

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Acronyme	SUPNAF
Titre du projet <i>(en français)</i>	Liens entre complexité de la faille, essaimage de la sismicité et vitesse de rupture: l'importance de l'étude de la Faille Nord Anatolienne
Proposal title <i>(en anglais)</i>	

*Les pages seront numérotées et l'acronyme du projet devra figurer sur toutes les pages du document en pied de page.
Un sommaire du document est bienvenu*

1 Description du projet / *Technical and scientific description of the proposal*

1.1 Problème posé / *Rationale(1/2 page maximum)*

Présentation générale du problème qu'il est proposé de traiter dans le projet et du cadre de travail dans lequel il sera effectué.

Existe-t-il deux types de faille : l'une ayant une structure simple (peu ramifiée, segments linéaires), présentant peu de sismicité hormis au voisinage de la zone de nucléation (précurseurs) et une propagation supershear de la rupture avec possibilité de partitionnement du déplacement, l'autre ayant une structure complexe (multi-échelle), beaucoup de sismicité (en particulier des répliques) et une propagation de la rupture sub-Rayleigh ?

Voici le problème qu'il est proposé de traiter dans ce projet en prenant pour objet d'étude l'un des meilleurs sites possibles : la partie occidentale de la faille nord Anatolienne (de la mer de Marmara à la région d'Izmit-Duzce, épïcêtres des séismes de 1999). Ce site a été très largement étudié et donc beaucoup d'informations sont disponibles. Il existe un réseau sismologique à terre très dense et des campagnes d'OBS en mer soit récemment effectuée soit en projet. Deux très grands événements s'y sont produits récemment, fournissant des jeux de données tout à fait uniques. L'enjeu reste considérable puisque la ville d'Istanbul est particulièrement menacée.

1.2 Contexte et enjeux du projet / *Background and issues (1 à 4 pages maximum)*

Décrire le contexte en dressant un état de l'art national et international incluant les références nécessaires et préciser les enjeux scientifiques du projet.

La faille Nord Anatolienne (NAF) est la faille en milieu continental sismiquement la plus active au monde au XX^e siècle (Armijo et al., 1999 ; Figure 1). Les données recueillies lors des deux derniers séismes majeurs sur cette faille (Izmit et Duzce en août et novembre 1999) sont, d'autre part, parmi les plus complètes jamais enregistrées pour des grands séismes en milieu continental : cartographie fine de la rupture, mesures détaillées du glissement en surface, mesures GPS répétées, images SAR, enregistrements accélérométriques proches de la faille, cartographie des dégats et analyse de la réponse du bâti, suivi des répliques par réseaux sismologiques temporaires, mesures paléosismologiques en tranchées, exploration géophysique de la zone de faille...

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

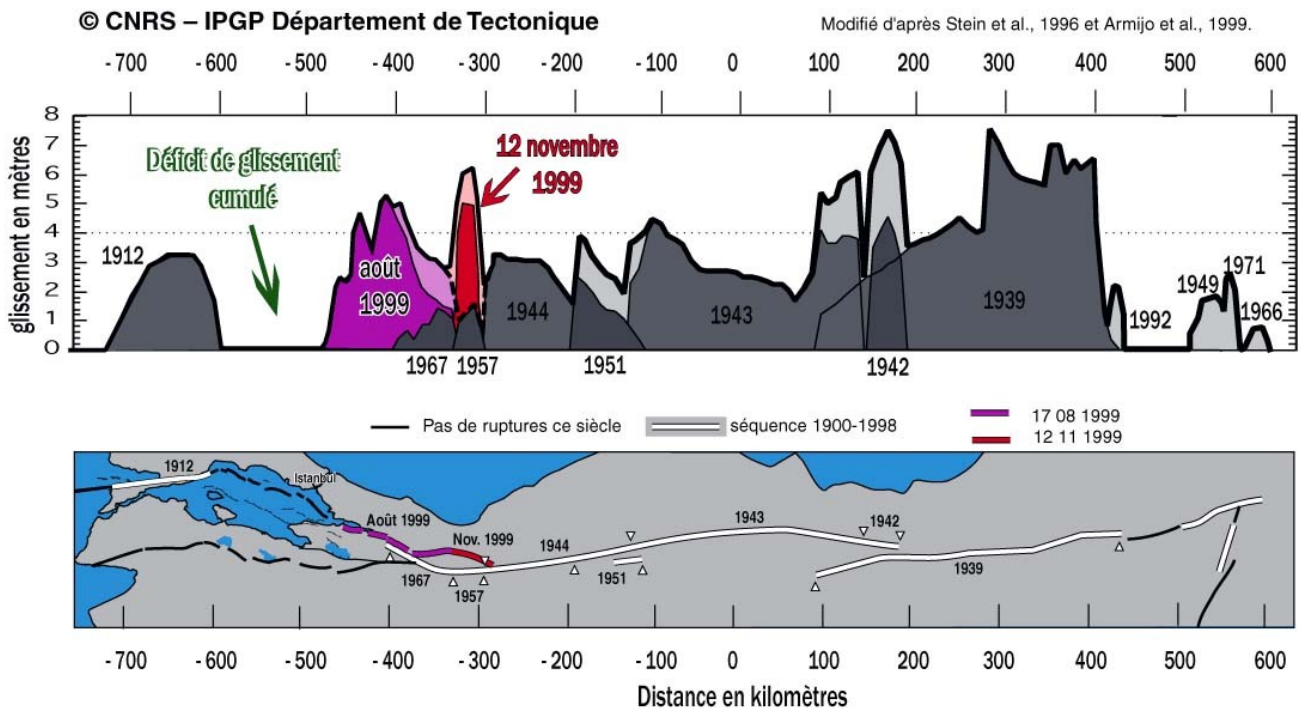



Figure 1: Distribution spatio-temporelle des grands séismes le long de la FNA

QUESTIONS :

- 1) Pourquoi proposons-nous d'étudier une zone déjà particulièrement bien étudiée ?
- 2) Pourquoi proposons-nous d'y acquérir encore des données ?

REPNSES :

C'est justement parce que les données recueillies se rapportant à la crise sismique majeure de 1999 sont exceptionnelles que c'est là un des quelques endroits au monde où nous pouvons espérer avancer le plus dans la compréhension des séismes et de leurs effets. Nous pensons que les données sur cette crise, et plus généralement sur la NAF tout entière, recèlent encore une grande richesse d'informations inexploitées. La plupart des études effectuées jusqu'à présent se sont en effet limitées à un type de données particulier ou à une problématique spécifique. Une vision plus intégrée des différents types de données et des résultats obtenus dans des domaines différents (en particulier les modélisations analogique et numérique) sont, nous le pensons, la clef d'une bonne compréhension physique des phénomènes. Cependant, la motivation première de ce travail réside dans le fait que nous pensons qu'il existe des analogies majeures entre le séisme de Marmara annoncé et les événements passés de la NAF, notamment ceux bien documentés d'Izmit et de Duzce. Ces analogies concernent la dynamique de la rupture des différents segments, leur géométrie, leur morphologie, leur sismicité, les zones de nucléation possibles, le partitionnement du glissement, la largeur de la zone endommagée.

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

1.3 Objectifs et caractère ambitieux/novateur du projet / *Specific aims, highlight of the challenging and innovative aspects (1 à 2 pages maximum)*

Décrire les objectifs scientifiques/technologiques du projet.

Présenter l'avancée scientifique attendue. Préciser l'originalité et les ambitions du projet.

Détailler les verrous scientifiques et technologiques à lever par la réalisation du projet.

Décrire éventuellement le ou les produits finaux développés à l'issue du projet montrant le caractère innovant du projet

(voir §1.6)

1.4 Positionnement du projet par rapport à l'appel à projet / *Project relevance with respect to the call (1 page maximum)*

Préciser :

- *positionnement du projet par rapport au contexte développé précédemment : vis-à-vis des projets concurrents, de l'état de l'art national et international, des brevets et standards...*
- *positionnement du projet par rapport aux axes thématiques de l'appel à projets*

1. Positionnement du projet par rapport au contexte

Une bonne connaissance et évaluation du risque lié aux séismes repose sur l'étude et la connaissance d'une cascade de phénomènes allant de la localisation de la déformation dans la croûte terrestre à la réponse non-linéaire du sol. Dans le présent projet nous proposons d'intégrer ensemble des observations et des résultats allant des mesures géologiques de terrain effectuées sur une faille (ou sur un système de failles) à la dynamique de la rupture sur cette faille. Le but du projet est de mieux comprendre les caractéristiques d'une faille et les paramètres physiques qui affectent ou contrôlent la dynamique de la rupture, c'est-à-dire aussi et particulièrement, le mouvement du sol pendant un séisme.

La région d'observation proposée – la faille Nord Anatolienne et plus particulièrement le bassin de Cinarcik, situé entre la fin de la rupture de 1999 et la mégapole d'Istanbul – est d'autre part l'une des zones au monde où le risque sismique objectif est malheureusement le plus élevé.

2. Positionnement de projet par rapport aux axes thématiques de l'appel à projet

Le projet s'intègre dans les axes thématiques de l'appel à projet suivants :

- a) « meilleure compréhension de certains mécanismes encore peu et diversement appréhendés par différentes communautés »
- b) « étude des phénomènes précurseurs »
- c) « apports de la télédétection »
- d) « méthode de modélisation (physique, numérique) et problèmes associés à leur application à des cas réels »

	Programme RISK NAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISK NAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

1.5 Description des travaux : programme scientifique / For each specific aim: a proposed work plan should be described (including preliminary data, work packages and deliverables) (10 pages maximum)

Décrire le programme de travail décomposé en tâches en cohérence avec les objectifs poursuivis. Les tâches représentent les grandes phases du projet. Elles sont en nombre restreint. La décomposition en tâche doit être cohérente avec les tâches mentionnées dans le document de soumission A.

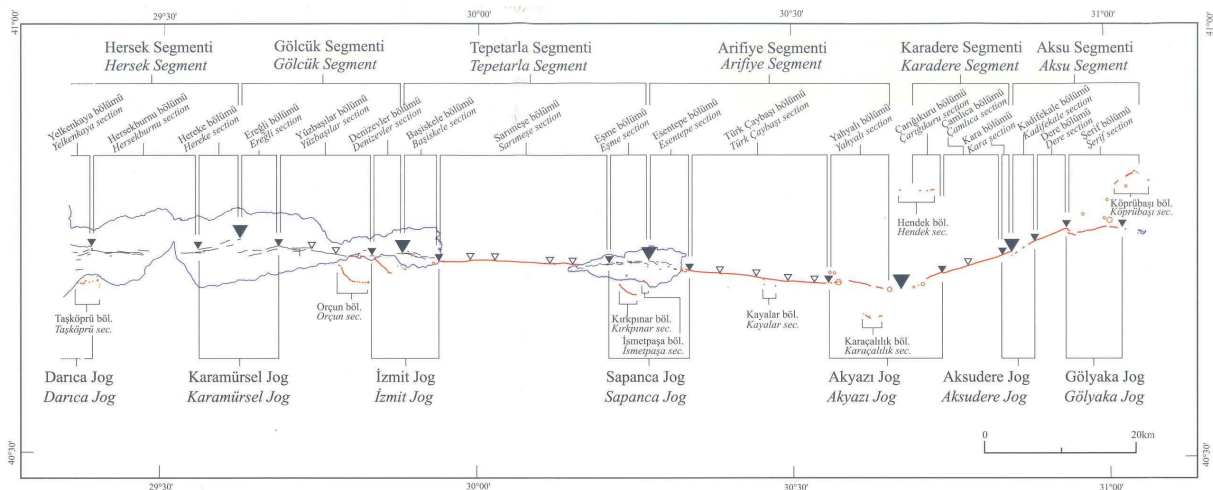
Pour chaque tâche, décrire brièvement:

- les objectifs de la tâche
- le programme détaillé des travaux par tâche
- la description des méthodes et des choix techniques et de la manière dont les solutions seront apportées
- les risques de la tâche et les solutions de repli envisagées

Axe 1: Analyse et intégration des données existantes sur la déformation et la mécanique de la Faille Nord Anatolienne (Resp. M. Bouchon)

A. Lien entre la géométrie/morphologie de la faille et la dynamique du séisme (T1.A).

Y a-t-il un lien entre la géométrie d'une faille et la vitesse à laquelle elle rompt pendant un séisme ? C'est ce qui est fortement suggéré lorsque l'on compare les cartes détaillées des ruptures d'Izmit et de Duzce obtenues à partir des mesures de terrain (Figures 2 et 3) avec la variation spatiale de la vitesse de rupture obtenue par inversion des données accélérométriques. Nous essayerons d'affiner cette comparaison en tentant, d'une part, de corréler les variations de vitesse avec les hétérogénéités géométriques de la faille et, d'autre part, de mettre au point une mesure quantitative de la linéarité/complexité de la faille. Si ce lien entre géométrie de la faille et dynamique du séisme est établi, nous essayerons de trouver des indices pour comprendre si c'est la géométrie d'un segment de faille qui contrôle sa vitesse de rupture ou l'inverse.



17 Ağustos 1999 İzmit depremi yüzey kırığının segment yapısı
 Segment structure of the surface rupture of the August 17, 1999 İzmit earthquake

Figure 2: Carte de la rupture en surface associée au séisme d'Izmit du 17/08/99 (General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, 2003)

	Programme RISKDAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKDAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

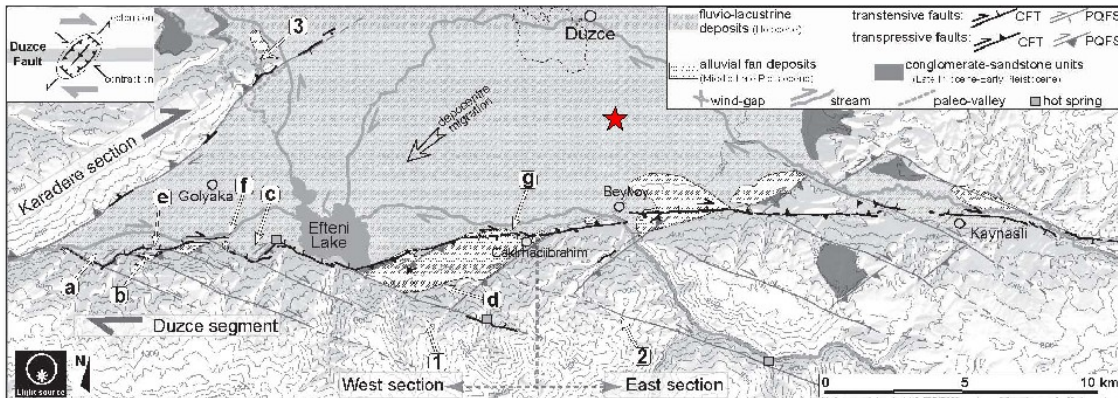


Figure 3: Carte de la trace en surface de la faille de Duzce (Pucci et al, 2006)

B. Lien possible entre la contrainte initiale et la vitesse de rupture (T1.B)

Y a-t-il un lien entre la contrainte initiale sur une faille et sa vitesse de rupture ? L'existence d'un tel lien est suggérée par des expériences de laboratoire (Xia et al., 2004). Suite aux séismes d'Izmit et de Duzce, plusieurs études paléosismologiques à partir de tranchées ont été réalisées le long de la zone de rupture. Certaines de ces études sont encore en cours. Nous comparerons les mesures en tranchées effectuées sur des segments ayant rompu à des vitesses différentes pour voir si les durées d'accumulation des contraintes diffèrent systématiquement. Nous combinerons ces observations avec le calcul de la variation spatiale de la chute de contrainte sur la faille pour tenter d'estimer indirectement les niveaux relatifs de contrainte initiale sur les différents segments.

