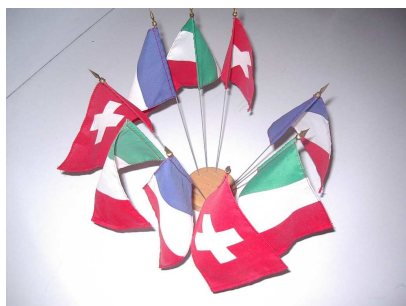


19 juin 2009 à Grenoble

Colloque AIRAL : Les grands ouvrages dans les Alpes : Gestion des risques

Le 19 Juin 2009, l'AIRAL (Association des Ingénieurs des Régions ALPines), l'AFGC (Association Française de Génie Civil) Rhône-Alpes ainsi que l'URIS-DS (Union Régionale des Ingénieurs et Scientifiques Dauphiné-Savoie), ont organisé le colloque transfrontalier de l'année 2009, intitulé : « Les grands ouvrages dans les Alpes, gestion des risques ». Ce colloque s'est déroulé au CNAM-CUEFA (Conservatoire National des Arts et Métiers, Centre Universitaire des Etudes et Formations par Alternance), à Saint-Martin d'Hères.

Après un rappel du programme, la journée et ses conférences sont présentées. Ce compte-rendu se conclut par une liste de sites internet de référence (« cf. site internet » dans le texte).



Les drapeaux français, suisse et italien, symboles de l'association AIRAL

Rappel du programme

9h Accueil des participants

9h45 Allocutions de bienvenue

*A. Plisson, directeur du centre CNAM/Grenoble,
E. Bettega, président de l'URIS-DS,
C. Laissus, président d'AIRAL,
J. Martin, président de l'AFGC Rhône-Alpes.*

10h15 Conférences « France »

Le tunnel routier transfrontalier de Fréjus : Mise aux normes du tunnel du Mont Blanc et analyse des risques
Alain Chabert, directeur technique de la Société Française du Tunnel Routier du Fréjus (SFTRF) et directeur du Groupement Européen d'Intérêt Economique d'exploitation de Fréjus

La rocade Nord de Grenoble : une voirie urbaine qui dessert l'agglomération pour améliorer son développement

M. Lambert, chef de projet Rcade Nord de Grenoble (RNG), Conseil Général de l'Isère (CG38)

Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) et présentation des Comités Locaux d'Information et de Concertation (CLIC).

JP Foray, chef de groupe départemental, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement de l'Isère (DRIRE 38)

11h15 Pause-café

11h30 Conférences « Suisse »

Entre gestion des risques et mémoire : La reconstruction du village de Gondo (Valais), après une catastrophe naturelle

J. Grisel, architecte - Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), doctorant à l'Institut d'architecture Acm- Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit

Le projet Nant de Drance- Gestion des risques

E. Willoud, Ecole Polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ),

12h10 Conférences « Italie »

Déformation et interaction d'un barrage voûte.

Organisation des secours en cas de catastrophes naturelles

S. Ballarino, directeur barrages et bassins, Compagnie Valdotaïne des Eaux (« Aqua ») spa - Vallée d'Aoste.

Etude spécifique de danger : les outils de modélisation pour l'évaluation des impacts environnementaux engendrés par des sources de pollution atmosphérique et acoustique,

G. Pession, M. Cappio Borlino, Agence Régionale pour la protection de l'environnement en Vallée d'Aoste

13h00 Questions

13h30 Déjeuner sur place

15h00 Départ en voiture individuelle, vers la station supérieure du téléphérique de la Bastille.

15h30 Exposés sur la formation des Alpes

T. Thierry Grand, Centre de Géologie de l'Oisans

17h30 Pot de l'amitié

18h00 Fin de la manifestation

1. Présentation de la journée

« La connaissance et le savoir, ne se justifient, que si on les partage avec les autres »

Sénèque, cité par J. Martin en prélude au colloque.

La première partie de cette journée s'est déroulée dans l'amphithéâtre « Vaujany » du CNAM-CUEFA, sur le campus universitaire de Saint Martin d'Hères. Accueillis avec cafés et croissants, tous les participants ont ensuite été conviés à démarrer la conférence. Tous les exposés seront résumés par la suite.



