



RÉPUBLIQUE D'HAÏTI

BUREAU DES MINES ET DE L'ENERGIE (BME)

Projet d'identification de la menace sismique en Haïti

Mai 2005

Préambule

Ce texte présente des recommandations pour la mise en place d'un programme d'identification de la menace sismique en Haïti. Ces recommandations découlent d'une première visite en Haïti en février 2001, lors de laquelle des contacts avaient été pris avec Mme Suréna de la Direction de la Protection Civile et Mr Prépetit, Directeur de la Géologie et des Mines au Bureau des Mines et de l'Energie. Cette visite avait permis d'identifier les besoins des organismes haïtiens concernés par l'aléa sismique lors d'entretiens avec leurs représentants. Les organismes rencontrés avaient été l'UTSIG, l'Université d'Etat d'Haïti, l'Ecole Nationale de Géologie Appliquée, le Ministère de l'Environnement, le Bureau des Mines et de l'Energie, le PNUD, et enfin le Premier Ministre, aussi Ministre de l'Intérieur. Ces recommandations découlent en second lieu du diagnostic institutionnel réalisé durant une semaine en octobre 2002 dans le cadre du « Programme d'Appui à la Mise en œuvre d'un Plan National de Gestion du Risque et de Prévention des Désastres » initié par le Ministère de l'Environnement et la Direction de la Protection Civile (Ministère de l'Intérieur) de la République d'Haïti, avec le support de la Banque Interaméricaine de Développement.

Je recommande un programme visant à doter le pays de l'information et infrastructure scientifique de base permettant, in fine, (1) une meilleure prise en compte de l'aléa sismique dans les décisions en matière d'aménagement du territoire, (2) la mise à disposition de l'information et des infrastructures pour favoriser l'émergence d'actions nouvelles.

Cette infrastructure doit être mise en place en tenant compte des spécificités logistiques, financières, et de savoir-faire d'un pays du niveau de développement d'Haïti. Il doit s'intégrer dans, compléter, et alimenter les initiatives existantes en Haïti dans des domaines connexes, comme par exemple la mise en place d'une commission multi-sectorielle sur le séisme en Haïti, le projet de cartographie des risques et catastrophes naturelles dans le pays, le projet de réseau géodésique de base, les projets d'utilisation de l'imagerie satellitaire et aérienne pour l'aménagement du territoire, les projets d'intégration de la problématique du risque dans les cursus universitaires, etc.

Ce programme est nécessairement multipartenaire. Il doit s'appuyer sur les synergies entre les organismes concernés en Haïti, dans un esprit d'échange d'informations et de compétences.

Bien que ce projet dans sa forme actuelle concerne uniquement Haïti, il devrait à terme être coordonné avec des efforts similaires réalisés en République Dominicaine et dans d'autres pays de la Caraïbe exposés aux mêmes aléas naturels qu'Haïti.

Eric Calais (ecalais@purdue.edu)

Consultant

Perdue University

Octobre 2002

Identification de la menace sismique en Haïti

Contexte géologique et problèmes posés

L'île d'Hispaniola est située sur une zone de faille tectonique majeure séparant les plaques Caraïbe et Amérique du Nord. Ces deux plaques coulissent l'une par rapport à une vitesse de 2 cm/an. Ce mouvement est accompagné de déformations de la croûte terrestre, qui se manifestent sous la forme de séismes.

Comme dans la plupart des régions sismiquement actives du globe, les séismes majeurs, capables d'engendrer des dégâts significatifs, ne sont pas courants en Haïti. On sait cependant que chacun des siècles passés a été marqué par au moins un séisme majeur en Hispaniola : destruction de Port au Prince en 1751 et 1771, destruction de Cap Haïtien en 1842, séismes de 1887 et 1904 dans le nord du pays avec dégâts majeurs à Port de Paix et Cap Haïtien, séisme de 1946 dans le nord-est de la République Dominicaine accompagné d'un tsunami dans la région de Nagua. Il y a eu des séismes majeurs en Haïti, il y aura donc des séismes majeurs dans le futur à l'échelle de quelques dizaines ou de la centaine d'années : c'est une évidence scientifique.

