

CONFERENCE DU DESARMEMENT

CD/1385
26 février 1996

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

RAPPORT INTERIMAIRE A LA CONFERENCE DU DESARMEMENT SUR LA QUARANTE-TROISIEME SESSION DU GROUPE SPECIAL D'EXPERTS SCIENTIFIQUES CHARGE D'EXAMINER DES MESURES DE COOPERATION INTERNATIONALE POUR DETECTER ET IDENTIFIER LES EVENEMENTS SISMIQUES

1. Le Groupe spécial d'experts scientifiques chargé d'examiner des mesures de coopération internationale pour détecter et identifier les événements sismiques, créé à l'origine en application de la décision prise par la Conférence du Comité du désarmement le 22 juillet 1976, a tenu sa quarante-troisième session formelle du 12 au 23 février 1996, au Palais des Nations, à Genève, sous la présidence de M. Ola Dahlman, de la Suède. Il s'agissait de la trente-cinquième session du Groupe convoquée en vertu de son nouveau mandat, arrêté par le Comité du désarmement à sa 48ème séance, le 7 août 1979.
2. Le Groupe spécial est ouvert à tous les Etats membres de la Conférence du désarmement. Il est aussi ouvert en permanence à tous les Etats non membres que la Conférence a invités, sur leur demande, à participer à ses travaux. C'est ainsi que des experts scientifiques et des représentants des Etats membres de la Conférence du désarmement énumérés ci-après ont participé à la session : Allemagne, Argentine, Australie, Belgique, Brésil, Bulgarie, Canada, Chine, Egypte, Etats-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, France, Hongrie, Iran (République islamique d'), Italie, Japon, Mongolie, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et Suède.
3. Des experts scientifiques et des représentants des Etats suivants, non membres de la Conférence du désarmement, ont participé à la session : Autriche, Danemark, Espagne, Finlande, Israël, Kazakstan, Norvège, République de Corée, République sud-africaine, République tchèque, Suisse, Turquie et Ukraine.
4. Pendant la session, 51 documents concernant des recherches nationales intéressant les travaux du Groupe spécial ont été présentés par les experts participants et passés en revue par le Groupe.
5. Le thème principal de la session était l'évaluation de la première année complète du troisième Essai technique (GSETT-3) du Groupe spécial d'experts scientifiques. Le Groupe spécial a examiné un rapport détaillé sur la première année d'expérience accumulée grâce à cet essai, sur la base d'un projet de rapport fourni par le Groupe de travail sur l'évaluation du GSETT-3, et y a mis la dernière touche. Le rapport d'évaluation complet est disponible en tant que document de séance (CRP.262) du Groupe, et un résumé analytique est annexé au présent rapport intérimaire.

6. Le Groupe spécial a noté que la première année du GSETT-3 avait démontré avec succès la faisabilité de la mise en place et de l'exploitation d'un Système international de surveillance sismologique, sur la base des concepts décrits dans le document CD/1254. Elle a en outre démontré que l'on peut obtenir les capacités escomptées de ce système dans les zones où le réseau est complet et lorsque le traitement et l'analyse par le CID ont été correctement optimisés et étalonnés.

7. La participation au GSETT-3 a constamment augmenté et, à la fin de 1995, le réseau du GSETT-3 comprenait 41 stations primaires (12 de plus qu'en janvier 1995) et 76 stations auxiliaires (32 de plus qu'en janvier 1995). Il est prévu que le réseau du SSI envisagé comprendra 30 stations primaires et 33 stations auxiliaires. Bien que la répartition géographique des stations soit encore inégale, le GSETT-3 comprend des stations sur tous les continents, y compris l'Antarctique. En 1995, 45 pays ont fourni au GSETT-3 des données recueillies par leurs stations sismiques.

8. Le Centre international de données (CID) du GSETT-3 a fonctionné continuellement en 1995, à part quelques interruptions mineures. Le fonctionnement du CID a été en amélioration constante. Pendant la première année du GSETT-3, le CID a démontré la viabilité et l'efficacité de tous les grands concepts envisagés dans le document CD/1254. Cela comprend :

- l'acquisition et l'archivage du volume de données sismiques que l'on prévoit pour un Système de surveillance international (SSI) créé dans le cadre d'un CTBT;
- l'analyse régulière de ce volume considérable de données en temps opportun;
- la production et la distribution d'un ensemble de produits définis qui soient utilisables pour la surveillance sismologique et l'évaluation du système, et qui leur soient utiles.

Toutefois, il convient de se rendre compte que le CID du GSETT-3 est une installation expérimentale, et que la construction de prototypes et l'amélioration de certains éléments du système se poursuivent. En particulier, il est nécessaire de continuer la mise au point pour améliorer la qualité du traitement automatisé et la localisation et la détermination de la profondeur des événements, calculer des paramètres additionnels et améliorés de caractérisation des événements, et trouver des méthodes conviviales pour diffuser les produits du CID.

9. En 1995, le CID du GSETT-3 a rendu compte de 20 224 événements sismiques dans le Bulletin révisé des événements (BRE). Par rapport à la masse de données brutes, le nombre de données qui figurent dans ce bulletin est divisé par 10 000. Utilisant les outils de dissémination des données fournis par le CID, les participants au GSETT-3 ont facilement sélectionné et extrait des sous-ensembles des données brutes et les paramètres de signaux et d'événements qu'ils ont utilisés, notamment, pour effectuer les analyses techniques présentées lors de cette session.

10. En 1995, la capacité de détection observée du GSETT-3 a été conforme aux prédictions théoriques. Au cours de cette année, le seuil global de détection de 90 % des événements a été amélioré pour passer d'une magnitude de 4,6 à 4,2, en raison principalement de la mise en service de nouvelles stations sismiques dans des zones qui n'étaient précédemment qu'assez mal couvertes. Dans les régions du monde pour lesquelles le réseau primaire prévu du GSETT-3 est presque complet, ce réseau détecte, avec une probabilité élevée, les événements d'une magnitude de 3,5 à 4,0.

11. La capacité de localisation des événements dont il a été fait la démonstration au cours du GSETT-3 a varié dans le monde, en raison du manque d'homogénéité de la couverture par les stations primaires et auxiliaires du GSETT-3. Pour ce qui est des régions dont la couverture par les deux types de stations était proche du plan de réseau du GSETT-3, deux tiers des événements d'une magnitude de 4 et plus qui étaient consignés dans le BRE étaient caractérisés par une incertitude de localisation de 1 000 km² ou moins. Dans le cas des zones à couverture médiocre, le chiffre correspondant était d'un quart. Le Groupe spécial a noté qu'une estimation précise de la profondeur des événements avait continué d'être une source de préoccupations au cours de la première année du GSETT-3. Le Groupe pense que l'estimation fiable de la profondeur des événements nécessitera qu'on lui porte une attention accrue dans le futur SSI, et il note que les données complémentaires fournies par les réseaux nationaux contribueront à l'étalonnage des procédures d'estimation de la profondeur du CID.

12. Le Groupe spécial a noté que les capacités de localisation observées jusqu'à présent sont celles d'un système qui ne possède pas encore toutes les stations sismographiques envisagées et qui n'est pas encore étalonné. Le Groupe est convenu qu'une meilleure couverture et un meilleur étalonnage du réseau sont une condition préalable pour obtenir une précision de localisation des événements qui soit de 1 000 km² ou mieux, à une magnitude de 4 et au-dessus. L'étalonnage sera donc un objectif majeur des travaux ultérieurs du Groupe. Il serait utile que, pour traiter ce problème, il existât une coopération étroite entre le CID et les Centres nationaux de données (CND). Toutefois, le Groupe spécial a noté qu'en ce qui concerne les événements d'une magnitude inférieure à 4, il n'est en général pas possible d'obtenir une précision de localisation de 1 000 km² ou mieux, même avec étalonnage.

13. Pendant la durée du GSETT-3, le fonctionnement des stations et des CND s'est en général trouvé intégré à celui d'organismes spéciaux de surveillance et d'universités et instituts géophysiques nationaux dont certains sont déjà financés pour effectuer d'autres travaux, et il est par conséquent difficile d'estimer avec précision son coût. Toutefois, l'expérience confirme en général les estimations précédentes. Par ailleurs, des chiffres plus précis ont été fournis en ce qui concerne le fonctionnement du CID du GSETT-3, pour lequel le financement est axé sur le problème de la surveillance du respect du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires. Les investissements du CID, y compris en matière de recherche-développement, pour ce qui est du traitement des données sismiques ont été d'environ 50 millions de dollars des Etats-Unis, ce qui inclut un nouvel investissement d'approximativement 3 millions de dollars en 1995. Pendant cette même année, le coût des opérations sismiques et de l'entretien s'est élevé à environ 7 millions de dollars.

14. Le Groupe a également examiné la situation actuelle et les plans pour l'avenir concernant le GSETT-3 et le GSE. On trouvera à l'annexe 2 une description détaillée du réseau actuel du GSETT-3, sur la base des informations fournies par le Groupe de travail sur la planification. L'annexe 3 contient un rapport succinct sur l'exécution du GSETT-3, fourni par le Groupe de travail sur les opérations.

