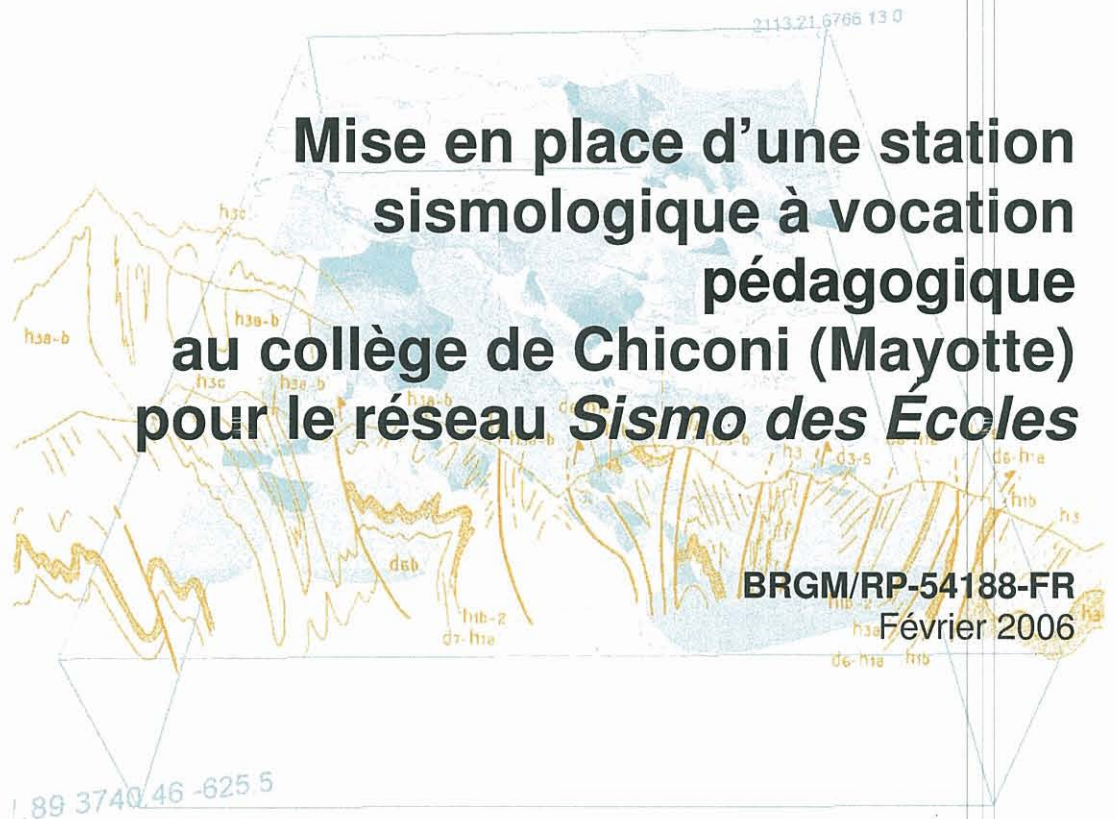


Document public



**Mise en place d'une station
sismologique à vocation
pédagogique
au collège de Chiconi (Mayotte)
pour le réseau *Sismo des Écoles***

BRGM/RP-54188-FR
Février 2006



Mise en place d'une station sismologique à vocation pédagogique au collège de Chiconi (Mayotte) pour le réseau *Sismo des Écoles*

BRGM/RP-54188-FR

Janvier 2006

Étude réalisée dans le cadre des opérations de
Service public du BRGM 05PIRZ01

P. Dominique et J.C. Audru

Vérificateur :

Nom : A. Roullé

Date : 30/01/2006

Signature :

(Ou Original signé par)

Approbateur :

Nom : Ph. Roubichou

Date : 14/02/2006

Signature :

(Ou Original signé par)

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : station sismologique, sismo des écoles, Mayotte, Comores

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Dominique P. et Audru J.C. (2006) : Mise en place d'une station sismologique à vocation pédagogique au collège de Chiconi (Mayotte) pour le réseau « Sismo des Écoles » – BRGM/RP-54188-FR. 36 p. 26 ill. et 5 ann.

Synthèse

Le vice-rectorat de Mayotte a demandé à l'antenne BRGM de Mayotte d'installer une station sismologique du réseau « Sismo des Écoles » dans le collège de Chiconi à Mayotte.

Le réseau « Sismo des Écoles » a une vocation pédagogique, il rassemble des stations sismiques installées dans des établissements scolaires du second degré. Ce réseau est présent dans plusieurs académies de France métropolitaine et des Antilles. Son extension à Mayotte est d'autant plus intéressante que cette région française d'outre-mer se situe dans le domaine de déformation tectonique des Comores et qu'il s'agit du premier appareil de ce type dans l'océan Indien.

Cette prestation entre dans les activités de service public du BRGM, avec un co-financement du vice-rectorat de Mayotte (qui a pris en charge l'achat de la station sismologique) et de mécènes privés ou publics de Mayotte (COLAS, Collège de Chiconi, Conseil Général, Électricité de Mayotte, Fête de la Science et SOGEA).

Ce rapport présente la mise en place de la station sismologique au collège de Chiconi ; Le point est fait sur les méthodes de récupération des données à partir de la station, ainsi que sur l'ensemble des problèmes techniques rencontrés pour l'installation et la maintenance de ce type de matériel. Sont également présentées des routines simples de récupération de données et d'association avec les bulletins sismiques mondiaux.

La station est désormais opérationnelle, les séismes du Nord du Pakistan (8 octobre 2005) et du Lac Tanganyika (6 décembre 2005) ont été enregistrés à Mayotte et sont déjà en cours d'analyse par les élèves avec leurs enseignants.

Sommaire

1. Introduction	9
2. Le réseau Sismo des Écoles en France	10
3. Le projet Sismo des Écoles à Mayotte	11
4. Schéma de fonctionnement d'une station	12
4.1. SCHÉMA DE PRINCIPE	12
4.2. LOGICIEL IRAE :	14
5. Installation de la station	15
5.1. CRITÈRES DE CHOIX DU SITE :	15
5.2. DESCRIPTION DU SITE :	15
6. Récupération des données	20
6.1. BULLETINS.....	20
6.2. ROUTINE DE RÉCUPÉRATION ET DE TRAITEMENTS	20
7. Conclusions	21
7.1. BILAN.....	21
7.2. PROBLÈMES NON RÉSOLUS OU A PRENDRE EN COMPTE :	22
7.3. ÉVOLUTIONS ET CONCLUSIONS	22
8. ANNEXES	23
8.1. ANNEXE 1 : FICHE DESCRIPTIVE DE STATION	24
8.2. ANNEXE 2 : DESCRIPTION DE LA MISE EN MARCHÉ.....	25
8.3. ANNEXE 3 : PARAMETRES DE CONFIGURATION IRAE DE LA STATION ..	28
8.4. ANNEXE 4 : LOGICIEL DE CONTROLE ET DE CONFIGURATION DES PARAMETRES IRAE CONTROLER (CX):.....	32
8.5. DYSFONCTIONNEMENTS OBSERVES.....	35

Liste des illustrations

Illustration 1 – le réseau Sismo des Écoles en France en février 2003, source www.edusismo.org	11
Illustration 2 – schéma de principe d'une station	12
Illustration 3 – capteur (sismographe) installé à l'extérieur de la salle informatique.....	13
Illustration 4 – boîtier d'acquisition Minititan 3DG dans la salle informatique	13
Illustration 5 – PC d'acquisition installé dans la salle informatique.....	14
Illustration 6 – situation de la commune de Chiconi (cadre rouge) à Mayotte	16
Illustration 7 – situation du collège (cercle rouge) sur la commune de Chiconi, fond topo ©IGN 1993.....	16
Illustration 8 – situation du capteur dans le collège	16
Illustration 9 – aléa sismique (extrait de l'atlas communal des aléas naturels de Chiconi)	17
Illustration 10 : localisation par la flèche, du puisard du capteur à l'extérieur de la salle informatique.....	18
Illustration 11 : la station d'acquisition et le PC.....	18
Illustration 13 : IRAE Tx : fenêtre de démarrage.....	25
Illustration 14 : IRAE TX : fenêtre d'affichage des paramètres de communication avec Rx et site ftp.....	25
Illustration 15 : IRAE Rx : fenêtre d'accueil et de dialogue	26
Illustration 16 : IRAE Rx : fenêtre de visualisation des données temps réel	27
Illustration 17 : paramètres IRAE: sismomètre.....	28
Illustration 18 : paramètres IRAE: numériseur	29
Illustration 19 : paramètres IRAE: support de données	30
Illustration 20 : paramètres IRAE: temps	30
Illustration 21 : paramètres IRAE: divers.....	31
Illustration 22 : IRAE Cx: écran d'accueil	32
Illustration 23 : IRAE Cx : fenêtre de connection au site ftp.....	33
Illustration 24 : IRAE Cx : importation du fichier de paramètres de IRAE Rx	34
Illustration 25 : IRAE Cx : fenêtre de dialogue	34
Illustration 26 sur les trois page suivantes : Courbes de réponse instrumentale du capteur sur les trois composantes NS, verticale et EW	35

1. Introduction

Ce rapport présente la mise en place d'une station sismologique dans le collège de Chiconi à Mayotte. Le réseau de stations sismologiques « Sismo des Écoles » a une vocation pédagogique à destination des élèves de collèges ou de lycées. L'installation d'une véritable station sismologique au sein d'un établissement scolaire permet de développer des activités multiples : sensibilisation au risque sismique, à la recherche et aux technologies, échanges avec d'autres établissements, diffusion d'information par Internet etc.