Les études géologiques en Haïti ont permis d'identifier deux principales zones de failles susceptibles de générer des séismes. Une première se trouve en mer le long de la côte nord. Il s'agit d'une faille de direction est-ouest, qui se prolonge à terre dans la vallée du Cibao en République Dominicaine. Une seconde traverse la Presqu'île du Sud d'Haïti de Tiburon à l'ouest jusqu'au Port-au-Prince, qu'elle traverse, et se poursuit vers l'est dans la vallée d'Enriquillo en République Dominicaine.

Si la science ne permet pas encore prédire l'occurrence de ces séismes, elle permet néanmoins de prévenir leurs effets par une meilleure connaissance des phénomènes physiques en jeu et un transfert de ces connaissances vers les structures chargées de la planification et de l'aménagement du territoire.

Les problèmes posés sont de deux ordres :

- **Menace :** Haïti est un pays susceptible d'être affecté, à l'échelle de quelques dizaines d'années, par des séismes de magnitude 7 à 8. Un séisme d'une telle magnitude est possible sur la faille qui traverse Port-au-Prince, ce qui résulterait probablement en des pertes humaines se comptant par milliers et une perte économique majeure pour le pays. Cette menace sismique est exacerbée par les effets indirects qu'aurait probablement des séismes : liquéfaction du sol dans les régions à sous-sol sableux saturé en eau (bas-quartiers de Port au Prince par exemple), glissements de terrain sur les pentes des montagnes (région de Kenscoff, Pétion-ville, Bourdon, etc. par exemple), et raz-de-marée dans les régions côtières. La menace sismique ne peut pas être réduite mais les processus naturels en cause doivent être étudiés afin de proposer et d'implémenter des solutions adaptées qui en réduiront les effets.
- **Vulnérabilité :** Haïti, en particulier sa capitale Port-au-Prince est particulièrement vulnérable face aux séismes à cause d'une concentration importante de population (environ

2 millions d'habitants), d'un habitat non contrôlé en rapide expansion, de constructions ne répondant à aucune règle parasismique, d'un manque de préparation de la population et des institutions de défense et de protection civile et de santé publique.

Stratégie proposée

1. Prise de conscience et éducation du public et des institutions

- Distribution d'affiches d'explication sur la menace sismique, la conduite à tenir en cas de séisme et les gestes élémentaires de prévention.
- Insertion dans l'annuaire téléphonique d'une page d'explication sur la conduite à tenir en cas de séisme et les gestes élémentaires de prévention.
- Cycle de séminaires dans les écoles élémentaires et secondaires.
- Cycles de séminaires auprès des institutions (ministères, pompiers, défense civile, etc.)
- Mise en place d'un plan d'action spécifique et détaillé à l'intention des institutions de protection civile explicitant la conduite à tenir en cas de séisme majeur (rôle de chaque organisme, institution, et des individus responsables dans les organismes concernés, ressources disponibles et leur localisation, mise en place des secours, moyens de communication et leurs alternatives, etc.)

2. Acquisition de données scientifiques de base sur les séismes en Haïti

Ce sont les données scientifiques de base qui permettront à terme, une meilleure évaluation de la menace sismique en Haïti. Il faut être convaincu que notre connaissance des séismes et du comportement des failles en Haïti est quasi-nulle. Les actions à mener doivent comporter deux aspects, à mener de front : la mise en place d'un réseau sismologique et si possible accélérométrique, la cartographie et l'analyse de détail des failles sismogènes (= capables de générer des séismes majeurs).