L'amphithéâtre Vaujany du CNAM-CUEFA et une partie des auditeurs

A. Plisson, présente le CNAM/Grenoble (cf. site internet), dont une devise est d'« enseigner à tous et partout ». Ses 3 missions sont de former des adultes tout au long de leur vie professionnelle, de participer à la recherche technologique et à l'innovation, enfin de diffuser de la culture scientifique et technique (expositions, musée, conférences, événements). Parmi les 1200 auditeurs en génie civil en France, 180 suivent des formations en Rhône-Alpes (projeteurs, économistes, ingénieurs, chargés d'affaire, conducteur de travaux,...).

E. Bettega, présente l'URIS-DS, délégataire du CNISF (cf. site internet), est composée d'ingénieurs et scientifiques de l'Ardèche, la Drôme, l'Isère, la Savoie et la Haute-Savoie. Ses missions sont de fédérer les associations et groupements régionaux d'ingénieurs et de scientifiques, de participer à la vie économique et sociale dans la région, d'agir au travers de groupes de travail et d'actions, d'informer, par des bulletins, l'organisation de conférences et de visites. Pour ce faire, l'URIS-DS propose une structure de recherche d'emploi (réseaux d'ingénieurs), présente les métiers d'ingénieurs et scientifiques aux élèves des lycées et collèges et participe à des réflexions avec les ingénieurs, scientifiques, architectes italiens, suisses et allemands, issus d'entreprises diverses.

Ch. Laissus, au nom du groupement AIRAL souhaite la bienvenue et remercie tous les présents à ce 8ème colloque annuel d'Airal. Il présente ensuite Airal (cf. site internet), qui se compose de membres d'associations, d'architectes et d'ingénieurs, exerçant dans les régions alpines (France, Italie, Suisse...), et adhérant à titre individuel ou par leur association. Ses membres (principalement des associations) acceptent de travailler conjointement à des projets d'intérêt commun, leur participation à l'organisation collégiale de chaque manifestation ou action n'étant pas obligatoire. On distingue deux collèges (architectes et ingénieurs) travaillant ensemble ou parfois séparément, selon les actions entreprises.

*Allocution intégrale : - cf. site URIS-RA / annexe A12a
Statuts Airal : cf. site URIS-RA / annexe A12b*

J. Martin présente l'AFGC (cf. site internet), lieu d'échange entre ingénieurs et chercheurs intéressés par les activités du Génie Civil. Elle a pour objectif de rapprocher le monde des matériaux de celui des structures, le monde de l'enseignement et de la recherche de celui de la conception et de l'application. L'AFGC offre à ses membres des conférences, des manifestations techniques et scientifiques et organise des visites de grandes réalisations. La délégation Rhône-Alpes est une des 6 délégations, qui regroupe des organismes, des MOE/MOA, des entreprises, des architectes, des enseignants, des écoles d'ingénieurs et structures de 20 départements, sur 4 régions (Auvergne, Bourgogne, Franche-Comté, Rhône-Alpes). Elle contribue à l'action nationale de l'AFGC, qui met en place des groupes de Travail qui accueillent chercheurs, universitaires et ingénieurs de la profession pour faire le point de l'état de l'art sur des thèmes importants du Génie Civil et pour explorer des axes d'innovation.



Présentation du colloque par A. Plisson, E. Bettega, C. Laissus et J. Martin

En introduction du colloque, J. Martin présente le thème du risque, produit d'une fréquence (ou probabilité) d'incidence d'un événement (dangereux) et des conséquences de celui-ci (cf. figure ci-dessous proposée par A. Chabert).

Méthodologie de l'analyse de risque

	Gravité	Mineure ou nulle	Significative	Critique	Catastrophique	Catastrophe majeure
Fréquence		I	II	III	IV	V
Très fréquent	A					
Fréquent	B					
Occasionnel	C					
Rare	D					
Très rare	E					
Extrêmement rare	F					