C. Lien entre la dynamique d'un séisme et ses répliques (T1.C)

La relocalisation des répliques du séisme d'Izmit (Figure 4) montre une différence étonnante entre les répliques des segments en sub-Rayleigh et supershear : alors que dans le premier cas les répliques se situent sur le plan de rupture ou en son voisinage immédiat, dans le second cas le plan de rupture lui-même est remarquablement calme et les répliques se situent sur des éléments structuraux secondaires, souvent anciens, qui semblent avoir été réactivés. Ceci est très simplement expliqué par le phénomène supershear : la vitesse rapide est liée à l'absence d'hétérogénéités du plan de rupture. Cette absence d'hétérogénéités implique un relâchement homogène de la contrainte sur la faille et donc l'absence de répliques sur le plan de faille. En revanche, la vitesse supershear de la rupture produit, dans le milieu environnant, sur une distance à la faille comparable à la profondeur de la zone en glissement, une onde de choc associée à de fortes contraintes. Ces contraintes activent ou réactivent les structures secondaires présentes dans cette zone, et produisent ainsi la distribution spatiale de répliques observée. Le séisme de Duzce (Figure 5) montre le même phénomène. Les deux autres grands tremblements de terre pour lesquels des études récentes ont montré qu'une partie de la rupture s'est faite à vitesse supershear (Kunlun 2001 et Denali 2002) montrent des caractéristiques similaires (Bouchon et Karabulut, 2008).

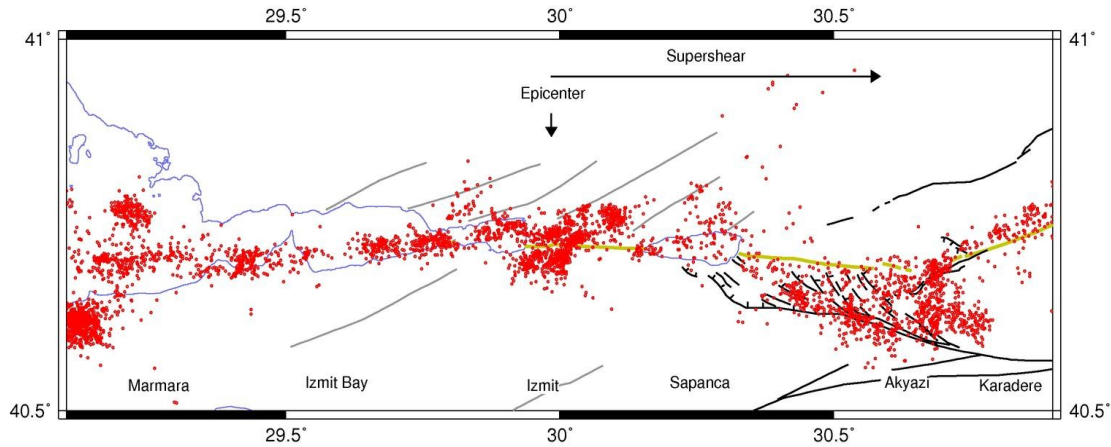


Figure 4: Répliques le long de la FNA dans la région d'Izmit après le séisme du 17/08/99 (Karabulut et al, 2007)

Afin de mieux quantifier et de mieux comprendre ce lien qui semble établi entre la dynamique d'un séisme majeur et ses répliques, nous aimerions poursuivre ce travail. Cela nécessite une relocalisation fine des répliques des séismes d'Izmit et de Duzce à travers l'utilisation de méthodes de corrélation des signaux de type multiplets. Cela demande également la détermination de centaines de mécanismes. Nous proposons d'effectuer ce travail dans le cadre du présent projet. Nous essayerons également de savoir si, au delà du comportement spatial différent, il existe aussi un comportement temporel différent entre les répliques situées sur le plan de rupture (vitesse sub-Rayleigh) et celles produites dans le milieu par l'onde de choc (vitesse supershear) ?

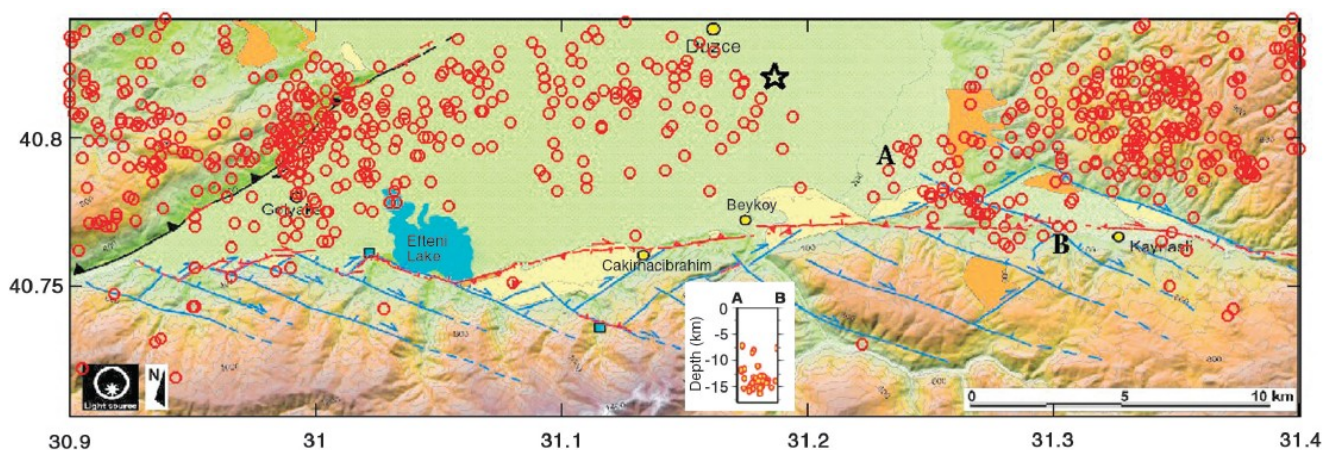


Figure 5: Distribution des répliques du séisme de Duzce du 12/11/99

D. Existe-t-il un lien entre la sismicité ambiante d'une faille (background seismicity) et la dynamique d'un séisme majeur sur cette faille ? (T1.D)

Les caractéristiques différentes observées pour les répliques se produisant sur des segments de faille obéissant à des dynamiques différentes sont-elles également présentes dans la sismicité ambiante ?

	Programme RISKMAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKMAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Pour aborder cette question, nous relocaliserons la sismicité avant août 1999 sur toute la zone de rupture et nous la comparerons à la distribution spatiale des répliques et à la sismicité actuelle. Nous essayerons autant que possible d'effectuer cette comparaison en utilisant les mêmes stations sismologiques.

E. La zone de nucléation des événements majeurs est-elle contrôlée par la géométrie de la faille Nord Anatolienne ? (T1.E)

Il est étonnant d'observer que les épicentres des séismes d'Izmit et de Duzce (Figures 2 et 3) se situent tous deux à la zone de jonction entre d'un côté un segment à dynamique de type sub-Rayleigh et de l'autre un segment à dynamique de type supershear. Cela peut bien sûr n'être qu'une coïncidence, mais cela peut aussi être significatif. Dans le cas du séisme de Duzce cela peut obéir une logique très simple : La rupture d'Izmit s'arrête au début du segment ouest de la faille de Duzce dont on sait qu'il est géométriquement très hétérogène (Aykuz et al., 2002 ; Pucci, 2006), donc, probablement, difficile à casser sur une grande distance. Ce segment est néanmoins fortement chargé en contraintes par la rupture d'Izmit et beaucoup des premières répliques d'Izmit s'y produisent (Orgulu et Aktar, 2001) sans qu'aucune d'elles ne puisse casser la faille sur une grande distance. Trois mois plus tard le niveau des contraintes atteint le seuil critique (par migration spatiale des contraintes ? par relaxation ?) sur l'extrémité ouest du segment supershear (c'est-à-dire la zone du segment supershear la plus chargée par Izmit). La rupture vers l'est de ce segment est alors facile et entraîne avec elle la rupture du segment ouest. Ceci n'est qu'un scénario possible, mais le fait que les zones de nucléation de ces deux événements majeurs se situent aux zones de jonction suggère une certaine logique.

Une connaissance précise des épicentres des événements majeurs successifs de la faille Nord Anatolienne (NAF) depuis 1939 et de leur relation avec la géométrie de la faille est indispensable pour approfondir cette question. Nous proposons de conduire une telle étude avec nos collègues turcs de l'Observatoire de Kandilli (Istanbul), où les enregistrements originaux de ces événements sont archivés. La position particulière d'Istanbul dans le prolongement de l'alignement est-ouest de la séquence sismique rend, nous le pensons, possible une localisation très précise des épicentres avec la seule station sismologique turque alors existante. La relation de ces épicentres avec la segmentation de la NAF (Barka et Kadinsky-Cade, 1988 ; Barka, 1996 ;) sera de toute façon un résultat d'intérêt pour mieux comprendre cette séquence.

F. Retraitement des images SPOT (T1.F)

La première inversion du champ de glissement co-sismique du séisme d'Izmit à partir d'images SPOT a été proposée par Michel et Avouac (2002). Il permet de quantifier la variabilité du champ de glissement en surface, ce qui est une information très importante. Restent plusieurs questions pour lesquelles des techniques récentes d'imagerie optique peuvent potentiellement apporter des informations plus précises et complémentaires à l'imagerie InSAR : peut-on affiner la géométrie de la faille en surface ? Peut-on coupler une inversion optique à une inversion mécanique ? Y a-t-il un partitionnement de la déformation entre la trace de la faille ancienne (i.e., cartée avant l'événement) et la trace co-sismique identifiée, en particulier en fonction du mode de rupture, à l'image des observations faites sur le séisme de Kokoxili, 2001 (King et al., 2005) ? Nous proposons de ré-exploiter ces images avec des techniques d'inversion récemment développées (Réthoré et al., 2007 ; 2008) qui combinent une minimisation du flot optique sur la base d'une méthode d'éléments finis étendus multi-grilles à une minimisation sur des solutions mécaniques particulières adaptées pour des déformations fortement localisées et non régulières : fractures, discontinuités en cisaillement, etc.

Axe 2: Production de données complémentaires (Resp. H. Karabulut, G. Daniel)

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

A. Développement du réseau Courtes Périodes de Tuzla pour l'analyse fine de la structure de la zone relai entre la faille d'Izmit et la faille le long des îles aux Princes (T2.A)

Nous proposons de compléter la couverture existante en stations sismologiques à l'ouest de la NAF, bassin de Cinarçik, et ce en concertation avec les stations Large Bande du projet GONAF et les campagnes d'OBS en mer (e.g., Projet MARMESONET). Il s'agit de poursuivre le fonctionnement du réseau local de Tuzla Courtes Périodes initié avec le projet MODALSIS (voir Figure 6) visant à imager finement l'amas nord de la zone de transition entre la faille du bassin de Cinarçik et la faille d'Izmit (Le Pichon et al., 2003, Karabulut et al., 2007).

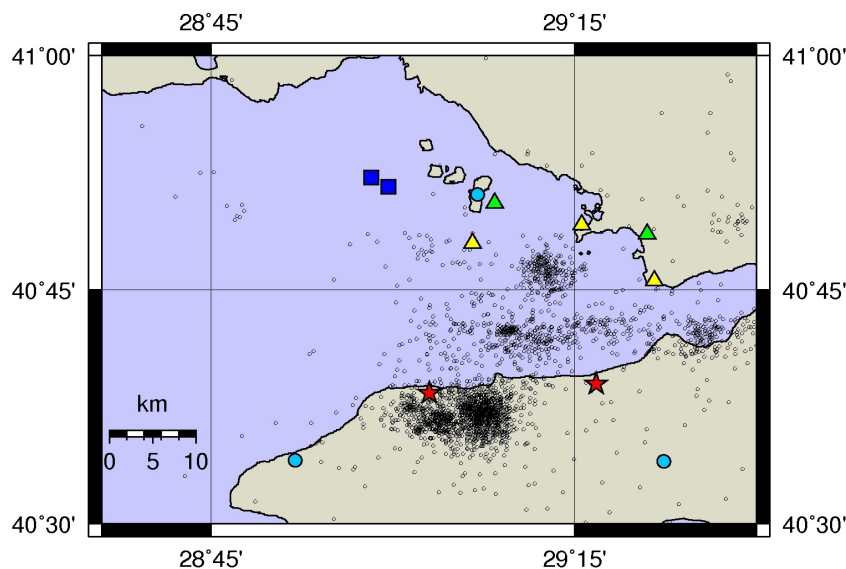


Figure 6: Déploiement des stations Courte Période à terre dans l'est du bassin de Cinarçik (▲ localisation des stations Courte Période du projet MODALSIS – ■ localisation des stations Large Bande du projet GONAF – ● stations du réseau permanent national – ★ stations prévues dans le cadre du projet).

Grâce à une acquisition des signaux en continu et dans la durée, nous souhaitons faire avancer la compréhension de la dynamique de l'activité sismique et asismique dans les zones de transition de la NAF. Le premier objectif est d'obtenir une localisation plus précise de l'activité sismique et particulièrement des événements de petite magnitude. Cette nouvelle information nous livrera alors une image plus fine des structures sismogéniques actives, et notamment de leur géométrie. À ce titre, l'acquisition en continu des signaux sismologiques permettra de compléter les catalogues de sismicité vers ces petites magnitudes (souvent ignorées par les stratégies usuelles de détection automatique) et l'apport de stations au réseau permanent turc assurera une bonne précision des localisations.