15. En gros, les plans concernant le système du GSETT-3 sont d'abord d'achever l'intégration des fonctions prévues par le Groupe, puis de recentrer les efforts sur l'amélioration de la qualité et de la disponibilité opérationnelle du système. En particulier, le CID mettra en oeuvre, dans le cadre du GSETT-3, de nouveaux logiciels d'association automatique des phases et de calcul des paramètres de caractérisation des événements, et les produits qui en seront issus seront mis à la disposition des participants. A cet égard, les CND sont encouragés à coopérer avec le CID pour ce qui est du partage et de la comparaison des connaissances et des logiciels spécifiques à une région qui pourraient être utiles pour calculer les paramètres de caractérisation des événements. Au CID, les travaux d'optimisation des systèmes automatiques de détection des signaux se poursuivront. En outre, l'étalonnage spécifique aux régions de la localisation et de la détermination de la profondeur et de la magnitude des événements commencera, le CID mettant à profit les informations concernant l'étalonnage fournies par les CND. Les éléments clefs du système, à commencer par le logiciel automatisé d'acquisition des formes d'ondes, feront l'objet d'une documentation et seront renforcés. Au CID, la tâche importante que constitue la formation du personnel international se poursuivra.

16. Le travail d'évaluation poursuivi sera axé sur des thèmes qui ont encore besoin d'être améliorés. L'évaluation des améliorations prévues dans l'exécution du GSETT-3, présentée dans ses grandes lignes au paragraphe 15, fera l'objet d'une attention particulière.

17. L'expérience du GSETT-3 a démontré que les centres nationaux de données (CND) jouent un rôle crucial dans le fonctionnement et l'entretien de stations et de liaisons de communication fiables, ainsi que par leur contribution à l'élaboration et à l'évaluation du système. Les CND sont encouragés à continuer de fournir des apports et un soutien aux travaux ultérieurs d'évaluation, et des directives ont été données à cet égard par le Groupe de travail sur l'évaluation.

18. Le Groupe spécial a noté avec satisfaction le travail effectué par un certain nombre de pays dans le cadre de l'expérience EUROBALL, qui est un effort visant à compiler un bulletin sismologique européen homogène et de grande qualité qui serait une référence utile dans le travail d'évaluation.

19. Une tâche importante que doit encore accomplir le Groupe spécial est de maintenir et de développer les investissements considérables effectués dans les stations sismiques partout dans le monde et dans le CID, avant et pendant le GSETT-3. La livraison de ces installations, en état de fonctionner, à la Commission préparatoire envisagée serait une contribution précieuse à la création du SSI dans de bonnes conditions d'économie et d'efficacité.

20. Compte tenu des tâches et des plans visés dans le présent rapport intérimaire, le Groupe spécial recommande la poursuite du GSETT-3 jusqu'à ce que la Commission préparatoire envisagée entre en fonction, y compris le financement des travaux relatifs à la création du Système de surveillance international. Le Groupe est convenu que dans l'avenir le réseau du GSETT-3 devrait être modifié progressivement pour se rapprocher du réseau envisagé pour le SSI. En même temps, les Etats participants devraient au moins assurer la transmission des données au CID directement des stations ou, par l'intermédiaire des CND, de leurs stations qui participent au GSETT-3 et dont il est envisagé qu'elles soient incorporées dans le SSI.
21. Le Groupe recommande en outre que le CID commence à utiliser l'infrastructure mise au point pour le GSETT-3 et l'expérience ainsi acquise afin d'appuyer l'intégration d'autres techniques de surveillance envisagées pour le SSI. Les analyses qui en résulteraient pourraient être consignées dans les bulletins et les produits du CID, de façon que ces informations, associées à des données brutes, soient à la disposition des experts de toutes les technologies impliquées dans le SSI.
22. Le Groupe a pris note des investigations des pays qui ont démontré que l'on pourrait obtenir une synergie entre les observations sismologiques, hydroacoustiques et infra-acoustiques. En particulier, le Groupe a noté que le fait d'inclure des données hydroacoustiques dans le GSETT-3 pouvait contribuer à améliorer sensiblement l'analyse des événements sismiques dans les zones océaniques.
23. On examine actuellement la possibilité d'organiser des ateliers régionaux en Afrique et dans l'Asie du Sud-Est. A cet égard, le Groupe est convenu qu'une autre tâche qui reste à accomplir est d'améliorer les connaissances des scientifiques, partout dans le monde, au sujet de la surveillance sismique et du fonctionnement d'un système de surveillance mondiale. Une condition préalable à l'existence d'un système de vérification mondiale crédible est de disposer d'experts compétents dans de nombreux pays. Dans cette perspective, on peut considérer le GSETT-3 comme un grand exercice mondial de formation auquel tous les pays peuvent participer, en particulier en ce qui concerne l'exploitation, l'étalonnage et l'évaluation.
24. Le Groupe spécial propose que, sous réserve de l'approbation de la Conférence du désarmement, sa prochaine session soit organisée du 20 au 24 mai 1996. Un projet de programme de travail pour la prochaine session est présenté à l'annexe 4. Le programme de travail sera adapté de manière à répondre autant que possible aux besoins d'information du Comité spécial sur une interdiction des essais nucléaires et de son Groupe de travail sur la vérification.

ANNEXE 1

EVALUATION DE LA PREMIERE ANNEE COMPLETE DU GSETT-3

Résumé analytique

En janvier 1996, le Groupe de travail sur l'évaluation a visité le Centre international de données (CID) prototype, pour préparer un troisième rapport d'évaluation détaillé couvrant la première année complète (du 1er janvier au 31 décembre 1995) du troisième Essai technique (GSETT-3) du Groupe spécial d'experts scientifiques (GSE). Cette évaluation a bénéficié des nombreuses contributions nationales présentées au cours des sessions du GSE, des rapports d'évaluation des centres nationaux de données (CND) soumis au CID et des rapports réguliers du CID sur les résultats obtenus, et elle a été achevée avec le concours actif du GSE au cours de la quarante-troisième session de ce groupe, en février 1996.

Etat d'avancement du GSETT-3

A la fin de 1995, le réseau primaire du GSETT-3 consistait en 41 stations (12 de plus qu'en janvier 1995), et le réseau auxiliaire consistait en 76 stations (presque sans changement depuis la fin du premier semestre 1995). Les bulletins révisés des événements (BRE) utilisaient en moyenne, chaque jour, des données provenant d'environ 70 stations. A la fin de 1995, le réseau primaire n'avait pas atteint le nombre envisagé de 60 stations, et il continuait d'y avoir des lacunes importantes dans la couverture par des stations primaires de l'Afrique et de l'Asie.

Nombre de stations qui participaient au GSETT-3 ne satisfaisaient pas aux normes techniques qui avaient été fixées en ce qui concerne les stations du SSI (CD/1211). Il est recommandé que le GSE entreprenne un examen approfondi, en se fondant sur l'expérience du GSETT-3, des normes techniques qui devront être adoptées pour les stations sismiques définitives du SSI. Il est inutile que la norme soit élevée si elle ne peut pas être satisfaite par la plupart des stations actuelles, et si des stations de normes inférieures peuvent apporter des contributions importantes et acceptables au SSI.

Vers la fin de 1995, certaines des stations primaires atteignaient l'objectif fixé pour le GSETT-3 d'une disponibilité de 95 % des données. Toutefois, l'objectif fixé pour les stations primaires du SSI d'une disponibilité de 99 % des données nécessitera un renforcement important des stations pour se prémunir contre la foudre et les coupures de courant, un approvisionnement immédiat en ce qui concerne les éléments de rechange, et l'existence d'un personnel technique prêt à effectuer, sur bref préavis, des déplacements pour dépanner des stations éloignées. Il convient de tenir compte de ces facteurs dans tout établissement réaliste des coûts des stations sismiques du SSI.

A la fin de 1995, toutes les communications de données entre les stations primaires et le CID étaient assurées par seulement huit liaisons CND-CID. Certaines de ces liaisons desservant de grands pays ont acheminé des données provenant de nombreuses stations; les liaisons de deux pays - Norvège et Etats-Unis - ont acheminé des données recueillies dans des centres de relais,

provenant de pays principalement situés en Europe et dans l'hémisphère Sud, respectivement. Cela constitue une utilisation très efficace financièrement des communications internationales, et il conviendrait d'envisager la même formule pour le réseau de télécommunications du SSI.

Les liaisons de communication stations-CND et CND-CID sont tout à fait fiables. On considère que les problèmes qui ont été rencontrés au cours de la première année du GSETT-3 pourront trouver des solutions qui garantiront un pourcentage très élevé de disponibilité. Au cours des prochaines années, une technologie nouvelle de communication par satellite pourrait réduire sensiblement les coûts de communication.

En 1995, les temps de réponse et la disponibilité des données dans les stations auxiliaires n'ont pas été toujours satisfaisants. Certains changements dans l'utilisation par les CND du logiciel AutoDRM de gestion automatique des demandes de données, et dans les procédures de demande appliquées par le CID, pourraient améliorer cette situation.

A ce jour, 50 pays se sont engagés à participer au GSETT-3. Pendant la première année de l'essai, il est apparu de plus en plus clairement que les CND ne travaillent pas de façon opérationnelle, ce qui signifie que, dans la plupart d'entre eux, les heures de travail sont les heures normales de bureau et que le système d'entretien du matériel informatique n'assure les réparations qu'avec certains délais. Ce mode de fonctionnement peut se traduire par de longs arrêts du service dus aux pannes survenant dans les systèmes des CND. Si le futur SSI exige un niveau élevé de capacité opérationnelle, il faudra que les responsabilités des CND soient définies de façon plus officielle, et que des crédits budgétaires soient prévus pour réparer ou doubler le matériel, et payer les heures supplémentaires du personnel des CND et des stations. Il conviendra d'en tenir compte lorsque seront estimés les coûts du système du SSI.