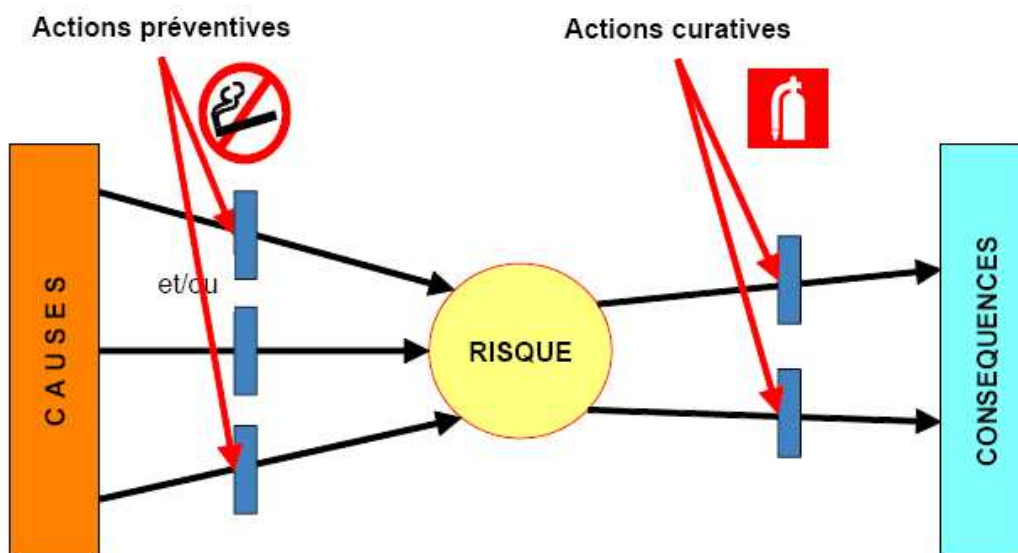
Criticité faible

Criticité moyenne

Criticité importante

Méthodologie de l'analyse de risque

La norme AFNOR FD X50-117 définit le risque comme un événement dont l'apparition n'est pas certaine et dont la manifestation est susceptible d'affecter les objectifs du projet en termes de spécifications techniques, de délais, de coûts et de qualité.



Causes et conséquences du risque (J. Martin)

La figure ci-dessus illustre l'objectif du management des risques est de mettre en place des actions :

- (i) préventives, qui visent à limiter la probabilité d'apparition du risque, voire à la supprimer,
- (ii) curatives, qui visent à limiter la gravité du risque

Cette méthodologie est ensuite appliquée par les conférenciers à divers ouvrages.

2. Rappel des conférences

Le tunnel routier transfrontalier de Fréjus : Mise aux normes du tunnel du Mont Blanc et analyse des risques

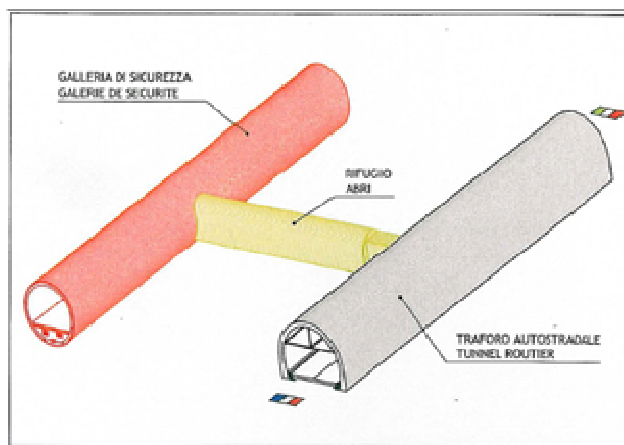


Alain Chabert

Alain Chabert rappelle les accidents passés (Fréjus en 2005, Mont Blanc en 1999) et décrit les études menées afin de réduire ce risque sur l'exemple du tunnel du Fréjus.

Ce tunnel, construit en 1980, de 13 km de long, d'un gabarit maximum de 4,30 m (2x2 voies), présente une pente faible (0,54%). Une analyse de risques a été réalisée en 2008 par le bureau d'études Setec TPI. La simulation de 8 scénarios d'incendie a permis de préciser les mesures à prendre pour renforcer la sécurité dans le tunnel. Par exemple, il faudra réduire la distance entre les abris de sécurité.

En effet, actuellement, on ne compte que 11 abris, avec une inter-distance pouvant aller jusqu'à 1700 m. Or, l'analyse de risque montre la nécessité d'en construire tous les 400 m en incluant éclairage, appel d'urgence et une suppression. Cela engendre le creusement d'une galerie de sécurité en parallèle du tunnel pour excaver les abris depuis celle-ci.



Projet de galerie de sécurité et d'abris (Fréjus)

La circulation sera alors réduite à une voie pendant l'excavation des derniers mètres menant au tunnel.

