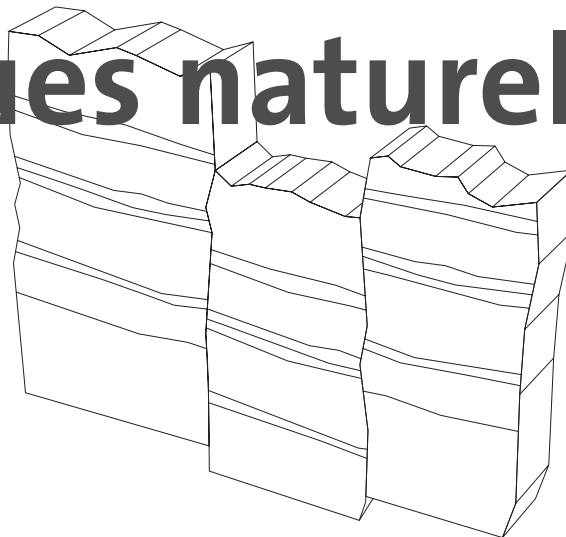


Risques naturels



Depuis trois ans, les aspects « risques naturels » et « aménagement du territoire » constituent un domaine de recherche en progression compte tenu de la poussée démographique, le développement urbain et la concentration des infrastructures qui augmentent considérablement l'impact de l'aléa naturel sur l'aménagement du sol, du sous-sol et du trait de côte (séisme, glissement de terrain, effondrement des cavités souterraines, subsidence côtière, gestion des grands travaux, etc.).

Dans ce domaine, les projets de recherche ont été restructurés en 2005 autour de quatre thèmes fédérateurs : Risque sismique (projets RIQSIG, ISARD, KASIS Valor), Risques mouvements de terrains (projets RISKMVT et Dyntor), Risques liés au sous-sol et aux cavités (projet Solcav et Aromas), Érosion des sols et du littoral (projets Littoral et Modem (voir chapitre Modélisation p. 36). Ce découpage s'accompagne de la refonte des projets de recherche thématiques et s'appuie aussi très fortement sur les apports attendus des domaines transverses de modélisation et métrologie. Outre les 4 thèmes fédérateurs, l'approche générique des risques est organisée au sein d'un projet « chapeau », Risque naturel transverse (RISK_NAT), qui vise à l'analyse de l'ensemble des risques naturels par une méthode homogène et transversale.

Risque Naturel Transverse (RISK-NAT - RISR11)

CHEF DE PROJET : **Claudie Carnec**

La notion de risque évolue. L'impact des catastrophes, naturelles ou anthropiques, est de plus en plus grand du fait de l'urbanisation croissante de la planète. De nombreux projets d'évaluation du risque sur différents phénomènes (sismiques, volcaniques, inondations, mouvements de terrains) sont en cours de réalisation au sein des différents services du BRGM. Une homogénéisation de ces approches s'impose pour une analyse et une gestion cohérente des risques liés aux phénomènes naturels.

Principal axe 2005

Initialisation d'une méthodologie homogène et globale en se basant sur les parties communes et en insistant sur les aspects spécifiques de chaque phénomène. Les approches proposées tiendront compte de l'espace d'utilisation et des concepts thématiques de base. Les quatre étapes principales identifiées pour ce projet sont :

- Méthodes d'évaluation et de cartographie des aléas naturels
- Méthodes d'appréciation, de reconnaissance et de classement des éléments exposés
- Évaluation de la vulnérabilité (physique et systémique) des éléments exposés
- Prise en compte et propagation des incertitudes
- Méthodes et outil d'établissement des scénarii de risque.

Les méthodologies employées pour la gestion des risques (réduction, prévention, contrôle et transfert) ne seront abordées qu'aux troisième et quatrième années de ce projet. La quatrième année sera également consacrée à l'application des modèles et des méthodologies proposées sur quelques sites pilotes afin de mettre en évidence l'applicabilité et la pertinence des approches établies.

Risques sismiques (*RISQIS* - *RISR01*)

CHEF DE PROJET : **Hideo Aochi**

Les objectifs généraux de ce projet sont de disposer à terme d'une chaîne complète d'outils et méthodes pour analyser les mouvements sismiques forts, tant au niveau des mécanismes de la source et de la propagation des ondes générées, qu'au niveau des effets résultant en surface (effets de sites, effets « site-ville »). Le BRGM développe les outils et les méthodologies et les applique aux régions concernées par le risque sismique en France (Provence, Alpes, Pyrénées, Alsace et Antilles) et à l'étranger comme à Bam en Iran).

Principaux axes pour 2005

- **Source et propagation**

Développement et application de trois approches (modélisation numérique directe, analyse des équations empiriques, et méthode synthétique des fonctions empiriques) afin de simuler les mouvements forts suite à des scénarios de tremblements de terre dans différents contextes géologiques et tectoniques.