Les CND participent plus activement à l'évaluation du GSETT-3 (à la fin de 1995, 18 d'entre eux faisaient parvenir des données complémentaires au CID), mais il est très important qu'ils collaborent plus étroitement en 1996, en particulier dans trois domaines d'étude : la comparaison des détecteurs de signaux des CND avec les systèmes de détection du CID pour les stations primaires; la comparaison des données complémentaires et de la localisation faite par le CID en ce qui concerne des territoires spécifiques; et la fourniture des temps de propagation et des courbes amplitude/distance propres à telle ou telle région pour les études d'étalonnage.

Une évaluation d'assurance de la qualité du CID a été effectuée en janvier 1996. La principale conclusion a été que le CID avait fait la démonstration, au cours de la première année du GSETT-3, de la viabilité et de l'efficacité de tous les grands concepts. Il existe toutefois certains problèmes clefs qui ont empêché d'exploiter pleinement le potentiel de ces concepts.

Une partie fondamentale du concept de ce système est d'automatiser autant que possible les procédures. En fait, au CID le degré de traitement automatique a été élevé en 1995 : des fonctions telles que les communications, l'archivage des données et le traitement des messages de demande et autres

opérations ordinaires ont été entièrement automatiques. Toutefois, les résultats du traitement automatique des données n'ont pas encore atteint, en 1995, le niveau de qualité que l'on espérait initialement. La détection, l'association et la génération automatique d'événements sismiques sont la cause de nombreux faux événements si le système fonctionne au seuil de détection/localisation actuel. Cela s'est traduit par la nécessité qu'un analyste examine de façon très complète des solutions déterminées automatiquement, afin d'obtenir le pourcentage élevé requis d'événements valables avec des localisations précises.

Il en résulte un besoin spécifique de mettre davantage l'accent sur le travail des analystes sismologues, qui peut fournir des informations précieuses sur les insuffisances des procédures automatiques, et aussi les informations en retour nécessaires à l'évaluation et à la mise au point du système. Pendant les tremblements de terre, la charge de travail des analystes se trouve également fortement accrue et, dans ce cas, il n'est possible de respecter les délais de distribution visés pour le BRE que si la qualité de l'analyse est réduite pendant des périodes assez longues. Cela peut indiquer qu'il conviendrait d'envisager d'embaucher pour le futur SSI davantage d'analystes que ceux qui travaillent actuellement au CID. A mesure qu'augmenteront le degré d'automatisation et le niveau de mise au point du système, le besoin d'interventions humaines diminuera de nouveau, à un stade ultérieur du SSI.

Le renforcement du personnel du CID pourrait également permettre de consacrer davantage de temps à la mise au point, à l'application et à l'essai plus approfondi des modifications apportées aux logiciels, et à l'amélioration du traitement sismologique.

Pendant la première année du GSETT-3, le concept d'un seul CID s'est révélé efficace, même s'il conviendrait d'accorder encore une certaine attention à l'accroissement de la sécurité contre les pertes de données et l'accès non autorisé à ces données. Il faut créer des systèmes de sauvegarde pour les éléments cruciaux du système, tels que les mémoires de masse et les liaisons de communication. L'authentification des données devrait faire l'objet d'essais et d'évaluations plus approfondis que cela n'a été le cas jusqu'à présent. Certains éléments logiciels, notamment la communication interprocessus et les programmes de bases de données, ont connu des problèmes de surcharge et/ou de fiabilité.

Le nombre considérable d'événements sismiques potentiels indiqués par l'association automatique des détections du réseau primaire donne naissance à un nombre très élevé de demandes automatiques de données de stations auxiliaires, la plupart d'entre elles concernant des événements qui sont par la suite rejetés par l'analyste. Les événements qui ont été très mal localisés seront à l'origine d'inutiles demandes automatiques de données auxiliaires. Les événements négligés dans les listes automatiques d'événements et ajoutés au BRE par l'analyste ne profiteront pas de données auxiliaires. Cela donne à penser qu'il faudrait envisager de modifier le moment des demandes initiales de données auxiliaires, pour le situer après l'examen par l'analyste de la liste automatique des événements. Cela réduirait sensiblement le nombre et

le coût des demandes de données auxiliaires, mais augmenterait la charge de travail des analystes. Il conviendrait de faire un essai, dès que possible, de ces procédures modifiées.

La contribution des experts internationaux qui travaillent au CID depuis le début de l'expérience a été précieuse. En décembre 1995, 10 experts invités travaillaient au CID, et un total de 15 experts ont effectué des passages au CID pendant la première année du GSETT-3. L'expérience a montré que 6 à 12 mois étaient nécessaires pour former complètement un expert sachant utiliser un ordinateur à l'une quelconque des grandes opérations du CID.

Une documentation technique détaillée concernant toutes les procédures et la mise en oeuvre des logiciels et du matériel informatique a été considérée comme étant une partie importante du GSETT-3.

Produits du GSETT-3

Pendant la première année du GSETT-3, le CID a démontré qu'il était possible de fournir aux utilisateurs des CND une large gamme de bulletins d'événements, de données brutes et de produits dérivés, et ce par l'intermédiaire de son service d'abonnement, de son accès automatisé aux données AutoDRM et de l'interface du World-Wide Web (WWW).

Les Bulletins révisés des événements (BRE), ainsi que les listes automatiques d'événements, sont établis de façon régulière, et ils sortent en général dans les délais prescrits, sauf en cas de problèmes dus au matériel et/ou aux logiciels, ou bien dans les cas de séquences de forts tremblements de terre. Des problèmes mineurs posés par les formats de données ont été réglés en 1995.

En 1995, l'AutoDRM du CID a pâti de certains retards de longueur inacceptable dans ses temps de réponse. Il est à noter, également, que toutes les fonctionnalités prévues pour l'AutoDRM et les mécanismes d'abonnement n'ont pas encore été mises en place.

Capacités sismologiques du GSETT-3

A la fin de 1995, les seuils de détection et la capacité de localisation du système GSETT-3 ont été déterminés expérimentalement au moyen de comparaisons des bulletins du CID avec des données complémentaires ou avec des bulletins de référence internationaux reconnus.

Les résultats ont montré que la capacité de détection du GSETT-3 n'avait pas évolué beaucoup pendant le deuxième semestre de 1995, et qu'elle était conforme aux espoirs théoriques. Le seuil de détection à 90 % (pour trois phases P ou plus) s'est situé en moyenne pour le monde entier à une magnitude déduite des ondes de volume d'environ 4 à 4,2, mais il a été très inégal, du fait de la couverture clairsemée et inégale assurée par les stations primaires. A la mi-1995, les seuils de détection que l'on a obtenus ont été des magnitudes de volume de 3,6 ou moins dans la plus grande partie de l'Amérique du Nord, de l'Europe du Nord-Ouest et de l'Australie. Ils ont été inférieurs à 4,2 pour presque toutes les régions terrestres de l'hémisphère Nord. Dans la plus grande partie des océans de l'hémisphère Sud,

les seuils de détection ont varié entre 4,2 et 4,6. Les résultats de la simulation concernant la configuration du réseau en décembre 1995 n'ont pas fait ressortir de grandes différences par rapport au mois de juin, sauf en Asie centrale, où l'on a obtenu des seuils de détection proches de 3,6, et en Amérique du Sud, où les seuils de détection sont presque partout inférieurs à 4,2.

La capacité de localisation a également fortement varié à l'échelle du monde, le réseau de stations auxiliaires étant encore plus inégalement réparti que celui des stations primaires, avec des concentrations principalement en Europe, en Amérique du Nord et en Australie. A la fin de 1995, seulement 18 % des événements indiqués dans le BRE avaient des ellipses de confiance d'une superficie inférieure à 1 000 km² (ce chiffre étant presque sans changement depuis juin 1995). Les résultats expérimentaux et théoriques présentés lors de la quarante-deuxième session du GSE, en novembre 1995, ont démontré que la couverture azimutale à distance régionale est un facteur très important pour une capacité de localisation précise. Pour obtenir des ellipses de confiance de moins de 1 000 km², il faut qu'au moins 5 des 8 octants entourant le lieu d'un événement soient couverts par des stations sismiques.

Ainsi, les capacités de détection et de localisation observées jusqu'à présent sont celles d'un système non mis au point et non étalonné. L'expérience GSETT-3 actuelle n'a pas encore permis d'obtenir les meilleurs résultats possibles du système qui a été créé. Pour améliorer les résultats sismologiques, il est nécessaire d'affiner tous les stades du traitement automatique (notamment la détection, l'association et la définition des événements) et d'adopter des modèles de propagation et d'atténuation des ondes qui soient spécifiques aux régions. Cela devrait constituer un objectif majeur du GSETT-3 au cours des prochains mois, et d'importants apports des CND seront nécessaires à cette fin.

Travaux futurs d'évaluation

Vu que l'actuel GSETT-3 est un système expérimental et que le Groupe de travail sur l'évaluation (WGE) n'a pu consacrer que des efforts limités à cette tâche, il n'a pas été possible d'appliquer des procédures formelles de contrôle de la qualité. Pour le bien du futur SSI, il est recommandé qu'un audit externe soit accompli, et que les plans du futur CID prévoient des procédures détaillées d'assurance de la qualité.

Le WGE poursuivra son travail d'évaluation, en mettant l'accent sur les points qui nécessitent d'être encore améliorés. Pour ce qui est des opérations du CID, ces points comprennent l'utilisation de données provenant des stations auxiliaires, l'affinage de toutes les procédures automatiques, l'amélioration du calcul de la profondeur et des autres paramètres de caractérisation de la source, et l'étalonnage au moyen de modèles du temps de parcours et de l'atténuation spécifiques aux régions. En particulier, les effets de l'installation de nouveaux logiciels de traitement de la détection et d'association des phases seront attentivement surveillés.