B. Corrélations du bruit sismique et tomographie régionale (T2.B)

L'autre atout majeur d'un réseau sismologique réalisant une acquisition en continu des signaux est l'utilisation possible des corrélations de bruit de fond sismique. La corrélation du bruit de fond entre

	Programme RISKMAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKMAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

deux stations d'un réseau permet de remonter à la loi de vitesse sismique le long du trajet séparant ces deux stations. Les corrélations du bruit de fond faites en continu permettent alors de réaliser le suivi en continu de l'évolution du champ de vitesse sismique au niveau de la zone de faille. Cette nouvelle approche permet : 1) de détecter des variations subtiles de la vitesse (de l'ordre de 0.05%), et 2) d'améliorer la résolution temporelle de ce suivi. Brenguier et al. (2008, manuscrit en préparation) nous montrent d'ailleurs comment ces véritables tomographies dynamiques peuvent alors nous conduire à imager l'impact sur le milieu d'épisodes de glissement aisé dans la croûte ductile, et donc à surveiller de tels processus en continu. Il est donc important que le déploiement de stations sismologiques prévu dans ce volet (qui s'appuiera également sur le réseau permanent turc) permette d'augmenter et de densifier le nombre de trajets inter-stations qui intersectent la partie ouest de la NAF pour obtenir en particulier une bonne résolution spatiale de la région de l'amas de Tuzla, zone épiscopale probable d'un futur événement.

C. Installation de stations complémentaires dans la région de Yalova pour la localisation des événements dans l'essaim de Yalova – réexamen des corrélations spatio-temporelles entre Duzce et Yalova et Izmit et Yalova – proposition de mécanismes d'interaction à longue distance (T2.C)

La région de Yalova est reconnue depuis l'antiquité comme le lieu d'une importante activité hydrothermale. L'exploitation de cette ressource est toujours active aujourd'hui. Située au voisinage immédiat de la NAF, cette zone connaît par ailleurs une activité microsismique importante et caractérisée spatialement par une distribution en essaim. Cet essaim de séismes dont la magnitude est rarement supérieure à 4, est probablement la conséquence d'une importante fracturation locale de la croûte. Malheureusement, la résolution actuelle des localisations de microséismes pour cet essaim est d'ordre kilométrique, et ne permet donc pas d'identifier précisément la géométrie de la structure sismogénique. Les travaux de Karabulut et al. (2002) et Bulut et Aktar (2007) présentent des indications en faveur d'une structure planaire implantée profondément (jusqu'à 15 km de profondeur, pendage 56°). Un déploiement complémentaire de stations sismologiques autour de cet essaim serait maintenant adapté pour 1) mieux caractériser la géométrie du milieu, et 2) pour comprendre comment cette structure est reliée au segment principal de la NAF (voir figure 6). L'activité de cet essaim fut amorcée par le séisme d'Izmit (août 1999), et ne s'est pas éteinte depuis. Par ailleurs, Daniel et al. (2006) ont également montré que cet essaim fut probablement réactivé par le séisme de Düzce, trois mois plus tard. Ces activations apparaissent respectivement 48 et 18 heures après les séismes d'Izmit et de Düzce. Cependant, il est important de se pencher plus encore sur ces corrélations temporelles en s'appuyant maintenant sur un jeu de données complétées et mieux localisées afin d'avancer vers une compréhension du mécanisme d'interaction. En effet, il est notamment difficile de conclure sur la nature du déclenchement de cette activité à Yalova par le séisme d'Izmit : est-il dû à un chargement statique ou dynamique de contrainte ? Le séisme de Düzce a également eu une influence à Yalova. Comment décrire alors le mécanisme de déclenchement d'activité à distance d'un séisme (ici, plus de 150 km) ?

D. Caractérisation de la zone de faille (T2.D)

1) Imagerie sismique de la zone de faille (T2.D1)

Une autre question que nous aborderons est le lien possible entre la localisation de la déformation et la dynamique du séisme. L'existence d'un tel lien nous est suggérée par un ensemble d'observations et de mesures faites à la suite des séismes d'Izmit et de Duzce. Ainsi, nous avons déployé quelques jours après le premier séisme un réseau de géophones à travers la faille une dizaine de kilomètres à l'est de l'épicentre (segment supershear, région de Sarimese en Figure 2) pour, à partir des nombreuses répliques, enregistrer les ondes guidées dans la zone de faille et essayer ainsi de

	Programme RISKMAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKMAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

caractériser la taille et l'état de fracturation de cette zone. La quasi absence d'ondes guidées nous avait intrigué. Nous avons, il y a trois ans, étudié à nouveau cette zone en utilisant comme source un camion vibreur (Dietrich et al., 2004), mais sans pouvoir clairement mettre en évidence une zone à faible vitesse sismique, caractéristique d'une zone fracturée. En revanche, d'autres études ont montré la présence, sur le segment de faille situé plus à l'est (segment de Karadere en Figure 2), où la vitesse de rupture est plus faible, d'une zone de faille bien marquée d'une centaine de mètres de largeur où la vitesse des ondes sismiques est considérablement réduite (Ben-Zion et al., 2003 ; Karabulut et Bouchon, 2007). Ces études suggèrent un lien possible entre localisation de la déformation et dynamique du séisme. Si un tel lien était confirmé, il procurerait un moyen simple pour prévoir la vitesse de rupture d'un segment de faille. Nous proposons, pour étudier l'existence possible d'un tel lien, de réaliser une expérience d'ondes guidées en déployant le long de la rupture de 1999 les stations du réseau national RISC.


2) Étude de la gouge de faille et de la déformation sismique (T2.D2)

Les processus physiques (et chimiques) qui contrôlent nucléation, rupture et glissement ont leur origine dans la zone de gouge. Aussi, la gouge est le lieu qui contient la signature la plus complète des événements sismiques passés, et en particulier, tel l'ADN, la signature du dernier événement sismique majeur (Boullier et al., 2008). Nous proposons de réaliser une série de carottages à travers la faille, aux endroits où elle traverse des massifs calcaires et où le dernier épisode de rupture est récent et le glissement associé bien documenté (séismes d'Izmit, de Duzce, Mudurnu, et Bolu). Nous essayerons, sur les échantillons de gouges ainsi prélevés, de caractériser les structures de la déformation, d'identifier les processus physiques correspondants et de les relier aux caractéristiques dynamiques connues du glissement.

Axe 3: Modélisation expérimentale: (Resp. J. Schmittbuhl)

A. Vitesse de rupture: transition sub-rayleigh/super-shear dans les roches – lien avec la géométrie – signature acoustique – couplage/découplage de mode de rupture II/III.(T3.A)

L'étude expérimentale de la transition entre le régime de propagation sub-Rayleigh et la propagation super-shear a été initiée par le groupe de A. Rosakis à Caltech (Rosakis, 2002 ; Xia et al., 2004). Par photo-élasticité dynamique à très haute vitesse, ils suivent dans des plaques d'homalite les figures de biréfringence liées à la propagation de la rupture. Cette expérience a une importance fondamentale dans l'interprétation de la rupture sismique (Rosakis, 2002). Des extensions récentes concernent l'utilisation de bi-matériaux homalite/acier (Lykotrafitis et Rosakis, 2006). Le projet vise à développer une expérience comparable de cisaillement dynamique à haute vitesse, mais avec deux spécificités : 1) l'utilisation d'un matériel de type roche, plus précisément du marbre de Carrare qui est facile à usiner aux géométries souhaitées en particulier pour l'angle de l'interface (Xia et al., 2004) ; 2) l'imagerie non pas optique mais acoustique de la rupture, adaptée aux matériaux non transparents. Cela permettra une comparaison plus directe avec les enregistrements sismiques. Une étude préliminaire montrant la faisabilité de l'expérience. Le suivi acoustique de la propagation sera obtenu par une centrale acoustique multi-voies avec une barrette de capteurs dédiée (32 voies linéaires) et un ensemble de capteurs individuels (16 capteurs mono-voie) avec une charge normale ajustable grâce à une presse uniaxiale. Le déplacement sera suivi par un interféromètre laser. En termes d'enjeu, nous souhaitons pouvoir aborder la question de la propagation de modes couplés II/III en orientant à angle variable la direction de chargement et déterminer les vitesses de propagation de la rupture pour ces modes : la vitesse est-elle une combinaison des vitesses de chaque mode

	Programme RISKMAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKMAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

ou y a-t-il séparation des modes (Andrews 94) ? Nous souhaitons ainsi pouvoir aborder la question du partitionnement de la déformation au voisinage de la faille : réponse en super-shear pour le mode II pure et réponse plus lente mais sur une interface différente pour la réponse en mode III.


B. Complexité du milieu et complexité de la rupture: suivi opto-acoustique d'un processus de rupture interfaciale et comparaison des catalogues expérimentaux et observationnels (T3.B)

Il s'agit d'une expérience de suivi optique d'un front de fracture lors de sa propagation en mode I dans un milieu hétérogène. Le matériau optiquement transparent est du PMMA. L'hétérogénéité est introduite par sablage puis frittage à chaud. La fracturation est interfaciale (Schmittbuhl et Maloy, 1997 ; Delaplace, Schmittbuhl et Maloy, 1999 ; Maloy et Schmittbuhl, 2001 ; Maloy et al., 2006). Une analogie entre le mode I de fracture et le mode II de rupture permet d'interpréter les résultats en terme de distribution du champ de glissement le long de la faille (Schmittbuhl et al., 2003). Par ailleurs, l'expérience permet de construire des catalogues d'événements à partir des zones d'accélération du front de rupture (en régime asismique ou sismique) (Grob et al., 2008). Des premiers résultats montrent que les événements expérimentaux présentent des propriétés très similaires à celles du catalogue SHLK de Californie. Nous proposons d'étendre le travail expérimental au suivi, non plus seulement optique, des événements, mais aussi acoustique, afin d'étendre la bande passante des fréquences d'acquisition, de comparer les catalogues issus de mesures optiques à des catalogues d'événements acoustiques. L'autre partie de l'étude comportera un travail de comparaison des catalogues expérimentaux aux catalogues de la NAF et permettra probablement d'apporter de nouveaux éclairages sur le lien entre événements sismiques et asismiques.

C. Evolution de la perméabilité des fractures en cisaillement (lien avec la sismicité de Yalova et avec le projet MARMESONET) (T3.C)

- Rhéologie du contact par poinçonnement de fractures analogues élastiques et évolution de l'espace poral et de la perméabilité en cisaillement

Comme évoqué préalablement, il semble important de développer une modélisation analogique du poinçonnement élastique d'aspérités multi-échelles. L'expérience s'inspirera de celle effectuée par Dieterich et Kilgore (1996) mais pour des moulages en silicone de surfaces de fracture ou de plans de faille. Ceci permettra de voir l'importance de la configuration d'aspérités « non diluées » (au contraire de la configuration de Dieterich et Kilgore où les aspérités sont en régime « dilué », i.e., distance entre aspérités grande devant leur taille) sur la rhéologie du contact et l'évolution de la surface de contact. L'intérêt de considérer un moulage en silicone pour l'expérience est qu'il conserve la géométrie mais est parfaitement homogène et se déforme pour l'essentiel dans le régime élastique. Le seuil plastique est beaucoup plus difficile à atteindre que dans le cas d'une fracture rocheuse. Le premier enjeu sera de comparer les résultats analogiques et numériques puisque le calcul numérique nécessite quelques approximations importantes qu'il est nécessaire de valider. Le second enjeu sera d'effectuer un passage micro-macro en mesurant la rhéologie du contact (effort/déplacement à l'échelle de la fracture) pour la comparer à un calcul à partir de la mesure par rugosimétrie de la morphologie de la fracture poinçonnée. La centrale acoustique 64 voies – 80 Mhz sera couplée à l'expérience de poinçonnement optique pour tenter d'imager le contact et son évolution lors de la mise en charge. L'objectif est une mesure de l'ouverture de la fracture en fonction de la charge par technique acoustique. Ainsi la configuration sera proche de celle de Pyrak-Nolte (Pyrak-Nolte et al., 1990 ; Pyrak-Nolte, 1996) mais avec une résolution spatiale très

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

sensiblement supérieure. Il sera aussi possible de faire le lien entre la mesure acoustique et la mesure optique de la surface de contact. Ainsi la quantification de l'influence de l'hétérogénéité « petite échelle » du champ d'aspérités sur les propriétés macro de transmission (e.g., atténuation) pourra être mesurée, au contraire des travaux précédents. En perspective, des propositions d'interprétation de la dynamique de la sismicité dans la région hydrothermale de Yalova et des observations sur les émissions de gaz en fond de mer le long de la NAF en particulier en fonction de la quantité de glissement de la faille.

- Hydro-fracture de la gouge

Dans la même perspective et également en ce qui concerne le lien entre fluide et sismicité, une expérience en cellule de Hele-Shaw de la perturbation d'un milieu granulaire faiblement consolidé par l'injection d'un fluide compressible visqueux sera développée (Johnsen et al., 2008) et étendue au cas de l'injection dans une fracture ouverte. Ceci sera réalisé en remplaçant les deux plaques de verre parallèles par deux moulages en époxy transparent et rigide de deux surfaces de miroir de faille. Ainsi nous pourrions mesurer l'influence des corrélations spatiales entre aspérités (et donc des fluctuations d'épaisseur locale du milieu granulaire confiné) sur la structuration du champ de perméabilité au sein de la gouge de faille. Cette description est un paramètre clé dans de nombreuses modélisations de l'effet de la montée en température du fluide interstitiel sur la rhéologie de la faille. En effet, dans la plupart des modélisations, l'hypothèse d'un écoulement en milieu poreux « classique » et rigide est faite. Il pourrait s'avérer que cette hypothèse est loin d'une situation où le fluide interstitiel est soumis à d'importants gradients de pression.

Axe 4: Modélisation numérique: (Resp. H. Aochi)


L'intérêt général de la modélisation à ce jour est de prendre en compte des hétérogénéités de différentes échelles et natures (géométrie, rhéologie, contrainte, fluide, etc.) afin de comprendre leur rôle et leurs conséquences (séquence des séismes, génération des ondes sismiques).

Nous utiliserons la méthode des équations intégrales (BIEM, Boundary Integral Equation Method), développée par Cocharad et Madariaga (1994) en 2D, et Aochi et al. (2000) en 3D, dont nous sommes familiers. Elle est très flexible, autorisant la prise en compte de multi-fissures (modélisation d'une zone de faille), de bimatériaux (Cocharad et Rice, 2000), et surtout – contrairement à beaucoup d'autres méthodes – de failles non planaires.

A- Étude du partitionnement du glissement sur une faille (T4.A)

Comme évoqué précédemment, certains indices laissent à penser que l'existence d'une vitesse de rupture super-shear pourrait être concomitante de la présence d'une composante de glissement perpendiculaire à la direction de propagation (mode III), en plus de la composante principale (mode II) qui est tangentielle à cette direction -- c'est le partitionnement du glissement (slip partitioning).