L'installation de la station sismologique est décrite dans ce document qui contient également quelques descriptions simples pouvant servir de support pédagogique aux enseignants. Cette installation permet essentiellement :

- de cerner l'ensemble des problèmes techniques rencontrés localement pour l'installation et la maintenance de ce type de station,
- d'analyser le type de sismicité qu'il est possible d'enregistrer à Mayotte sur une telle station,
- de mettre au point des routines simples de récupération de données et d'association avec les bulletins sismiques existants localement,

et de définir les conditions de restitution des données aux équipes pédagogiques qui exploiteront la station.

Développer un tel réseau à Mayotte est d'autant plus intéressant que cette région d'outre-mer française se situe dans le domaine de déformation tectonique des Comores et qu'il s'agit du premier appareil de ce type dans l'océan Indien.

Cette étude rentre dans les activités de service public du BRGM, avec un co-financement du vice-rectorat de Mayotte (qui a pris en charge l'achat de la station sismologique) et de mécènes privés ou publics de Mayotte (COLAS, Collège de Chiconi, Conseil Général, Électricité de Mayotte, Fête de la Science et SOGEA).

Ce projet n'aurait pas non plus abouti sans le soutien fort de M. Couturaud, vice-recteur de Mayotte, M. Augustin conseiller-pédagogique SVT pour Mayotte, Mme Gaune, professeur SVT au collège de Chiconi et M. Georgicelli principal du collège de Chiconi.

2. Le réseau Sismo des Écoles en France



Dans le cadre de la sensibilisation des écoles aux risques majeurs, un projet d'installation de sismomètres sur divers sites scolaires a été engagé à partir de 1996.

Ce projet, appelé "sismo des écoles" (et dont le logo © *Sismo des Écoles* Illustration ci-dessus) vise à mettre en place un réseau d'établissements scolaires (collèges et lycées) réunis autour d'un centre de ressources sismiques à vocation éducative.

Le matériel prototype a été mis au point dans le cadre d'un atelier d'animation scientifique et d'éducation à l'environnement, dénommé " ASTER " en partenariat entre le Centre International de Valbonne et le laboratoire de Géosciences Azur du CNRS. Un premier réseau s'est mis en place dans l'Académie de Nice, le réseau Aster06 qui est devenu le noyau de départ du réseau Sismo des Ecoles. Actuellement ce réseau comporte environ trente stations couvrant plusieurs régions mais est plus particulièrement développé dans le sud-est de la France (Illustration 1).

L'activité sismique régionale voire mondiale enregistrée dans les collèges et lycées est mise à disposition du public sur des sites Internet du projet Sismo des Ecoles. Ces sites permettent d'accéder dans diverses rubriques à la sismicité régionale et nationale, aux sismogrammes enregistrés dans les stations, aux documents relatifs à la sismologie, à des logiciels éducatifs ainsi qu'à de nombreux exemples d'activités éducatives et pédagogiques.

Le site principal permettant d'accéder à l'ensemble des réseaux régionaux et à la base de données des signaux est <http://www.edusismo.org/>

Un partenariat existe avec des équipes scientifiques dans chaque région. L'intérêt pour les scientifiques est de pouvoir disposer de stations complétant les réseaux de surveillance sismique et donnant des informations supplémentaires sur la sismicité détectée.

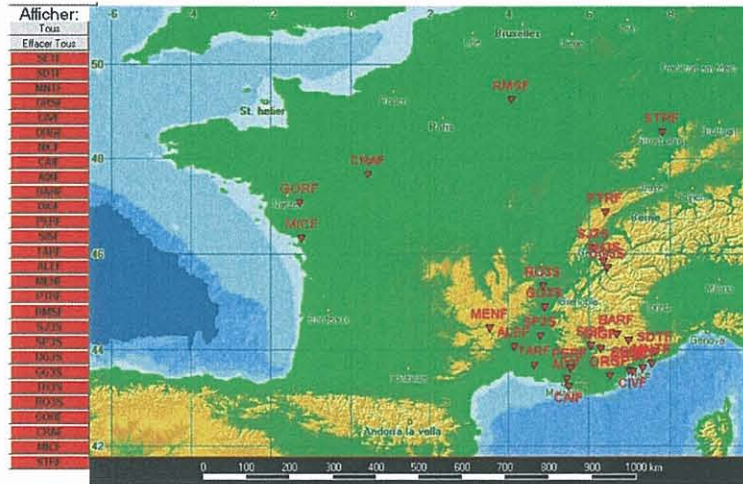


Illustration 1 – le réseau Sismo des Écoles en France en février 2003, source www.edusismo.org

3. Le projet Sismo des Écoles à Mayotte

La phase initiale de cette étude consiste à tester, sur une période d'un an, l'implantation d'une station sismologique de type Sismo des Ecoles dans un collège de Mayotte. Le but est d'analyser les conditions de fonctionnement de la station et d'acquisition des données avant de pouvoir étendre ce type de station à d'autres sites.

Les étapes principales sont les suivantes :

- Acquisition, tests et configuration du matériel
- Implantation sur site et maintenance
- Récupération, traitement et analyse des données acquises par la station
- Modalités de diffusions des données sur des supports exploitables par les équipes pédagogiques

Cette étude rentre dans les activités de service public du BRGM, avec un cofinancement du vice-rectorat de Mayotte (qui a pris en charge l'achat de la station sismologique) et de mécènes privés ou publics de Mayotte (COLAS, Collège de Chiconi, Conseil Général, Électricité de Mayotte, Fête de la Science et SOGEA). Ce projet n'aurait pas non plus abouti sans le soutien fort de M. Couturaud, vice-recteur de Mayotte, M. Augustin conseiller-pédagogique SVT pour Mayotte, Mme Gaune, professeur SVT au collège de Chiconi et M. Georgicelli principal du collège de Chiconi.

Il était initialement prévu de compléter cette installation par une formation des équipes pédagogiques aux activités du réseau Sismo des Ecoles. Ce complément pédagogique du projet n'a pas pu se faire à la date de rédaction de ce rapport faute de formateur du réseau Aster disponible.

4. Schéma de fonctionnement d'une station

4.1. SCHÉMA DE PRINCIPE

Une station type Sismo des Ecoles est constituée de 4 composants reliés entre eux :

- un boîtier d'acquisition numérique Minititan 3 DG
- un capteur (sismographe)
- une antenne GPS
- un ordinateur PC

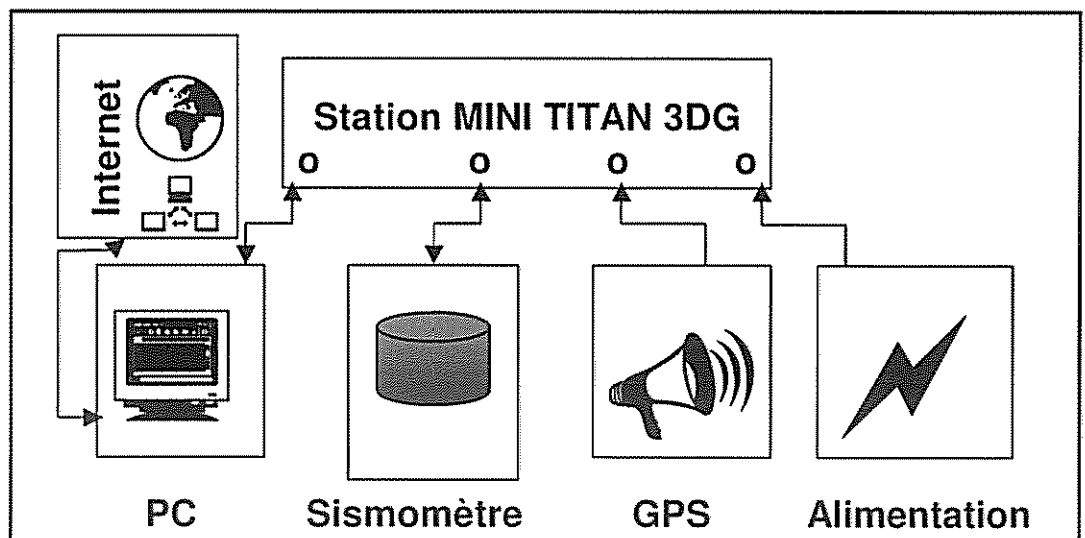


Illustration 2 – schéma de principe d'une station

Le sismomètre est le capteur sensible aux vibrations sismiques. Il transmet les signaux captés sous forme analogique au boîtier Minititan. Son alimentation électrique est fournie par le Minititan.



Illustration 3 – capteur (sismographe) installé à l'extérieur de la salle informatique

L'antenne GPS capte les informations provenant des satellites GPS et en particulier une référence horaire.

Le boîtier Minititan 3DG est le composant central de la station. C'est un boîtier unique qui remplit plusieurs fonctions :

- il reçoit les informations de l'antenne GPS permettant de contrôler la dérive de son horloge interne et d'associer aux signaux sismiques une référence horaire fiable,
- il reçoit les signaux analogiques provenant du sismographe et les numérise,
- il dialogue avec le PC et lui transfère les signaux numérisés et calés en temps.