Le WGE encourage les CND à interagir davantage avec le CID, tant pour les opérations habituelles de surveillance des stations que pour la mise au point et l'étalonnage. A différents moments, des questionnaires seront distribués aux CND afin d'obtenir certaines informations sur des questions spécifiques d'évaluation.

L'amélioration de la capacité sismologique du GSETT-3 sera surveillée et quantifiée plus avant, en utilisant par exemple les bulletins régionaux concernant l'Europe et la Scandinavie. Les programmes de simulation de réseau continueront d'être utilisés et améliorés.

ANNEXE 2

Tableau 1 : Etat au 23 février 1996 des engagements pris en ce qui concerne les stations et les données gamma pour le GSETT-3

Pays	Stations primaires du GSETT-3 envisagées par le Groupe	Stations auxiliaires du GSETT-3 proposées	Stations promises	Données mises à la disposition du CID (dates)	Données gamma promises/fournies au CID
Argentine	1	2	oui	1994/juill. 1996	oui/non
Arménie	0	1	oui	1996	-
Australie	5	12	oui	1994	oui/oui
Autriche	0	1	non	inconnue	-
Belgique	0	0	sans objet	sans objet	oui/non
Bolivie	1	-	oui	1995	-
Botswana	1	-	non	inconnue	-
Bésil	1	2	oui	1994/1996	oui/non
Bulgarie	0	1	oui	1996	oui/non
Canada	6	18	oui	1994	oui/oui
République centrafricaine	1	-	oui	1994	-
Chili	0	1	oui	1995	oui/non
Chine	3	0	oui	1995/1996	oui/non
Colombie	1	0	oui	1996	oui/non
Iles Cook	0	1	oui	1994	-
Costa Rica	0	1	oui	1995	oui/non
Rép. tchèque	0	1	oui	1994	oui/non
Danemark	0	1	oui	1996	oui/oui
Egypte	1	0	non	inconnue	-
Ethiopie	0	1	oui	1995	-
Fidji	0	1	oui	1996	-
Finlande	1	2	oui	1994	oui/oui
France	1	0	oui	1995	oui/oui
Allemagne	1	9	oui	1994	oui/oui
Hongrie	0	1	oui	1994	oui/non
Islande	0	1	oui	1995	-
Inde	1	0	oui	inconnue	-
Indonésie	1	-	non	inconnue	-
Iran, République islamique d'	1	2	oui	1996	oui/non
Israël	0	4	oui	1995/1996	oui/oui
Italie	0	2	oui	1994	oui/oui
Côte d'Ivoire	1	-	oui	1995	-
Japon	1	7	oui	1994/1996	oui/oui
Kazakstan	1	3	oui	1996	-

Pays	Stations primaires du GSETT-3 envisagées par le Groupe	Stations auxiliaires du GSETT-3 proposées	Stations promises	Données mises à la disposition du CID (dates)	Données gamma promises/fournies au CID
Kenya	1	-	non	inconnue	-
Rép. de Corée	1	-	non	inconnue	-
Mexique	1	2	non	inconnue	-
Mongolie	1	1	oui	1995/1996	-
Namibie	0	1	oui	1995	-
Pays-Bas	0	1	oui	1994	oui/non
Nouvelle-Zélande	0	1	oui	1994	oui/oui
Norvège	3	1	oui	1994/1996	oui/oui
Pakistan	1	1	oui	1995/1996	-
Papouasie-Nouvelle-Guinée	1	-	oui <u>1</u> /	1995	-
Paraguay	1	-	oui	1994	-
Pérou	0	1	oui	1996	oui/non
Philippines	0	1	oui	1995	-
Pologne	0	1	oui	1996	oui/oui
Portugal	0	1	oui	-	-
Roumanie	0	1	oui	1996	oui/oui
Féd. de Russie	5	5	oui	1994/1996	oui/oui
Seychelles	0	1	oui	1995	-
Iles Salomon	0	1	oui	1995	-
Afrique du Sud	1	2	oui	1994/1996	oui/oui
Espagne	1	2	oui	1995	oui/oui
Suède	1	0	oui	1995	oui/oui
Suisse	0	2	oui	1995/1996	oui/oui
Thaïlande	1	-	oui	1995	-
Tunisie	1	-	non	inconnue	-
Turquie	1	-	oui	inconnue	-
Turkménistan	1	-	oui	1995	-
Ukraine	1	1	oui	1995/1996	oui/non
Royaume-Uni	0	3	oui	1994/1996	oui/oui
Etats-Unis	7	11	oui	1994	oui/oui
Venezuela	0	1	oui	1995	-
Samoa-Occidental	0	1	oui	1994	-
Zambie	0	1	oui	1995	-
TOTAL (promis)	60(53)	119(116)			34/20

1/ Station qu'il est envisagé d'utiliser comme station primaire du GSETT-3, mais qui est actuellement utilisée comme station auxiliaire du GSETT-3.

Tableau 2 : Stations du GSETT-3

Station Name (in alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Argentina							
Paso Flores	PLCA	α	3-C	-40.731	-70.550	yes	yes
Coronel Fontana	CFA	β	3-C	-31.607	-68.239	no	yes
Ushuaia	USHA	β	3-C	-54.800	-68.300	no	yes
Armenia							
Garni	GNI	β	3-C	40.050	44.720	no	yes
Australia							
Alice Springs	ASAR	α	array	-23.666	133.904	yes	yes
Mawson, Antarctica	MAW	α	3-C	-67.604	62.871	yes	yes
Stephens Creek	STKA	α	3-C	-31.882	141.592	yes	yes
Warramunga	WRA	α	array	-19.943	134.339	yes	yes
Woolibar	WOOL	α	3-C	-31.073	121.678	yes	no
Armidale	ARMA	β	3-C	-30.420	151.628	yes	no
Casey	CSY	β	1-C	-66.289	110.529	yes	no
Charters Towers	CTA	β	3-C	-20.088	146.254	yes	yes
Fitzroy Crossing	FITZ	β	3-C	-18.103	125.643	yes	yes
Forrest	FORT	β	1-C	-30.779	128.059	yes	no
Meekatharra	MEEK	β	1-C	-26.614	118.536	yes	no
Mount Isa	QIS	β	1-C	-20.558	139.605	yes	no
Narrogin	NWAO	β	3-C	-32.927	117.233	yes	yes
Roma	RMQ	β	1-C	-26.489	148.755	yes	no
Toolangi	TOO	β	3-C	-37.571	145.491	yes	no
Warburton	WARB	β	3-C	-26.184	126.643	yes	no
Young	YOU	β	1-C	-34.278	148.382	yes	no
Austria							
Moln	MOA	β	3-C	47.850	14.266	no	no
Bolivia							
La Paz	LPAZ	α	3-C	-16.288	-68.131	yes	yes

Station Name (in alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Botswana							
Lobatse	LBTB	α	3-C	-25.015	25.597	no	yes, as auxiliary
Brazil							
Brasilia	BDFB	α	3-C	-15.642	-48.015	yes	yes
Pitinga	PTGA	β	3-C	-3.060	-60.000	no	yes
Rio Grande do Norte	RGNB	β	3-C	-6.910	-36.950	no	yes
Bulgaria							
Vitosha	VTS	β	3-C	42.618	23.238	no	no
Canada							
Lac du Bonnet	ULM	α	3-C	50.250	-95.875	yes	yes
Mould Bay	MBC	α	3-C	76.242	-119.360	yes	yes, as auxiliary
Schefferville	SCH	α	3-C	54.817	-66.783	yes	yes
Waterton Lakes	WALA	α	3-C	49.059	-113.912	yes	no
Whitehorse	WHY	α	3-C	60.660	-134.881	yes	no
Yellowknife	YKA	α	array	62.493	-114.605	yes	yes
Bella Bella	BBB	β	3-C	52.185	-128.113	yes	yes
Caledonia Mtn.	LMN	β	3-C	45.852	-64.806	yes	no
Dawson City	DAWY	β	3-C	64.066	-139.391	yes	no
Dease Lake	DLBC	β	3-C	58.417	-130.060	yes	yes
Deer Lake	DRLN	β	3-C	49.256	-57.504	yes	no
Edmonton	EDM	β	3-C	53.222	-113.350	yes	no
Eldee	EEO	β	1-C	46.641	-79.073	yes	no
Fort Churchill	FCC	β	3-C	58.761	-94.087	yes	no
Glen Almond	GAC	β	3-C	45.703	-75.478	yes	no
Inuvik	INK	β	3-C	68.307	-133.520	yes	yes
Iqaluit	FRB	β	3-C	63.747	-68.547	yes	yes
La Malbaie	LMQ	β	3-C	47.548	-70.327	yes	no
Pac. Geoscience	PGC	β	3-C	48.650	-123.451	yes	no