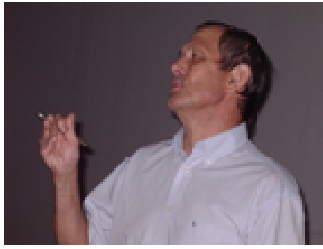
Des accès pour les pompiers tous les 4 km, le gabarit de la galerie de secours étant étudié pour que deux véhicules puissent se croiser aisément.

La fumée étant le danger numéro 1 pour les usagers du tunnel lors d'un incendie, un nouveau système de ventilation a été mis en place en créant deux puits de ventilation au tiers et au deux tiers du tunnel afin de renouveler l'air. 2 ventilateurs pour l'air frais et 2 autres pour l'air vicié, distants de 2 km, sont également mis en place dans l'ouvrage. Enfin, une garantie de sécurité est la présence humaine (postes de contrôle, véhicules d'attaque d'incendie, navettes d'évacuation). L'opération finale est estimée à 370 M€, principalement financés par l'augmentation du tarif des péages.

La rocade Nord de Grenoble : une voirie urbaine qui dessert l'agglomération pour améliorer son développement



Le projet de rocade Nord de Grenoble et ses principaux points d'accès



M. Lambert

M. Lambert a présenté le projet de rocade Nord de Grenoble. Outre les problèmes techniques du projet (galeries, ponts sur l'Isère, ...) les difficultés liées à l'évolution des lois et à l'impact médiatique du projet peuvent lui nuire. Il faut donc étudier ces obstacles et anticiper les solutions.

M. Lambert a alors décrit la mise en place de partenariats divisés en cinq ateliers (environnement, déplacements, insertion urbaine, exploitation et innovation) et de concertations avec les citoyens afin que cette rocade serve bien à développer les transports en communs de Grenoble dans le respect de l'environnement et de la population. Il aura fallu 15 ans depuis 1993 pour que la décision du CG38 soit fixée, le projet de la rocade Nord étant évoqué avant même que soit construite la rocade Sud. Les objectifs de ce projet sont de diminuer le trafic interne à la ville, diminuer l'impact du trafic automobile, fluidifier la circulation, favoriser les transports en communs, favoriser de nouvelles lignes de tramways périurbaines.

Des tracés « courts » et « longs » ont été proposés. Le tracé long présente divers points critiques : des difficultés techniques importantes, un risque d'augmentation du trafic de transit, peu d'influence sur le trafic actuel, peu de report sur d'autres modes de déplacement, pas d'effet sur les opérations urbaines, un coût élevé et enfin de nombreux impacts sur l'environnement. Ce tracé n'a donc pas été retenu par le CG38. Parmi les tracés courts, le projet retenu par le CG38 est illustré sur l'image ci-dessous. Les bénéfices attendus de ce choix sont d'apporter une réponse adaptée aux besoins des Isérois, de réduire le trafic sur les grandes voies urbaines, de limiter l'impact en surface des ouvrages et de ne pas favoriser le trafic de transit. Ce projet s'inscrit également dans une démarche de développement durable en protégeant des espaces naturels, en économisant les ressources naturelles et en réduisant les pollutions.

Ce projet a impliqué une gouvernance spécifique avec une équipe projet de maîtrise d'ouvrage en prise directe avec la DG et les élus et des AMO spécifiques nombreuses adaptées aux risques prévisibles (juridique, technique, médiatique, financier...). Les travaux commenceront début 2011 et se termineront en 2014, pour un budget de 600 M€ (cf. site internet pour complément).



J.P. Foray

J.-P. Foray rappelle l'accident AZF (Toulouse, 2001), et la loi sur les risques du 30/07/2003 qui suivit, exigeant des maîtres d'ouvrages, le développement de l'information du public vis-à-vis des risques, ainsi que des analyses de risques industriels.



Vue prise le 21/09/2001, de l'usine AZF (Toulouse), exemple tragique de la gravité d'un risque industriel
©AFP / Pascal Pavani

Ce développement se traduit notamment par la création de Comités Locaux d'Information et de Concertation (CLIC) et par un investissement financier conséquent : 2500 à 3500 M€ de coût total estimé sur 420 bassins industriels concernés en France, dont 300 M€ investis par des industriels sur des sites classés « Seveso haut » (cf. site internet). Ce classement est défini à partir des probabilités et des intensités des phénomènes dangereux.