- **Sismotectonique**

Objectif : comprendre le fonctionnement des failles sismogéniques : identification des marqueurs de la déformation récente avec des approches théoriques (modélisation morphologique et mécanique), mise en œuvre de ces approches sur des sites pilotes (Fossé rhénan).

- **Effets de site et interaction**

Objectif : évaluer la relation entre les dommages sur le bâti (risque sismique) et le mouvement fort (l'aléa) : prise en compte de l'effet de site local et de celui de site-ville (bâtiment), caractérisation mécanique du sol (microzonage), réalisation d'une base de données du mouvement fort pour étudier l'effet de site, évaluation de la vulnérabilité. Zones étudiées : les vallées alpines et le Fossé rhénan.

- **Méthodes d'extraction des changements temporels**

Développement d'outils issus de la télédétection pour la cartographie des changements temporels sur des zones ayant subi des dégâts majeurs (sismiques par exemple). Les méthodes utilisées concernent l'interférométrie, l'analyse de la texture, l'étude des variogrammes, l'interprétation des images de cohérence, etc. La première application est prévue à Bam (Iran), où des données radar et optiques sont déjà disponibles.

Information sismique automatique régionale de dommages

(*ISARD* - *RISR12*)

CHEF DE PROJET : **Bastien Colas**

A défaut de pouvoir prédire les séismes, seule la prévention permettra de diminuer les dommages qui en résultent. Les Pyrénées, zone sismique active en France comme en Espagne, sont concernées par cette problématique. Prévenir suppose de mobiliser tous les moyens possibles, de la réglementation en matière de construction à l'organisation des secours en passant par l'éducation du public. Encore faut-il disposer d'informations préventive et opérationnelle sur le risque sismique, sans distorsion liée à la frontière : tel est l'objectif principal de ce projet.

Quatre axes pour 2005

- **Zonage sismique transfrontalier et unifié des Pyrénées**

Présentation des travaux sur l'unification de l'aléa sismique régional dans la région transfrontalière des Pyrénées : méthode d'évaluation probabiliste de l'aléa, cartes de l'aléa sismique unifié en termes d'accélération et d'intensités.

- **Réalisation de scénarios sismiques**

Afin d'estimer les conséquences d'un séisme, deux zones pilotes (centre urbain de la Principauté d'Andorre et vallée de la Cerdagne) ont été choisies pour développer une méthodologie de réalisation de scénarios sismiques réalistes donnant les dommages directs et indirects attendus. Cette analyse porte sur la vulnérabilité du bâti (estimation statistique de dommages potentiels et étude spécifique de bâtiments « stratégiques ») et des réseaux vitaux.

- **Système automatique d'estimation des dommages après un tremblement de terre**

Le système finalement proposé permettra la possible diffusion aux services de secours et de gestion de crise d'une note informative d'estimation automatique en temps réel des dommages produits par un tremblement de terre. Il s'appuie notamment sur le déploiement d'un réseau de stations sismiques avec transmission de données par satellite et sur l'élaboration de méthodes de scénarios sismiques.

- **Diffusion et valorisation des résultats**

Site web trilingue à vocation pédagogique et séminaire de restitution.

Karukera Sismologie (KASIS - RISR13)

CHEF DE PROJET : **Didier Bertil**

Guadeloupe et Martinique sont les régions françaises les plus exposées aux séismes. La création d'un centre de données permettra la diffusion d'une information synthétique et complète sur la sismicité antillaise et sur ses effets. Ce centre centralisera les données sismologiques actuellement dispersées en différents réseaux de mesures ayant chacun leurs spécificités. Parallèlement, le renforcement des réseaux accélérométriques affinera la collecte d'informations nécessaire à la modélisation des mouvements forts et l'évaluation des effets de sites. La procédure d'enquêtes macrosismiques auprès des populations lors de séismes ressentis est réorganisée.

Trois axes pour 2005

- **Mise en service du Centre de Données Sismologiques des Antilles (CDSA)**
L'installation du système de gestion de base de données se poursuit ainsi que l'intégration des données d'enregistrements.
- **Étude des effets de site pour l'aléa sismique à l'échelle d'une commune**
Installation de quatre stations accélérométriques pendant une durée de 18 mois à 2 ans dans une commune de Guadeloupe particulièrement exposée à des effets de site. Résultat attendu : pouvoir affiner la modélisation de la réponse des sols à effets de site en cas de forts séismes en fonction des caractéristiques du sol.
- **Procédures d'enquêtes macrosismiques**
Le protocole proposé devra être testé lors des prochains séismes ressentis. La base de données de formulaires sera mise en place avec les données existantes récentes.