- **Sismologie**
 - Surveillance sismique et catalogues de sismicité historique et instrumentale
 - Relation fréquence-magnitude
 - Modèle de vitesse sismique
 - Modèle d'atténuation
 - Modèle sismotectonique
 - Modèles de tsunamis
- **Failles actives**
 - Identification de détail et cartographie numérique des failles actives
 - Carte de la géologie du Quaternaire
 - Carte des sols et de potentiel de liquéfaction
 - Paléosismologie
 - Mesure des vitesses de glissement sur les failles actives par géodésie GPS

3. Génie parasismique

- Catalogage des bâtiments, réseaux et lignes vitales, infrastructures majeures dans toutes les villes principales.
- Recensement spécifique des infrastructures critiques
- Mise en place d'un moratoire sur les pratiques de construction sûre (avant d'implémenter un code)

- Impliquer les compagnies d'assurance?
- Mise en place d'un code de construction adapté à un pays du niveau de développement d'Haïti.
- A terme, réseau accélérographique à intégrer avec le réseau sismologique.

4. Formation - suivi

Il est très important de former quelques ingénieurs et techniciens Haïtien dans les domaines décrits ci-dessus (sismologie, géodésie GPS, néotectonique, génie parasismique). Il est recommandé de faire cette formation sous la forme de stages répétés de quelques mois dans des institutions spécialisées, avec la mise en place de projets précis pour les stagiaires en Haïti, et le suivi de ces projets par la visite en Haïti de spécialistes des institutions formatrices.

5. Au plan institutionnel

L'organisme officiel en charge de la surveillance sismique pour le pays est le Bureau des Mines et de l'Energie. Cependant dans les conditions actuelles ce bureau, pour assumer cette charge doit former et recruter de nouveaux personnels (voir ci-dessous).

Il est suggéré de développer ce projet sous la tutelle de plusieurs ministères afin de maximiser sa chance de réussite, d'utiliser le maximum de ressources humaines et logistiques disponibles, et d'assurer un fonctionnement sur la durée (Travaux Publics, Environnement, Planification, Intérieur (sites, propriétés, sécurité)). Les efforts à entreprendre pour améliorer notre connaissance de la menace sismique en Haïti s'inscrivent sur le long terme, c'est-à-dire sur une échelle de 20 ans au moins. Une action qui n'aurait pas cette ambition serait inutile.

Comme indiqué plus haut dans les conclusions du diagnostic institutionnel, le BME pourrait être intégré, à terme, à un institut national de recherche sur l'environnement et risques naturels. En attendant, on peut d'ores et déjà profiter de l'existence de cet organisme et de ses locaux et personnels pour y mettre en place un service ou une direction qui aurait en charge l'acquisition de données scientifiques de base sur les séismes en Haïti comme défini ci-dessus. Un modèle possible serait celui d'une direction comprenant trois services : réseau sismologique, failles actives, et génie parasismique.

Afin d'assurer le suivi des objectifs et d'optimiser le fonctionnement de l'organisme en charge de la surveillance sismologique, il est suggéré de le doter d'un conseil scientifique incluant des experts internationaux.

Acquisition de données scientifiques de base sur les séismes en Haïti

Dans cette partie, il sera présenté le détail d'une opération qui vise à établir en Haïti une expertise en sismologie et géologie des failles actives. Il ne sera pas développé les aspects éducation et génie parasismique mentionnés ci-dessus, même s'ils revêtent la même importance. On pourrait cependant facilement trouver ces compétences, le génie parasismique, en particulier, est un point fort du département d'ingénierie civile à Purdue (voir par exemple <http://ce.www.ecn.purdue.edu/CE/Areas/Structures/>)

Locaux

Assigner une pièce dédiée au réseau sismologique.

Assigner une pièce dédiée à la néotectonique et géodésie.

Installation des stations sismologiques

Il est important de commencer dès que possible la mise en place d'un réseau sismologique basé sur un équipement le plus robuste et simple d'emploi possible.