Illustration 4 – boîtier d'acquisition Minititan 3DG dans la salle informatique

Le PC reçoit les données provenant du Minititan par l'intermédiaire d'un port de communication (USB ou Port Série) et d'un logiciel d'acquisition de données (IRAE TX).



Illustration 5 – PC d'acquisition installé dans la salle informatique

4.2. LOGICIEL IRAE :

L'acquisition des données numériques, la configuration et le contrôle des paramètres d'acquisition, le transfert des données vers l'extérieur sont gérés par un logiciel IRAE développé par le fournisseur du système d'acquisition numérique AGE CODAGIS.

Le logiciel est composé de trois parties :

IRAE Sender (TX) gère le transfert et le flux de données provenant du Minititan vers le PC via une liaison TCP/IP.

IRAE Receiver (RX) gère le stockage des données de la station. Il peut recevoir jusqu'à 20 flux de données envoyées par IRAE Sender et les stocker sur son disque local. Il se connecte périodiquement à un site ftp pour échanger les données et transférer des commandes de configuration. Il permet la connexion d'une station de contrôle à distance. Le logiciel est actuellement configuré pour une acquisition continue et un transfert de fichiers de données toutes les 2 minutes sur le site ftp. Ce dernier est soit sur un réseau local, soit sur une partition séparée du PC de réception. Dans le cas de Chiconi, les fichiers correspondant à des trames de 2 minutes sont envoyées sur une partition du disque dur du PC.

Irae Controler (CX) est un logiciel de contrôle à distance du fonctionnement et de la configuration de la station. Il peut communiquer avec la station Rx (visualisation des données en temps réel et des paramètres de configuration) ou accéder au site ftp. CX permet notamment la visualisation des données du site, le transfert ou la purge des données, l'envoi de fichiers de commandes à destination de la station de réception.

Tx et Rx peuvent fonctionner sur un même ordinateur ou être situés sur deux ordinateurs reliés par un réseau local. Si TX et RX sont sur le même PC, la liaison est interne par 'localhost'.

IRAE est écrit en Java et peut donc tourner sur des machines sous environnement Microsoft, Unix ou Linux.

Une documentation détaillée irae.pdf (en anglais) est fournie par AGEODAGIS sur son site Internet (<http://www.ageco.fr.fm>)

5. Installation de la station

5.1. CRITÈRES DE CHOIX DU SITE :

Le collège de Chiconi s'est proposé pour accueillir la station sismologique. Une visite sur le site avec le Principal du collège a permis d'identifier un local pouvant accueillir la station et de confirmer le choix.

Les conditions principales requises du local pour l'implantation étaient :

- une pièce au rez-de-chaussée sur dalle béton épaisse,
- un local fermé en permanence (sécurité du matériel),
- la présence de prise de courant pour l'alimentation de la station,
- la possibilité de faire passer facilement un câble GPS vers l'extérieur.

La qualité du niveau de bruit de fond était un critère mineur. Il ne s'agissait pas ici d'avoir une station sensible pour la détection mais un niveau de bruit suffisamment faible pour capter les principaux séismes.

5.2. DESCRIPTION DU SITE :

5.2.1. Situation géographique

Le collège se situe sur la commune de Chiconi (cf. Illustrations 6 à 8). Les coordonnées géographiques de la station sont les suivantes :

- Latitude : 12°49'50,23" Sud = 12,8305° Sud
- Longitude : 45°07'15,92" Est = 45,12108° Est
- Altitude : environ 125 m NGM.

« Sismo des Écoles » de Chiconi (Mayotte)

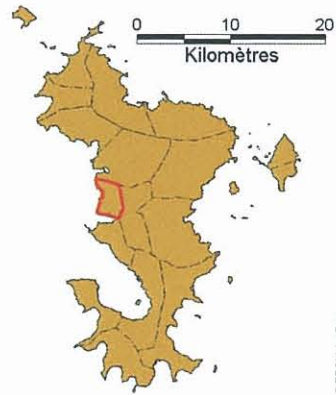


Illustration 6 – situation de la commune de Chiconi (cadre rouge) à Mayotte



Illustration 7 – situation du collège (cercle rouge) sur la commune de Chiconi, fond topo ©IGN 1993

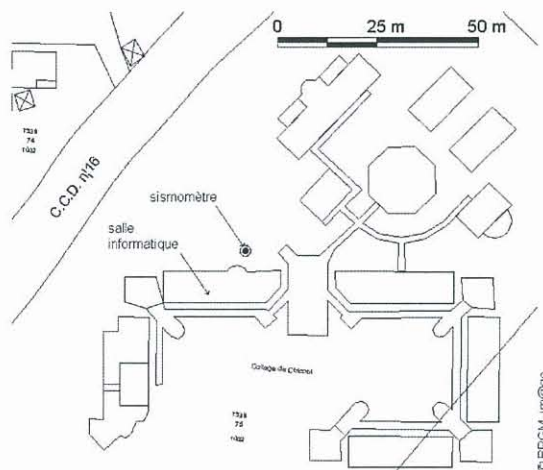


Illustration 8 – situation du capteur dans le collège

5.2.2. Contexte géologique et situation vis-à-vis du risque sismique

Le sous-sol du collège est constitué de cendres altérées (argileuses), d'environ 5 m d'épaisseur et d'âge inconnu, déposées sur des basaltes altérés (altérites argileuses) d'âge mio-pliocène (env. 5 millions d'années).

La carte d'aléa sismique de l'atlas communal des aléas naturels ¹ (Illustration 9) suggère un effet de site lithologique moyen à cet endroit.

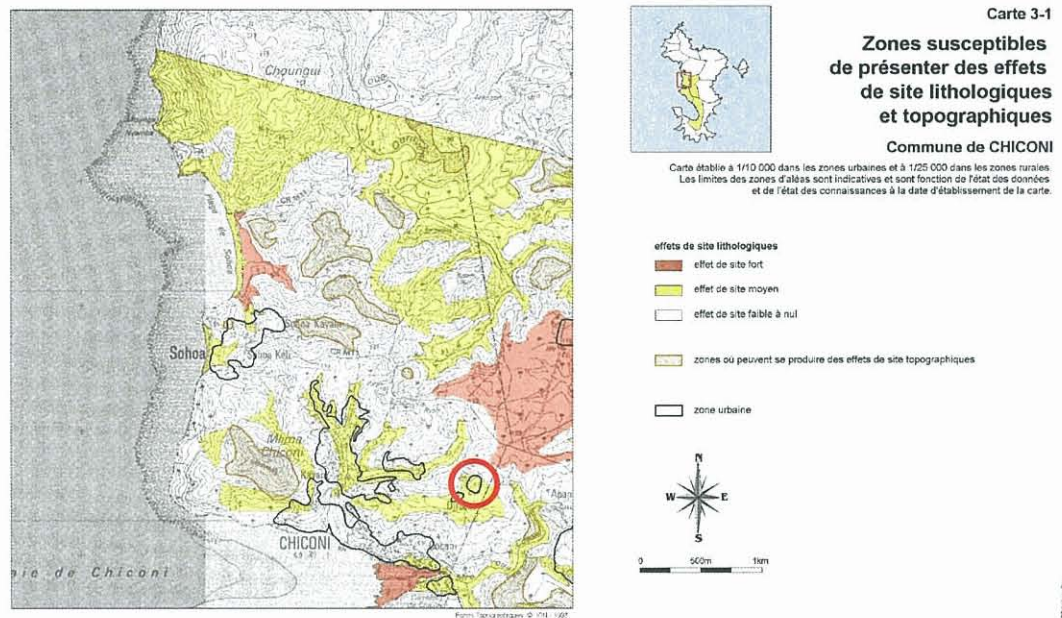


Illustration 9 – aléa sismique (extrait de l'atlas communal des aléas naturels de Chiconi)

5.2.3. Description des locaux

Le capteur se trouve juste à l'extérieur de la rotonde de la salle informatique du collège, dans un puisard protégé par une dalle de béton. Il est protégé par une cloche plastique.

La station d'acquisition se situe dans la salle informatique du collège, à l'intérieur de la rotonde. Cette salle est fermée à clé en dehors des cours

¹ J.-C. Audru, J.-F. Desprats, G. Eucher, O. Jossot, C. Mathon, J.-L. Nédellec, J.-P. Rançon, O. Sedan et N. Zornette, avec la collaboration de S. Guillobez (Cirad), de P. Daniel et de B. Haie (Météo-France) : Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Chiconi, Ouangani, Sada et Chirongui. Rapport BRGM/RP-52662-FR, 121 p., 68 Illustrations ou photos, 4 tableaux, 54 cartes et 8 annexes.