Si un tel lien n'est pas fortuit, le fait qu'aucun partitionnement ne soit observé pour le séisme d'Izmit (qu'il soit inexistant ou trop faible pour être résolu) devrait apporter des informations sur les conditions et mécanismes qui ont gouverné cette rupture. Ceci bien sûr à la condition que ce lien soit compris. C'est pourquoi il nous semble intéressant d'étudier ce phénomène, en liaison avec le versant expérimental (partie 3A).

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Il apparaît naturel de commencer par l'étude d'une seule interface, ce qui revient à étudier le couplage des modes II et III. Il s'agira en particulier d'étudier quelle sera la vitesse de rupture en fonction du chargement tectonique selon chaque direction associée à ces modes.

Se pose ensuite la question de savoir si le partitionnement peut impliquer une faille secondaire. Dans ce cas, quel est le mécanisme qui contrôle la distance entre les deux failles (i.e., existe-t-il une distance pour laquelle le partitionnement est favorisé)? Cette distance dépend-elle d'une distance caractéristique de la loi de frottement? de la vitesse de rupture?

Enfin, il peut s'avérer intéressant d'explorer l'influence d'un bimatérial sur le partitionnement (par exemple le cas d'un milieu moins rigide entre les deux failles).

B- Relation entre hétérogénéités géométriques et vitesse de rupture (T4.B)


La modélisation de l'effet de la géométrie de la faille sur la rupture sismique a été initiée numériquement il y a une dizaine d'années avec la technique des équations intégrales (Streff et Bouchon, 1997 ; Aochi et al., 2000). On peut ainsi contraindre les scénarios de rupture, ce qui est bien sûr critique quant à la maîtrise de l'aléa sismique.

Dans le cas du séisme d'Izmit de 1999, Aochi et Madariaga (2003) montrent qu'un modèle de faille à géométrie régulière et continue, telle que suggérée par les données d'inversions sismologiques (Bouchon et al., 2001), permet une vitesse super-shear de la propagation de la rupture sur une longue distance, alors qu'un modèle de faille segmentée, cette fois en accord avec les observations géologiques de surface, introduit des chocs multiples avec des vitesses de rupture plus lentes. Toutefois, un modèle à géométrie intermédiaire est également plausible et en accord avec les résultats de télé-détection. La discrimination entre les différents modèles s'est ainsi avérée difficile faute de suffisamment de données contraignantes. La région autour de la NAF est un milieu désordonné, non seulement du fait de la géométrie de la faille, mais aussi de par la variabilité des propriétés de frottement le long de l'interface (Campillo et al., 2001) et l'aspect bimatériel des épontes de la faille. Il est donc important à présent de construire un modèle géométrique et structurel plus précis de la NAF sur la base de l'ensemble des informations disponibles actuellement (observations de terrain et de laboratoire). C'est l'objet de l'axe 1 (en particulier les parties A, B, et F). Nous envisageons donc d'intégrer les différents aspects pour mieux comprendre le processus de rupture. Les modélisations de plus en plus réalistes ainsi effectuées permettront de mieux contraindre les propriétés encore moins bien déterminées par l'observation.

C- Influences des circulations de fluides -- lien avec la morphologie de l'interface (T4.C)

Une propriété importante observée le long de la NAF est que certains essaims de sismicité semblent être induits par l'existence de fluide au voisinage de la faille (Daniel et al., 2006).

Pour les simulations des séismes passés, la pression de fluide est parfois prise en compte à travers la contrainte effective statique (Aochi et Madariaga, 2003), mais il est possible de résoudre dynamiquement les équations du mouvement dans un milieu poro-élastique et ainsi prendre en compte l'effet de rétroaction sur la rhéologie de la faille et, par suite, sur la rupture en cours (Suzuki et Yamashita, 2006). Aussi, l'effet de la géométrie de la faille est rarement discuté. Dans cette partie, nous mettons un accent sur l'étude théorique de l'influence de la géométrie de la faille sur l'évolution de la perméabilité et de la sismicité. Un modèle préliminaire a été développé dans le cadre du projet INSU 3F en 2007 (Poisson, note technique, 2008). Le fluide peut s'écouler le long de la faille suivant


	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

le mécanisme simple considéré par Yamashita (1997) en fonction de la pression, de la perméabilité, etc.


Il faut maintenant analyser les résultats de ces calculs et, en même temps, calibrer la loi de la perméabilité avec les expériences en laboratoire et les observations de terrain. La connaissance de l'évolution spatio-temporelle de la sismicité sur la faille est en effet cruciale pour mieux comprendre le processus de préparation d'un grand séisme à venir.

Les variations de pression effective, i.e., de contrainte normale, jouent un rôle princeps dans les migrations de fluide. Comme de fortes variations de cette contrainte normale sont inhérentes à la dynamique du glissement à l'interface de deux milieux de propriétés différentes, aussi bien purement élastiques que poro-élastiques (e.g., la perméabilité) (Rudnicki et Rice, 2006 ; Duham et Rice 2007), il est probable que les caractéristiques bimatérielles devront être prises en compte pour l'étude de la sismicité induite par migration de fluide.

- Andrews D.J., Dynamic Growth of Mixed-Mode Shear Cracks, *BSSA*, 84(4), 1184-1198, 1994.
- Andrews DJ, Comment on "How fast is rupture during an earthquake? New insights from the 1999 Turkey earthquakes" , *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 29 (15): Art. No. 1714 AUG 1 2002
- Armijo R, Meyer B, Hubert A, Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics, *GEOLOGY*, 27(3), 267–270, 1999.
- Armijo R, Pondard N, Meyer B , et al, Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): Implications for seismic hazard in Istanbul, *GEOCHEMISTRY GEOPHYSICS GEOSYSTEMS*, 6 (6): doi:10.1029/2004GC000896, JUN 2005.
- Aktar M, Ozalaybey S, Ergin M, Karabulut H, Bouin MP, Tapirdamaz C, Bicmen F, Yoruk A, Bouchon M, Spatial variation of aftershock activity across the rupture zone of the 17 August 1999 Izmit earthquake, Turkey, *TECTONOPHYSICS* 391 (1-4): 325-334 OCT 29 2004
- Akyuz, H.S, R. Hartleb, A. Barka, E. Altunel, G. Sunal B. Meyer, and R. Armijo, Surface rupture and slip distribution of the 12 November 1999, Duzce earthquake (M 7.1), North Anatolian fault, Turkey, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 92, 61-66, 2002
- Aochi, H. and R. Madariaga, The 1999 Izmit, Turkey, earthquake: Non-planar fault structure, dynamic rupture process and strong ground motion, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 93, 1249-1266, 2003.
- Aochi, H., E. Fukuyama and M. Matsu'ura, Spontaneous Rupture Propagation on a Non-planar Fault in 3D Elastic Medium, *Pure appl. Geophys.*, 157, 2003-2027, 2000a.
- Aochi, H. and S. Ide, Random and deterministic nature of earthquake sequences on a multiscale heterogenous fault, submitted to *J. Geophys. Res.*, 2008.
- Baris S, Ito A, Ucer SB, et al, .Microearthquake activity before the Izmit earthquake in the eastern Marmara region, Turkey (1 January 1993-17 August 1999), *BULLETIN OF THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA* 92 (1): 394-405 FEB 2002
- Barka, A., 1996, Slip distribution along the North Anatolian Fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967, *BULLETIN OF THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA*, 86 :1238-1254.
- Barka, A., and K. Kadisnsky-Cade, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics* 7, 663-684, 1988.
- Ben-Zion Y, Huang Y, Dynamic rupture on an interface between a compliant fault zone layer and a stiffer surrounding solid *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH* 107 (B2): Art. No. 2042 FEB 10 2002
- Ben-Zion, Y., Z. Peng, D. Okaya, L. Seeber, J.G. Ambruster, N. Ozer, A.J. Michael, S. Baris, and M. Aktar, A shallow fault-zone structure illuminated by trapped waves in the Karadere-Duzce branch of the North Anatolian fault, western Turkey, *Geophys. J. Int.*, 152, 699-717, 2003.

	Programme RISKMAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKMAT-00 Date de révision :
		Edition 2008


- Ben-Zion Y, Sammis CG, Characterization of fault zones , PURE AND APPLIED GEOPHYSICS 160 (3-4): 677-715 MAR 2003.
- Bergonnier S, Hild F, Roux S, Digital image correlation used for mechanical tests on crimped glass wool samples , JOURNAL OF STRAIN ANALYSIS FOR ENGINEERING DESIGN 40 (2): 185-197 FEB 2005
- Bernardie, S., H. Aochi, H. Modaresi and R. Madariaga, Some Insights on Dynamic Rupture Modelling Using a Finite Element Method, 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, September 2006.
- Bercoff J., M. Tanter, S. Chaffai and M. Fink, Ultrafast Imaging of beamformed shear waves induced by the acoustic radiation force, IEEE 2002 symposium, Munich, Germany, 2003.
- Bouchon M, The state of stress on some faults of the San Andreas system as inferred from near-field strong motion data , JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH 102 (B6): 11731-11744 JUN 10 1997
- Bouchon, M, and H. Karabulut, The aftershock signature of supershear earthquakes, Science, 320, 2008.
- Bouchon M, Bouin MP, Karabulut H, et al., How fast is rupture during an earthquake? New insights from the 1999 Turkey earthquakes, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 28 (14): 2723-2726 JUL 15 2001
- Bouchon M, Sekiguchi H, Irikura K, et al., Some characteristics of the stress field of the 1995 Hyogo-ken Nanbu (Kobe) earthquake
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH 103 (B10): 24271-24282 OCT 10 1998
- Bouchon M. and D. Streiff, Propagation of a shear-crack on a nonplanar fault: A method of calculation, Bull. Seism. Soc. Am., 87, 61-66, 1997.
- Bouchon, M., Toksöz, M. N., Karabulut, H., Bouin, M.-P., Dietrich, M., Aktar, M., and Edie M., 2002, Space and time evolution of rupture and faulting during the 1999 Izmit (Turkey) earthquake, BULLETIN OF THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 92 :256-266.
- Brenguier F., M. Campillo, C. Hadziioannou, N.M. Shapiro, R.M. Nadeau and E. Larose, 2008, Postseismic relaxation in the Parkfield area investigated with continuous seismological observations, In preparation.
- Bulut F. and M. Aktar, 2007, Accurate relocation of Izmit earthquake (Mw=7.4, 1999) aftershocks in Cinarçik Basin using double difference method, Geophys. Res. Lett., 34, L10307, doi: 10.1029/2007GL029611
- Bürgmann, R., Ergintav, S., Segall, P., Hearn, E. H., McClusky, S., Reilinger, R. E., Woith, H., and Jochen Zschau, 2002, Time-dependent distributed afterslip on and deep below the Izmit earthquake rupture, BULLETIN OF THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 92 :126-137.
- Cakir Z, Akoglu AM, Belabbez S, Ergintav S, and Meghraoui M, Creeping along the Isetpasa section of the North Anatolian Fault (Western Turkey): Rate and extent from InSAR, EARTH AND PLANETARY SCIENCE LETTERS, in Press.
- Cakir Z, de Chabaliier JB, Armijo R, et al. Coseismic and early post-seismic slip associated with the 1999 Izmit earthquake (Turkey), from SAR interferometry and tectonic field observations , GEOPHYSICAL JOURNAL INTERNATIONAL 155 (1): 93-110 OCT 2003.
- Campillo M, Favreau P, Ionescu IR, Voisin C, On the effective friction law of a heterogeneous fault, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH, 106(B8), 16307-16322, 2001.
- Catheline S., J. L. Genisson, M. Tanter and M. Fink, Observations of shock transverse waves in elastic media, Phys. Rev. Lett., 91(16): Art. No. 164301 2003.
- Chambon G, Schmittbuhl J, Corfdir A, Laboratory gouge friction: Seismic-like slip weakening and secondary rate- and state-effects, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 29 (10): Art. No. 1366 MAY 15 2002

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

- Chambon G, Schmittbuhl J, Corfdir A, Vilotte J.P. and Roux S., Shear with comminution of a granular material: Microscopic deformations outside the shear band , *PHYSICAL REVIEW E* 68 (1): Art. No. 011304 Part 1 JUL 2003
- G. Chambon, J. Schmittbuhl, and A. Corfdir. Frictional response of a thick gouge core: 1. mechanical measurements and microstructures. *J. Geophys. Res.*, 111:10.1029/2003JB002731, 2006
- G. Chambon, J. Schmittbuhl, and A. Corfdir. Frictional response of a thick gouge core: 2. friction laws and implications for faults. *J. Geophys. Res.*, 111:10.1029/2004JB003339, 2006
- G. Chambon, J. Schmittbuhl, A. Corfdir, N. Orellana, M. Diraison, and Y. Geraud. Effective fault core thickness: from laboratory experiments to field scale observations. *Tectonophysics*, 426(1-2): 77-94, 2006
- Cochard, A. and R. Madariaga, Dynamic faulting under rate-dependent friction, *Pure Appl. Geophys.*, 142, 419-445, 1994.
- Cochard A, Rice JR, Fault rupture between dissimilar materials: Ill-posedness, regularization, and slip-pulse response , *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH* 105 (B11): 25891-25907 NOV 10 2000
- Daniel G., D. Marsan and M. Bouchon, 2006, Perturbation of the Izmit earthquake aftershock decaying activity following the Mw 7.2 Düzce, Turkey, earthquake, *J. Geophys. Res.*, 111, B05310, doi:10.1029/JB003978.
- Delaplace A, Schmittbuhl J, Maloy KJ, High resolution description of a crack front in a heterogeneous Plexiglas block , *PHYSICAL REVIEW E* 60 (2): 1337-1343 Part A AUG 1999
- Dieterich J, A constitutive law for rate of earthquake production and its application to earthquake clustering , *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH* 99 (B2): 2601-2618 FEB 10 1994
- Dietrich, M., C. Gurbuz, F. Brenguier, H. Karabulut, M. Bouchon, and M. Aktar, A vibroseis seismic reflection campaign along the North Anatolian fault, *Geophys. Res. Abst., Europ. Geosc. Union*, 6, 4520, 2004.
- Dunham, E. M., and J. R. Rice, Earthquake Slip Between Dissimilar Poroelastic Materials, soumis au *J. Geophys. Res.*,
- Grob. M, J. Schmittbuhl, R. Toussaint, L. Rivera, S. Santucci, K.J. Mäløy, Quake catalogs from an optical monitoring of an interfacial crack propagation, *PAGEOPH*, submitted, 2008.
- Hansen A, Schmittbuhl J, Origin of the universal roughness exponent of brittle fracture surfaces: Stress-weighted percolation in the damage zone, *PHYSICAL REVIEW LETTERS* 90 (4): Art. No. 045504 JAN 31 2003
- Hansen A, J. Schmittbuhl, G.G. Batrouni, , and F.A. De Oliveira. Normal stress distribution of rough surfaces in contact. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 27:3639-3643, 2000
- Hearn, E., H., Hager, B., H., and Reilinger, R. E., 2002, Viscoelastic deformation from North Anatolian fault zone earthquakes and the eastern Mediterranean GPS velocity field, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 29 :2002GL014889.
- Hubert-Ferrari, A., Barka, A., Jacques, E., Nalban, S. S., Meyer, B., Armijo, R., Tapponnier, P., King, G. C. P., 2000, Seismic hazard in the Marmara Sea region following the 17 August 1999 Izmit earthquake, *NATURE*, 404 :269-273.
- Ide, S. and H. Aochi, Earthquakes as multiscale dynamic ruptures with heterogeneous fracture surface energy, *J. Geophys. Res.*, 110, B11303, doi:10.1029/2004JB003591, 2005.
- Ø. Johnsen, R. Toussaint, K. J. Mäløy, E. G. Flekkøy, and J. Schmittbuhl. Coupled air/granular flow in a linear hele-shaw cell. *Phys. Rev. E*, 77:011301, 2008.
- Karabulut H., M.P. Bouin, M. Bouchon, M. Dieterich, C. Cornou, and M. Aktar, 2002, The seismicity in the eastern Marmara Sea after the 17 August 1999 Izmit earthquake, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 92, 1, pp 387-393.
- Karabulut, H., and M. Bouchon, Spatial variability and non-linearity of strong ground motion near a fault, *Geophys. J. Int.*, 170, 262-274.