- Phase 1 :
 - Installation de 3 stations numériques courte période 3 composantes et accélérographiques à Cap Haïtien, Port au Prince, les Cayes. Chacun de ces sites régionaux deviendra à terme un site de centralisation régionale.
- Phase 2 :
 - Passer progressivement à 12 stations en convertissant Cap Haïtien et les Cayes en stations régionales.
 - Convertir les 3 premières stations en stations large bande
 - A terme, le réseau comprendrait 12 stations espacées d'environ 50 km :
 - 9 stations numériques courte période 3 composantes et accélérographiques
 - 3 stations large bande et accélérographiques
- Phase 3 :
 - Installation de stations accélérographiques additionnelles dans les villes importantes et à proximité des infrastructures critiques majeures.

Néotectonique et géodésie

Il est recommandé de profiter de l'existence de sites sismologiques pour y installer un site géodésique qui pourra être mesuré régulièrement. A terme, on peut envisager un réseau de 12 sites qui hébergeraient chacun une station sismologique et un point géodésique. La station sismologique doit fonctionner en continu, le point géodésique peut être mesuré pendant une semaine tous les 6 mois. La répétition des mesures géodésiques sur un tel réseau permettra de mesurer les taux de déformation crustale en Haïti et d'estimer la vitesse de glissement actuelle sur les principales failles sismogènes.

Il est recommandé l'installation de sites GPS permanents, enregistrant des données en continu, afin de permettre le suivi en continu de la déformation dans certaines régions clés, Port-au-Prince dans un premier temps, Cap Haïtien dans un second temps. L'installation et la maintenance de tels sites sont très aisées (beaucoup plus que pour des stations sismologiques). Dans un premier temps, un site permanent devrait être installé à Port-au-Prince, par exemple sur le terrain du BME. Cela implique de construire un pilier de béton armé de 2 m de hauteur pour 50 cm de diamètre, ancré dans le bedrock. Ce pilier portera l'antenne GPS (voir figure et photos ci-dessous). Un tel site GPS permanent servira aussi de référence pour des travaux de géomètres dans la capitale et ses alentours.

du sud. Les failles actives doivent aussi être quantifiées en terme de vitesse de glissement Holocène à partir d'une analyse morphotectonique. Il est recommandé enfin de les étudier en tranchées afin d'établir leur historique paléosismologique.

De la même façon que la réalisation de la carte géologique a bénéficié dans les années 1980 des travaux de scientifiques étrangers (en plus de thèses réalisées par des haïtiens), cette opération peut facilement bénéficier d'un support scientifique externe car les problèmes en jeu, en plus de leur intérêt en terme d'alea sismique, représentent un intérêt scientifique fondamental pour mieux comprendre la mécanique des failles actives.

Personnel

- Phase 1 :
 - o Designer un ingénieur et un technicien, déjà en place au BME, pour prendre la responsabilité du réseau sismologique.
 - o Former ces personnels par :
 - Un stage de mise à niveau en sismologie (surtout pour l'ingénieur), 6 mois
 - Un stage chez le fournisseur de matériel sismologique, 2 mois
 - o Appuyer la première année de fonctionnement du réseau avec un ingénieur du fournisseur de matériel sismologique en poste à temps plein en Haïti.
 - o Envoyer au moins 3 jeunes haïtiens d'excellent niveau d'étude et de grande motivation se former à l'étranger dans le domaine de la géophysique moderne, de la géologie des failles actives et du génie parasismique. Par exemple :
 - EOPGS, Strasbourg, France (niveau ingénieur)
 - Bourses de thèse ou de Masters (formation doctorale)
- Phase 2 :
 - o Recruter au BME 4 ingénieurs ou docteurs : sismologue, géologue des failles actives, géodésien, génie parasismique
 - o Recruter 2 techniciens : un informaticien-électronicien, un pour les interventions et mesures de terrain
 - o Former une équipe d'intervention rapide post-sismique qui comprendrait le personnel ci-dessus, plus d'autres ingénieurs et techniciens du BME.