Illustration 10 : localisation par la flèche, du puisard du capteur à l'extérieur de la salle informatique

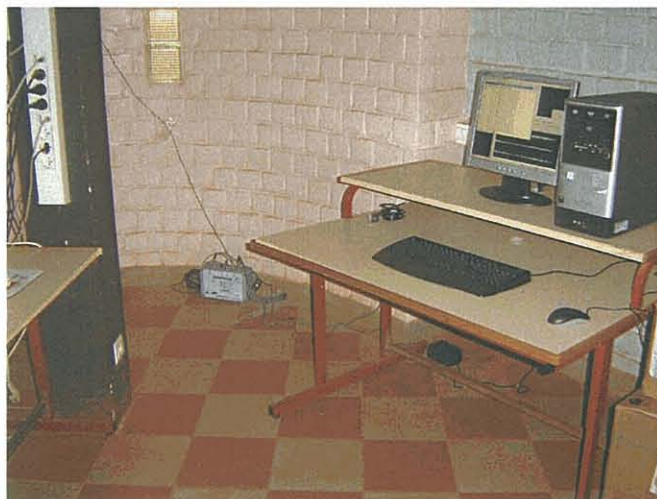


Illustration 11 : la station d'acquisition et le PC

5.2.4. Mise en service de la station

L'installation physique des appareils est simple et correspond au schéma du paragraphe 3.1.

Le capteur :

Le capteur est un capteur de vitesse trois composantes. Il permet d'enregistrer les vibrations du sol suivant trois directions dont une verticale et deux horizontales perpendiculaires, l'une appelée Longitudinale, l'autre Transversale. Par convention, la composante Longitudinale est orientée suivant l'axe Nord-Sud, et la Transversale suivant l'axe Est-Ouest. Un repère sur la partie supérieure du capteur permet de l'orienter. Un système de vis à la base du capteur et un niveau à bulle permettent de régler l'horizontalité.

Les caractéristiques du capteur (modèle, sensibilité) sont données en annexe 1.

L'antenne GPS est posée sur le toit du bâtiment, le câble passant par une ouverture sur la partie haute du mur de la pièce donnant sur l'extérieur. La fixation définitive de l'antenne sur le toit reste à réaliser par le collègue.

La configuration de IRAE pour la station de Chiconi :

Au démarrage du PC, les logiciels IRAE Sender RX et Receiver TX sont activés automatiquement. Une description détaillée est donnée en annexe 2.

Le contrôle des paramètres de la station se fait avec IRAE Controler CX (Cf. détail de son utilisation en annexes 3 et 4).

La station a été configurée pour que TX, RX, CX et le site ftp fonctionnent sur une seule machine.

Les données sont stockées par fichiers de 2 minutes d'enregistrement, dans un répertoire associé au logiciel IRAE Receiver. La capacité du disque est de 120 Go ce qui devrait être largement suffisant pour un fonctionnement autonome pendant des mois. Dans cette configuration, il y a 720 fichiers enregistrés par jour (21600 en 30 jours ...)

La saturation du site est dépendante du pas d'échantillonnage qu'on adoptera. Un pas d'échantillonnage peu élevé permet d'augmenter la capacité de stockage. Pour cette station, on a fixé le pas d'échantillonnage à 100 Hz.

Il n'y a pas de purge automatique du site ftp. Lorsque ce dernier est saturé le transfert entre le disque local et le site ftp s'arrête. Les données continuent à être stockées sur le disque interne. Le transfert vers ftp reprend automatiquement dès qu'il y a de la place disponible sur le site ftp.

6. Récupération des données

6.1. BULLETINS

L'identification des signaux enregistrés se fait par rapport à des bulletins sismiques de référence recensant les principaux séismes locaux, régionaux ou lointains.

Les séismes proches et régionaux pourront être identifiés à partir du bulletin produit par les réseaux régionaux, par exemple ceux de l'Observatoire du Karthala (Comores) ou de l'Observatoire d'Antananarive (Madagascar).

Pour les séismes lointains, le bulletin de référence peut être celui de l'United States Geological Survey (USGS / NEIC - wwwneic.cr.usgs.gov).

6.2. ROUTINE DE RÉCUPÉRATION ET DE TRAITEMENTS

Les données sont enregistrées de façon continue sur la station et stockées sur un site ftp pour le moment localisé sur le PC d'acquisition. En fonctionnement normal, le site ftp est interrogeable à distance et les signaux utiles peuvent être téléchargés par Internet.

La station n'est pas pour l'instant connectée à un réseau. Les données sont récupérées périodiquement lors d'une visite de contrôle de la station par les enseignants.

Un protocole de récupération et de traitement des données peut être mis au point selon la procédure suivante. Il comprend 5 étapes successives :

- 1- Constitution d'une liste des fichiers enregistrés
- 2- Constitution d'une liste de séismes à partir de bulletins, par exemple wwwneic.cr.usgs.gov
- 3- Croisement des deux listes en tenant compte des temps de parcours des ondes sismiques pour sélectionner les fichiers de signaux à visualiser pour récupération et transfert de ces signaux
- 4- Visualisation et validation des signaux
- 5- Traitement des données sélectionnées : conversion des données brutes au format SAC et modification des noms de fichiers

L'étape 1 ne présente pas de difficultés. Les dates et heures des signaux enregistrés sont obtenues directement par décodage des noms de fichiers.

Dans l'étape 2, un tri sélectif des séismes peut être fait en fonction de la distance à la station et de la magnitude. Pour une distance donnée d , ne sont conservés que les séismes avec une magnitude supérieure à une valeur $m(d)$ où m est calculée à partir

d'une formule empirique. Les fichiers enregistrés pouvant correspondre à la liste précédemment constituée sont alors transférés dans un répertoire de traitement.

Un logiciel de conversion, cvtit conçu par J.F. Fels de l'Observatoire Midi-Pyrénées de Toulouse permet de convertir ces signaux dans un format standard d'analyse (le format SAC).

Les signaux SAC peuvent alors être lus à l'aide de divers logiciels SAC2000, pql, Seisgram2K. Par ailleurs, les signaux au format tit peuvent aussi être lus par le programme viewtitan.

Cvtit et SAC2000 n'existent que dans un environnement Unix ou Linux.

Le traitement complet des données nécessite donc de basculer d'un environnement Linux à Windows pour la restitution des données et leur utilisation pratique.

7. Conclusions

7.1. BILAN

Le site du collège de Chiconi doit permettre, malgré le bruit de fond lié à l'activité du collège, d'enregistrer la sismicité locale et régionale principale (magnitudes 2,5 à 50 km de distance, 4 à 300 km). Les télé-séismes (distances > à 3000 km) ne seront probablement pas captés à moins qu'ils soient de forte magnitude (supérieure à 7,0).

Dans un premier temps, seuls les bulletins de l'USGS disponibles sur Internet sont utilisés pour l'identification des événements sismiques. Il conviendra à terme d'essayer d'obtenir des bulletins régionaux, ou tout au moins de croiser les données avec les observatoires sismologiques de Madagascar ou du Karthala aux Comores.

Sur place l'enregistrement se fait en continu. Les données sont récupérées directement par les enseignants. Il n'y a pas pour l'instant d'interrogation à distance possible par modem ou par réseau informatique.

Les données brutes de la station ne sont pas exploitables directement par les équipes pédagogiques. Des traitements préalables de données sont nécessaires, consistant à :

- sélectionner les signaux identifiés à des événements sismiques ;
- visualiser et valider les signaux sismiques exploitables ;
- convertir les formats des enregistrements pour les rendre exploitables par des logiciels de visualisation ou d'analyse sous Windows.

Des logiciels gratuits peuvent être téléchargés sur Internet ou fournis avec les données, par exemple : SeisGram2K pour la visualisation des signaux SAC (Logiciel conçu par Antony Lomax pour une utilisation pédagogique), GSVIEW, pour afficher, exporter ou imprimer des fichiers postscripts.

7.2. PROBLÈMES NON RÉSOLUS OU A PRENDRE EN COMPTE :

L'interrogation à distance de la station permettrait une récupération quasi immédiate des données et un suivi du fonctionnement de la station. La connexion de la station au réseau informatique du collège sera une solution intéressante.

Une faiblesse du système d'acquisition est l'arrêt du PC en cas de coupures de courant. Cependant, le système est suffisamment robuste pour redémarrer automatiquement en cas de rétablissement du courant et assurer la reprise automatique de l'acquisition. En l'absence d'interrogation à distance, un contrôle hebdomadaire de la station par un professeur du collège est recommandée.

7.3. ÉVOLUTIONS ET CONCLUSIONS

L'intérêt du projet Sismo de Ecoles est de pouvoir constituer un réseau régional de stations dans plusieurs établissements scolaires avec échanges de données et d'informations comme cela se passe déjà dans d'autres régions de France.

Cette première station qui peut constituer le démarrage d'un réseau régional en incluant l'île de la Réunion doit pouvoir intégrer le réseau en place au niveau national. Cette intégration permettra de bénéficier de formations des équipes pédagogiques spécifiques au réseau, bénéficier également de toutes les activités pédagogiques développées en Métropole autour de ce réseau et enfin de développer des échanges inter-académiques.

Sismo des Ecoles est un projet qui nécessite un partenariat local entre les établissements scolaires et un établissement scientifique ayant les moyens d'assurer un minimum de suivi et de cohérence. Le BRGM peut actuellement assurer ce rôle de partenaire technique.

Cette première phase du projet a montré la faisabilité et l'intérêt de développer un tel réseau dans les collèges.

Les valorisations ont déjà permis d'exploiter les enregistrements acquis à la suite des séismes du Nord du Pakistan (8 octobre 2005) et du Lac Tanganyika (6 décembre 2005).