Les produits de ces études sont des plans de prévention des risques technologiques (PPRT), pour tous les sites Seveso. Ce PPRT donnent des cartes d'aléa et d'intensité, dont on peut déduire des zones de délaissement ou d'expropriation, des travaux à la charge des propriétaires, avec crédit d'impôt, ou d'autres mesures en concertation entre exploitants, collectivités locales et l'Etat. A ce jour, parmi plus de 250 PPRT lancés, 5 PPRT sont approuvés, 125 PPRT sont prescrits (analyse des études de danger terminée, passage en phase dite « stratégique », de concertation pour déterminer les grandes options à prendre, le règlement du futur PPRT, les mesures foncières ou de réduction des risques à la source). 80% des PPRT doivent être approuvés fin 2010, d'après une circulaire du ministre d'état du 26 janvier 2009.



J. Grisel

J. Grisel rappelle l'accident du village de Gondo suite à la rupture du mur en (béton armé) de protection, qui a cédé suite à un éboulement. Ce village est situé au pied d'une falaise à la frontière entre la Suisse et l'Italie. Les fortes perturbations se déversant contre la falaise se sont infiltrées dans le sol, créant une masse de 10 000 m³ de boue et d'éboulis. Cette masse a très vite obstrué le piège à blocs, l'eau s'est alors infiltrée dans le sol et donc sous les fondations du mur. Les trois blocs de 500 t composant le mur ont alors cédé, détruisant sur leur passage une dizaine de maisons.

Suite à cette catastrophe, la question s'est posée de reconstruire le village ou non, et donc également un mur de protection. La décision a été prise de reconstruire, il fallait alors intégrer la mémoire de l'évènement et de continuité de ce qui existait avant. Un concours a été lancé, un projet a été retenu et les travaux ont pu commencer.

Le village a été reconstruit en respectant les critères imposés et une digue de protection a été créée en terre armée, plutôt qu'un mur. C'est principalement la perception des risques par les habitants qui a influencé le choix constructif du mur. « L'organisation symbolique du paysage peut aider à calmer la peur et à établir des relations « émotivement » sûres entre les hommes et la totalité de leur environnement. » (K. Lynch)



Village après la catastrophe (à gauche)
puis reconstruit (à droite)

Les manifestations régionales

Gestion des risques du projet Nant de Drance



M. Wuilloud

M. Wuilloud a présenté le projet Nant de Drance. Il s'agit de la construction d'une centrale de pompage-turbinage dans le Bas-Vallais en Suisse.

Elle sera l'une des infrastructures les plus importantes réalisées dans le secteur énergétique. Avec sa puissance de pompage et de turbinage de 4*150 Mwatts, la nouvelle centrale, d'un coût voisin de 990 M€, contribue de manière importante à la sécurité future de l'approvisionnement électrique. Dans la gestion des risques pour ce projet, débuté mi-2008, sont évalués les événements, qui peuvent empêcher d'atteindre l'objectif du projet, en termes de coût, délais et sécurité des 400 ouvriers concernés. Parmi ces événements probables, on relève les dangers naturels de la montagne (climat, avalanche,...), les aléas d'organisation du projet, la géologie incertaine, l'enveloppe financière approximative. Chaque acteur a donc une grande responsabilité dans ce projet.

Parmi les mesures prises pour réduire le risque d'erreur de gestion, l'analyse de risque annuelle est devenue semestrielle.

Parmi les difficultés techniques, citons la galerie d'accès de 5 km au chantier qui a été creusé environ 3 m sous une ligne ferroviaire en fonctionnement. Des explosifs ont été utilisés sur 100 m avant de laisser place à un tunnelier.



