l'a dit plus haut, les performances du programme d'association et de localisation automatiques des événements ont été limitées par le fait que l'on ne disposait pour l'Essai technique que de valeurs de bruit de station et de seuils de détection provisoires.

Le tableau 7.2 récapitule les événements automatiquement calculés et la proportion acceptée après examen par un sismologue pendant la phase principale de l'Essai (27 octobre-14 décembre). On voit que les procédures automatiques ont très bien fonctionné au CIDE de Moscou, mais que sensiblement moins d'événements ont été définis. Aux CIDE de Stockholm et de Washington, les algorithmes d'ordinateur ont défini davantage d'événements par jour, mais deux

ou trois événements étaient rejetés chaque jour dans le processus d'examen des LPE. Un plus petit nombre d'événements ont été rejetés dans les calculs des BFE. Les différences apparues dans le nombre d'événements produits par les CIDE sont discutées ci-après.

Tableau 7.2

EVENEMENTS ACCEPTES ET REJETES DES LPE DES CIDE			
CIDE	Total	Rejetés	Acceptés

Moscou	328	4	99 %
Stockholm	891	151	83 %
Washington	821	154	81 %

Les procédures de l'Essai technique ne spécifiaient aucun critère pour rejeter des événements. Malgré cela, les CIDE ont été généralement d'accord sur les événements à rejeter. Les événements rejetés se rangeaient d'ordinaire dans l'une des catégories suivantes :

- les observations définissantes s'appliquaient à plus d'un événement selon le programme d'ordinateur ("événement multiple")
- l'analyste concluait que les observations définissantes s'appliquaient à un autre événement, même si le programme d'ordinateur ne l'indiquait pas ("événement scindé")
- des discordances étaient constatées entre les caractéristiques de signal communiquées et celles qu'impliquait l'association automatique
- mauvaise couverture des stations en azimut et en distance

Des exemples d'événements rejetés sont discutés à l'appendice 7, où l'on propose aussi quelques critères pour rejeter des événements définis automatiquement.

Les critères utilisés pour définir les événements aux CIDE de Stockholm et de Washington découlaient des critères spécifiés dans le CD/43 et le CD/448 et étaient conformes à l'indication générale donnée dans ces documents que l'analyse des données devait être "exécutée de façon à maximiser la probabilité de définir de nouveaux événements". Outre les différences dans la disponibilité des données entre les CIDE, la principale raison des grandes différences constatées dans le nombre d'événements définis est que les critères utilisés pour définir les événements différaient d'un CIDE à l'autre. La question de savoir dans quelle mesure les événements définis par le programme automatique courant à partir d'un petit nombre de stations correspondent à des hypocentres réels, et aussi celle de la précision des déterminations de l'hypocentre, doivent être étudiées de près.

7.6.2 Utilisation des commentaires des stations

Les "remarques qualitatives" fournies par les stations, qui caractérisaient les signaux observés par gamme de distances (par exemple LA, R, TA) ont été jugées utiles pour identifier et rejeter des épïcêtres parasites produits par le processus d'association automatique. Elles étaient bien définies et se prêtaient à une analyse sur ordinateur. D'autres commentaires ne pouvaient pas être interprétés automatiquement, et donc n'ont pas souvent été utilisés.

7.6.3 Comparaison des LPE et des BFE

La différence dans le nombre de stations disponibles pour des calculs de LPE et de BFE s'est progressivement réduite pendant l'Essai, tombant d'une quinzaine pendant les deux premières semaines de préparation à environ cinq ou moins pendant les deux dernières semaines. Par exemple, une comparaison du contenu des LPE et des BFE pendant les deux dernières semaines de l'Essai, c'est-à-dire du 1er décembre au 14, montre qu'environ 52 % des événements des BFE apparaissaient avec un hypocentre et une estimation de la magnitude identiques dans les LPE. Environ 75 % des événements des BFE apparaissaient dans les LPE avec des différences de localisation faibles ou nulles (moins de 100 km). Au total, environ 85 % des événements des BFE apparaissaient aussi dans les LPE. En d'autres termes, environ 15 % des événements des BFE étaient "nouveaux" et n'étaient pas définis dans les LPE.

En outre, un certain nombre d'événements (1,5 par jour) en moyenne signalés dans les LPE n'apparaissaient pas dans les BFE, c'est-à-dire qu'ils étaient rejetés dans l'examen final des BFE. La moyenne quotidienne des événements décrits dans les BFE pour cette période de l'Essai a été de 15,5.

7.6.4 Comparaison des bulletins entre les CIDE

Chaque CIDE produisait et distribuait des BFE pour chaque jour de l'Essai technique. La phase préparatoire, du 15 au 26 octobre, n'a pas été utilisée aux fins de comparaison. Pendant les 49 jours restants de l'Essai technique, un total de 953 événements sismiques distincts ont été définis et localisés par les CIDE. Le nombre total d'événements sismiques signalés a varié entre 6 et 34 par jour, avec une moyenne de 18,7 événements par jour. On trouvera à la figure 7.1 une carte du monde où sont marqués les emplacements de ces événements.

Il y a eu toutefois des différences entre les BFE des CIDE. Ces différences sont principalement attribuables à des différences dans les données de niveau I émanant des pays communiquant des données, et dans les critères d'acceptation des événements discutés plus haut. Non seulement les CIDE recevaient des données de niveau I différentes sur le SMT/OMM, mais encore les données communiquées par certaines stations n'ont pas été utilisées dans tous les CIDE. Les différences constatées dans les BFE d'un CIDE à l'autre sont aussi, jusqu'à un certain point, dues à des différences dans les procédures utilisées. On trouvera aux tableaux 7.3 une comparaison des événements définis par les CIDE ; au tableau 7.3A pour la phase principale de l'Essai, au tableau 7.3B pour la

période de mise en concordance. Comme on peut le voir sur ces tableaux, le pourcentage d'événements communs pendant les deux semaines de mise en concordance a fortement augmenté. En fait, 90 % ou plus des événements définis par un CIDE se retrouvaient dans au moins un des deux autres CIDE. L'amélioration de la concordance pendant les deux dernières semaines est peut-être due aux harmonisations effectuées entre les CIDE pendant cette période, ainsi qu'à une amélioration générale du fonctionnement des installations nationales et des CIDE.