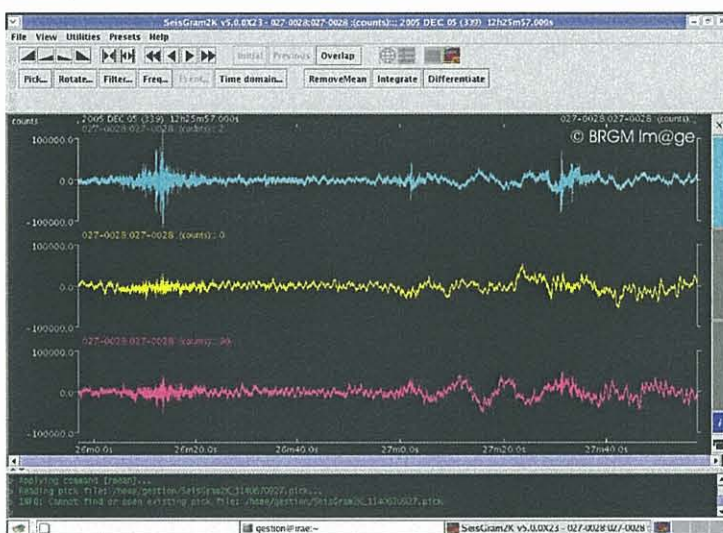
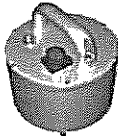


Illustration 12 : arrivée des ondes S du séisme du Lac Tanganyika (6 décembre 2005) à 12h27.

8. ANNEXES

8.1. ANNEXE 1 : FICHE DESCRIPTIVE DE STATION

Nom de station	Mayotte - collège de Chiconi	
Code de station	YTCH	
Réseau	Sismo des écoles	
Date d'ouverture :	22 septembre 2005	
Latitude (WGS84)	12°49'50,23" Sud = 12,8305° Sud	
Longitude (WGS84)	45°07'15,92" Est = 45,12108° Est	
Altitude NGM (d'après carte IGN)	125 m	
Contexte géologique :	Cendres argilisées (5 m env.) sur altérites de basaltes	
Capteur :	NoeMax (Ageco-Dagis), Vélocimètre 3 composantes Canal 1 : Z, Canal 2 : N-S, Canal 3 : E-W Fréquence propre : 2 Hz élargi électroniquement à 0,05 Hz (20 s). Fonctions de transfert : http://mamanageco.no-ip.org/WebData/NoeMaxPZ/034-0022/	
La constante de conversion du capteur est 1500V/m/s et le LSB du numériseur vaut 600nV/count		
Acquisition :	MiniTitan3DG Serial Number : 034-0022 Software Release TITAN _____ Numériseur _____ Enregistrement continu, Fréquence d'échantillonnage : 100.0 Hz Format de stockage: Format brut titan PC d'acquisition : PC sous Linux / windows XP	
Logiciels:	Acquisition numérique : IRAE : Tx, Rx et site ftp sur même machine (communication via localhost) Conversion des signaux : cvtit (sous Linux) pour conversion au format SAC Visualisation des fichiers TIT : viewtitan Visualisation des fichiers SAC : Seismogram2K (A. Lomax)	

8.2. ANNEXE 2 : DESCRIPTION DE LA MISE EN MARCHÉ

Ne sont donnés ici que quelques explications sommaires permettant de suivre le démarrage du système d'acquisition. Pour plus de précisions se reporter à la notice technique IRAE fournie par AGE CODAGIS.

Au démarrage du PC, les logiciels IRAE Sender RX puis IRAE Receiver TX démarrent automatiquement. Plusieurs fenêtres s'affichent.

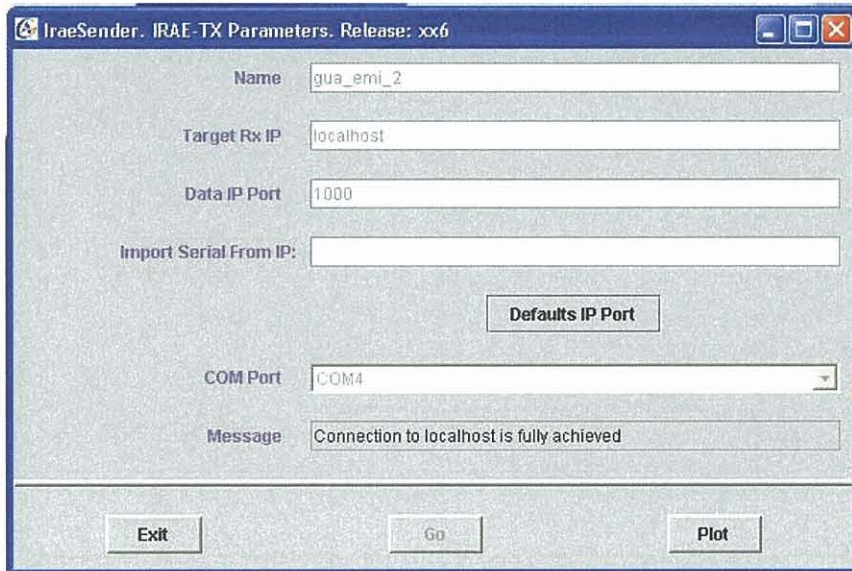


Illustration 13 : IRAE Tx : fenêtre de démarrage

Cet écran indique le nom de la station émettrice (027-0028 à Chiconi), l'adresse IP sur laquelle envoyer les données (ici localhost ou adresse interne 127.0.0.1) et le port de communication qui reçoit les données du sismographe (ici COM4 pour le port USB).

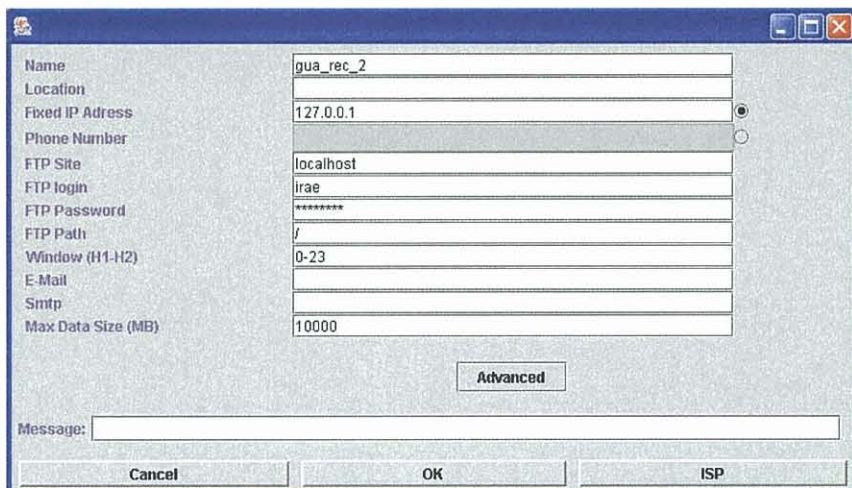


Illustration 14 : IRAE TX : fenêtre d'affichage des paramètres de communication avec Rx et site ftp

Une deuxième fenêtre affiche les paramètres de la station de réception RX (027-0028 à Chiconi) et ceux de la connexion au site ftp (login irae, mot de passe, répertoire d'accueil /).

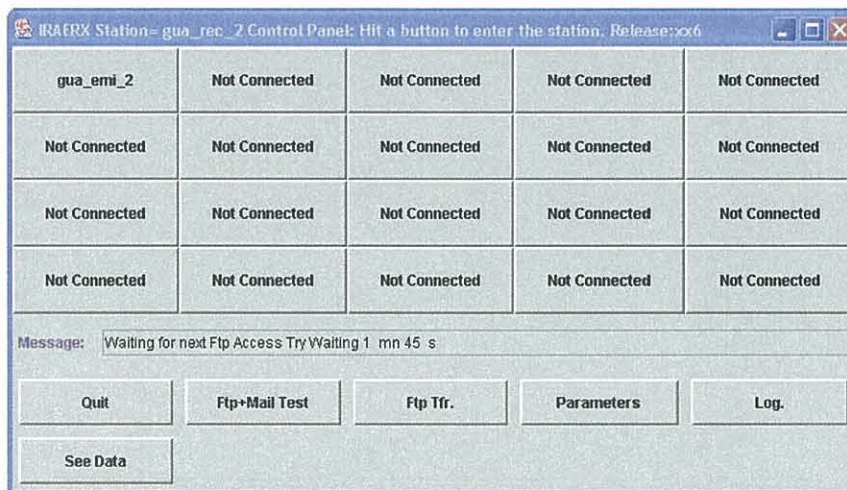


Illustration 15 : IRAE Rx : fenêtre d'accueil et de dialogue

Enfin, l'écran d'accueil de la station de réception s'affiche. Elle indique les stations d'émission qui sont connectées (027-0028 à Chiconi), le temps restant avant le prochain transfert sur ftp. Il permet aussi de visualiser différentes informations:

- accès aux données acquises en temps réel (bouton 027-0028 à Chiconi)
- accès aux données enregistrées par la station (bouton See Data)
- visualisation des paramètres de la station de réception RX (Bouton parameters permettant d'accéder à la fenêtre précédente)
- historique des actions et commandes effectuées par la station de réception (bouton Log.)