Risques mouvements de terrain (RIS MVT - RISR14)

CHEF DE PROJET : **Luc Closset**

Pour gérer les aléas géologiques, dont fait partie l'aléa mouvement de terrain, il est nécessaire de disposer de données scientifiques fiables, mais aussi de concevoir des outils de communication destinés aux décideurs locaux (décideurs politiques, aménageurs, ...), afin de leur permettre d'anticiper les problèmes ou d'y remédier efficacement. Parmi les mouvements de terrain, les événements auxquels s'intéresse ce projet sont plus particulièrement : les glissements de terrain et les effondrements en masse de falaises. L'évaluation des aléas et risques passe par une compréhension précise des mécanismes en œuvre et de leurs facteurs déclencheurs. L'objectif à terme est d'améliorer les stratégies de prévention.

Cinq axes pour 2005

- **Utilisation de la polarisation spontanée** pour détecter les écoulements dans les massifs potentiellement instables : établissement de la loi reliant pression hydraulique et potentiel spontané (d'après la mesure en surface de l'intensité du champ électrique lié à l'électrofiltration).
- **Programme « Montagne de Reims »**
Extension des travaux engagés en 2004 sur les glissements de terrain, par l'évaluation des mouvements externes (topographie GPS, scanner laser, photographie aérienne basse altitude, photogrammétrie historique). Projet de lancement d'une collaboration avec l'Italie.
- **Géométrie des falaises**
Suivi de l'évolution des falaises à partir du couplage entre mesures par scanner laser et images en photographie numérique. Application aux falaises normandes.
- **Interférométrie radar**
Étude de faisabilité technique de la mise en œuvre d'un dispositif d'interférométrie radar satellitaire pour détecter et mesurer des mouvements de terrain.
- **Communication**
Évaluation de la faisabilité scientifique et technique d'un outil de communication technique destiné aux acteurs locaux (politiques et ingénieurs) pour la prise en compte des aléas géologiques (travail sur les schémas décisionnels, évaluation de techniques de logique floue).

Dynamique torrentielle (DYNTOR - RISRo9)

CHEF DE PROJET : **Richard Pouget**

Les incidences de la dynamique torrentielle réunionnaise sont très fortes et mal comprises, avec des conséquences majeures, tant sur la sécurité des personnes et des biens que sur l'évolution du milieu naturel. De plus, l'extension des zones urbanisées implique souvent la réalisation d'ouvrages imposants pour franchir les cours d'eau. L'objectif du projet est une meilleure connaissance du fonctionnement et de la dynamique des rivières réunionnaises pour un aménagement moins vulnérable de ces espaces.

Trois axes pour 2005

- **Retour d'expérience des études sur modèles physiques**

Analyse des études de cours d'eau réalisées sur modèles physiques dans le passé à la Réunion. Il s'agit de comparer l'évolution des profils des cours d'eau prévue à l'époque de la conception des aménagements (pont, digue, radier), avec la réalité observée aujourd'hui. Cette analyse permettra également de valoriser les résultats obtenus au cours de ces différentes études.

- **Investigations sur la ravine Patates à Durand (commune de Saint-Denis)**

Cette action comporte une synthèse de la stratégie d'aménagement de cette ravine et l'analyse des solutions retenues avec 20 ans de recul, la réalisation d'un état « o » géomorphologique et topographique de la rivière, et le suivi de la station hydrométrique installée en 2003 en partenariat avec la DDE de la Réunion.

- **Investigations sur la rivière des Remparts**

Poursuite des investigations initiées en année 2 sur le transit des matériaux dans la rivière, et analyse des modalités d'extraction de matériaux alluvionnaires.

Sous-sol et cavités (SOLCAV - RISRo8)

CHEF DE PROJET : **Pierre Thierry**

Les cavités de toutes natures, naturelles ou anthropiques, constituent une contrainte forte pour les aménageurs. Elles peuvent notamment être la cause d'effondrements. La problématique de ces cavités nécessite une approche tridimensionnelle, mais également temporelle : analyse des mouvements verticaux du sol, des variations des niveaux piézométriques et de la qualité de l'eau souterraine. La prise en compte de ces problèmes dans les politiques d'aménagement, et plus particulièrement dans la gestion des villes, passe par une meilleure connaissance des mécanismes en œuvre et de leurs évolutions dans le temps. Elle nécessite également d'élaborer des méthodologies opérationnelles pour l'identification, la caractérisation et la cartographie des aléas et des susceptibilités.

Quatre axes pour 2005

- **Cavités dans la craie**

Synthèse bibliographique sur les facteurs permettant de prédire la formation des cavités ou leur structure (stratigraphie, lithologie, signature géophysique, modes de fracturation, réactions en présence d'eau, ...). Proposition d'un programme de recherche au Ministère de l'Écologie et du Développement Durable.