Équipement

- Station sismologiques :
 - o Capteur courte période 3 composantes accélérométriques.
 - o Ordinateur (PC)
 - o Alimentation solaire
 - o Batteries
 - o Une ligne téléphonique dédiée à la transmission des données
- Station centrale à Port-au-Prince
 - o Un ordinateur (PC) dédié à la collecte et archivage des données sismologiques, avec système de sauvegarde et d'archivage (CDROMs)
 - o Une ligne téléphonique dédiée à la collecte des données
 - o Un ordinateur dédié au traitement des données sismologiques
 - o Un ordinateur (PC) dédié à la géodésie

- Un ordinateur (PC) dédié à la néotectonique
 - Chargeurs de batteries
 - Imprimante N&B
 - Alimentation solaire
- Station géodésique mobile :
 - Récepteur GPS bifrequence
 - Ordinateur portable
 - Système de centrage force
 - 2 batteries 12V
 - Panneaux solaires
 - Deux voitures.

Fonctionnement

- Maintenance des stations sismologiques
- Renouvellement des PC tous les 5 ans
- Renouvellement des batteries tous les 2 ans
- Une mission par an d’un expert dans chacun des 3 domaines
- Consommables :
 - Papier imprimante
 - CDROMS

Coûts pour le réseau sismologique

Les coûts dépendent des choix techniques, qui sont explicites plus bas. Le tableau ci-dessous donne un modèle de coût pour un instrument courte période numérique accélérométrique trois composantes (données IASPEI,

<http://www.seismo.com/msop/nmsop/nmsop.html>)

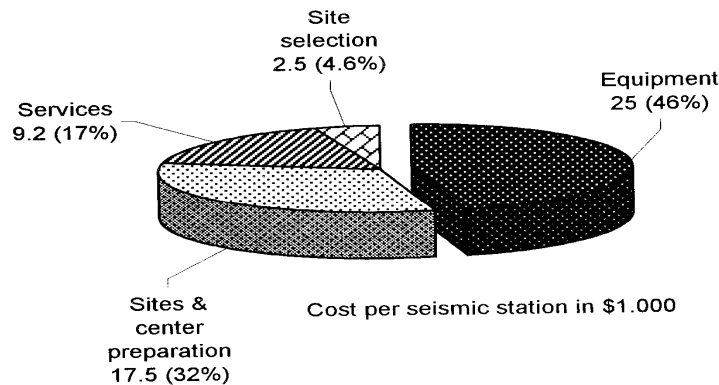
	Coût par site en \$1000	Pourcentage du coût total
Sélection des sites	2.5	5.6%
Préparation du site	17.5	32%
Equipement	25	46%
Services	9.2	17%

Coût additionnel pour l’installation d’un site large bande:

	Coût par site en \$1000
Equipement	50
Préparation du site (incluant une étude de bruit)	20

La figure ci-dessous montre une distribution du budget mis en place par un pays en voie de développement pour établir un réseau sismologique relativement grand, utilisant la télémétrie radio. L’investissement en services (21.6%) a été dédié à la formation chez le constructeur du matériel sismologique et durant l’installation du réseau, ainsi qu’à un an de présence d’un

ingénieur du constructeur de matériel dans le pays. Cet investissement, relativement important, a cependant été la clé du succès de cette opération



En plus des coûts d'installation ci-dessus, il faut prévoir des coûts de maintenance. Ils sont difficile à estimer précisément, mais une règle générale est de budgétiser 10% du coût total d'équipement par an. Pour un pays comme Haïti, la maintenance d'un réseau sismologique et le suivi scientifique des opérations proposée ci-dessus sur le long terme risquent d'être une difficulté majeure.

Coûts pour l'opération néotectonique et géodésie

Station géodésique GPS mobile	15 K\$ (tout compris)
Station géodésique GPS permanente	25 K\$ (tout compris, clés en main)
Installation de sites géodésiques	1 K\$ par site, couvrant les frais d'une mission de terrain par site et l'installation d'un marqueur géodésique.