« Sismo des Écoles » de Chiconi (Mayotte)

En cliquant sur la touche 027-0028 on accède à une visualisation temps réel des signaux envoyés par la station TX via le logiciel IRAE- Sender:

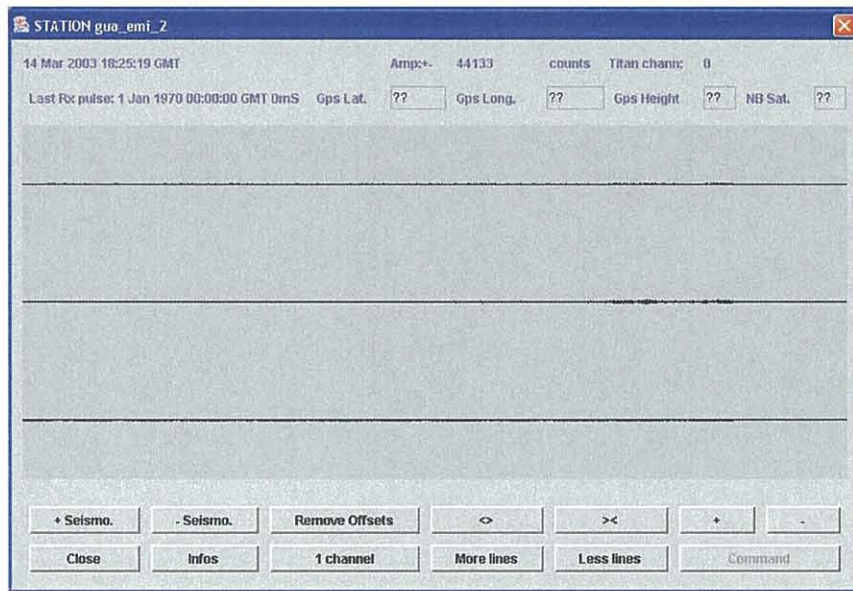


Illustration 16 : IRAE Rx : fenêtre de visualisation des données temps réel

Remove offsets permet de mettre à zéro le décalage continu d'amplitude par rapport au zéro pouvant exister sur chaque voie d'enregistrement.

1 channel permet de ne visualiser qu'une seule voie au lieu de 3.

on peut augmenter ou diminuer l'amplitude du signal à visualiser avec les touches + et -

Infos permet d'accéder aux paramètres de configuration du Minititan.

8.3. ANNEXE 3 : PARAMETRES DE CONFIGURATION IRAE DE LA STATION

Paramètres sismomètres:

Station : dat			
Seismometers			
Channel	0	Channel	1
ON/OFF	ON	ON/OFF	OFF
Fs (Hz)	125.0	Fs (Hz)	
Lta (Sec)	40.423	Lta (Sec)	
Sta (Sec)	2.2	Sta (Sec)	
Threshold	3.0	Threshold	
Offset Correction ON/OFF	ON	Offset Correction ON/OFF	
Channel	2	Channel	3
ON/OFF	OFF	ON/OFF	OFF
Fs (Hz)		Fs (Hz)	
Lta (Sec)		Lta (Sec)	
Sta (Sec)		Sta (Sec)	
Threshold		Threshold	
Offset Correction ON/OFF		Offset Correction ON/OFF	

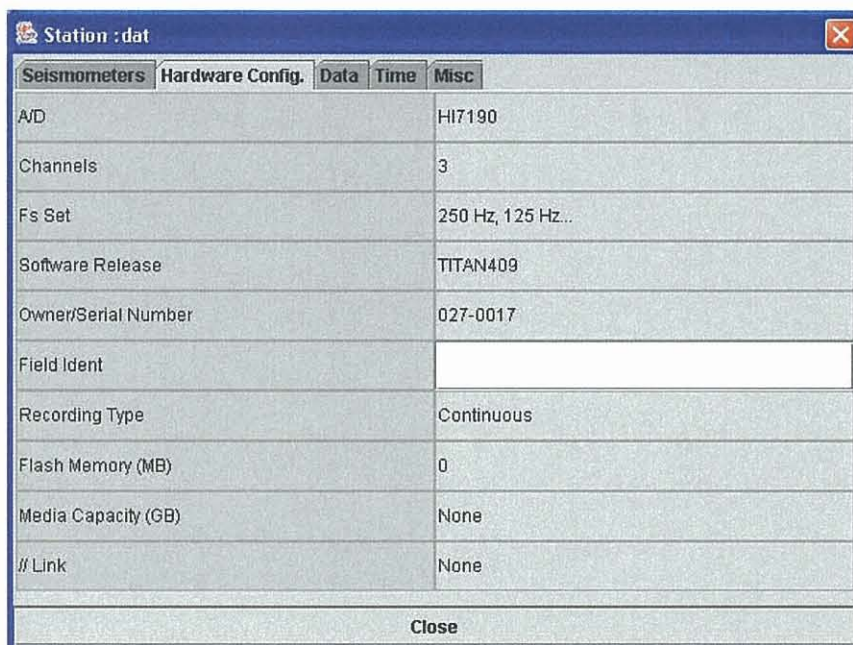
Illustration 17 : paramètres IRAE: sismomètre

Un seul canal utilisé (Channel 0 ON)

Fréquence d'échantillonnage : 125 Hz ou 62,5 Hz selon le cas.

Paramètres de déclenchements (pas utiles ici car acquisition continue)

Paramètres du numériseur



Seismometers	Hardware Config.	Data	Time	Misc
A/D				HI7190
Channels				3
Fs Set				250 Hz, 125 Hz...
Software Release				TITAN409
Owner/Serial Number				027-0017
Field Ident				
Recording Type				Continuous
Flash Memory (MB)				0
Media Capacity (GB)				None
// Link				None
Close				

Illustration 18 : paramètres IRAE: numériseur

Paramètres du support interne de données

Non configuré ici car pas de carte mémoire interne.

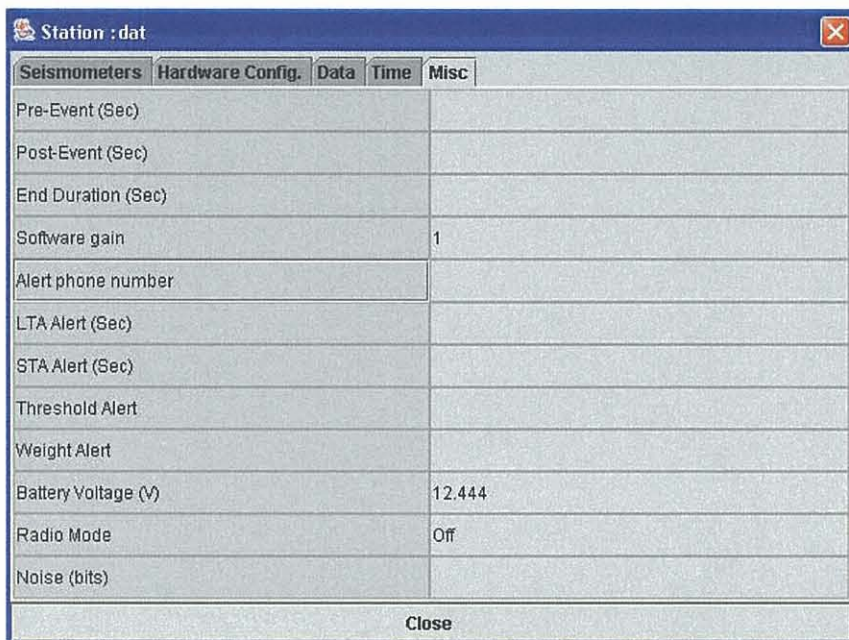
Seismometers	Hardware Config.	Data	Time	Misc
Amount of Flash Bytes			0	
Flash Cycles / Triggered Events				
Record			None	
Amount of Media Bytes (MB)				
Amount of Lost Flushes				
Amount of Lost Flushes Cause Low Bat				
Media Activity				
Media Problems				
Low Bat Detected				
Time out Reached With Media				
Scsi Bus Problems				
Illegal Scsi Response				
Media Load Problems				
Media Full				
Media Rejected				
Close				

Illustration 19 : paramètres IRAE: support de données

Seismometers	Hardware Config.	Data	Time	Misc
Last Reboot at				
Last Time Sent at			12 Mar 2003 12:26:00 GMT	
Pulse Duration (mSec)			300	
Pulse Ok if			Less than pulse duration	
Nb Tops Per Minute			1	
Last Time Frame			Unknown	
Last Rx Pulse			Unknown	
Close				

Illustration 20 : paramètres IRAE: temps

Paramètres de déclenchement et de contrôles :



The screenshot shows a software window titled "Station : dat" with a close button in the top right corner. The window contains a tabbed interface with four tabs: "Seismometers", "Hardware Config.", "Data", and "Misc". The "Misc" tab is currently selected and displays a table of parameters. The parameters are listed in two columns, with some values filled in. At the bottom of the window, there is a "Close" button.