Station Name (in alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Pemberton	PMB	β	3-C	50.520	-123.073	yes	no
Penticton	PNT	β	3-C	49.317	-119.617	yes	no
Resolute Bay	RES	β	3-C	74.687	-94.900	yes	no
Sadowa	SADO	β	3-C	44.769	-79.142	yes	yes
Thunder Bay	TBO	β	1-C	48.647	-89.408	yes	no
Central African Republic							
Bangui	BGCA	α	3-C	5.176	18.424	yes	yes
Chile							
Rapa Nui	RPN	β	3-C	-27.160	-109.430	yes	yes
China, Peoples Republic of							
Beijing	BJT	α	3-C	40.018	116.168	yes	yes, as auxiliary
Hailar	HIA	α	3-C	49.267	119.742	no	yes
Lanzhou	LZH	α	3-C	36.087	103.844	no	yes
Colombia							
El Rosal	ROSC	α	3-C	4.860	-74.330	no	yes
Cook Islands							
Rarotonga	RAR	β	3-C	-21.213	-159.773	yes	yes
Costa Rica							
Las Juntas de Abangares	JTS	β	3-C	10.290	-84.950	yes	yes
Czech Republic							
Vranov	VRAC	β	3-C	49.311	16.596	yes	yes
Denmark							
Søndre Strømfjord	SFJ	β	3-C	67.050	-50.300	no	yes
Egypt							
LUXESS	LXAR	α	array	26.000	33.00 0	no	yes
Ethiopia							
Addis Ababa	AAE	β	3-C	9.029	38.766	yes	yes
Fiji							
Monasavu	MSVF	β	3-C	-17.750	178.050	no	yes

1. Data currently received at the IDC, but not yet used in processing.

Station Name (in alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Finland							
FINESS	FINES	α	array	61.444	26.077	yes	yes
Kangasniemi	KAF	β	3-C	62.113	26.306	yes	no
Ylistaro	VAF	β	3-C	63.042	22.672	yes	no
France							
Lormes	LOR	α	3-C	47.268	3.859	yes	no
Germany							
GERESS	GERES	α	array	48.845	13.702	yes	yes
Berggiesshübel	BRG	β	3-C	50.875	13.947	yes	no
Black Forest	BFO	β	3-C	48.331	8.330	yes	no
Bochum	BUG	β	3-C	51.446	7.264	yes	no
Clausthal-Zellerfeld	CLZ	β	3-C	51.843	10.374	yes	no
Collm	CLL	β	3-C	51.310	13.000	yes	no
Fürstenfeldbruck	FUR	β	3-C	48.164	11.277	yes	no
Gräfenberg	GRFO	β	3-C	49.692	11.205	yes	no
Moxa	MOX	β	3-C	50.646	11.616	yes	no
Taunus	TNS	β	3-C	50.224	8.449	yes	no
Hungary							
Piszkcs	PSZ	β	3-C	47.918	19.895	yes	no
Iceland							
Borgarnes	BORG	β	3-C	64.750	-21.330	yes	yes
India							
Gauribidanur	GBA	α	array	13.604	77.436	no	yes
Indonesia							
Jakarta	PACI	α	3-C	-6.593	106.910	no	yes, as auxiliary
Iran, Islamic Republic of							
Tehran	THR	α	3-C	35.818	51.393	no	yes
Kerman	KRM	β	3-C	30.280	57.070	no	yes
Masjed-e-Solayman	MSN	β	3-C	31.930	49.300	no	yes

Station Name (In alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Israel							
Bar Giyora	BGIO	β	3-C	31.722	35.092	yes	no
Parod	PARD	β	array	32.550	35.260	no	yes
Atar Shivta	ATR	β	3-C	30.970	34.630	no	no
Eilath	MBH	β	3-C	29.790	34.910	no	yes
Italy							
L'Aquila	AQU	β	3-C	42.354	13.405	yes	no
Villasalto	VSL	β	3-C	39.496	9.378	yes	no
Ivory Coast							
Dimbroko	DBIC	α	3-C	6.670	-4.856	yes	yes
Japan							
Matsushiro	MJAR	α	array	36.543	138.207	yes	yes
Aobayama	AOB	β	3-C	38.250	140.850	no	no
Chichijima	OGS	β	3-C	27.060	142.200	yes	yes
Hachijojima	HCH	β	3-C	33.120	139.800	no	yes
Ishigakijima	ISG	β	3-C	24.380	124.230	no	no
Kaminokuni	KKJ	β	3-C	41.780	140.180	no	no
Shiraki	SHK	β	3-C	34.530	132.680	no	no
Tsukuba	TSK	β	3-C	36.210	140.101	yes	no
Kazakhstan							
Aktubinsk	AKT0	α	3-C	50.434	58.018	no	yes
Borovoye	BRVK	β	array	53.058	70.293	no	yes
Kurchatov	KURK	β	array	50.715	78.621	no	yes
Makanchi	MAK	β	3-C	46.808	81.977	no	yes
Kenya							
Nairobi	KMBO	α	3-C	-1.274	36.804	no	yes
Korea, Republic of							
Wonju	KSRS	α	array	37.450	127.920	no	yes
Mexico							
To be defined	XMEX	α	3-C	18.000	-96.000	no	no

Station Name (In alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Chilapa	CHAM	β	3-C	17.000	-99.000	no	no
Iguala	IGUM	β	3-C	19.000	-100.000	no	no
Mongolia							
Javkhlant	ALFM	α	3-C	47.991	106.766	no	yes
Ulaan-Baatar	ULN	β	3-C	47.520	107.030	yes	no
Namibia							
Tsumeb	TSUM	β	3-C	-19.202	17.584	yes	yes
Netherlands							
Heimansgroeve	HGN	β	3-C	50.764	5.932	yes	no
New Zealand							
South Karori	SNZO	β	3-C	-41.310	174.705	yes	no
Norway							
ARCESS	ARCES	α	array	69.535	25.506	yes	yes
NORSAR	NAO	α	array	60.824	10.832	no	yes
Spitsbergen	SPITS	α	array	78.178	16.370	yes	yes, as auxiliary
NORESS	NORES		array	60.735	11.541	yes, as a substitute for NAO	no
Jan Mayen Island	JMI	β	3-C	70.920	-8.720	no	yes
Pakistan							
Pari	PKAR	α	array	33.050	73.252	no	yes
Nilore	NIL	β	3-C	33.650	73.250	yes	no
Papua New Guinea							
Port Moresby	PMG	α	3-C	-9.409	147.154	yes, as β station	yes, as auxiliary
Paraguay							
Villa Florida	CPUP	α	3-C	-26.331	-57.329	yes	yes
Peru							
Nana	NNA	β	3-C	-11.990	-76.840	no	yes
Philippines							
Davao	DAV	β	3-C	7.090	125.570	yes	yes

Station Name (in alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Poland							
Suwalki	SUW	β	3-C	54.001	23.182	no	no
Portugal							
To be defined		β	3-C			no	no
Romania							
Muntele Rosu	MLR	β	3-C	45.492	25.944	no	yes
Russian Federation							
Khabaz	KBZ	α	3-C	43.729	42.898	yes	yes
Noriisk	NRI	α	3-C	69.400	88.100	yes	yes
Peleduy	PDY	α	3-C	59.633	112.700	yes	yes
Ussuriisk	USK	α	3-C	44.283	132.083	no	yes
Zalesovo	ZAL	α	3-C	53.940	84.805	yes	yes
Arti	ARU	β	3-C	56.430	58.563	yes	yes
Kislovodsk	KIV0	β	array	43.956	42.695	yes	yes
Obninsk	OBN	β	3-C	55.117	36.600	yes	yes
Urgal	URG	β	3-C	51.099	132.364	no	yes
Zilim	UFA	β	3-C	53.850	57.050	no	yes
Seychelles							
Mahe	MSEY	β	3-C	-4.61	55.49	yes	no
Solomon Islands							
Honiara	HNR	β	3-C	-9.432	159.47	yes	yes
South Africa							
Boshof	BOSA	α	3-C	-28.614	25.556	yes	yes
Silverton	SLR	β	3-C	-25.740	28.280	no	no
Sutherland	SUR	β	3-C	-32.380	20.810	no	yes
Spain							
Sonseca	ESDC	α	array	39.677	-3.962	yes	yes
San Pablo de los Montes	PAB	β	3-C	39.546	-4.348	yes	no
Taburiente	TBT	β	3-C	28.679	-17.913	yes	no

Station Name (In alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Sweden							
Hagfors	HFS	α	array	60.134	13.697	yes	yes, as auxiliary
Switzerland							
Alpnach	APL	β	3-C	46.950	8.243	yes	no
Davos	DAVOS	β	3-C	46.840	9.790	no	yes
Thailand							
Chiang Mai	CMAR	α	array	18.458	98.943	yes	yes
Tunisia							
Thala	THA	α	3-C	35.560	8.700	no	yes
Turkey							
Belbashi	BRTR	α	array	39.870	32.790	no	yes
Turkmenistan							
Alibek	ABKT	α	array	37.930	58.199	yes	yes
Ukraine							
Malin	AKASG	α	array	50.600	29.400	no	yes
Kiev	KIEV	β	3-C	50.694	29.208	yes	no
United Kingdom							
Eskdalemuir	EKA	β	array	55.333	-3.159	yes	yes
Wolverton	WOL	β	3-C	51.313	-1.223	no	no
Ascension Island	ASCN	β	3-C	-7.950	-14.380	yes	no
United States							
Lajitas	TXAR	α	array	29.334	-103.667	yes	yes
Lisbon	LBNH	α	3-C	44.240	-71.926	yes	no
Mount Ida	MIAR	α	3-C	34.546	-93.573	yes	no
North Pole	NPO	α	3-C	64.771	-146.887	yes	yes
Pinedale	PDAR	α	array	42.767	-109.558	yes	yes
Pinon Flats	PFO	α	3-C	33.609	-116.455	yes	yes
Vanda, Antarctica	VNDA	α	3-C	-77.514	161.846	yes	yes