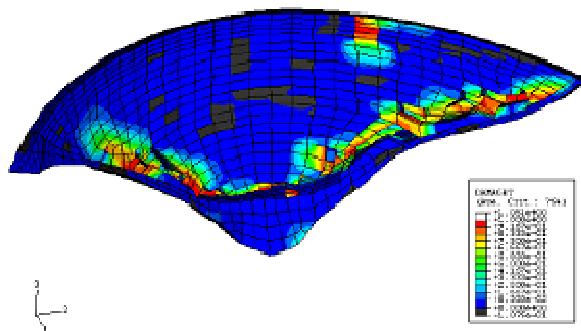
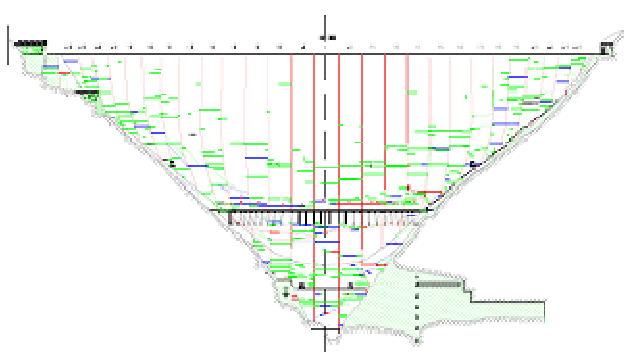
Barrage de Nant de Drance.



S. Ballatore

S. Ballatore a présenté le barrage-poids voûte de Beauregard. D'une hauteur maximale de 132 m, d'une longueur en crête de 394 m, cet ouvrage de plus de 430.000 m³ de béton permettait à son origine une réserve de 7.107 m³ d'eau.

Des glissements des versants en amont ont cependant été identifiés à l'aide de mesures de déplacements obtenus par environ 100 distancemètres pilotés par GPS ; une galerie de reconnaissance a par ailleurs été creusée afin d'identifier l'une des surfaces de glissement. Des déplacements de 8 à 10 mm par an sont relevés, ce qui implique un risque de défaillance du barrage. Afin d'appréhender l'évolution de l'endommagement possible du barrage, une modélisation numérique (éléments finis) a permis de retrouver les mêmes zones de fissuration mesurées sur le barrage (cf. figure ci-dessous). La simulation numérique d'un barrage subissant la poussée d'une quantité moindre d'eau a été effectuée. Ainsi la hauteur de mise en eau a été réduite de 1772 à 1710 m au-dessus du niveau de la mer. La réserve d'eau actuelle est divisée par 10, soit 7.107 m³ d'eau.

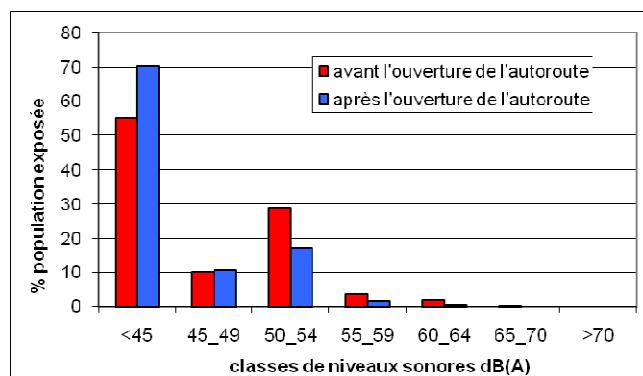


Modélisation éléments finis et mesures in situ de la fissuration du barrage de Beauregard



M. Cappio Borlino

M. Cappio Borlino aborde l'étude du risque de nuisance sonore sur l'exemple de la route d'accès au Tunnel du Mont Blanc, côté italien. En particulier, la création d'une nouvelle autoroute a donné lieu à des estimations de trafic et des mesures de niveau sonore subi par la population de la vallée. Comme l'illustre la figure ci-dessous, le niveau sonore a globalement été réduit, les pics de pollution étant écrêtés et la population subissant une pollution moyenne augmentant cependant légèrement.



Distribution en classes de niveaux sonores de la population avant et après l'ouverture de l'autoroute

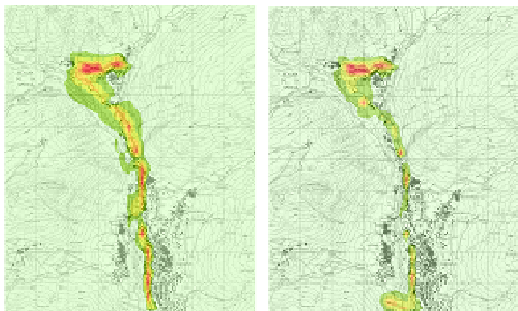
Un modèle numérique a enfin été développé afin de prédire l'évolution de ces nuisances sonores l'avenir dans des zones non instrumentées.