Seismometers	Hardware Config.	Data	Time	Misc
Pre-Event (Sec)				
Post-Event (Sec)				
End Duration (Sec)				
Software gain				1
Alert phone number				
LTA Alert (Sec)				
STA Alert (Sec)				
Threshold Alert				
Weight Alert				
Battery Voltage (V)				12.444
Radio Mode				Off
Noise (bits)				

Close

Illustration 21 : paramètres IRAE: divers

8.4. ANNEXE 4 : LOGICIEL DE CONTROLE ET DE CONFIGURATION DES PARAMETRES IRAE CONTROLER (CX):

Il permet la connexion à distance à la station RX et au site ftp de stockage des données. La modification des paramètres de fonctionnement de TX et RX ne peut se faire que par l'intermédiaire de ce programme.

IRAE Controler crée des fichiers de commandes adressés à TX et RX et les transmet sur le site ftp. Lorsque RX se connecte au site ftp, il recherche si des fichiers de commandes existent, et les télécharge.

La fenêtre d'accueil de IRAE Controler est la suivante :

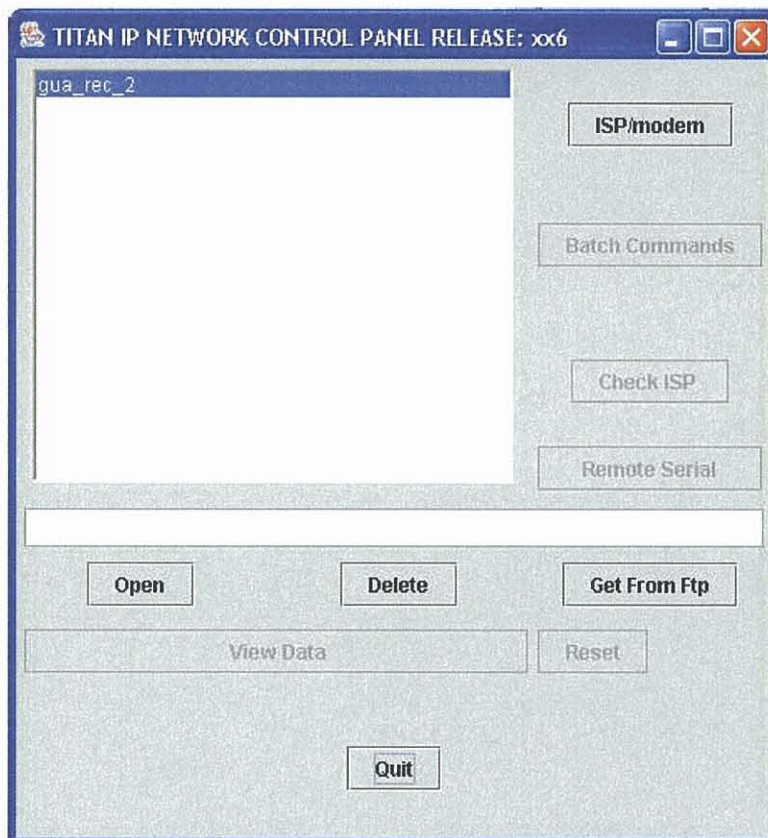
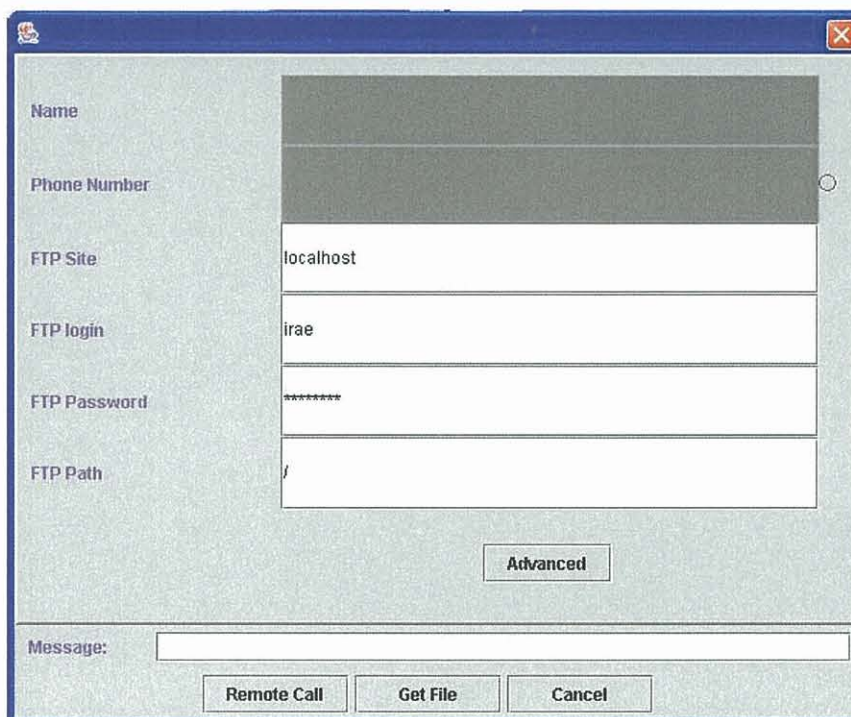


Illustration 22 : IRAE Cx: écran d'accueil

027-0028 est le nom du fichier contenant les caractéristiques de la station RX à laquelle il faut se connecter. En sélectionnant sur ce nom et en cliquant sur open, on accède à la fenêtre d'édition des paramètres de station (RX et TX)

« Sismo des Écoles » de Chiconi (Mayotte)

Si aucun nom n'apparaît, il faut alors chercher ces caractéristiques sur le site ftp. Cliquer alors sur le bouton Get from ftp qui donne accès à l'écran de connexion au site ftp:



The image shows a dialog box for connecting to an FTP site. It has a title bar with a close button. The main area contains several input fields:

- Name:** A large empty text area.
- Phone Number:** A large empty text area with a scroll bar on the right.
- FTP Site:** A text box containing the value "localhost".
- FTP login:** A text box containing the value "irae".
- FTP Password:** A text box containing seven asterisks "*****".
- FTP Path:** A text box containing a single forward slash "/".

Below the input fields is an "Advanced" button. At the bottom of the dialog is a "Message:" label followed by an empty text box. Below the message box are three buttons: "Remote Call", "Get File", and "Cancel".

Illustration 23 : IRAE Cx : fenêtre de connexion au site ftp

Après avoir rempli les paramètres de connexion on accède au dossier iprxtxfiles du site ftp:

Celui-ci doit contenir au moins un fichier avec l'extension .export, contenant les caractéristiques de la station RX.

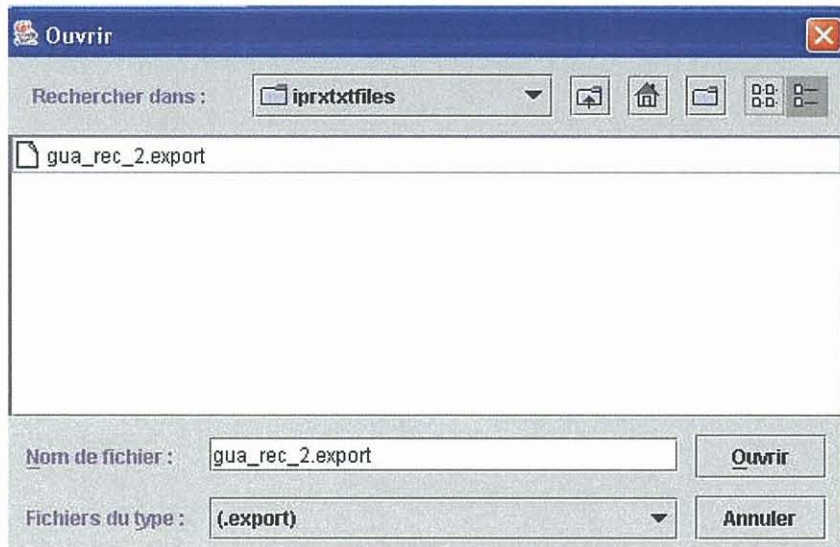


Illustration 24 : IRAE Cx : importation du fichier de paramètres de IRAE Rx

Cliquer sur ouvrir pour accéder à l'éditeur de station.

Ecran de dialogue de l'éditeur de station :

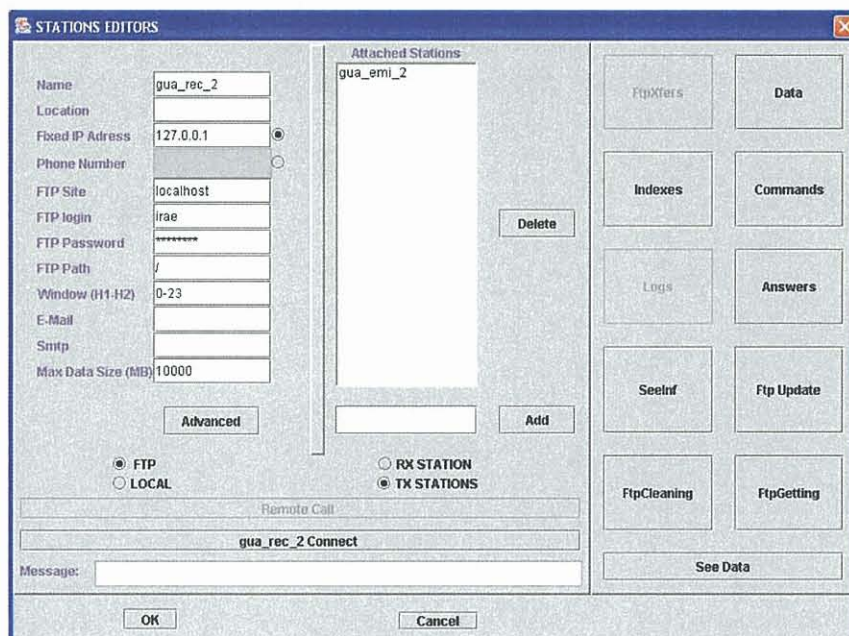


Illustration 25 : IRAE Cx : fenêtre de dialogue

- FtpUpdate, FtpGetting et FtpCleaning permettent d'accéder aux données stockées sur le site ftp.
- See Data permet de lire des fichiers de données stockées sur disque Dur
- Commands permet de modifier les paramètres de TX ou RX. Après avoir édité les commandes, appuyer sur ftp Update pour les envoyer sur le site ftp

Pour que Rx puisse transférer les données vers le site ftp, la commande ALL ALWAYS doit être activée.