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

- King G, Klinger Y, Bowman D, Tapponnier P, Slip-partitioned surface breaks for the M-w 7.8 2001 Kokoxili earthquake, China, BULLETIN OF THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA 95(2), 731-738, 2005 .
- Lavallee D, Archuleta RJ, Stochastic modeling of slip spatial complexities for the 1979 Imperial Valley, California, earthquake GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 30 (5): Art. No. 1245 MAR 13 2003
- Le pichon X, N. Chamot-Rooke, C. Rangin, and A.M.C. Sengör, The North Anatolian fault in the Sea of Marmara, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 108, NO. B4, 2179, doi: 10.1029/2002JB001862, 2003
- Ide S, Takeo M, Determination of constitutive relations of fault slip based on seismic wave analysis , JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH 102 (B12): 27379-27391 DEC 10 1997
- Manighetti, I., King, G., Sammis, C. G., The role of off-fault damage in the evolution of normal faults, Earth and Planetary Science Letters, 217 :399-408, 2004
- Maloy KJ, Schmittbuhl J, Dynamical event during slow crack propagation , PHYSICAL REVIEW LETTERS 87 (10): Art. No. 105502 SEP 3 2001
- K.J. Måløy, S. Santucci, J. Schmittbuhl, and R. Toussaint. Local waiting time fluctuations along a randomly pinned crack front. Phys. Rev. Lett., 96(4):045501, 2006
- Michel, R and J.P. Avouac, Deformation due to the 17 August 1999 Izmit, Turkey, earthquake measured from SPOT images, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 107, NO. B4, 2062, 10.1029/2000JB000102, 2002.
- Olsen KB, Madariaga R, Archuleta RJ, Three-dimensional dynamic simulation of the 1992 Landers earthquake , SCIENCE 278 (5339): 834-838 OCT 31 1997
- Öncel, A. O. and Wilson, T., 2004, Correlation of seismotectonic variables and GPS strain measurements in western Turkey, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 109 : B11306.
- Orgulu, G., and M. Aktar, Regional moment tensor inversion for strong aftershocks of the August 17, 1999 Izmit earthquake (Mw=7.4), Geophys. Res. Lett., 28, 371-374, 2001.
- Parsons, T., 2004, Recalculated probability of M \geq 7 earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 109 :2003JB002667.
- Perfettini, H. and J.P. Avouac (2004) Stress transfer and strain rate variations during the seismic cycle, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH, 109, doi: 10.1029/2003JB002917
- Pucci, S., The Duzce segment of the North Anatolian fault zone (Turkey): Understanding its seismogenic behaviour through earthquake geology, tectonic geomorphology and paleoseismology, Ph.D. thesis, Universita degli Studi di Perugia, Italy, 2006.
- Rethore J, Hild F, Roux S, Shear-band capturing using a multiscale extended digital image correlation technique, COMPUTER METHODS IN APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING, 196 (49-52), 5016-5030, 2007
- Rethore J, Hild F, Roux S, Extended digital image correlation with crack shape optimization, INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN ENGINEERING Volume: 73 (2), 248-272, 2008.
- Rosakis A. J., O. Samudrala and D. Cocker, Cracks faster than the shear wave speed, Science, 284, 1337-1340, 1999.
- Rosakis, A.J. Intersonic shear cracks and fault ruptures, Advances in Physics, 51 (4), 1189-1257, 2002.
- Rudnicki, J. W., and J. R. Rice (2006), Effective normal stress alteration due to pore pressure changes induced by dynamic slip propagation on a plane between dissimilar materials, J. Geophys. Res., 111, B10308, doi:10.1029/2006JB004396.
- Samudrala O., Y. Huang, and A. J. Rosakis, Subsonic and intersonic shear rupture of weak planes with a velocity weakening cohesive zone, J. Geophys. Res., 107(B8), 10.1029/2001JB000460, 2002.

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Sandrin L, M. Tanter, S. Catheline and M. Fink, Shear modulus imaging with 2-D transient elastography, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, 49(4), 2002.

Schmittbuhl J, Delaplace A, Maloy KJ, et al., Slow crack propagation and slip correlations , PURE AND APPLIED GEOPHYSICS 160 (5-6): 961-976 MAY 2003

Schmittbuhl J, Gentier S, Roux S, Field-Measurements Of The Roughness Of Fault Surfaces , GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 20 (8): 639-641 APR 23 1993

Schmittbuhl J, Maloy KJ, Direct observation of a self-affine crack propagation , PHYSICAL REVIEW LETTERS 78 (20): 3888-3891 MAY 19 1997

Schmittbuhl J, Schmitt F, Scholz C, Scaling invariance of crack surfaces , JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH 100 (B4): 5953-5973 APR 10 1995

Suzuki, T. and T. Yamashita, Nonlinear thermoporoelastic effects on dynamic earthquake rupture, J. Geophys. Res., 111, doi: 10.1029/2005JB003810, 2006.

Üçer S. B., Crampin S., Evans R., et Kafadar N., The MARNET radio linked seismometer network spanning the Marmara Sea and the seismicity of western Turkey, Geophys. J. R. Astr. Soc., 83, 17-30, 1985.

Weertman J, Unstable slippage across a fault that separates elastic media of different elastic constants , JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH 85 (NB3): 1455-1461 1980

Xia, K., A.J. Rosakis, and H. Kanamori, Laboratory earthquakes: The Sub-Rayleigh-to-Supershear rupture transition, Science, 303, 1859-1861, 2004.

Yamashita, T., Mechanical effect of fluid migration on the complexity of seismicity, J. Geophys. Res., 102, 17797-17806, 1997.

1.6 Résultats escomptés et retombées attendues / *Expected results and potential impact (1 page maximum)*


(Plus spécifiquement pour les programmes partenariaux organismes de recherche/entreprises)

Présenter les **résultats escomptés** en proposant si possible des critères de réussite et d'évaluation adaptés au type de projet, permettant d'évaluer les résultats, tâche par tâche et globalement en fin de projet.

Présenter les **retombées attendues** en précisant pour les partenaires concernés :

- la valorisation des résultats attendus, connaissances à protéger ou à diffuser, ...
- les retombées scientifiques, techniques, industrielles, économiques...
- pour les bases de données, les modes de stockage et de maintenance ainsi que les communautés bénéficiaires

- Améliorer notre connaissance de la façon dont la complexité d'une faille et ses hétérogénéités affectent ou contrôlent la nucléation, la taille et la dynamique des événements sismiques.
- Améliorer notre connaissance de l'activité sismique dans le bassin de Cinarcik (ouest Marmara) grâce à une localisation fine des événements et à une diminution du seuil de détection de l'activité sismique.
- Suivi en temps légèrement différé de l'évolution de cette activité. Mise en évidence de variations éventuelles de vitesse du milieu au cours du temps par corrélation du bruit sismique inter-stations.
- Mieux comprendre le processus de nucléation des grands événements en lien avec la complexité de la structure de la faille. Mieux comprendre le processus de branchement d'une grande faille et la nature (en temps et espace) de la transition entre deux segments.
- Mieux comprendre le lien entre la perméabilité d'une faille et sa structure.
- Développements théoriques et méthodologiques permettant de simuler la propagation de la rupture sur une faille (ou un système de failles) à géométrie complexe.
- Meilleure compréhension, grâce à la simulation numérique, des paramètres physiques qui contrôlent la loi de friction et la dynamique des séismes.

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

T1.F	Etude Publications	24 36	1
T2.A	Installation du réseau Maintien du réseau et traitement des données Publications	12 36 36	1
T2.B	Traitement des données Publications	36 36	1
T2.C	Installation du réseau Maintien du réseau et traitement des données Post-doc	24 36 6-24	1
T2.D1	Campagne réseau Risc Traitement des données Post-doc	12-24 36 6-24	2
T2.D2	Missions de terrain et carottage Publications	12-24 36	2
T3.A	Développement expérimental Publications	24 36	1
T3.B	Développement expérimental Publications	24 36	1
T3.C	Développement expérimental Publications	24 36	1
T4.A	Etude Publications	18 24	3
T4.B	Etude Publications	24 36	3
T4.C	Etude Publications	24 36	3

1.8 Organisation du partenariat / Consortium organisation


1.8.1 Pertinence des partenaires / Consortium relevance (1/2 page)

*Fournir ici les éléments permettant d'apprécier la **qualité des partenaires et les compétences de chacun** dans le projet ("quelle est la justification des tâches de chacun au regard de ses compétences propres ?"). Il peut s'agir de réalisations passées, d'indicateurs (publications, brevets), de l'intérêt du partenaire pour le projet...*

L'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS) est une Unité Mixte de Recherche (UMR 7516) faisant partie de l'Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre de Strasbourg. Il s'agit d'un laboratoire de géophysique de premier plan à l'échelle nationale comportant 4 équipes dont l'équipe de « Géophysique Expérimentale » ayant un double objectif : d'une part développer une approche d'expérimentation en géophysique et, d'autre part, travailler sur la modélisation physique des processus géologiques. Un important matériel et savoir-faire de mécanique et physique des roches y sont développés depuis de nombreuses années.

Le Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique est une Univé Mixte de Recherche (UMR 5559) avec une longue expérience à l'échelle nationale et internationale de recherche sur les risques naturels : tremblements de Terre, volcans et glissements de terrain. Les résultats de recherche du laboratoire sont publiés dans les meilleurs journaux internationaux (4 articles liés aux aléas naturels ont été publiés par des chercheurs du LGIT dans Nature et Science depuis Janvier 2008). Le LGIT gère différentes tâches d'observation à la fois temporaire et permanente dans le domaine de la sismologie et de la géodésie (e.g. coordination du réseau national accélérométrique (GIS-RAP), le réseau de déploiement temporaire du programme SISMOB de l'INSU). Il existe au sein du laboratoire toutes les compétences nécessaires dans le domaine de la sismologie observationnelle et la modélisation de la rupture sismique.

Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) est un établissement public français dans le domaine des Sciences de la Terre. Comprendre les phénomènes géologiques, et plus particulièrement les risques naturels, est une des thématiques importantes de l'établissement. Concernant le risque et l'aléa sismique, le BRGM met un accent tout particulier sur la modélisation numérique afin de comprendre les mécanismes de l'aléa, au niveau de la source sismique, du rayonnement des ondes

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

sismiques dans le milieu géologique et de l'effet de sol. Le BRGM espère apporter une contribution importante sur ces thèmes dans le projet mais aussi espère faire avancer son savoir-faire dans la compréhension des phénomènes de rupture et de sismicité. Le BRGM participe à différents projets de recherche au niveau national et international dans le domaine des Sciences de la Terre, de l'environnement et du Développement Durable. Certaines de ces actions sont coordonnées par le BRGM.

1.8.2 Complémentarité et synergie des partenaires / *Added value of the consortium (1/2 page)*

Montrer la complémentarité et la valeur ajoutée des coopérations entre les différents partenaires. L'interdisciplinarité et l'ouverture à diverses collaborations seront à justifier en accord avec les orientations du projet.

Le projet est constitué de trois partenaires qui apportent chacun dans leurs domaines respectifs leurs expertises scientifiques et leurs compétences techniques complémentaires pour assurer le bon déroulement du projet selon le plan de travail proposé ci-dessus. Ainsi, le projet rassemble des spécialistes de la sismologie, de la physique des processus géologiques et de la modélisation numérique de la rupture. Le projet s'appuie également sur une très importante collaboration avec l'observatoire de Kandilli, Istanbul avec qui des liens ont été développés en particulier depuis le séisme d'Izmit, Août 99. Plus récemment, le projet CATEL – MODALSIS a permis de renforcer davantage cette collaboration avec en particulier les travaux de fusion des catalogues sismologiques existants et l'initiation de l'installation du réseau courtes périodes de Tuzla pour observer finement l'amas de sismicité, candidat potentiel à la nucléation d'un prochain grand événement. L'IPGS apportera une contribution importante en terme d'infrastructures de recherche puisque seront mis à disposition pour le projet: les équipements de modélisation analogique existants ainsi que le récent cluster de calcul (3.6 Teraflops).

1.8.3 Qualification du coordinateur du projet et des partenaires / *Principal investigator and partners : résumé and CV*

Pour les principaux acteurs du projet, une biographie d'une demi-page sera placée en annexe du présent document qui comportera :

- *Nom, prénom, âge, cursus, situation actuelle*
- *Autres expériences professionnelles*
- *Liste des cinq publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années, nombre total de publications dans les revues internationales ou actes de congrès à comité de lecture.*
- *Prix, distinctions*

Le cas échéant, indiquer pour chacun des membres, son implication dans d'autres projets nationaux ou internationaux (contrats publics et privés en cours et les demandes en cours) selon le modèle fourni en annexe. Expliciter l'articulation entre les travaux proposés et les travaux antérieurs ou déjà en cours, en particulier ceux soutenus par l'ANR.