Station Name (in alphabetical order)	Code	Type	Station Type	Latitude	Longitude	Data used by IDC by 23 February 1996	In envisaged IMS network
Albuquerque	ALQ	β	3-C	34.946	-106.457	yes	yes
Black Hills	RSSD	β	3-C	44.120	-104.036	yes	no
Blacksburg	BLA	β	3-C	37.211	-80.421	yes	no
Dugway	DUG	β	3-C	40.195	-112.816	yes	no
Elko	ELK	β	3-C	40.745	-115.239	yes	yes
Ely	EYMN	β	3-C	47.947	-91.508	yes	no
Mina	MNV	β	3-C	38.433	-118.153	yes	no
Newport	NEW	β	3-C	48.263	-117.120	yes	yes
Tucson	TUC	β	3-C	32.310	-110.785	yes	no
Tuckaleechee Caverns	TKL	β	3-C	35.658	-83.774	yes	yes
Tulsa	TUL	β	3-C	35.911	-95.793	yes	no
Venezuela							
Santo Domingo	SDV	β	3-C	8.879	-70.633	yes	yes
Western Samoa							
Afiamalu	AFI	β	3-C	-13.909	-171.779	yes	yes
Zambia							
Lusaka	LSZ	β	3-C	-15.277	28.188	yes	yes

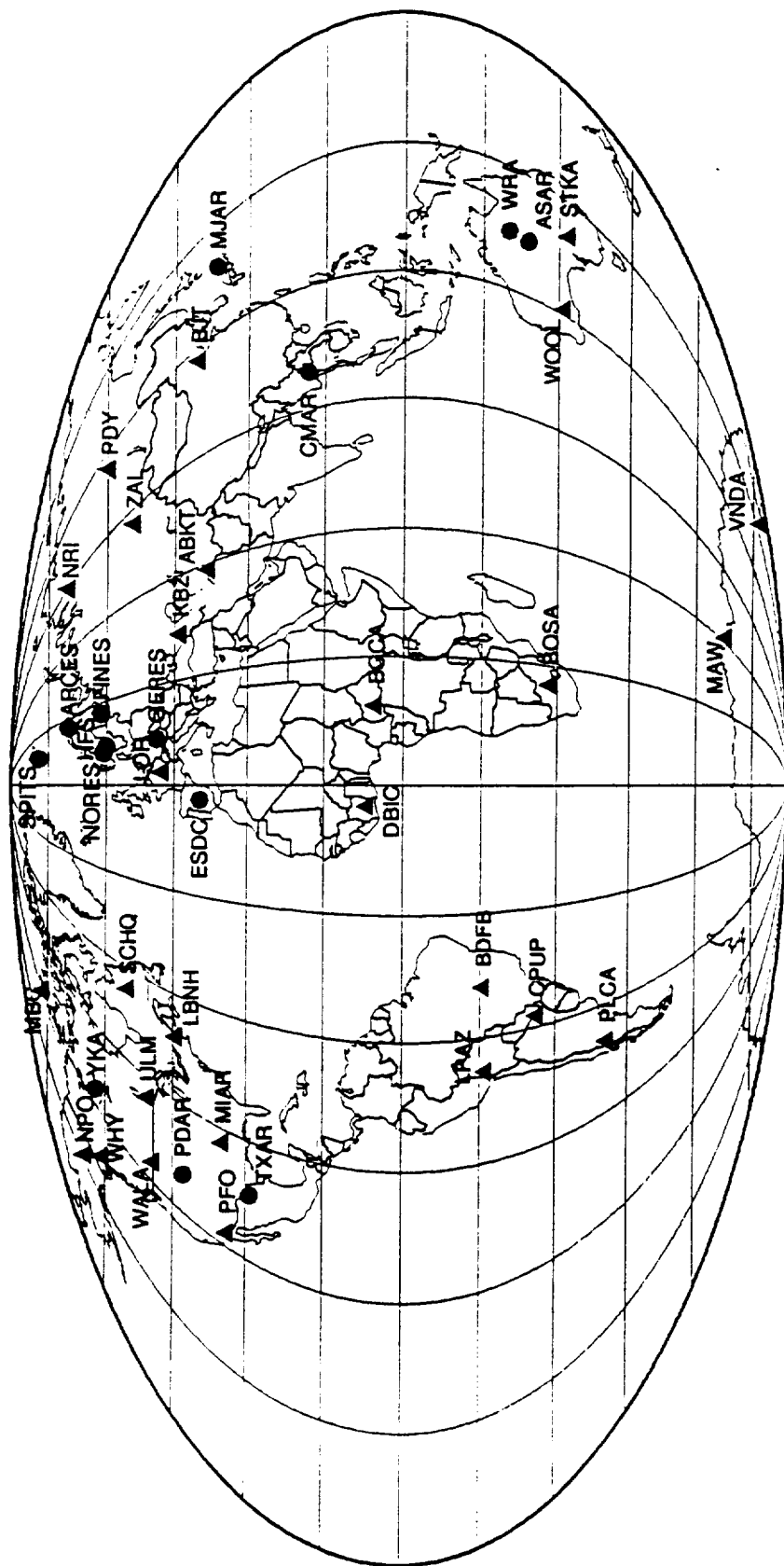


Fig. 1. Stations primaires (alpha) utilisées par le CID au 23 février 1996. Les stations composites sont représentées par des gros points noirs et les stations à trois composantes par des triangles.

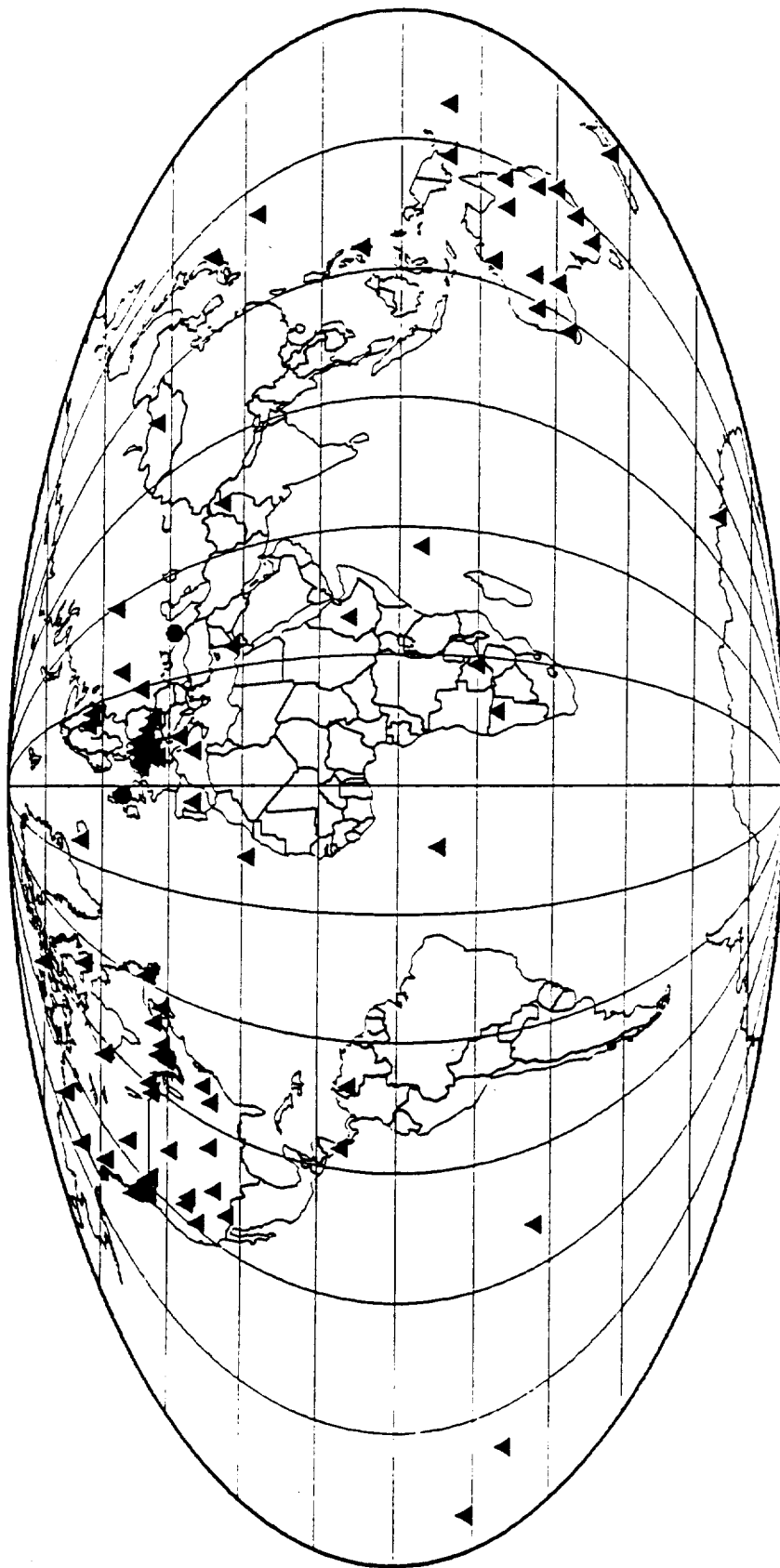


Fig. 2. Stations auxiliaires (bêta) qui ont été utilisées par le CID au 23 février 1996. Les stations composites sont représentées par des gros points noirs et les stations à une ou trois composantes par des triangles.