TABLEAU 7.3A

EVENEMENTS COMMUNS DES BFE DES CIDE POUR
LA PERIODE 27 OCTOBRE - 14 DECEMBRE

CIDE	Nombre d'événements définis	Pourcentage d'événements définis également par		
		Moscou	Stockholm	Washington
Moscou	415	-	87 %	87 %
Stockholm	761	47 %	-	80 %
Washington	757	48 %	80 %	-

TABLEAU 7.3B

EVENEMENTS COMMUNS DES BFE DES CIDE POUR
LA PERIODE 1er DECEMBRE - 14 DECEMBRE

CIDE	Nombre d'événements définis	Pourcentage d'événements définis également par		
		Moscou	Stockholm	Washington
Moscou	154	-	93 %	92 %
Stockholm	208	69 %	-	87 %
Washington	215	66 %	84 %	-

7.6.5 Procédures de réconciliation utilisées pendant l'Essai technique

Les CIDE étaient censés comparer et "réconcilier" leurs résultats des calculs d'événements avant d'envoyer les BFE (CD/534). Cela n'a pu se faire avant les deux dernières semaines de l'Essai, en raison de la charge de travail considérable dans les CIDE. Pendant ces deux semaines, les CIDE distribuaient sur le SMT/OMM un bulletin dit de réconciliation ou REC environ 5 jours après que la LPE avait été calculée. Les commentaires sur les événements rejetés étaient entrés dans le système en même temps que

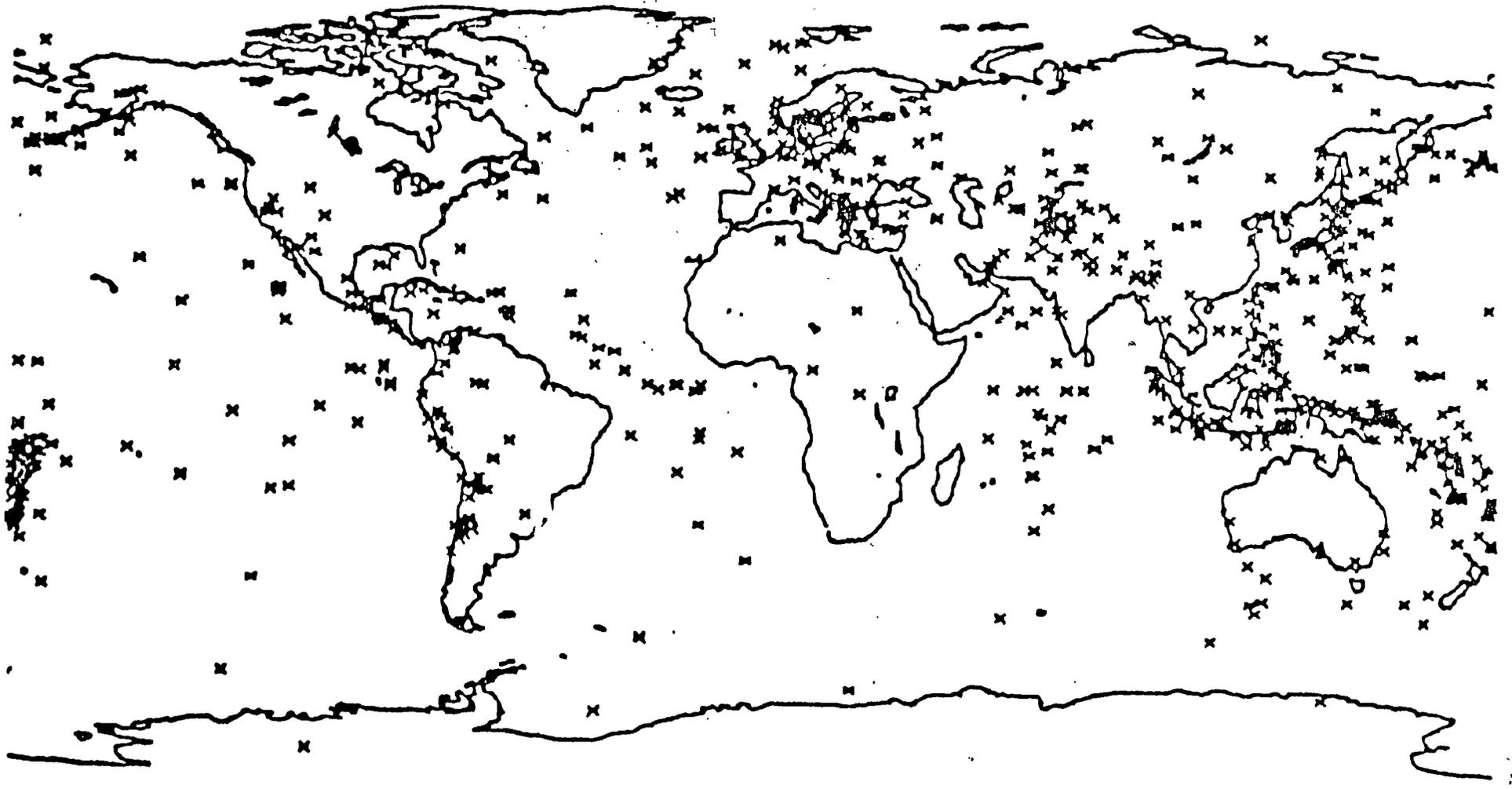


Figure 7.1 Evénements définis par au moins un CIDE .

des explications possibles de différences dans la localisation des événements, par exemple quand un ensemble de stations différent des autres CIDE était utilisé. Cela pouvait se produire, car les données d'entrée n'étaient pas habituellement identiques dans les CIDE. Dans certains cas, des événements définis et acceptés dans les REC ont été changés ou modifiés après comparaison avec les REC des autres CIDE. Si le temps le permettait, il était procédé à une seconde itération du processus de réconciliation pour préparer et distribuer un REC révisé.