Jean Schmittbuhl

Institut de Physique du Globe de Strasbourg, 5, rue René Descartes, 67084 Strasbourg
Né le 9 déc 1966 à Strasbourg, marié, 3 enfants

Fonctions occupées

1986/91: Elève de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon – Saint Cloud

1991/93: Allocataire Moniteur Normalien à l'Institut de Physique du Globe de Paris

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

1993/95: Agrégé Préparateur à l'Ecole Normale Supérieure de Paris
1995/99: Chargé de Recherche CNRS (CR2): poste fléché: « modélisation des risques géophysiques »
(ENS Paris)
1999/2004: Chercheur CNRS (CR1) (ENS Paris)
2004/...: Directeur de recherche CNRS (DR2) (Institut de Physique du Globe de Strasbourg)

Formation

1986/88: Magistère de Sciences de la Terre (ENS Paris)
1989: Agrégation de Sciences Naturelles option Géologie.
1990: Service scientifique au LDG (CEA-DAM Bruyères-le-Chatel)
1991: DEA de Physique des Liquides, Université Paris 6
1994: Thèse de Physique, Université Paris 6 (label Européen)
1995: Post-Doc au département de Physique de l'Université d'Oslo.
2001: Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris 7

Administration de la recherche

Participations et animations de projets: PNRH, PNRN, ECODEV, IT, Géomatériaux, GDR Géomécanique, PICS France-Norvège, ACI ECCO, ACI RNCC, ACI Jeunes Chercheurs, ACI CATNAT, DyETI, ANR CTT, ANR ECCO
Rapporteur d'articles: Science, J. Geophys. Res, Geophys. Res. Lett., Phys. Rev. E, Phys. Rev. Lett., Europhys. Lett, Tectonophysics, W. Resour. Res. Pageoph, Int. J. Frac.
Organisateur de sessions: EGS, EGU, AGU, RST
Membre de conseil de Laboratoire de l'UMR 8538 (1998-2004), de la commission de spécialistes du département TAO (1998-2004), du conseil scientifique du département TAO(2004), du conseil de Laboratoire de l'IPGS, de la CSE de l'EOST, du Conseil de l'EOST, du conseil scientifique de l'ULP.
Responsable du thème transverse « Instabilités mécaniques et aléas géophysiques » à l'IPGS (2005-2008).
Responsable de l'équipe « Géophysique Expérimentale » à l'IPGS (2009-2012)

Publications


71 articles de Rang A (1992-2008) (1166 citations Web of Science)

5 publications récentes:

K.J. Må løy and J. Schmittbuhl. Dynamical events during slow crack propagation. *Phys. Rev. Lett.*, 87(10): 105502, 2001
J. Schmittbuhl, A. Hansen, and G.G. Batrouni. Roughness of interfacial crack front: Stress-weighted percolation in the damage zone. *Phys. Rev. Lett.*, 90:045504, 2003.
H. Perfettini, J. Schmittbuhl, and A. Cochard. Shear and normal load perturbations on a 2d continuous fault: 1. static triggering. *J. Geophys. Res.*, 108:2409, doi:10.1029/2002JB001804, 2003
J. Schmittbuhl and R. Toussaint F. Renard, J.P. Gratier. Roughness of stylolites: Implications of 3d high resolution topography measurements. *Phys. Rev. Lett.*, 93:238501, 2004.
G. Chambon, J. Schmittbuhl, and A. Corfdir. Frictional response of a thick gouge core: 2. friction laws and implications for faults. *J. Geophys. Res.*, 111:10.1029/2004JB003339, 2006
(liste complète: <http://eost.u-strasbg.fr/schmittb/biblio.html>)

1.8.4 Qualification des partenaires / Partners qualification

Qualifier les personnes, préciser leurs activités principales et leurs compétences propres. Pour chaque partenaire remplir le tableau ci-dessous

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Partenaire	Nom*	Prénom*	Emploi actuel*	Discipline	Personne.mois	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
<i>IPGS</i>						
Coordinateur/responsable	Schmittbuhl	Jean	DR CNRS	Physique des processus géologiques	3.6/an	Coordination – expérimentation - sismologie
Autres membres	Cocharde	Alain	MCF ULP	Sismologie	4/an	Modélisation numérique
	Toussaint	Renaud	CR CNRS	Physique des processus géologiques	1.2/an	Expérimentation et modélisation
	Steyer	Alain	AI CNRS	Mécanique	3/an	Expérimentation
	X	X	Post-doc	Sismologie	18	Traitement des données sismologiques
Collaborations	Daniel	Guillaume	MCF Université de Besançon	Sismologie	4/an	Traitement des données sismologiques
Collaborations	Roux	Stéphane	DR CNRS LMT Cachan	Mécanique	1/an	Traitement des images SPOT

*cf. note de bas de page ¹

Partenaire	Nom*	Prénom*	Emploi actuel*	Discipline	Personne.mois	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
<i>LGIT</i>						
Coordinateur/responsable	Bouchon	Michel	DR CNRS	Sismologie	6/an	Sismologie
Autres membres	Voisin	Christophe	CR CNRS	Sismologie	0.5x2	Installation du réseau RISC
	Boullier	Anne - Marie	DR CNRS	Sismo pétrologie	2.4/an	Etude de la gouge
	Carrio	Elisabeth	MCF	Sismo pétrologie	1.2/an	Etude de la gouge
Collaborations	Bouin	Marie - Paule	CR CNRS IPGP	Sismologie	0.5/an	Sismologie - Expertise
Collaborations	Karabulut	Hayrullah	Pr Observatoire de Kandilli - Istanbul	Sismologie	1/an	Sismologie
	Aktar	Mustapha	Pr Observatoire de Kandilli - Istanbul	Sismologie	0.5/an	Sismologie - Expertise
	Fahjan	Yasin	MCF Centre polytechnique de GYTE - Gebse	Ingénierie parasismique	1/an	Installation des stations sismologiques et gestion du réseau

*cf. note de bas de page ²

Partenaire	Nom*	Prénom*	Emploi actuel*	Discipline	Personne.mois	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max

¹ « Les informations personnelles transmises dans ces formulaires sont obligatoires et seront conservées en fichiers par l'ANR ou par la structure support mandatée par elle pour assurer la conduite opérationnelle de l'évaluation et l'administration des dossiers.

Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès et de rectification des données personnelles les concernant. Les personnes concernées peuvent exercer ce droit en s'adressant à la structure support ou l'ANR, quand il s'agit d'un programme géré directement par elle (voir coordonnées dans le texte de l'appel à projets) ».

² « Les informations personnelles transmises dans ces formulaires sont obligatoires et seront conservées en fichiers par l'ANR ou par la structure support mandatée par elle pour assurer la conduite opérationnelle de l'évaluation et l'administration des dossiers.

Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès et de rectification des données personnelles les concernant. Les personnes concernées peuvent exercer ce droit en s'adressant à la structure support ou l'ANR, quand il s'agit d'un programme géré directement par elle (voir coordonnées dans le texte de l'appel à projets) ».

	Programme RISKNAT				Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :	
					Edition 2008	

<i>BRGM</i>						
Coordinateur/responsable	Aochi	Hideo	Chef de Projet BRGM, ingénieur senior	Sismologie	3.6	Responsable axe 4. modélisation statique / dynamique en utilisant la méthode d'équations intégrales.
Autres membres	Poisson	Blanche	Ingénieur	Géodynamique	1.8	Modélisation de la perméabilité dans une zone de faille. (Axe4)
	Modaressi	Hormoz	Chef de service	Géomécanique	~0	Suivi de projet
	X		stagiaires	Mécanique/sismologie	18	Modélisation numérique. (Axe4)

1.9 Stratégie de valorisation et de protection des résultats / *Data management, data sharing, intellectual property strategy, and exploitation of project results (1 page maximum)*

Pour les projets partenariaux organismes de recherche/entreprises, les partenaires devront conclure, sous l'égide du coordinateur du projet, un accord de consortium dans un délai d'un an. Indiquer les grandes lignes de la répartition entre partenaires de la propriété intellectuelle, des droits d'exploitation etc.,

Pour les projets académiques, l'accord de consortium n'est pas obligatoire mais fortement conseillé.

Les résultats obtenus seront publiés dans des journaux internationaux (Geophysical Research Letters, Journal of Geophysical Research, Geophysical Journal International, Physical Review) et présentés dans les congrès internationaux (European Geosciences Union, American Geophysical Union).

2 Justification scientifique des moyens demandés/Requested budget : *detailed financial plan*

On présentera ici la justification scientifique et technique des moyens demandés par chaque partenaire sur le site de soumission et synthétisés à l'échelle du projet dans le tableau récapitulatif ci-dessus.

Chaque partenaire justifiera les moyens qu'il demande en distinguant les différents postes de dépenses.

Total de l'aide financière demandée: 277 980 €

2.1 Partenaire 1 / Partner 1 (IPGS)

Résumé Partenaire 1 (IPGS)

Aide financière demandée par le partenaire: 164 400 euros

Equipement

coût unitaire > 4 000 € 55 000 euros

Fonctionnement - Personnel 70 000 euros

Fonctionnement - Missions 18 000 euros

Fonctionnement - Prestation de service 0 euros

Fonctionnement - Dépenses justifiées sur facturation interne et Autres dépenses 0 euros

Fonctionnement - Frais généraux 21 400 euros

2.1.1 Equipement / Large equipment

Préciser la nature des équipements et justifier le choix des équipements*

Si nécessaire, préciser la part de financement demandé sur le projet et si les achats envisagés doivent être complétés par d'autres sources de financement. Si tel est le cas, indiquer le montant et l'origine de ces financements complémentaires.

**Un devis pourra être demandé si le projet est retenu pour financement.*

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Deux numériseurs Reftek 130-01/3: 20 k€

Il s'agit du cofinancement de deux stations sismologiques Courtes Périodes continues pour l'axe 2: les capteurs CMG40 sont fournis par nos collègues de l'observatoire de Kandilli, Istanbul. La motivation d'achat est liée à la volonté d'une instrumentation en continue pendant au moins toute la durée du projet.

Un interféromètre laser à haute fréquence: 25 k€

L'interféromètre doit permettre une mesure à haute fréquence (jusqu'à 1 MHz) du mouvement d'une face de l'échantillon dans l'expérience de rupture dynamique (T3.A) avec une précision nanométrique (matériel SIOS distribué par la société OWIS) sur une tache de focalisation de 30µm.

Une barrette acoustique 32 voies avec adaptation en impédance acoustique: 10 k€

La barrette linéaire 32 voies large bande 100-1000kHz avec calibration physique des voies est adaptée en impédance acoustique (15 MRay) avec le marbre de Carrare avec lequel seront faites les expériences de rupture dynamique (T3.A). Une étude de réalisation a été obtenue de la société IMASONIC.

2.1.2 Personnel / Manpower

Le personnel non permanent (thèses, post-doctorants, CDD..) financé sur le projet devra être justifié.

Fournir les grandes lignes des sujets et les profils des postes à pourvoir pour les personnels à recruter (1/2 page maximum par type de poste)

Pour les thèses, préciser si des demandes de bourse de thèse sont prévues ou en cours, en préciser la nature et la part de financement imputable au projet.

18 mois de post-doc acquisition et traitement de données sismologiques 70 k€

Sujet: Analyse de la micro-sismicité dans la région d'Istanbul et imagerie de la FNA

Le projet comporte deux parties:

1) Dans le cadre de suivi de la micro-sismicité dans le bassin de Cinarçik, le travail du post-doctorant consistera à analyser des données acquises au niveau de la jonction entre la faille d'Izmit et celle au nord du bassin de Cinarçik, au sud-est d'Istanbul, comprenant les essaims de Tuzla et de Yalova. Il s'agira de la participation aux tâches observationnelles: installation et le suivi des stations que nous avons prévues (complétées du catalogue régional) et du traitement avec en particulier la localisation relative des multiplets. Des périodes à l'observatoire de Kandilli sont à envisager.


2) La participation à la campagne de déploiement des stations du réseau RISC pour l'imagerie de la structure longitudinale de la faille. Il s'agira également de traiter les données acquises.

Profil: géophysicien sismologue

2.1.3 Prestation de service externe / Services, outward facilities

Préciser :

- *la nature des prestations*
- *le type de prestataire*
- *le coût*
- *...*

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

2.1.4 Missions / Travels

Préciser :

- les missions liées aux travaux d'acquisition sur le terrain (campagnes de mesures...)
- les missions relevant de colloques, congrès...
- le coût estimé...

- Missions à l'observatoire de Kandilli: 3x1semaine/an: 3x3x1k€=9 k€
 Pour soutenir les échanges avec l'observatoire de Kandilli, 3 missions d'une semaine sont prévues par an incluant les missions du post-doc.

- Missions à des congrès (EGU/AGU) pour présentation des résultats: 2/an:
2x1.5k€x3=9 k€

2.1.5 Dépenses justifiées sur une procédure de facturation interne / Expenses for inward billing

Préciser la nature des prestations (ex : accès à des plates-formes technologiques, moyens de calcul, bases documentaires,...)

2.1.6 Autres dépenses de fonctionnement / Other expenses

Toute dépense significative relevant de ce poste devra être justifiée.

Petit matériel expérimental et consommables:	3 k€/an	9 k€
Frais de publication:	2 k€/an	6 k€

+ Frais de gestion: 4%

2.2 Partenaire 2 (LGIT)

Résumé Partenaire 2 (LGIT)

Aide financière demandée par le partenaire: 79 560 euros

Equipement

coût unitaire > 4 000 € 0 euros

Fonctionnement - Personnel 0 euros

Fonctionnement - Missions 51 500 euros

Fonctionnement - Prestation de service 13 000 euros

Fonctionnement - Dépenses justifiées sur facturation interne et Autres dépenses 7 000 euros

Fonctionnement - Frais généraux 8 060 euros

2.2.1 Equipement / Large equipment


Préciser la nature des équipements et justifier le choix des équipements*

Si nécessaire, préciser la part de financement demandé sur le projet et si les achats envisagés doivent être complétés par d'autres sources de financement. Si tel est le cas, indiquer le montant et l'origine de ces financements complémentaires.

**Un devis pourra être demandé si le projet est retenu pour financement.*

2.2.2 Personnel / Manpower

Le personnel non permanent (thèses, post-doctorants, CDD..) financé sur le projet devra être justifié.

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Fournir les grandes lignes des sujets et les profils des postes à pourvoir pour les personnels à recruter (1/2 page maximum par type de poste)

Pour les thèses, préciser si des demandes de bourse de thèse sont prévues ou en cours, en préciser la nature et la part de financement imputable au projet.

2.2.3 Prestation de service externe / Services, outward facilities

Préciser :

- la nature des prestations
- le type de prestataire
- le coût
- ...