- **SIMURB**

L'objectif est de développer un simulateur de la production/migration des pollutions diffuses à l'échelle d'une agglomération. Secteur d'étude : la nappe de l'Est lyonnais.

- **Sous-sol et monuments patrimoniaux**

Diagnostic détaillé s'appuyant sur une modélisation géomécanique, appliqué à la tour nord-ouest du château de Saumur et du massif qui le supporte. Diagnostic de premier niveau du secteur du Grand Palais (Paris) et de la colline de Montmartre (avec l'aide de données satellitaires).

- **Aléas du sous-sol dans la ville de Paris**

Développement et mise en œuvre d'une méthodologie d'évaluation de la susceptibilité des sols à la dissolution des gypses, à la bouillonnance des sables et au gonflement des argiles. Réalisation, en particulier, d'une carte de susceptibilité finalisée pour chacun de ces phénomènes.

Analyse des risques pour ouvrages miniers, auscultation et surveillance (AROMAS - RISRo7)

CHEF DE PROJET : Behrooz Bazargan-Sabet

L'objectif de ce projet est d'étudier le devenir des ouvrages d'exploitation minière, en menant des recherches fondamentales sur le comportement mécanique, hydraulique et chimique du sel et des matériaux du toit, et en mettant au point des méthodes de détection, de reconnaissance et de surveillance des cavités. Il s'inscrit dans la continuité des recherches entreprises dans le cadre du groupement GISOS auquel appartient le BRGM aux côtés de trois autres établissements publics (INERIS, INPL, ENSMP). Pour 2005, les travaux portent essentiellement sur la programmation de deux expérimentations *in situ*, l'une sur la détection de cavités de dissolution et l'autre sur la stabilité à long terme des mines de sel.

Trois axes pour 2005

- **Effondrement des cavités de dissolution**

Expérimentation de méthodes de surveillance géophysique (écoute électrique/mécanique, écoute hydro-acoustique, interférométrie différentielle) et de méthodes géophysiques de détection. Analyse des premiers résultats des méthodes de reconnaissance appliquées aux cavités salines.

- **Mines sèches**

L'exploitation du sel par la méthode de chambres et piliers laisse des vides qui seront inexorablement inondés à long terme. La stabilité de ces ouvrages dépend entre autres de la présence et du comportement des marnes au mur, de l'état des piliers et de la résistance au poinçonnement en présence de la saumure. En 2005, expérimentation *in situ* ayant pour objet l'auscultation des piliers pour déterminer l'état de l'endommagement en fonction de l'âge et du taux de défrètement dans les différentes zones exploitées. Utilisation de la tomographie radar.

- **Recherche fondamentale**

Recherches sur la modélisation des phénomènes couplés thermo-hydrromécaniques en cavité saline, dans le cadre d'une thèse en collaboration avec l'Ecole Polytechnique.

Littoral (LITTORAL - RISDo1)

CHEF DE PROJET : Carlos Oliveros

La gestion de la zone littorale impose une connaissance précise de l'environnement et de son évolution. Les acteurs qui en ont la charge, services de l'État et Collectivités locales et territoriales, expriment à ce sujet le besoin de disposer d'outils capables d'appréhender les processus terrestres et marins. Ce besoin amène à développer divers axes de recherche qui visent l'établissement de méthodes de prévision d'évolution du littoral, la mise en œuvre d'outils de cartographie, et d'évaluation prospective de dommages sur le littoral dans la perspective du réchauffement climatique.

Principaux axes 2005

- **RESPONSE (UE-LIFE)**

Étude de l'évolution des aléas naturels littoraux et des risques associés dans la perspective du changement climatique global à échéance 2100 : en France, application aux régions Aquitaine et Languedoc-Roussillon

- **Couplage hydro-sédimentaire**

Élaboration d'une « boîte à outils » pour modéliser en milieu littoral la propagation de la houle, les courants induits et le transport sédimentaire. Application à l'estimation du transport sédimentaire sur quelques environnements représentatifs (Pertuis Charentais) issue du couplage de modèles hydrodynamiques et de transport.

- **Programme national d'environnement côtier (PNEC) - Chantier Atlantique**

Contribution à la modélisation hydrodynamique et sédimentaire des passes du bassin d'Arcachon.

- **Téledétection radar sur le littoral de Guyane.**

Valorisation des travaux de recherche menés en Guyane dans le cadre du projet PNEC-Chantier Guyane sur la cartographie du trait de côte, des vasières et bancs de vase dans le secteur Kourou-Cayenne, par imagerie radar.

- **Mise en œuvre de Webcam pour l'étude du littoral**

Étude des techniques de traitement d'images issues du monitoring Webcam d'une plage pour leurs applications à la connaissance des processus hydrosédimentaires et à la quantification des évolutions des plages.