En conclusion, les procédures de réconciliation n'ont pas été testées de la manière initialement prévue. En outre, le temps a manqué pour mettre au point entre les CIDE un bulletin final d'événements commun, ce qui limite les conclusions que l'on pourrait tirer des procédures de réconciliation testées sur le système du GES. Les procédures ont toutefois prouvé l'intérêt de la réconciliation des bulletins. Des améliorations et des modifications ont été apportées à la suite des REC révisés. Comme on l'a dit plus haut, des comparaisons des BFE entre les CIDE pendant tout l'Essai technique montrent aussi que c'est pendant les deux semaines de réconciliation que les résultats ont eu le plus de cohérence.

Les exemples ci-dessus illustrent l'intérêt du partage des bases de données au moyen de communications entre les centres de données. L'appendice 7E indique les intervalles de données reçues de chaque station après examen des données aux CIDE de Moscou, Stockholm et Washington. S'il y avait eu une communication entre les centres de données, davantage de données de niveau I auraient été disponibles pour des calculs et les demandes de retransmission en double auraient été complètement éliminées.

7.6.6 Discussion des déterminations de profondeur, des magnitudes, et des signaux non associés

Parmi les fonctions majeures du système du GES décrit dans le CCD/558, le CD/43 et le CD/448, il y a : 1) définir et localiser les événements sismiques, 2) estimer la profondeur du foyer, et 3) compiler les paramètres d'identification. La détermination de la profondeur sera un paramètre important à fournir par les CID pour l'identification des événements. Il est donc important que les procédures proposées par le Groupe assurent aussi précisément que possible la détermination de la profondeur.

Quand on analyse les BFE produits par les CIDE pendant l'Essai technique, il faut se rappeler que l'Essai ne visait pas à évaluer la précision de la détermination des paramètres de l'hypocentre, car la répartition des stations de l'Essai n'a pas été choisie à cette fin. Mais cela n'a pas empêché d'obtenir pendant l'Essai des résultats méthodologiques extrêmement précieux.

La précision des paramètres du foyer a été considérablement améliorée par l'emploi des procédures de réconciliation des BFE dans les trois CIDE. Mais même après la réconciliation, environ 10 % des événements étaient entachés d'une large incertitude quant à l'épicentre. Pratiquement tous ces événements étaient de faible magnitude et étaient signalés par un petit nombre de stations. L'erreur dans la détermination de la profondeur du foyer dépendait aussi dans une grande mesure de la magnitude de l'événement et du nombre de stations ainsi que des distances d'enregistrement de l'épicentre. Comme pendant l'Essai un nombre considérable d'événements ont été enregistrés par

quatre à huit stations (voir tableau 7.4), le nombre d'événements pour lesquels l'erreur de détermination de la profondeur dépassait la profondeur estimée elle-même a atteint 75 %. On peut augmenter la précision des estimations de la profondeur du foyer en disposant d'un plus grand nombre de stations dans le système mondial et en augmentant leur sensibilité. Un autre moyen d'accroître la précision des estimations de la profondeur est lié à l'utilisation des phases de profondeur.

La figure 7.2 établit une comparaison entre des événements définis avec et sans phases de profondeur. Comme on le voit bien, les phases de profondeur ont donné des déterminations précises de la profondeur, tandis que les événements définis sans phases de profondeur étaient entachés d'une grande incertitude quant à la profondeur. Il est probablement possible d'augmenter beaucoup la précision de la profondeur pour ces derniers événements en appliquant aux courbes de temps de trajet des corrections de station région par région. Il faudrait aussi découvrir des méthodes permettant de trouver davantage de phases de profondeur pour tirer tout le parti possible de la profondeur comme discriminant.

La qualité des BFE est déterminée à la fois par les procédures et par les données disponibles. Les données disponibles sont surtout déterminées par le nombre de stations, leur distribution géographique, et leurs caractéristiques de bruit et de détection. Des données insuffisantes ne peuvent pas toujours être compensées par une amélioration des procédures. Les déficiences des déterminations d'événements et des estimations des BFE signalées plus haut tiennent surtout à l'insuffisance des données fournies aux CIDE.

L'un des paramètres importants applicables à l'identification des événements sismiques est la magnitude déduite des ondes de surface, M_S . Jointe à la magnitude déduite des ondes de volume m_p , elle permet souvent de distinguer les tremblements de terre des explosions. La méthode est habituellement limitée par la détectabilité des ondes de Rayleigh sur lesquelles s'appuie la détermination de M_S .

Tableau 7.4

Distribution du nombre d'événements détectés selon le nombre de stations dont les données ont été utilisées pour les estimations de l'épicentre

Nombre de stations	CIDE	MOSCOU	STOCKHOLM	WASHINGTON
2		-	-	1
3		-	8	36
4		56	187	167
5		64	185	155
6		47	112	98
7		53	81	64
8		40	63	52
9		34	52	45
10		17	33	44
11		24	35	27
12		20	20	29
13		22	23	16
14		14	20	18
15		12	12	19
16		12	11	15
17		14	13	7
18		13	14	10
19		3	8	10
20		5	3	4
21		9	11	13
22		2	4	13
23		3	5	6
24		5	5	6
25		2	8	1
26		3	1	5
27		4	2	5
28		3	7	3
29		-	-	4
30		2	4	4
31		1	4	3
32		-	-	2
33		1	4	5
34		1	2	2
35		-	2	2
36		-	2	-
37		1	1	1
38		-	-	2
42		-	-	1
TOTAL		497	943	895