ANNEXE 3

Opérations du GSETT-3

Cela fait maintenant plus d'un an que le système GSETT-3 fonctionne et il continue de s'améliorer. Au fil du temps, le système s'enrichit de nouvelles stations, et tous les aspects des opérations du CID continuent de se perfectionner, avec pour objectif d'optimiser plus avant le traitement des données brutes et de produire et de distribuer les produits du CID. Une présentation statistique détaillée des opérations du CID et, dans une moindre mesure, de la participation des stations et des CND figure dans les rapports d'activité bihebdomadaires du CID. On peut obtenir ces rapports par des moyens électroniques en utilisant le protocole de transfert de fichier ou par dialogue avec le serveur World-Wide Web (WWW) du CID sur Internet.

Etat d'avancement

Comme il ressort du tableau 3, il y a maintenant 45 pays qui participent activement au GSETT-3 en fournissant des données au CID et/ou en en obtenant. Bien que la répartition des stations ne soit pas encore uniforme, le CID reçoit des données de tous les continents. Le nombre des pays, y compris l'Antarctique, dont les stations primaires, ou stations alpha, envoient au CID des données continues, presque en temps réel, a progressé de 22 à 42. Bien que, depuis la fin du mois d'août, 13 nouvelles stations bêta aient commencé à fournir au CID les segments de formes d'ondes demandés, cet accroissement du nombre de stations bêta participantes n'apparaît pas dans le tableau 3. La raison en est qu'un certain nombre de stations bêta ont connu des problèmes techniques ou de communications et n'ont pas répondu aux demandes de données pendant plus d'un mois. Les stations de cette dernière catégorie sont interrogées quotidiennement et réintégreront le réseau GSETT-3 lorsqu'un fonctionnement normal aura été rétabli.

A quelques exceptions près, les liaisons de communication spécialisées et les logiciels de transmission de données entre les stations alpha et le CID (souvent en passant par un noeud de communications situé dans un CND) ont fait preuve d'un degré élevé de fiabilité et fonctionné correctement. Un supplément d'attention et/ou une redondance sont nécessaires pour un certain nombre des stations alpha et bêta du réseau GSETT-3 si l'on veut qu'elles fournissent des données au CID avec un degré élevé de fiabilité. Il convient également de porter une attention accrue au fonctionnement de presque toutes les stations et/ou liaisons de communication si l'on désire qu'elles atteignent une très grande fiabilité.

Dix-huit CND (Afrique du Sud, Allemagne, Australie, Canada, Danemark, Espagne, Etats-Unis, Fédération de Russie, Finlande, France, Israël, Italie, Japon, Nouvelle-Zélande, Pologne, Roumanie, Royaume-Uni et Suisse) localisent maintenant les événements sismiques au moyen de réseaux régionaux et fournissent des données gamma au CID sous forme de listes distinctes d'événements sismiques. Dans le cadre d'un programme de collaboration, les observations faites par les CND norvégien et suédois sont transmises au CND finlandais pour être compilées dans une liste d'événements régionaux. Les données gamma soumises par les CND arrivent généralement plus d'un mois après leur acquisition par les stations, mais elles sont capitales pour évaluer

le GSETT-3 et pour étalonner le réseau du GSETT-3. Ces données sont analysées et introduites automatiquement dans la base de données du CID et les CND peuvent y accéder en ligne.

Tableau 3

	1er février 1994	20 août 1994	20 février 1995	18 août 1995	18 février 1996	Plan
Etats participants	10	13	28	33	45	> 40
Stations primaires	6	12	32	35	42	60
Stations auxiliaires	13	21	44	76	77	~ 150
Couverture	Européenne	Mondiale clairsemée	Mondiale	Mondiale	Mondiale	Mondiale
CND envoyant des données gamma	1	5	11	14	18	20-30
Volume de données fournies au CID (par jour)	0,2 gigaoctet	1,5 gigaoctet	2,5 gigaoctets	2,5 gigaoctets	2,6 gigaoctets	>5 gigaoctets
Nombre de jours de traitement des données par semaine	2	3	7	7 24 heures sur 24	7 24 heures sur 24	7 24 heures sur 24
Evénements signalés dans les bulletins révisés (par jour)	20	20	60	60	65	> 100
Nombre total d'événements signalés dans les bulletins révisés	1 500	2 700	6 800	12 250	23 733	
Effectif du personnel du CID (international)	27(0)	27(0)	47(9)	50(10)	53(10)	50(9)

Le 1er janvier 1995, le CID a commencé à fonctionner en vraie grandeur 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. Le CID établit automatiquement une liste d'événements alpha (LEA) sur la base des signaux détectés dans les données formes d'ondes communiquées en continu et en temps réel par les stations alpha. Il extrait et analyse ensuite automatiquement les segments de formes d'ondes bêta en fonction de la localisation des événements mentionnés dans les LEA et établit une liste d'événements alpha/bêta (LEAB). Il procède alors à une analyse interactive des données formes d'ondes pour établir un bulletin révisé des événements (BRE). La LEA doit être établie moins d'une heure, et la LEAB moins de quatre heures, après les événements signalés. Le délai d'établissement du bulletin révisé des événements est de deux jours après la fin du jour de traitement des données. A de rares exceptions près, dues à de grosses répliques ou aux instabilités d'un système en cours de mise au point, ces délais ont été respectés.

Il y a maintenant, en moyenne, chaque jour, plus de 65 événements dans les BRE. Ce nombre n'est pas constant, et a dépassé 200 événements par jour durant plusieurs jours-données lorsque se sont produits de forts tremblements de terre suivis de leurs répliques. La charge de travail supplémentaire qu'a représentée l'analyse de nombres importants d'événements additionnels a eu pour conséquence que, durant ces jours-données-là, il n'a pas été possible d'observer visuellement toutes les données pour tenter de déceler d'éventuels événements qui auraient pu passer inaperçus. Il se peut que durant ces périodes les BRE soient moins complets.

Les estimations du seuil de magnitude, au niveau de confiance de 90 %, pour la détection d'une perturbation sismique par trois stations du réseau alpha n'ont pas varié de façon appréciable depuis le dernier rapport et sont toujours comprises entre $m_b = 3,1$ en Europe septentrionale et $m_b = 4,7$ dans certaines parties des océans australs. Ces estimations reflètent la répartition géographique et les capacités de détection des stations du réseau alpha actuel. Lorsque des événements se sont produits dans un rayon de 2 000 km de la station la plus proche, on les localise avec une incertitude qui est généralement de l'ordre de 40 à 50 km. On améliorera la capacité de détection et on réduira l'incertitude de localisation en complétant et en étalonnant le réseau de stations et en utilisant pour ce faire des temps de propagation régionaux plutôt que des temps moyens calculés à l'échelle mondiale.

Les effectifs du CID s'établissent maintenant à 53, dont 10 experts internationaux invités. Le recrutement d'un personnel international et sa formation restent hautement prioritaires pour le Groupe de travail sur l'exécution. A la dernière session du GSE, des réponses ont été reçues au sujet d'un document du Groupe de travail invitant les participants au GSETT-3 à présenter leur candidature à des postes à pourvoir au CID. Depuis, il a été proposé à cinq candidats de passer jusqu'à un an au CID, alors que cinq autres candidats se sont vu offrir des bourses d'un mois en tant qu'experts invités. En outre, quatre experts internationaux, qui ont passé un certain temps au CID, mais dont les compétences particulières et la connaissance du système sont actuellement vitales pour la mise au point de certains aspects du système de traitement du CID, se sont vu proposer une prorogation de leur détachement.

Le système que le CID fait fonctionner de manière opérationnelle est encore appelé à évoluer de par sa nature. En tant que tel, ce système continuera de changer et de s'améliorer à mesure que l'on recueillera des informations dans le cadre du GSETT-3, que seront mis au point de nouveaux algorithmes d'analyse et que les algorithmes existants seront améliorés. Le traitement des signaux et l'association automatique des arrivées de signaux à des événements sismiques sont d'importantes composantes du segment traitement et interprétation des données au CID. Le module de traitement des signaux détecte les signaux sismiques et extrait des éléments pour traitement et interprétation ultérieurs. Parmi ces éléments figurent l'heure d'arrivée du signal, l'azimut et la lenteur, les paramètres de polarisation, les amplitudes, la période et le rapport signal/bruit. Sur la base de ces éléments, le module d'association automatique regroupe les détections qui semblent correspondre au même événement, identifie les phases sismiques en termes de type d'ondes et de trajet de propagation et localise les événements à l'aide de modèles théoriques de la planète.

Après de longs essais et la nécessité de formuler et d'ajouter à la base de données opérationnelle les paramètres concernant les 120 stations, ou à peu près, qui apportent actuellement leur contribution au CID, le nouveau progiciel de détection et d'extraction d'éléments (DFX) a été mis en service opérationnel le 22 janvier. Ce nouveau progiciel vise à améliorer le contrôle de la qualité et la fiabilité des mesures des éléments, à unifier le mode de présentation des connaissances, à faciliter l'adjonction de nouveaux algorithmes au fur et à mesure qu'ils sont mis au point et à maximiser la cohérence entre les résultats du traitement automatique et ceux qu'obtient l'analyste.

Les essais du nouvel ensemble de programmes dénommé Global Association (GA), qui fait appel à une technique de recherche par quadrillage pour l'association automatique des arrivées de signaux sismiques aux événements, et pour la localisation de ces événements, sont achevés. Comme l'on s'y attendait, ce nouvel ensemble a permis une réduction sensible des événements passés inaperçus en ce qui concerne la LEA, sans augmentation du nombre des fausses alertes. En outre, le système GA est plus rapide que le logiciel qu'il remplacera pour l'établissement des LEA, et cela réduira la difficulté qu'il y a à tenir les délais de traitement des données lorsqu'il y a des essaims de tremblements de terre, des répliques, et aussi lorsque de nouvelles stations viennent s'ajouter au réseau alpha. Cet ensemble de logiciels sera mis en service lorsque le fonctionnement du progiciel DFX se sera stabilisé.