Recommandations techniques pour le réseau sismologique

Durant la plupart des forts séismes, les stations proches de l'épicentre saturent. Il est important de pouvoir disposer d'accéléromètres pour enregistrer ces forts mouvements du sol. De plus, la nouvelle génération d'accéléromètres est quasiment aussi sensible qu'un capteur courte période standard. Par conséquent, pour la plupart des réseaux sismologiques courte période traditionnels (celui d'Haïti rentre dans cette catégorie), un capteur accélérométrique conviendrait aussi bien qu'un sismomètre courte période 1 Hz, avec l'avantage d'un prix significativement inférieur et d'une capacité à enregistrer les mouvements forts. Pour un réseau de surveillance classique comme celui envisagé en Haïti, un accéléromètre à 0.25 g donnerait à la fois une sensibilité et une dynamique suffisantes. En terme de traitement du signal sismique, il n'y a aucune différence entre l'utilisation d'un sismomètre ou d'un accéléromètre.

Il est très important de noter que l'expérience des réseaux sismologiques montre que le capteur n'est généralement pas le maillon faible du réseau, mais plutôt les systèmes d'acquisition et de transmission des données. Les capteurs sismologiques pour les réseaux permanents sont robustes, sont installés une fois pour toute et n'ont pas à être manipulés.

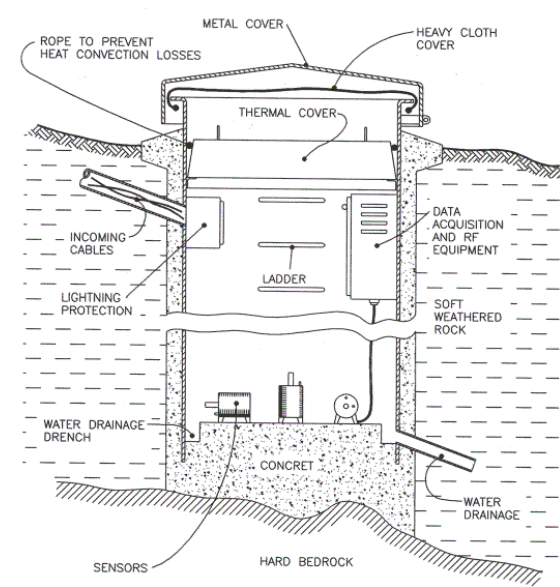
L'information trois composante était dans le passé un luxe, surtout car les stations sismologiques étaient analogiques. Avec l'explosion de l'informatique et les coûts toujours plus bas du matériel informatique, il n'y a plus de raison de ne pas utiliser de stations numériques, même dans un pays comme Haïti. Les ordinateurs sont en passe de devenir du consommable, une station sismologique typique ne nécessite pas plus qu'un PC coûtant environ 1000 \$US. De plus le rapport coût/performance est largement supérieur dans le cas des stations 3 composantes et l'information scientifique contenu dans un signal 3 composantes est aussi beaucoup plus riche. En terme de maintenance et savoir-faire opérationnel, il n'y a pas de différence significative entre une station numérique 1 ou 3 composantes. Il est suggéré donc de choisir des stations 3 composantes.

La transmission des données dans les réseaux sismologiques de surveillance est traditionnellement réalisée par télémétrie radio. Les raisons pour cela sont (1) la possibilité de calculer des localisation en temps quasi-réel, (2) le besoin d'installer des stations dans des endroits éloignés de toute infrastructure, (3) la difficulté de stocker à la station de grandes quantités de données. Cependant, les systèmes télémétrés ont un coût d'installation et de maintenance élevés et requièrent un savoir-faire spécifique dans le pays. De plus la topographie est telle qu'elle imposerait la mise en place d'un réseau télémétré complexe, avec de nombreux répéteurs. Dans le cas d'Haïti, il n'y a pas de réel besoin pour un accès aux données sismologiques en temps réel. Il est suggéré plutôt la mise en place de stations sismologiques connectées au réseau téléphonique, qui couvre toutes les grandes villes du pays. Le stockage des données localement n'est pas un problème grâce au PC associé à chaque station. Ce PC est connecté au réseau téléphonique par un modem. Il est interrogé à distance quotidiennement par le site central à Port-au-Prince, qui récupère les données. Je suggère que les stations opèrent en mode déclenché afin de limiter la quantité de données à transférer. La difficulté majeure est de trouver des sites qui soient à la fois proches d'un accès téléphonique (cela veut en général dire en ville ou proche d'une ville), mais loin du bruit (cela veut dire loin des centres urbains). On pense que la recherche de sites doit permettre de trouver des sites adéquats en Haïti. Un accord pourrait sans doute être trouvé avec le ministère en charge des communications afin de faciliter l'installation de lignes téléphoniques aux stations sismologiques et de négocier les coûts de transmission si cela est possible.