Incertainitude dans
l'estimation de
la profondeur

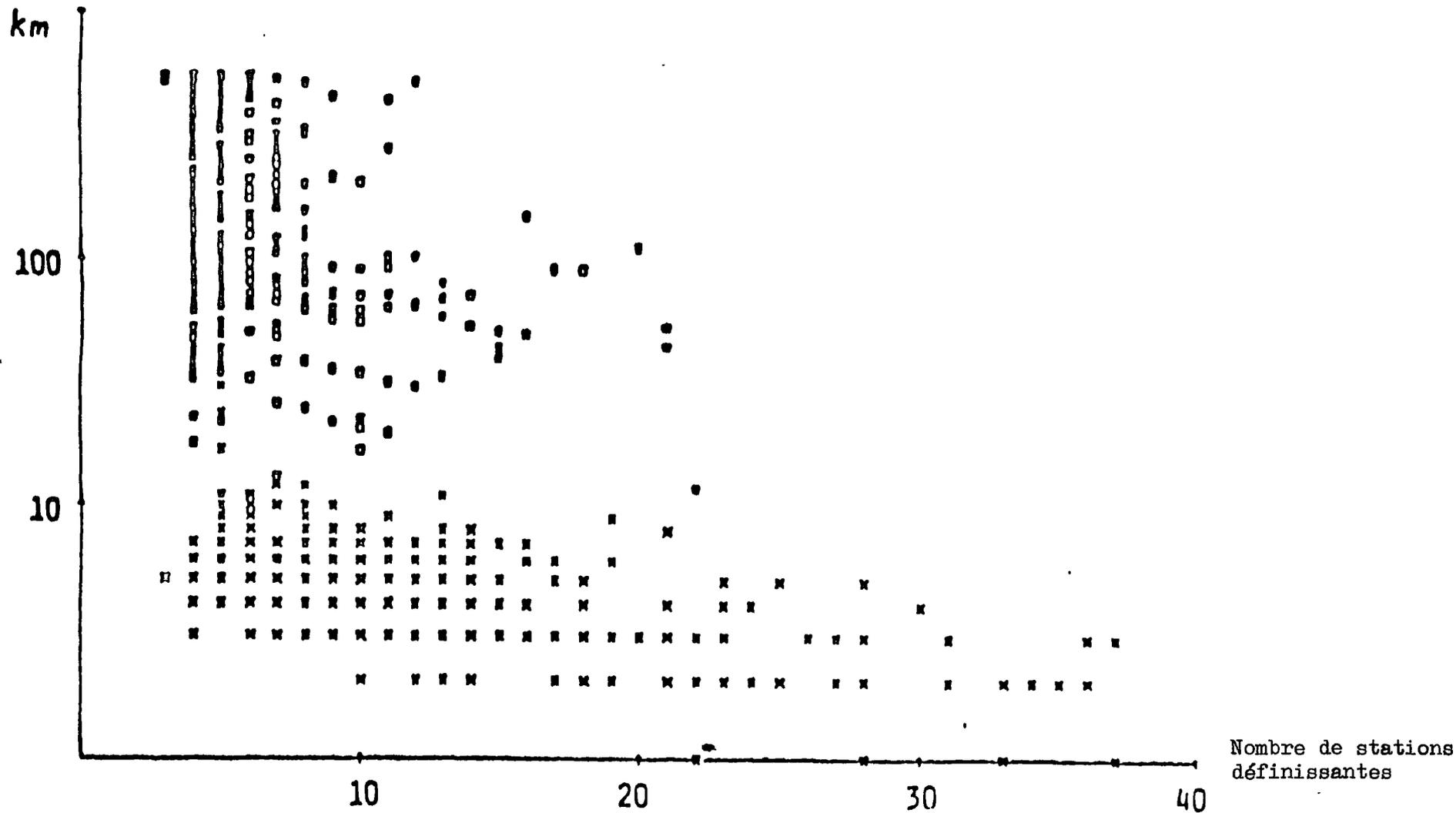


Figure 7.2 Incertainitude dans l'estimation de la profondeur des événements définis par le CIDE de Stockholm. Les croix et les carrés désignent des estimations faites respectivement avec et sans phases de profondeur.

Les CIDE ont rencontré des problèmes pour calculer les magnitudes déduites des ondes de surface à partir des données de niveau I communiquées, même pour les événements importants, en partie à cause des problèmes posés par l'utilisation des procédures d'association automatique des phases. Seule une analyse incomplète de ces données a été fournie aux participants pendant l'Essai. La figure 7.3 indique le nombre relatif d'événements pour lesquels le CIDE de Stockholm a obtenu à la fois M_S et m_b pendant l'Essai. On voit que ce paramètre d'événement n'a pu s'appliquer qu'à 20 % ou moins des événements supérieurs à $m_b=4,5$. Il est à noter qu'aucune conclusion ne peut être tirée en ce qui concerne les magnitudes des seuils de détection pendant l'Essai, car la distribution des stations n'était pas optimale, et tel n'était pas l'objet de l'Essai.

Environ la moitié des signaux communiqués dans les messages de niveau I par les stations n'ont pu être associés à des signaux communiqués par d'autres stations. Cette question exige un complément d'étude.

7.6.7 Description des difficultés rencontrées

De gros volumes de données de niveau I ne sont pas arrivés aux CIDE sous la forme spécifiée. Près de la moitié des messages reçus dans les CIDE contenaient une irrégularité ou une autre et exigeaient des heures d'intervention humaine pour préparer les données à un traitement automatique. Ces problèmes ont été surtout causés par une observation insuffisamment stricte des procédures établies, ou par des ambiguïtés dans les procédures prescrites.

Les valeurs de bruit et les seuils de détection provisoires des stations, tels qu'ils figuraient dans les instructions de l'Essai technique, n'étaient pas précis. Les performances du programme informatique d'association et de localisation automatiques des événements sismiques s'en sont trouvées limitées, car ce programme utilise une procédure de contrôle de la cohérence des amplitudes qui est censée minimiser l'intervention manuelle de l'analyste. Toutefois, les données de niveau I sur les conditions de bruit, le bruit et la détection pendant l'Essai pourront faciliter l'évaluation méthodologique de ces programmes.

La présentation et le format des listes d'événements étaient pour l'essentiel identiques dans les trois CIDE. Il y avait cependant des différences mineures. Les stations communiquant des signaux définissants et associés étaient indiquées de façon légèrement différente dans les LPE/REC. Le CIDE de Washington énumérait les stations communiquant des observations associées ainsi que des observations définissantes afin d'indiquer aussi complètement que possible les stations utilisées pour préparer les listes d'événements. Il y a eu aussi des différences mineures dans la présentation et le format des listes d'événements et dans la précision avec laquelle les solutions d'événements étaient données. Un format et un contenu identiques simplifient et facilitent la comparaison et le traitement des données. Comme des différences dans les données d'entrée semblent provoquer des différences dans les bulletins des CIDE, il pourrait être utile d'inclure des stations à la fois définissantes et associées dans les LPE et les bulletins REC en indiquant si le signal d'une station est définissant ou associé. Il pourrait même être utile d'inclure une liste des numéros des messages qui ont été utilisés pour préparer les données d'entrée.