Outre ces deux grands perfectionnements, de nouvelles versions de presque tous les logiciels de traitement ont été incorporées dans le système de traitement du CID. Ces nouveaux logiciels ont été installés pour un certain nombre de raisons, parmi lesquelles l'amélioration de la robustesse opérationnelle du système, le renforcement de la fiabilité des détections en ce qui concerne les stations alpha et les stations bêta, et l'amélioration des estimations relatives à la magnitude.

Sur la base de l'expérience opérationnelle, des améliorations ont été apportées au système automatique d'extraction de données bêta, pour s'assurer à la fois qu'il sera demandé des données à toutes les stations se trouvant dans un rayon de 500 km d'un événement, et que les stations auxquelles il est demandé des données bêta ont au moins une possibilité d'avoir enregistré l'événement. Les données bêta sont actuellement utilisées pour aider à déterminer avec davantage de précision le lieu d'environ 60 % des événements signalés dans les BRE. Les événements pour lesquels il n'est pas utilisé de données bêta sont principalement ceux qui sont formés au stade de l'analyse, et les événements plus petits qui ne sont enregistrés par aucune station du réseau bêta actuel. L'emploi des données bêta et l'intervention de l'analyste sont les principaux moyens de réduire les erreurs de localisation et d'améliorer la qualité des BRE.

Un objectif important du traitement des données au CID est d'optimiser les procédures automatiques et de réduire ainsi la part de l'analyse interactive. Les résultats obtenus au moyen du traitement antérieur des données ont permis de déterminer de nouveaux paramètres de détection pour toutes les stations alpha et de les incorporer dans le système de traitement. Ces paramètres de détection seront encore affinés périodiquement.

Les moyens d'accès aux données continuent de s'améliorer au CID. Depuis la dernière session, on a perfectionné l'accès au moyen du logiciel AutoDRM du GSE et du courrier électronique. Le caractère fonctionnel du logiciel AutoDRM du CID a été élargi, ce qui permet d'avoir accès aux données de la base de données relative aux opérations, ainsi qu'à la base de données des archives. Les CND peuvent maintenant extraire des données formes d'ondes presque aussitôt qu'elles ont été reçues par le CID. On a aussi élargi la gamme des options offertes pour obtenir des informations par abonnement. Le serveur World-Wide Web (WWW) du CID continue d'être perfectionné et ses fonctions élargies. Une nouvelle version majeure de ce World-Wide Web a été installée dans le système en novembre.

Le CID du GSETT-3 n'identifie pas les événements détectés, mais il met au point des algorithmes (outils) de caractérisation des événements qui, sur la base de paramètres par défaut ou de paramètres individuels de filtrage fournis par les CND, élimineront les sources sismiques qui sont très probablement des tremblements de terre ou des explosions minières, ou des événements sismiques situés dans des zones qui ne présentent pas d'intérêt pour un CND particulier. Les sources sismiques qui ne sont pas éliminées sont celles dont les informations de caractérisation ne sont pas suffisantes pour permettre de les classer, ou sont des événements qui sont atypiques par rapport aux schémas (population) d'une sismicité normale dans une zone particulière et qui peuvent justifier un nouvel examen, plus détaillé. Au stade actuel de leur élaboration, ces outils de caractérisation des événements peuvent éliminer des événements sur la base du lieu (c'est-à-dire des événements qui se produisent dans des zones ne présentant pas d'intérêt pour un CND particulier, ou des événements océaniques pour lesquels des informations de caractérisation hydroacoustique seront disponibles dans le cadre d'un Système de surveillance international), de la profondeur, des magnitudes minimale et maximale, des rapports onde de volume/onde de surface (Mb/Ms) et des rapports d'amplitude régionale en fonction des fréquences. Cet ensemble de classification des événements, associé à une base de données initiale de paramètres de caractérisation des événements compilés pendant un mois, en janvier et février 1995, a été mis en place sur le World-Wide Web du CID. Pour ce qui est des autres installations WWW, les CND sont encouragés à mettre à l'épreuve cet ensemble et à fournir des informations au CID sur les points suivants : le filtrage est-il fait correctement ? Quelles méthodes permettraient d'améliorer la facilité d'utilisation de l'ensemble ? Et quels autres filtres de classification des événements serait-il possible de mettre au point ?

Les adjonctions de matériel informatique au CID comprennent l'achat de nouveaux ensembles redondants de disques indépendants (RAID) et une mémoire de masse basée sur une technologie à bande linéaire, avec une capacité initiale de 2,2 téraoctets. Les ensembles redondants de disques indépendants amélioreront la fiabilité de parties cruciales de l'infrastructure matérielle du CID, alors que, grâce à la mémoire de masse, toutes les données brutes et les produits résultant du traitement seront accessibles en ligne pendant plusieurs années.

Plans relatifs aux opérations

En gros, les plans relatifs aux opérations pour l'avenir seront d'améliorer tous les aspects du système GSETT-3, de façon à accroître sa robustesse, à améliorer la qualité des produits du GSETT-3 et à les rendre plus complets et à réduire, en même temps, la charge de travail interactive.

Une priorité importante sera la mise au point des progiciels de traitement DFX et GA. Non seulement l'optimisation de ces progiciels apportera les plus grandes améliorations dans le délai le plus bref, mais encore leur conception est telle que de nouveaux algorithmes de traitement et de nouvelles informations paramétriques à base de connaissances pourront être plus facilement incorporés dans la chaîne de traitement, ce qui permettra d'améliorer encore les résultats du système global.

Des études pilotes utilisant des données provenant de la région scandinave ont démontré qu'il était efficace d'utiliser des temps de propagation spécifiques aux trajets, plutôt que des temps moyens, pour réduire l'incertitude de localisation des événements. L'acquisition de temps de propagation spécifiques aux trajets et l'incorporation de ces temps de propagation dans la chaîne de traitement, lorsque ces connaissances seront disponibles, demeurera une priorité. Comme dans les rapports précédents, il est noté que l'acquisition de cette base de connaissances nécessitera l'assistance de tous les CND, qui pourront être utiles en fournissant au CID des informations sur les temps de propagation régionaux et des données gamma.

Le travail se poursuivra également en ce qui concerne l'élargissement des fonctions des ensembles de caractérisation des événements. On espère que lorsque le processus DFX sera mis au point, des paramètres de caractérisation fiables seront extraits automatiquement dans la chaîne de traitement. Ces paramètres, qui seront stockés dans la base de données du CID, pourront ensuite être extraits par les CND et introduits dans les ensembles de caractérisation des événements.

Pour optimiser l'utilisation des connaissances spécifiques aux régions, il est prévu de former deux groupes d'experts sismologues, comprenant des membres du Groupe spécial d'experts scientifiques mais aussi des experts extérieurs au GSE. Ils seront chargés de donner des conseils sur des méthodes pour minimiser l'incertitude en ce qui concerne le lieu et la profondeur des événements, et sur des procédures visant à améliorer la fiabilité de la détermination de la magnitude des événements.

Il sera procédé à une expérience pour mettre à l'épreuve l'autre stratégie consistant à extraire des données des stations auxiliaires. Alors que la pratique habituelle est d'extraire des données auxiliaires basées seulement sur les listes automatiques d'événements, cette expérience fondera l'extraction sur les bulletins revus par les analystes. Cette méthode devrait augmenter la quantité de données utiles extraites, en particulier en ce qui concerne les événements qui sont ajoutés par des analystes ou qui sont médiocrement localisés dans le traitement automatique. L'expérience sera effectuée une fois qu'aura été achevée une évaluation préliminaire du nouveau programme d'association des phases, GA.

On prévoit qu'au cours des six prochains mois le fonctionnement du CID sera suspendu pendant plusieurs jours, afin d'améliorer le logiciel et le matériel informatique du serveur de la base de données relative aux opérations. Les perturbations prévues dans le fonctionnement du CID seront annoncées deux à quatre semaines à l'avance.

Le Groupe de travail sur l'exécution coopérera avec le Groupe de travail sur la planification et les CND pour amorcer le passage du réseau du GSETT-3 à celui du SSI. On organisera une transition en douceur pour maintenir la charge de traitement des données sur le CID, pendant que la capacité de surveillance sera déplacée vers les régions qui ne sont à l'heure actuelle pas couvertes. Le Groupe de travail sur l'exécution s'emploiera également à améliorer la fiabilité des stations, en particulier celles du futur SSI.

ANNEXE 4

**PROJET DE PROGRAMME DE TRAVAIL POUR LA PROCHAINE
(QUARANTE-QUATRIEME) SESSION**

1. Poursuite de l'examen des résultats des essais en vraie grandeur du GSETT-3 :
 - Rapports du CID
 - Présentation de rapports nationaux par les participants
2. Evaluation plus poussée d'aspects particuliers du système du GSETT-3 et de ses résultats par le Groupe de travail sur l'évaluation
3. Discussion des modifications à apporter au réseau GSETT-3 et des procédures qui seront apparues nécessaires à la lumière de ces expériences
4. Discussion et adoption d'un plan d'étalonnage du réseau
5. Présentation et examen des recherches nationales pertinentes
6. Discussion des plans pour l'avenir
7. Présentation d'un rapport intérimaire à la Conférence du désarmement
8. Questions diverses.