Etude pétrophysique de la faille:

Réalisation de lames minces: 2.5 k€

Analyses SEM, XRF, cathodoluminescence: 6.5 k€

Prêt de la carotteuse de l'IPGS – jouvance du moteur pour un moteur thermique: 4 k€

2.2.4 Missions / Travels

Préciser :

- les missions liées aux travaux d'acquisition sur le terrain (campagnes de mesures...)
- les missions relevant de colloques, congrès...
- le coût estimé...

Etude de la localisation de la déformation sur la NAF avec le réseau national RISC

Pour le déploiement des stations du réseau national RISC, missions France-Turquie sur deux périodes de 3 semaines pour 4 personnes: 2 x 4 x 2.5 k€ = 20k€

Transport du matériel: 2x2.5k€= 5 k€

Etude pétrophysique de la faille:

2 missions de 3 semaines pour 2 personnes: 2 x 2x 2.5 k€ = 10 k€

envoi des échantillons 2x0.5k€ = 1 k€

transport de la carotteuse: 2x1k€ = 2 k€

Missions à des congrès (EGU/AGU) pour présentation des résultats: 3/an:


3x1.5k€x3=13.5 k€

2.2.5 Dépenses justifiées sur une procédure de facturation interne / Expenses for inward billing

Préciser la nature des prestations (ex : accès à des plates-formes technologiques, moyens de calcul, bases documentaires,...)

Etude de la localisation de la déformation sur la NAF avec le réseau national RISC

Déploiement de 35 stations du réseau national RISC pendant 6 mois en 2 fois pour réaliser une série de profils à travers la faille à raison de 7 stations par profil (1 sur la faille, 3 de chaque côté à une vingtaine de mètres, une cinquantaine de mètres, et environ 250m (hors zone de faille); Distance entre profils 12 à 15km. 2 fois 5 profils, en 2 périodes successives de 3 mois chacune. (Participation de Christophe Voisin pour l'installation).

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

Cout de l'utilisation des stations (facturation interne) Pour chaque station 1,5% du prix d'une station (12000 euros) soit environ 200 euros. Total 7k€.

2.2.6 Autres dépenses de fonctionnement / Other expenses

Toute dépense significative relevant de ce poste devra être justifiée.

Frais de publications: 5k€
+ Frais de gestion: 4%

2.3 Partenaire 3 (BRGM)

Résumé Partenaire 3 (BRGM)

Aide financière demandée par le partenaire: 34 020 euros

Équipement

coût unitaire > 4 000 € 0 euros

Fonctionnement - Personnel 0 euros

Fonctionnement - Missions 9 000 euros

Fonctionnement - Prestation de service 1 500 euros

Fonctionnement - Dépenses justifiées sur facturation interne et Autres dépenses 21 000 euros

Fonctionnement - Frais généraux 2 520 euros

La dépense du BRGM est calculée basé sur le « coût marginal » dans cette proposition suite au règlement de l'ANR.

2.3.1 Equipement / Large equipment

Préciser la nature des équipements et justifier le choix des équipements*

Si nécessaire, préciser la part de financement demandé sur le projet et si les achats envisagés doivent être complétés par d'autres sources de financement. Si tel est le cas, indiquer le montant et l'origine de ces financements complémentaires.

**Un devis pourra être demandé si le projet est retenu pour financement.*

2.3.2 Personnel / Manpower

Le personnel non permanent (thèses, post-doctorants, CDD..) financé sur le projet devra être justifié.

Fournir les grandes lignes des sujets et les profils des postes à pourvoir pour les personnels à recruter (1/2 page maximum par type de poste)

Pour les thèses, préciser si des demandes de bourse de thèse sont prévues ou en cours, en préciser la nature et la part de financement imputable au projet.

Le financement de trois stagiaires est demandé sur 3 ans (1 stagiaire/an):


1 k€ (par personne.mois) x 6 (mois) x 3 (personne) = 18 k€.

Ceci est essentiel pour avancer les travaux de modélisation numérique (axe 4)

2.3.3 Prestation de service externe / services, outward facilities

Préciser :

- *la nature des prestations*
- *le type de prestataire*
- *le coût*

	Programme RISKNAT	Réservé à l'organisme gestionnaire du programme N° de dossier : ANR-08-RISKNAT-00 Date de révision :
		Edition 2008

• ...

2.3.4 Missions / Travels

Préciser :

- *les missions liées aux travaux d'acquisition sur le terrain (campagnes de mesures...)*
- *les missions relevant de colloques, congrès...*
- *le coût estimé...*

Les missions sont estimées comme suit:

Réunions de projet (Strasbourg, Grenoble ou Paris) 500€ x 6 = 3k €

Participation aux congrès internationaux = 1 500€ x 2 = 3k €

Mission à l'observatoire de Kandilli = 1 500€ x 2 = 3k€

Total: 9 k€.

2.3.5 Dépenses justifiées sur une procédure de facturation interne / Expenses for inward billing

Préciser la nature des prestations (ex : accès à des plates-formes technologiques, moyens de calcul, bases documentaires,...)

Les prestations internes incluent l'impression de poster et la location de PC pour les stagiaires : 1 k€.

2.3.6 Autres dépenses de fonctionnement / Other expenses

Toute dépense significative relevant de ce poste devra être justifiée.

frais de publication: 1.5k€

petits matériels informatiques : 2 k€.

Frais de gestion (8%): 2.5 k€

...

Annexes

Description des partenaires / Partner informations (cf. § 1.8.1) (1 page maximum par partenaire)

L'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (UMR 7516) est un laboratoire où est développée une grande variété de thématiques scientifiques en sciences de la Terre. Celles-ci concernent non seulement les disciplines fondatrices de la géophysique telles que la sismologie, le magnétisme et la géodésie, mais aussi des disciplines telles que la tectonique et la géophysique de proche surface qui correspondent à une évolution du paysage de la recherche vers les géosciences de surface et l'environnement.

Moyens humains: L'UMR 7516 compte actuellement 84 personnes dont 44 chercheurs et enseignants-chercheurs, 18 ingénieurs, techniciens et administratifs, et 22 doctorants et post-doctorants. Hormis le personnel administratif, la totalité des effectifs est répartie dans les 6 équipes de recherche de l'UMR (sismologie, dynamique globale de la Terre, rifts et dorsales, tectonique active, physique des roches, proche surface).

Moyens techniques: Une partie des recherches menées au sein de l'UMR 7516 s'appuie sur les observatoires géophysiques de l'EOST (sismologie, magnétisme et gravimétrie) et les services scientifiques (RÉNaSS, BCSF, RLBM), qui permettent de mener un couplage efficace entre observations et recherche.

Le LGIT est un laboratoire de science de la Terre comprenant 60 chercheurs, 25 ingénieurs et 45 thésards. Les équipes de recherche du LGIT ont une longue expérience à l'échelle nationale et internationale de recherche sur les risques naturels: tremblements de Terre, volcans et glissements de terrain. Les chercheurs du LGIT ont piloté plusieurs projets de recherche liés aux risques à l'échelle locale, nationale, européenne et internationale (e.g. Programmes européens SESAME, VOLUME, SISMOVALP et NERIES). Les résultats de recherche du laboratoire sont publiés dans les meilleurs journaux internationaux (4 articles liés aux aléas naturels ont été publiés par des chercheurs du LGIT dans Nature et Science depuis Janvier 2008). Les équipes du LGIT ont l'habitude de diffuser leurs résultats de recherche aux ingénieurs et aux autorités. Les chercheurs du LGIT sont également très impliqués dans l'enseignement au niveau du LMD avec par exemple une participation active dans des masters liés aux risques (e.g. Le master international d'ingénierie sismique et para-sismique). Le LGIT gère différentes tâches d'observation à la fois temporaire et permanente dans le domaine de la sismologie et de la géodésie (e.g. Coordination du réseau national accélérométrique (GIS-RAP), le réseau de déploiement temporaire du programme SISMOB de l'INSU). D'un point de vue administratif, le LGIT est une UMR entre l'Université Joseph Fourier (Grenoble I), le CNRS, le LCPC, l'IRD et l'Université de Savoie – Chambéry.

BRGM (<http://www.brgm.fr>)

BRGM est un établissement public français dans le domaine des Sciences de la Terre (the French Geological Survey). Comprendre les phénomènes géologiques, et plus particulièrement les risques naturels, est une des thématiques importantes de l'établissement. Le développement des outils nécessaires est aussi un des objectifs de la recherche du BRGM. Concernant le risque et l'aléa sismiques, le BRGM met un accent sur la modélisation numérique afin de comprendre les mécanismes de l'aléa, au niveau de la source sismique, du rayonnement des ondes sismiques dans le milieu géologique et de l'effet de sol. Le BRGM espère apporter une contribution importante sur ces thèmes au projet mais espère aussi faire avancer son savoir-faire dans la compréhension des phénomènes de rupture et de sismicité. Le BRGM participe à différents projets de recherche en niveau national et international dans le domaine des Sciences de la Terre, de l'environnement et du Développement Durable. Certaines de ces actions sont coordonnées par le BRGM.

Biographies / Résumés and CV (cf. § 1.8.3) (demi page environ par personne)

BOUCHON Michel

Né le 6-8-1947 à Epinal (Vosges)

Ph.D.

1976	Massachusetts Institute of Technology
------	---------------------------------------

DOCTORAT D'ÉTAT

1978	Doctorat d'Etat, Université Scientifique et Médicale de Grenoble
------	--

SITUATION ACTUELLE

	Directeur de Recherche CNRS, Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, UMR 5559
--	--

EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE

1971-1974	Research Assistant, MIT
1975	Scientifique du Contingent, LDG/CEA
1976-1977	Research Associate, MIT
1978-actuel	Chercheur CNRS, Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique (Grenoble)
	Visiting Scientist, MIT, USGS
	Scientific Advisor, Elf, CGG
	Visiting Professor, MIT

PUBLICATIONS (5 PUBLICATIONS MAJEURES DES 5 DERNIÈRES ANNÉES)

Bouchon, M., A review of the discrete wavenumber method, *Pure and Applied Geophysics*, **160**, 445-465, 2003.

Bouchon, M., and M. Vallée, Observation of long supershear rupture during the magnitude 8.1 Kunlunshan earthquake, *Science*, **301**, 824-826, 2003.

Bouchon, M., D. Hatzfeld, J. A. Jackson, and E. Haghshenas, Some insight on why Bam (Iran) was destroyed by an earthquake of relatively moderate size, *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L09309, 2006.

Bouchon, M., and F.J. Sanchez-Sesma, Boundary integral equations and boundary elements methods in elastodynamics, in *Advances in Wave Propagation in Heterogeneous Earth*, R.S Wu and V. Maupin, Eds., Elsevier, Amsterdam, 157-189, 2007.

Bouchon, M., and H. Karabulut, The aftershock signature of supershear earthquakes, *Science*, **320**, 2008.

ACTIVITÉS DE VALORISATION

Associate Editor, BSSA

BOULLIER Anne-Marie

Né le 13-10-1950 à Harfleur (76)

DOCTORAT 3ÈME CYCLE

1975	Université de Nantes Structure des péridotites en enclaves dans les kimberlites d'Afrique du Sud
------	---

DOCTORAT D'ÉTAT

1982	Doctorat d'Etat, Institut National Polytechnique de Lorraine Titre: Etude structurale du Précambrien du centre de l'Adrar des Iforas (Mali)
------	--

SITUATION ACTUELLE

	Directeur de Recherche 1 ^{ère} classe CNRS, Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, UMR 5559
--	--

EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE

1975 :	Centre de Géologie et Géophysique (Montpellier)
1980	Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques (Nancy)
1989-1990	Année sabbatique à la Commission Géologique du Canada (Ottawa)
1996-actuel	Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique (Grenoble)
1997-2002	Animatrice de l'équipe "Fluides et Transferts"
2003-2006	Animatrice de l'équipe "Fluides et dynamique de la Croûte"
2003-2006	Directrice de l'Ecole Doctorale "Terre, Univers, Environnement"

PUBLICATIONS (5 PUBLICATIONS MAJEURES DES 5 DERNIÈRES ANNÉES)

Boullier, A. M., T. Ohtani, et al. (2001). "Fluid inclusions in pseudotachylytes from the Nojima fault, Japan." *Journal of Geophysical Research Solid Earth* **106**(B10): 21965-21977.

Boullier, A.-M., Fujimoto, K., Ito, H., Ohtani, T., Keulen, N., Fabbri, O., Amitrano, D., Dubois, M. & Pezard, P. 2004b. [Structural evolution of the Nojima fault \(Awaji Island, Japan\) revisited from the GSJ drill hole at Hirabayashi](#). *Earth Planets and Space* **56**, 1233-1240.

Boullier, A.-M., Fujimoto, K., Ohtani, T., Roman-Ross, G., Lewin, E., Ito, H., Pezard, P. & Ildfonse, B. 2004. Textural evidence for recent co-seismic circulation of fluids in the Nojima fault zone, Awaji island, Japan. *Tectonophysics*, **378**, 165-181

Andréani, M., **Boullier, A.M.** & Gratier, J.P. 2005. Development of schistosity in a Californian serpentinite gouge. *Journal of Structural Geology* **27**, 2256-2267.

Arndt, N.T., **Boullier, A.M.**, Clément, J.P., Dubois, M. & Schissel, D. 2006. What olivine, the neglected mineral, tells us about kimberlite petrogenesis. *eEarth*, **1**, 15-21.

PRIX, DISTINCTION, ACTIVITÉS DE VALORISATION

Reviewer d'articles scientifiques (Geophysical Research Letters, Tectonics, Journal of Structural Geology, Tectonophysics, ...)

Reviewer de projets de recherche (CNRS, Europe)

Mr. Hideo AOCHI (PhD)

Birth : August 7, 1972 in Tokyo, Japan.

BRGM/ARN, 3 ave Claude Guillemin, 45060 Orleans Cedex 2, France

E-mail : h.aochi@brgm.fr

His research interest is in earthquake generation process through the theoretical and numerical approaches and the analyses of the recent large earthquakes. He aims to develop the physical concepts of earthquake rupture process as well as the numerical methodology.