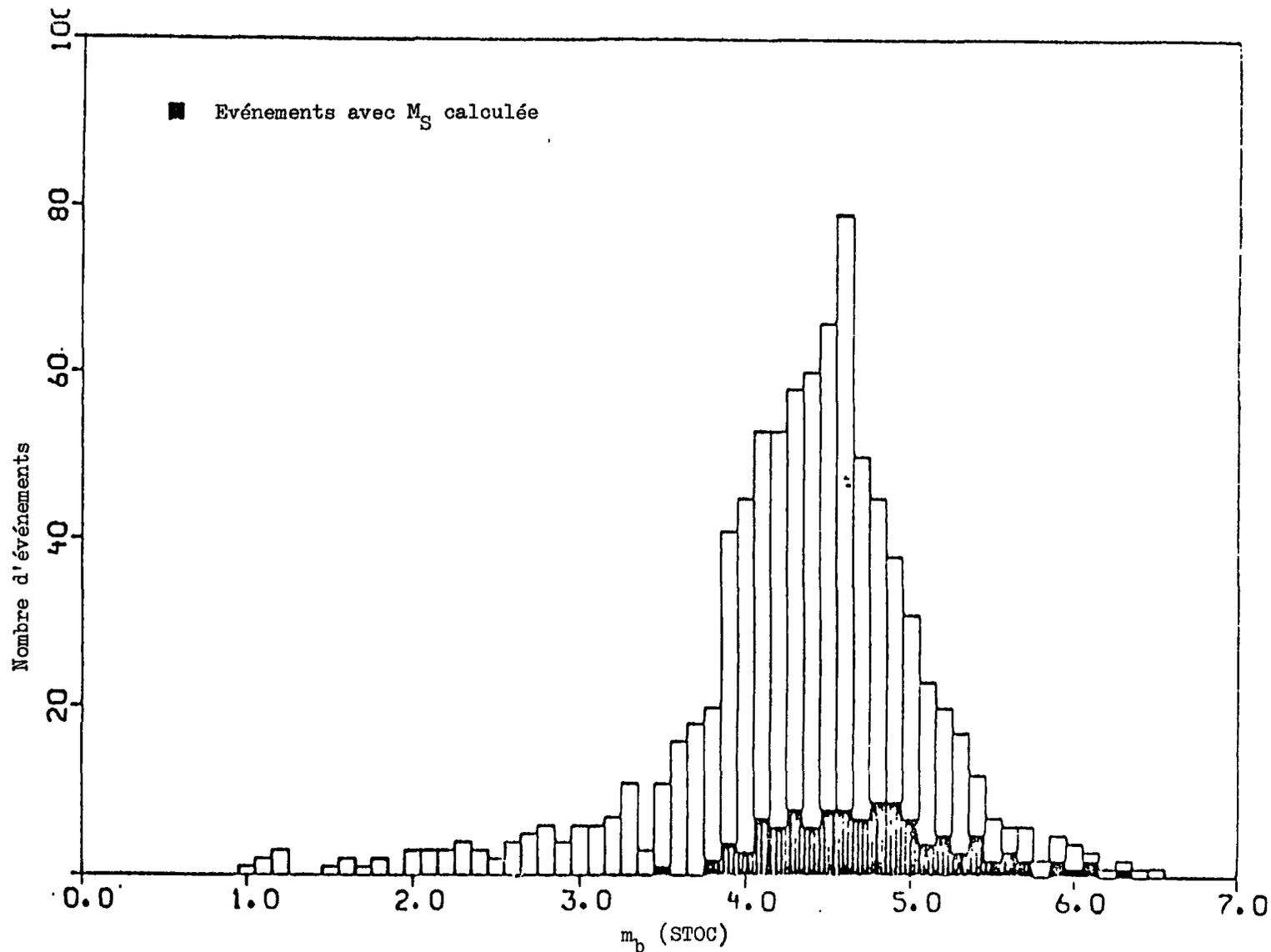


Figure 7.3 Distribution des magnitudes déduites des ondes de volume m_b (STOC) pour les événements définis par le CIDE de Stockholm. La zone hachurée indique les événements pour lesquels les magnitudes déduites des ondes de surface ont été calculées.

Cette figure est basée sur les données reçues et traitées comme décrit dans le texte pendant l'Essai technique, et ne reflète pas la véritable activité sismique globale.

Les formats utilisés par les CIDE pour établir le Bulletin final d'événements détaillé étaient différents. Seul le CIDE de Stockholm fournissait des informations nécessaires aux participants pour évaluer leur propre contribution en données de niveau I et celles des autres et voir comment elles s'accordent avec les événements définis et localisés par les CIDE. Un format plus lisible et plus uniforme est recommandé. Les choses seraient facilitées si l'on révisait le format de façon à inclure des listages de tous les paramètres communiqués, soit quand un signal communiqué par une station a été localisé et inclus dans le BFE, soit quand le signal n'est pas associé avec l'un des événements localisés par le CIDE.

7.7 Conclusions

L'exploitation des trois centres internationaux de données expérimentaux a représenté une vaste entreprise. Cet effort a produit quantité de données précieuses et permis d'acquérir une expérience qui n'existait pas auparavant. A divers égards, on peut dire que les procédures des CIDE ont mieux subi l'épreuve de l'Essai technique que l'on n'aurait pu le prévoir, cependant, un certain nombre de défauts et d'insuffisances ont aussi été découverts.

L'Essai technique n'a été qu'un test limité de l'exploitation des centres internationaux de données, car :

- Toutes les procédures n'ont pas été testées
- Les principes et algorithmes d'analyse des données n'étaient pas normalisés dans chacun des CIDE et
- Il n'était pas prévu de communications directes entre les CIDE.

L'Essai technique peut être considéré comme pleinement réussi en ce sens que beaucoup des procédures proposées pour le traitement des données de niveau I se sont révélées exploitables et pratiques. Le fonctionnement des CIDE s'est amélioré pendant l'Essai technique à mesure que certains problèmes étaient notés et corrigés. Cela démontre clairement la nécessité d'essais techniques et pratiques supplémentaires du système envisagé d'échange international de données sismiques.