Dans IRAE Cx:

- Sélectionner les boutons *FTP* et *RX STATION* (en bas à gauche de la fenêtre de dialogue Illustration 24)
- Appuyer sur le bouton *Commands* sur la partie droite de la fenêtre de dialogue. Une fenêtre d'édition s'ouvre alors. Taper la commande *ALL ALWAYS* puis fermer cette fenêtre.
- Appuyer sur le bouton *Ftp Update*.

8.5. DYSFONCTIONNEMENTS OBSERVES

Lors de la demande de visualisation des données en cliquant sur la fenêtre SEE DATA :

- seule une partie des données les plus récentes est directement accessible ;
- la fenêtre de visualisation des données ne s'ouvre pas complètement bloquant le système qui doit être rebooté. Pour y remédier, il faut ouvrir au préalable une fenêtre « terminal » ;
- la première ouverture d'un fichier .tit renvoie à ce fichier, mais il est daté du 1/1/1970, la seconde ouverture de ce même fichier donne la date correcte ;

Le moyen le plus simple pour visualiser les données est de lancer une fenêtre « terminal », puis la commande viewtitan suivi du nom du fichier xxx.tit dans le répertoire correspondant.

La lecture et la gravure de CD-ROM ainsi que la lecture et l'écriture des clés USB ne fonctionnaient pas en l'état. L'installation de pilotes est à envisager pour la récupération des données.

Illustration 26 sur les trois page suivantes : Courbes de réponse instrumentale du capteur sur les trois composantes NS, verticale et EW

Poles and zeros in rad/s:

034-0022-0.PZ

ZEROS 4

0. 0.

0. 0.

-207.1422653078124 0.

-0.9239411634267176 0.

POLES 4

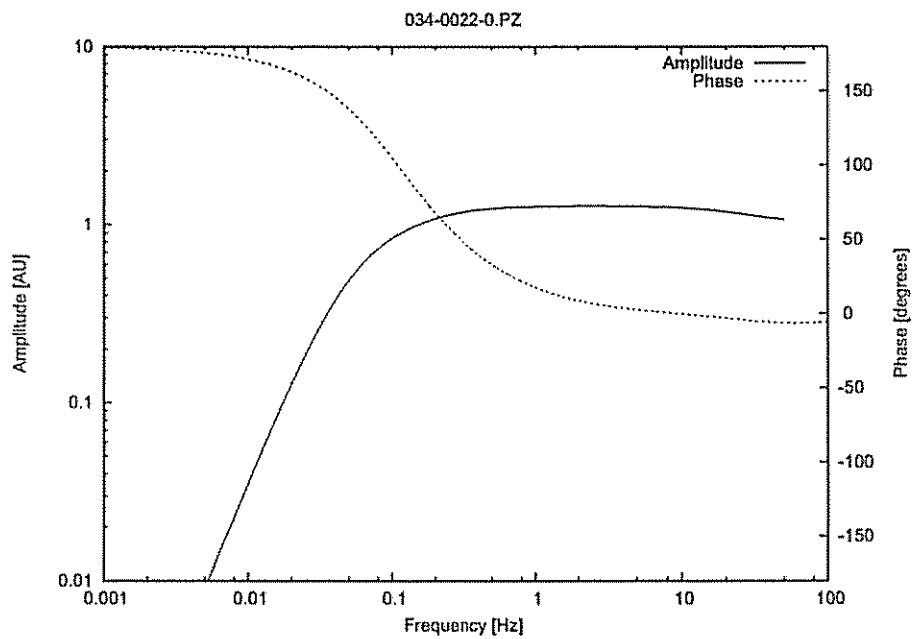
-0.33502772488434346 0.

-0.31754499612595266 0.

-1.1824777960769361 0.

-163.25564355721198 0.

CONSTANT 1.



Poles and zeros in rad/s:

034-0022-1.PZ

ZEROS 4

0. 0.

0. 0.

-197.21531968603242 0.

-0.95620577548289 0.

POLES 4

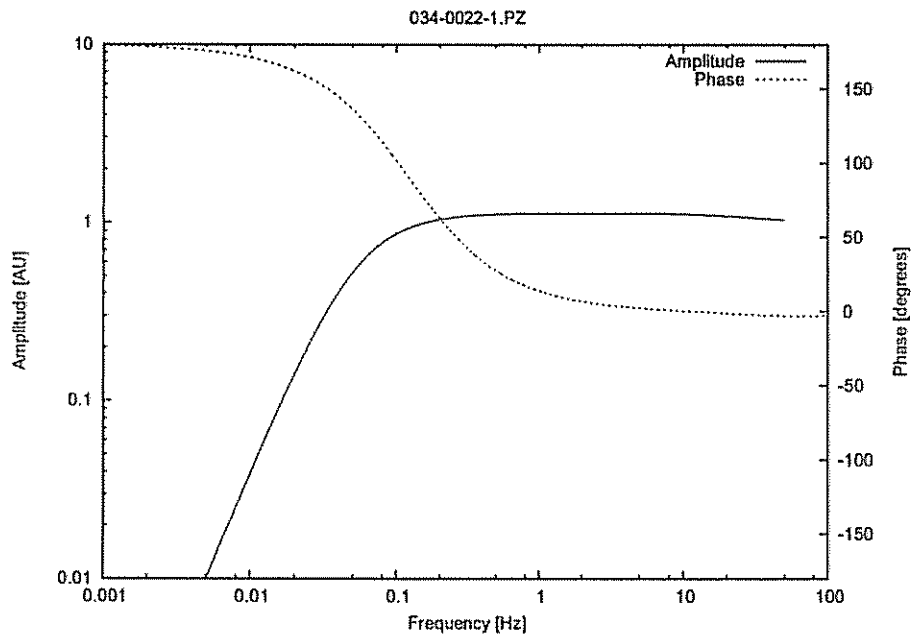
-0.31897208311672337 0.

-0.3286338690065419 0.

-1.002477796076936 0.

-175.2855481108186 0.

CONSTANT 1.



Poles and zeros in rad/s:

034-0022-2.PZ

ZEROS 4

0. 0.

0. 0.

-199.12385503783273 0.

-0.9127418765973027 0.

POLES 4

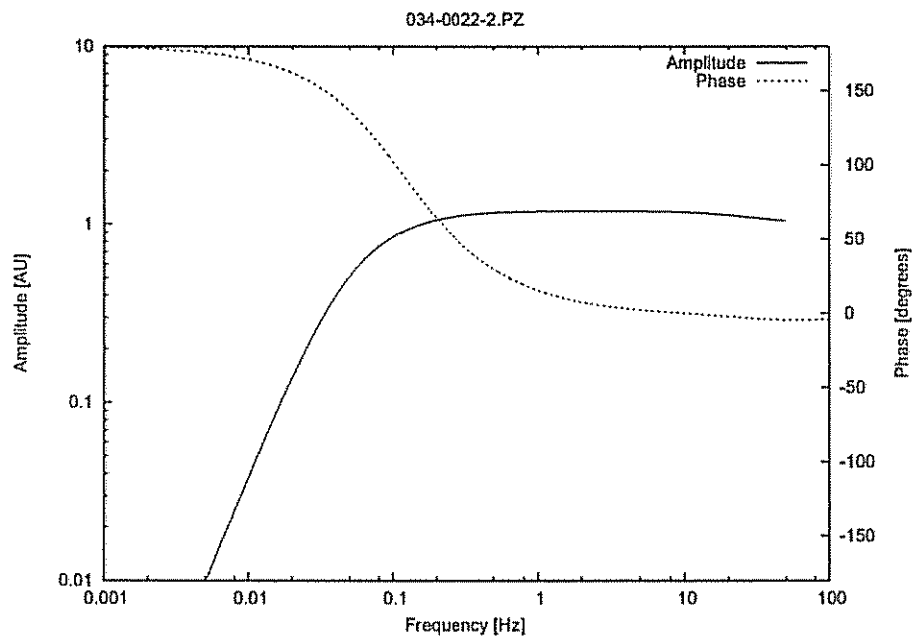
-0.3220589097275304 0.

-0.31369596586988036 0.

-1.062477796076936 0.

-167.68760537666105 0.

CONSTANT 1.





Géosciences pour une Terre durable

brgm

BRGM Antenne de Mayotte
BP 1398, 97600 Mamoudzou, Mayotte
Tél. : 02 69 61 28 13 ; fax : 02 69 61 28 15