Professional Experiences (Actuel, Post-doc, thesis)

2008-present Senior researcher, BRGM

2005-present Project leader of "seismic risk" research group, BRGM, France – Development Planning and Natural Risks Division (ARN)

2004-2007 Researcher, BRGM

2003-2004 Post-doc, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, France - Bureau d'Evaluation de Risque Sismique des Installations Nucléaires (IRSN/BERSSIN)

2000-2003 Post-doc, Ecole Normale Supérieure Paris, France – Geological Laboratory

1995-2000 PhD in science, University of Tokyo, Japan – Dept. Earth and Planetary Physics

2003 Visiting researcher at UC Santa Barbara

2004, 2006, 2007 Visiting researcher at Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Publications: 16 in international journals since 2000 and 4 submitted.**Significant Publications of the Recent Five Years**

1. Aochi, H. and R. Ando, Numerical simulation on faulting: microscopic evolution, macroscopic interaction and rupture process of earthquakes, submitted to J. Seism. Soc. Jpn, 2008.
2. Aochi, H. and S. Ide, Random and deterministic nature of earthquake sequences on a multiscale heterogeneous fault, submitted to J. Geophys. Res., 2008.
3. Aochi, H., M. Cushing, O. Scotti, and C. Berge-Thierry, Estimating rupture scenario likelihood based on dynamic rupture simulations: the example of the segmented Middle Durance fault, southeastern France, Geophys. J. Int., 165, 436-446, 2006.
4. Ide, S. and H. Aochi, Earthquakes as multiscale dynamic ruptures with heterogeneous fracture surface energy, J. Geophys. Res., 110, B11303, doi:10.1029/2004JB003591, 2005.
5. Uenishi, K., N. Kame and H. Aochi, Seismology - Quantitative Approach - (Translation in Japanese of "Quantitative Seismology Second Edition" by K. Aki and P. G. Richards), Kokin Shoin, Tokyo, Japan, pp.909, 2004.

Prix , distinction

2007 Prix for young seismologist, Seismological Society of Japan.

2000-2002 Postdoctoral fellowships for research abroad, Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) – Theoretical study of rupture processes of Interacting Complex Fault Systems.

Blanche POISSON

33 ans

Expérience de recherche**2003-... Ingénieur-géologue** au service Aménagements et Risques Naturels du BRGM (Orléans)

Géomorphologie quantitative, modélisation numérique d'évolution du paysage (développement d'un programme en C++); étude du remplissage fluvial de l'estuaire de la Loire; étude de l'érosion fluviale en contexte tempéré (Loire) et tropical (île de la Réunion); utilisation de la télédétection dans l'étude de la vulnérabilité sismique.

Modélisation numérique de tsunamis; modélisation de l'aléa tsunami sur les côtes françaises en Méditerranée et aux Antilles; modélisation de l'impact du tsunami de Sumatra 2004 sur le Sri Lanka.

09/99-12/02 Doctorat de Géologie au Laboratoire de Géophysique, CEA (Bruyères-le-Châtel)

Impact du climat et de la tectonique sur l'évolution géomorphologique d'un piémont – Exemple du piémont Nord du Tian Shan depuis la fin du Pléistocène

Tectonique et géomorphologie de terrain, analyse d'images satellitaires, utilisation d'un GPS cinématique; datation de sédiments par Luminescence Optiquement Stimulée (LSCE, Gif-sur-Yvette); modélisation numérique d'érosion et de bilans hydrologiques, traitement de données climatiques.

01/98-06/98 Stage de Physique des Matériaux à l'E.O.P.G. de Strasbourg et à l'E.N.S. de Paris

Etude et modélisation du comportement hydromécanique d'une roche fracturée

Mesures expérimentales de vitesses d'ondes sismiques dans un échantillon de granite fracturé et saturé; modélisation numérique du comportement sous pression d'une population de fissures.

CursusSciences de la Terre**1999-2002 Doctorat de Géologie** à Paris 11 (allocation MENRT)

Impact du climat et de la tectonique sur l'évolution géomorphologique d'un piémont

1995-1998 Magistère de Sciences de la Terre à l'Ecole Normale Supérieure de Paris

- **Maîtrise de Géologie** à Paris 6 (mention Très bien)
- **DEA de Physique des Liquides** à Paris 6 (mention Bien)

Mathématiques

1995-1996 Maîtrise de Mathématiques à Paris 6 (mention Très bien)

1995 Admission à l'Ecole Normale Supérieure de Paris (option C/S)

1994-1995 Première année d'étude d'ingénieur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris
Licence de Mathématiques à Paris 6 (mention Très bien)

1992-1994 Classes de Mathématiques Supérieures et Spéciales (M') (Paris, lycée Louis-le-Grand)

Publications

Carretier, S., B. Poisson, R. Vassallo, E. Pepin and M. Farias. Tectonic interpretation of erosion rates at different spatial scales in an uplifting block, *submitted to JGR(E)*.

Garcin, M., B. Poisson and R. Pouget, 2005. High rates of geomorphological processes in a tropical area: the Remparts River case study (Réunion Island, Indian Ocean). *Geomorphology*, 67, 335-350.

Poisson, B., Avouac, J.-P., 2004. Holocene Hydrological Changes Inferred from Alluvial Stream Entrenchment in North Tian Shan (Northwestern China). *The Journal of Geology*, 112, 231-249.

Distinction

- **Prix Van Straelen de la Société Géologique de France, prix de thèse profil « Terre-surface ».**

Name: Renaud Toussaint	Gender: M	Age: 36	Position: CR2, CNRS, IPGS
Contacts: IPGS, 5 rue Descartes, 67000 Strasbourg, 0390240337 Renaud.toussaint@eost.u-strasbg.fr			
Profile: Since 2004, Scientist (Charge de Recherches) at the IPGS. Numerical, theoretical and experimental work on rupture modeling and hydromechanical couplings.			
Formation: 1998-2001 <i>Doctorat, Université de Rennes I, Geophysics, with Pr. Steven R. Pride. « Fracturation des roches en compression : le processus de localisation en tant que phénomène critique » -- « Rock fracture during compression : the localization process as a critical phenomenon »</i> 2001-2004 Postdoc projects at University of Oslo and University of Trondheim (NTNU) in the groups « Complex Systems and Advanced Materials » and « Physics of Geological Processes ». <i>Work at the interface condensed matter / geophysics about physics of fracturation, rheology of complex particle-fluid systems, multiphasic flows in porous media.</i>			
Research Thematic: Fracture, Mechanics of disordered materials, Rock/Fluid interactions: mechanical couplings, Pression/solution processes, mechanical-chemical couplings Granular materials: hybrid granular/fluid flows.			
List of 5 recent publications: K.J. Måløy, S. Santucci, J. Schmittbuhl and R. Toussaint, "Local waiting time fluctuations along a randomly pinned crack front", Phys. Rev. Lett., 96, 045501, 2006. Toussaint R. and S.R. Pride, "Statistical mechanics of quasistatic interacting damage models", Phys. Rev. E, 71, 046127, 2005 J.L. Vinningland, Ø Johnsen, E.G. Flekkøy, R. Toussaint and K.J. Måløy; "A granular Rayleigh-Taylor instability: experiments and simulations", Phys. Rev. Lett., 99, 048001, 2007. Ø. Johnssen, Toussaint, R., K.J. Måløy and E.G. Flekkøy; "Pattern formation during central air injection into granular materials confined in a circular Hele-Shaw cell", Phys. Rev. E, 2006, 74, 011301.. Toussaint, R., G. Løvoll, Y. Méheust, K.J. Måløy and J. Schmittbuhl, 2005, "Influence of pore-scale disorder on viscous fingering during drainage", 2005, Europhys. Lett., 71, 583			
Other professional experience: <ul style="list-style-type: none"> • 1997– 2001 Teacher assistant : Moniteur and ATER, in geosciences, « Structure and material properties » at the University of Rennes I. • 1995-1997 Math teacher (agregation of mathematics) in the french highschool "Victor Hugo", Sofia, Bulgarie. Civil service. • 1991-1995 Studies at ENS Lyon. Master in Geophysics, Master in Theoretical Physics, Bachelor in Maths, agregation of mathematics, analytical mechanics. 			

Name: Alain COCHARD	Gender: M	Age: 42	Position: MCF
Contacts: Institut de physique du globe de Strasbourg alain.cochard@eost.u-strasbg.fr 03.90.24.50.44			
Profile: Rupture earthquake dynamics			
Formation: 2002-2006: Senior Research Associate, Dpt of Earth and Environmental Sciences, Geophys. Section, Ludwig-Maximilians-Universitaet, Munich. 1999-2001: Post-doc at École Normale Supérieure, Paris. Supervisors : J.-P. Avouac and J. Rice. 1995-1998: Research Associate at Harvard University. Supervisor: J. Rice. 1991-1994: Ph.D in Geophysics, Univ. Paris 7. Advisor: R. Madariaga. "Earthquake rupture dynamics: friction and complexity". 1991: Magistère de Physique d'Orsay, Univ. Paris 11, and DEA de Géophysique Interne, Univ. Paris 7.			
Research Thematic: Study of the influence of friction on rupture dynamics, earthquake nucleation, bimaterial interfaces. Study of rotational waves in seismology. Development of efficient numerical methods.			
List of 5 recent publications: Brietzke G. B., A. Cochard, H. Igel (2007), Dynamic Rupture Along Bimaterial Interfaces in 3D, Geophysical Research Letters,34,11305. Igel H., A. Cochard, J. Wassermann, A. Flaws, U. Schreiber, A. Velikoseltsev, P. D. Nguyen (2007) Broad-band observations of earthquake-induced rotational ground motions, Geophysical Journal International, 168, 182-196. Suryanto W., H. Igel, J. Wassermann, A. Cochard, B. Schuberth, D. Vollmer, F. Scherbaum, U. Schreiber, A. Velikoseltsev (2006), First comparison of array-derived rotational ground motions with direct ring laser measurements, Bulletin of the Seismological Society of America, 96, 2059-2071. Ziv A., A. Cochard (2006) Quasi-dynamic modeling of seismicity on a fault with depth-variable rate- and state-dependent friction, Journal of Geophysical Research, 111, B08310. Cochard A., L. Bureau, T. Baumberger (2003) Stabilization of frictional sliding by normal load vibrations, Journal of Applied Mechanics 70, 220-226. Number of papers published in international journals : 14 Number of papers published in refereed proceedings : 1 Number of submitted papers : 1			
Other professional experiences: Teaching: IPG Strasbourg, MCF (associate professor) since 2006 in Continuum Mechanics, Numerical Analysis, Mathematics, Signal Processing.			

Implication des personnes dans d'autres contrats / Partner's involvement in other projects (cf. § 1.8.3) (un tableau par partenaire)

Partenaire	Nom de la personne participant au projet	Personne. Mois	Intitulé de l'appel à projets Montant attribué	Titre du projet	Nom* du coordinateur Name Principal Investigator	Date début -Date fin
Partner	Name of the person involved in the project	Man.month	Name call for proposals Other fundings from different organisms Allocated budgets	Proposal title		Start-End of the project
N°1	Jean Schmittbuhl Renaud Toussaint A. Cochard	5/an 1.8/an 1.8/an	ANR CTT	MODALSIS	J. Schmittbuhl	2006-08

N°1	Renaud Toussaint Jean Schmittbuhl	3/an 1.2/an	PICS	Mechanical instabilities and natural hazards	R. Toussaint	2006-08
N°1	J. Schmittbuhl Renaud Toussaint	3/an 1.8/an	ANR - ECCO	ECOUPREF	O. Maquaire/J. Schmittbuhl	2006-2008
N°1	J. Schmittbuhl R. Toussaint	1.8/an 1.8/an	ANR - Programme Catastrophes Telluriques et Tsunami (IPGS : 65k€)	TRIGGERLAND	D. Amitrano/J.P. Malet	2007-2009

Partenaire	Nom de la personne participant au projet	Personne. Mois	Intitulé de l'appel à projets Montant attribué	Titre du projet	Nom* du coordinateur	Date début -Date fin
Partner	Name of the person involved in the project	Man.month	Name call for proposals Other fundings from different organisms Allocated budgets	Proposal title	Name Principal Investigator	Start- End of the project
N°2	M. Bouchon A.M. Boulier	3/an 1.8/an	ANR CTT	MODALSIS	J. Schmittbuhl	2006-08
	BOULLIER Anne-Marie	30% 16	ANR Catastrophes Telluriques et Tsunamis 2006	ACTS Active Tectonics and Seismic Hazard in Taiwan	Serge Lallemand	2007-2010
	BOULLIER Anne-Marie	20% 4.8	Hydrogène naturel	Etude expérimentale des bilans de production naturelle d'hydrogène et de méthane et de consommation de CO2 lors de la serpentinisation des roches ultra-basiques.	Olivier Vidal	2008-2009

Demands de contrats en cours d'évaluation³ / Other proposals under evaluation

Partenaire	Nom de la personne participant au projet	Personne. Mois	Intitulé de l'appel à projets Montant demandé	Titre du projet	Nom* du coordinateur
Partner	Name of the person involved in the project	Man.month	Name call for proposals Other fundings from different organisms Expected grants	Proposal title	Name Principal Investigator
N°1	Jean Schmittbuhl Renaud Toussaint	3.6/an 1.2/an	ANR Blanc	MAIGIG	J. Schmittbuhl
N°1	Jean Schmittbuhl Renaud Toussaint	1.2/an 6/an	ANR SYSCOMM	GRIFFON	R. Toussaint

Partenaire	Nom de la personne participant au projet	Personne. Mois	Intitulé de l'appel à projets Montant demandé	Titre du projet	Nom* du coordinateur
Partner	Name of the person involved in the project	Man.month	Name call for proposals Other fundings from different organisms Expected grants	Proposal title	Name Principal Investigator
N°2	BOULLIER Anne-Marie	10% 4.8	ANR blanche 2008	TAIWEDGE Prisme orogénique à Taiwan : couplages tectonique – processus de surface	Jacques Malavieille
N°2	BOULLIER Anne-Marie	20% 3.6	ANR RISK NAT 2008	FAULT-HEAL.CYCLE Evolution de la résistance et de la perméabilité des failles dans le cycle sismique et contrôle sur le temps de récurrence des grands séismes	Jean-Pierre Gratier

³ Mentionner ici les projets en cours d'évaluation soit au sein de programmes de l'ANR, soit auprès d'organismes, de fondations, à l'Union Européenne, etc. que ce soit comme coordinateur ou comme partenaire. Pour chacun, donner le nom de l'appel à projets, le titre du projet et le nom du coordinateur.

Partenaire	Nom de la personne participant au projet	Personne. Mois	Intitulé de l'appel à projets	Titre du projet	Nom* du coordinateur
Partner	Name of the person involved in the project	Man.month	Source de financement Montant demandé Name call for proposals Other fundings from different organisms Expected grants	Proposal title	Name Principal Inverstigator
N°3	H. Aochi	3	ANR	Heterogeneity Effect and Renormalization in Mechanics of Earthquake Source	Ioan Ionescu (Univ. Paris XIII)
N°3	H. Aochi	11.8	ANR	Development of broadband acceleration time histories for engineers	H. Aochi