7.7.1 Conclusions et bilan du fonctionnement du SMT/OMM

La quantité de données reçues, traitées et diffusées par les CIDE était très grande. Le traitement et l'analyse des données devaient se faire selon un calendrier qui exigeait que les CIDE fonctionnent avec un degré élevé d'automatisation. Les procédures automatisées de traitement des messages de données tirés des canaux de communication du SMT/OMM ont bien fonctionné.

En raison des difficultés rencontrées pour recevoir les données de certaines régions du monde, notamment l'Amérique du Sud, l'Afrique et la région du Pacifique, environ un quart des données émises par les stations participantes n'ont atteint aucun CIDE. Ce chiffre tient compte des données supplémentaires reçues par voie de retransmission. La proportion de données reçues du réseau de stations de l'Essai technique a été inférieure à 75 % au moment où les bulletins d'événements étaient préparés.

Les procédures établies pour le format des messages de niveau I n'ont pas été respectées de façon suffisamment stricte, et cela a causé des problèmes pour le traitement automatisé des données.

Les procédures de numérotation des messages de niveau I étaient inadéquates, en particulier pour les messages qui devaient être retransmis. Des difficultés supplémentaires sont apparues lorsque les CIDE et les installations nationales se sont écartés du système de numérotation prescrit.

L'Essai technique a fourni pour la première fois l'occasion de tester les procédures de retransmission proposées. L'emploi de ces procédures a amélioré l'efficacité globale de la transmission des données de niveau I jusqu'aux CIDE. Mais ces procédures doivent être améliorées, en tenant compte de l'expérience acquise au cours de l'Essai.

Les procédures de retransmission des données étaient trop lentes pour recueillir les données à temps pour pouvoir les inclure dans l'analyse des bulletins d'événements selon le calendrier adopté. Comme le calendrier adopté pour l'Essai technique est sensiblement plus lent que celui prévu dans le CD/448, des soumissions plus rapides des données de niveau I et d'autres améliorations des procédures sont impératives.

Pendant l'essai technique, la liaison assurée entre les CIDE par les canaux du SMT/OMM n'a pas été pleinement utilisée. La réconciliation des bulletins finals d'événements n'a été effectuée que pendant les deux dernières semaines de l'Essai. Les procédures envisagées dans les CIDE pour échanger des relevés de messages et les messages eux-mêmes n'ont pu être testées. Toutes ces insuffisances ont eu pour conséquence que, pendant l'Essai technique, les trois CIDE n'avaient pas une base de données commune, et il y a donc eu des discordances dans leurs bulletins finals d'événements.

Les systèmes d'archivage des données dans les CIDE ont bien fonctionné.

L'Essai technique a donné aux CIDE une excellente occasion d'établir des relations de travail plus étroites avec les installations locales du SMT/OMM.

7.7.2 Conclusions sur les procédures d'analyse des données

Dans les rapports précédents, le Groupe d'experts scientifiques a recommandé que les CID emploient des procédures d'analyse des données qui maximisent la probabilité de définir de nouveaux événements. Des procédures et des règles détaillées ont été indiquées dans le CD/448 et incorporées dans les instructions pour l'Essai technique. Un algorithme informatique pour appliquer ces instructions a été distribué à tous les CIDE avant l'Essai technique. Néanmoins, il y a eu d'importantes différences dans les procédures d'analyse utilisées par les trois CIDE.

Les algorithmes utilisés pour déterminer l'emplacement et la magnitude des événements définis n'étaient pas les mêmes dans les trois CIDE. Une autre raison des différences constatées dans le contenu et le volume des bulletins a été que les messages de données n'ont pas atteint tous les CIDE de la même manière.

Chaque CIDE utilisait une méthode automatisée de définition et de localisation des événements, et examinait manuellement les résultats. Un grand nombre de solutions générées automatiquement étaient rejetées par le sismologue chargé de l'examen. Toutefois, les critères utilisés pour accepter ou rejeter les événements n'ont pas été bien définis dans les rapports précédents du GES.

Pendant les deux dernières semaines de l'Essai technique, un effort spécial a été fait pour comparer et accorder les résultats des listes préliminaires d'événements avant de transmettre les bulletins finals. L'échange opérationnel d'informations pendant cette période a permis d'identifier et d'éliminer certaines erreurs et d'ajouter des événements qui manquaient dans l'un ou l'autre des CIDE. La qualité globale des bulletins produits par chacun des CIDE a été améliorée et les différences entre les bulletins ont été réduites. Cette réconciliation a montré la nécessité d'une coordination régulière entre les CIDE sur l'archivage et l'analyse des données.

Il a été noté une incertitude sur l'emplacement et des erreurs majeures dans la détermination de la profondeur d'événements faibles signalés dans un petit nombre de stations. L'expérience de l'Essai technique confirme le fait bien connu que la précision des estimations de la profondeur du foyer d'événements sismiques peut être accrue par le recours aux calculs de phases de profondeur. Les magnitudes déduites des ondes de surface n'ont été calculées que pour une petite proportion d'événements sismiques localisés, et cela nécessite un complément d'étude.

Les CIDE n'ont pas établi et fourni aux participants de résumés de l'intégralité des paramètres d'identification des événements.

7.7.3 Conclusions spécifiques

Outre les remarques générales faites ci-dessus, l'expérience acquise pendant l'Essai technique indique un certain nombre de points précis qu'il faudrait étudier et développer.

- a) Les procédures et formats existants pour la numérotation des messages devraient être réexaminés et modifiés.
- b) Des méthodes doivent être mises au point pour assurer un respect plus strict des formats prescrits pour les messages de données de niveau I.
- c) En ce qui concerne les commentaires à fournir par les installations nationales, ceux qui sont utiles pour les fonctions des CID devraient être mieux définis et codifiés de façon à pouvoir être incorporés dans l'analyse automatisée des données par ces centres.
- d) Des méthodes doivent être adoptées pour améliorer les communications entre les centres de données. Il faut développer et tester des procédures pour comparer et mettre en commun régulièrement les archives de données.
- e) Il faudrait mettre au point des procédures pour coordonner les demandes de retransmission entre les CID de façon à minimiser le nombre de demandes et à éliminer les demandes multiples des mêmes données perdues. Des procédures doivent être établies pour remplir la fonction de retransmission dans des délais plus courts.