Les stations sismologiques analogiques ne sont plus fabriquées. Le choix est entre des stations mixtes (transmission analogique des données par télémétrie radio et archivage digital à un site central) ou entièrement digitales (transmission digitale par modem et archivage digital). Dans tous les cas le signal qui sort du capteur est analogique (voltage). Il est préconisé des stations entièrement digitales car elles sont plus faciles à faire fonctionner que des stations en partie analogiques. L'électronique est une des sources majeures de pannes, en particulier en pays tropical. Si la chaîne électronique peut être simplifiée au maximum, on gagne en fiabilité. Dans le cas d'une station numérique, le signal (analogique) du capteur arrive directement dans une carte électronique de numérisation montée sur un ordinateur (PC à 1000 USD). Sur le PC tourne en continu un logiciel de déclenchement. Quand un séisme est détecté, les données correspondantes sont archivées sur le disque dur. Ces données sont transmises au site central quotidiennement (voir plus haut). Le PC peut aussi faire tourner en même temps un logiciel de visualisation du signal sur les 3 composantes afin de s'assurer que le système est fonctionnel et

que le niveau de bruit est raisonnable. Le temps est donné par un petit GPS connecté directement au niveau de la carte de numérisation.

Le capteur sismologique doit être installé en contact avec le bedrock, dans un endroit protégé de la température, de l'humidité, des poussières, des petits animaux et du bruit sismique ambiant (voitures, activité industrielle, vent, etc.). L'idéal est de pouvoir installer le capteur en profondeur, par exemple dans une mine ou une cave. Cependant, la plupart des capteurs sont installés dans des abris de surface, creusés dans le sol et le bedrock. La mise en place d'un tel abri est facile, elle peut se faire avec simplement des pelles, pioches, du ciment et des tubes (voir figure et photos ci-dessous). Il est recommandé ce genre d'abri pour Haïti.



Plan d'un abri superficiel et photos correspondantes.

Récapitulatif pour la phase 1

a) Acquisition d'équipements

	1000 USD
3 stations sismologiques numeriques courte periode accelerometriques 3 composantes	165
1 station geodesique bifrequence mobile	15
1 station geodesique bifrequence permanente	25
Installation de 10 sites geodesiques	10
Une voiture	15
Site central a Port-au-Prince	
- Alimentation solaire de secours	10
- PC dédié a la collecte et archivage des donnees sismologiques	2
- PC dedie au traitement des donnees sismologiques	2
- PC dédié a la géodésie	2
- Imprimante	1
Petit materiel divers	5
Formation – suivi	30
Genie parasismique: visite d'un expert pour cycle de formation et inventaire des problemes et solutions a mettre en œuvre en terme de construction parasismique en Haïti	5
TOTAL	287

b) Aménagement de locaux : 13.000 USD

Coût de la première phase : 300.000 USD ou G. 12.000.000

Cet investissement de départ, relativement modeste, permettrait de débiter la mise en place d'un système d'acquisition de données de base sur les séismes en Haïti et de créer une dynamique et une compétence autour de ces techniques d'investigation moderne. La phase 1 peut être réalisée sur un à deux ans par exemple.

Il est recommandé d'adjoindre à cette première phase d'une étude de génie parasismique, qui pourrait être simplement la visite d'un expert pour un cycle de formation d'une semaine et un inventaire des problèmes et solutions à mettre en œuvre en terme de construction parasismique en Haïti.