- f) Les programmes informatiques d'association et de localisation automatiques des événements sismiques doivent être améliorés et rendus opérationnels dans chaque CID. Des essais doivent être effectués pour vérifier que chaque CID peut produire les mêmes résultats analytiques avec les mêmes données de niveau I.
- g) Des critères standard devraient être élaborés et documentés pour accepter et rejeter les événements sismiques dans l'examen manuel des bulletins.
- h) Les méthodes de calcul de la profondeur des événements devraient être améliorées. Cela peut exiger d'améliorer les procédures d'analyse des données dans les installations nationales et dans les CID.
- i) Le format du bulletin final détaillé devrait être changé et une méthode efficace mise au point pour fournir tous les paramètres de niveau I des événements définis.
- j) Il faut adopter des méthodes standard pour calculer la magnitude déduite des ondes de volume et la magnitude déduite des ondes de surface.
- k) Il faudrait améliorer les méthodes servant à traiter les événements locaux et régionaux. Il faudrait mettre au point des méthodes pour fournir les magnitudes et les emplacements approximatifs avec un ensemble réduit de données d'entrée. Les résultats des stations complexes seraient à cet égard utiles.
- l) Il faudrait améliorer les procédures applicables pour fournir les paramètres d'identification des événements à tous les participants.

En raison du volume des données et de la complexité des procédures d'analyse que l'on doit utiliser dans les centres internationaux de données, il faudra encore du temps et des efforts pour tirer parti de l'expérience acquise au cours de l'Essai technique et améliorer les procédures proposées.

CHAPITRE 8

Conclusions et recommandations

Le présent chapitre résume les conclusions et les recommandations que le Groupe spécial a tirées de l'Essai technique. Il faut souligner qu'elles sont basées sur l'Essai lui-même, et qu'on doit donc considérer qu'elles ont un caractère préliminaire et méthodologique.

Globalement, l'Essai technique a été couronné de succès, car il a fourni une riche expérience, qui n'existait pas auparavant, sur de nombreux aspects du fonctionnement pratique d'un système mondial d'échange de données sismiques.

L'Essai technique a démontré que le Système mondial de télécommunications de l'Organisation météorologique mondiale, dans beaucoup de régions du monde, assure en général une transmission rapide et non déformée des données sismiques de niveau I pour le système international proposé d'échange de ces données.

L'Essai technique a montré que la plupart des procédures développées par le Groupe pour collecter, échanger, compiler et analyser des données sismiques de niveau I ont fonctionné en pratique de façon satisfaisante. Mais il a aussi montré que sur certains points, des progrès sont nécessaires.

Les principales conclusions et recommandations relatives aux différents aspects de l'Essai technique sont résumées ci-après.

8.1 Stations sismographiques et installations nationales temporaires participantes

L'Essai technique a bénéficié d'une participation remarquablement large. Mais la répartition géographique des stations sismographiques participantes était loin d'être uniforme. Par suite, toutes les branches du SMT/OMM qui pourraient être employées dans un système mondial n'ont pu être testées, mais la répartition géographique était suffisante pour l'objet méthodologique de l'Essai.

Les types d'équipements et d'installations utilisés étaient fort divers, allant de simples systèmes d'enregistrement analogique avec production manuelle de messages télex, à des stations numériques sophistiquées avec des liaisons de données à grande vitesse interordinateurs entre les stations et les INT. Pour la plupart des pays participants, l'extraction des données et les arrangements pris pour le raccordement au SMT/OMM ont fonctionné de façon satisfaisante, mais certains ont connu d'importants problèmes.

Il est nécessaire qu'un futur système mondial soit équipé de systèmes sismographiques modernes aussi bien situés que possible, capables d'enregistrer en continu les données sous forme numérique, et exploités de façon standardisée. Le Groupe recommande en conséquence que soient élaborées des spécifications techniques normalisées pour le matériel d'un tel système, en tenant compte des derniers progrès techniques réalisés en sismométrie.

Le Groupe conclut aussi qu'il faut améliorer les procédures de gestion et d'analyse des données numériques et établir des liaisons fiables et efficaces entre les installations nationales potentielles autorisées par les gouvernements et les centres nationaux du SMT. Les pays qui désirent utiliser le SMT/OMM pour transmettre des données de niveau I dans le système mondial devront engager un nouvel effort de coopération avec leur centre du SMT pour faire en sorte que ces liaisons soient fiables et efficaces.

8.2 Extraction des données de niveau I

L'Essai technique a fourni pour la première fois l'occasion au Groupe spécial d'acquérir une expérience à grande échelle dans ce domaine. En raison de la diversité des installations et des équipements des stations, des méthodes variées ont été appliquées, depuis la mesure des paramètres à partir d'enregistrements analogiques jusqu'à l'extraction des données automatique ou interactive assistée par ordinateur dans certaines stations équipées de matériel d'enregistrement numérique.

La charge de travail représentée par l'extraction des paramètres à partir d'enregistrements analogiques a été considérable, tandis que les stations équipées d'un matériel et d'un logiciel d'affichage et d'analyse des données numériques trouvaient les procédures d'extraction des données moins pénibles.

Ces installations ont aussi autorisé une extraction plus précise des paramètres, par exemple la mesure du bruit dans la bande du signal par filtrage numérique.

Quelques difficultés ont été rencontrées dans l'extraction de certains paramètres de niveau I. Une des raisons de ces difficultés a été le manque de clarté des instructions touchant la mise en oeuvre de certaines procédures. Une autre raison est que les définitions des paramètres eux-mêmes étaient incomplètes. Ainsi, tandis que les instructions pour la mesure des paramètres de niveau I étaient en général adéquates, une clarification reste nécessaire et dans certains cas les définitions mêmes des paramètres de niveau I devront peut-être être modifiées.

Comme prévu dans les rapports précédents, le grand nombre d'événements locaux, tels que des tirs de carrière répétitifs ou occasionnellement des séries de tremblements de terre, ont imposé à certaines stations une lourde charge de travail supplémentaire. Les instructions pour le traitement de telles situations demandent à être affinées.

Afin d'utiliser pleinement les données provenant des stations sismographiques modernes pour l'extraction des données de niveau I, le traitement informatique interactif et/ou automatique est essentiel. Le Groupe recommande de mettre au point de telles procédures et les algorithmes et programmes d'ordinateur nécessaires.

8.3 Transmission des données par le SMT/OMM

Un échange fiable et précis des données de niveau I entre les pays et les centres internationaux de données, et des bulletins de données entre ces centres et les pays, est une partie très importante d'un système mondial. L'Essai technique a montré qu'il reste des problèmes dans l'utilisation par le Groupe du SMT/OMM à cet égard.

Dans les zones où le SMT comporte des circuits à grande vitesse, les volumes de données pendant l'Essai technique n'ont pas posé de problèmes. En revanche, tant que les circuits existants du SMT/OMM vers l'Afrique et l'Amérique du Sud ne seront pas améliorés et renforcés, il ne semble pas possible d'utiliser ces circuits pour échanger les volumes de données de niveau I nécessaires provenant des stations situées dans ces zones. D'autres méthodes de communication devraient être explorées pour ces régions du globe et pour d'autres régions où l'emploi du SMT/OMM pour la transmission de données de niveau I est impraticable ou sérieusement limitée.

L'Essai technique a fourni pour la première fois l'occasion de tester les procédures de retransmission proposées. L'utilisation de ces procédures a effectivement amélioré l'efficacité globale de la transmission des données de niveau I jusqu'aux CIDE. Mais ces procédures doivent être améliorées en tenant compte de l'expérience acquise au cours de l'Essai technique.

La coordination avec l'OMM s'est révélée essentielle non seulement avant de commencer l'échange de données, mais aussi pendant l'échange. Une coopération étendue avec le SMT/OMM sera nécessaire pour résoudre certains des problèmes majeurs rencontrés pendant l'Essai technique.

Considérant quelques-uns des défauts constatés dans l'utilisation du SMT/OMM, le Groupe recommande d'engager un nouvel effort pour démontrer que des communications fiables peuvent être établies pour la transmission de données de niveau I et de bulletins en utilisant le SMT/OMM entre toutes les régions du monde. Il est recommandé que le Groupe maintienne le contact avec l'OMM afin d'être tenu informé des possibilités d'amélioration du SMT/OMM existant. Un certain nombre de lacunes dans l'emploi du SMT/OMM pourraient être comblées au niveau national.

Il faudra d'autres essais du SMT/OMM pour améliorer la transmission des données de niveau I compte tenu des recommandations formulées dans le présent rapport. Il faudrait mettre particulièrement l'accent sur les circuits qui n'ont pas encore été testés et sur ceux pour lesquels des problèmes importants ont été notés au cours de l'Essai technique.

8.4 Procédures appliquées dans les centres internationaux de données expérimentaux (CIDE)

L'exploitation des trois centres internationaux de données expérimentaux représentait une vaste entreprise. Ces efforts ont produit quantité de données précieuses et une expérience qui n'existait pas auparavant. A plusieurs égards, on peut dire que l'essai des procédures des CIDE pendant l'Essai technique a été plus positif qu'on aurait pu le prévoir, mais plusieurs problèmes ont aussi été rencontrés.

Les procédures automatisées appliquées dans les CIDE pour traiter les messages transmis par les canaux de communication du SMT/OMM ont bien fonctionné. Même si des problèmes ont été causés par un respect insuffisamment strict des formats établis pour les messages de niveau I. Les systèmes d'archivage mis en place dans les CIDE ont pu accueillir de gros volumes de données de niveau I sans problème.

Les principes et algorithmes d'analyse des données n'étaient pas normalisés dans chacun des CIDE et cela a entraîné des différences dans les bulletins sismiques produits par les trois centres. Une expérience de "reconciliation" des bulletins effectuée pendant les deux dernières semaines de l'Essai technique a amélioré la qualité globale des bulletins et montré la nécessité d'une coordination régulière entre ces centres de données.

Les procédures de retransmission des données étaient parfois trop lentes pour collecter les données à temps pour permettre leur inclusion dans l'analyse des bulletins d'événements selon le calendrier adopté. Comme le calendrier adopté pour l'Essai technique est sensiblement plus lent que celui préconisé dans le CD/448, une soumission plus rapide des données de niveau I et d'autres améliorations des procédures sont impératives.

On peut considérer l'Essai technique comme pleinement réussi en ce sens que beaucoup des procédures proposées pour le traitement des données de niveau I se sont révélées viables et pratiques. Le fonctionnement des CIDE s'est amélioré pendant l'Essai à mesure que certains problèmes étaient notés et corrigés. Cela démontre clairement la nécessité d'essais techniques et pratiques supplémentaires envisagé d'échange international de données sismiques.

Il faut réexaminer le système de numérotation des messages de données de niveau I, mettre au point des méthodes pour assurer un respect plus strict des formats prescrits et améliorer la définition et le codage des commentaires des analystes, de façon qu'ils puissent être incorporés dans l'analyse automatisée des données réalisée dans les CID.

Des méthodes doivent être adoptées pour améliorer les communications entre les centres de données. Des procédures doivent être mises au point pour coordonner les demandes de retransmission émanant des CID, et remplir cette fonction plus ponctuellement que pendant l'Essai technique.

Les procédures d'analyse des données doivent être améliorées et des programmes d'ordinateur mis au point pour cela. Ces procédures et ces programmes d'ordinateur doivent être testés et standardisés entre les centres de données. En outre, des critères communs doivent être développés pour l'intervention manuelle dans ces centres, par exemple pour accepter ou rejeter des événements et incorporer les commentaires d'analyste.

Le format du Bulletin final d'événements détaillé doit être développé, et il faudrait améliorer les procédures fournissant des paramètres d'identification des événements et des paramètres de niveau I complets pour tous les événements définis.

Il est essentiel pour un système mondial que les différents CID tirent les mêmes résultats de leur analyse finale et que le nombre d'observations non associées soit réduit autant que c'est possible. L'Essai technique a certes fourni une expérience précieuse, mais beaucoup reste à faire dans ce domaine. Le Groupe recommande de clarifier davantage les procédures de définition des événements sismiques et de mettre au point et tester les procédures pour l'échange continu d'informations entre les centres de données pendant l'analyse.

Il faudra tester encore les procédures employées dans les centres internationaux de données en tenant compte de l'expérience acquise au cours de l'Essai technique et des recommandations formulées dans le présent rapport.