G. Pession

G. Pession rapporte une étude de la pollution atmosphérique menée dans la vallée d'Aoste. La surveillance de la qualité de l'air est mise en œuvre par différents moyens :

- (i) un réseau de surveillance de la qualité de l'air (informations ponctuelles),
- (ii) un cadastre régional des émissions : étude des sources de pollution atmosphérique (localisation et modulation temporelle),
- (iii) la modélisation des concentrations des polluants: outils de calcul pour évaluer les polluants dans tout le domaine régional.



Distribution sur le territoire des niveaux de Lden avant et après l'ouverture de l'autoroute

Aux origines des risques naturels alpins : l'histoire géologique de l'Oisans



T. Grand

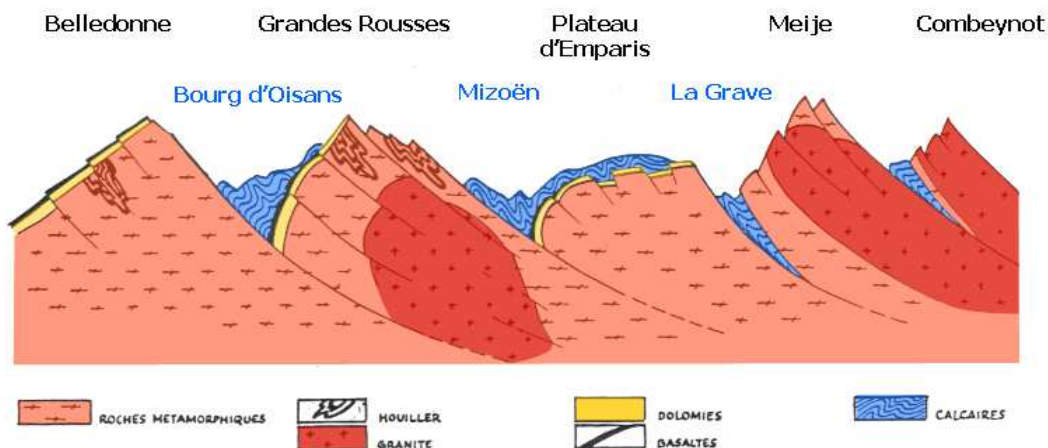
Les risques naturels en Montagne étant au cœur des présentations, T. Grand est venu retracer l'histoire de la géologie des Alpes. Cet enseignant, très impliqué dans le développement du musée géologique de l'Oisans, s'est appuyé sur deux supports. Le 1er fut un diaporama au CNAM, puis le 2nd un exposé en plein air, sur fond de la chaîne montagneuse de Belledonne, sur le site de la Bastille de Grenoble.

Cette vue panoramique illustra l'historique du diaporama, T. Grand soulignant trois aspects clés :

- (i) la nature des roches fondant Belledonne et les Alpes, remontant à l'ère primaire (-500 MA) ;
- (ii) la géométrie dissymétrique des pentes des versants de la chaîne, raide à l'est, plus douce à l'ouest où se sont installées les stations de ski (ère secondaire) ;
- (iii) les sommets saillants dus au soulèvement récent des Alpes datant de l'ère tertiaire.



Le pic de la chaîne de Belledonne, près de Grenoble (environ 3000 m d'altitude)



Coupe géologique de l'Oisans, un résumé de l'histoire des Alpes,

La coupe géologique ci-dessus présentée par T. Grand illustre la complexité du massif alpin, qui porte les traces de plus de 500 MA d'évolution. Les risques de glissement de terrain, d'éboulement, d'avalanche, de séismes coexistent et peuvent être amplifiés par cette géologie. C'est le cas par exemple de l'agglomération grenobloise : son enclavement et la nature sédimentaire de son sous-sol sur des centaines de m de profondeur peuvent amplifier les effets d'un séisme sur les constructions.

La journée a été clôturée par un pot convivial vers les 18 h, pris au sommet de la Bastille depuis La Terrasse, un restaurant simple mais très panoramique, où Napoléon aurait été fier d'établir sa stratégie de défense !!

3. Conclusion de cette journée

Durant cette journée, plusieurs conférenciers français, italiens et suisses, nous ont décomposé des risques liés à la construction d'ouvrages importants et divers.

Nous avons pu voir que ces risques peuvent être induits par différentes causes (environnement, géologie,...) et peuvent présenter des conséquences variées (financière, organisation de chantier, pertes humaines,...).

Même peu probable, un risque ayant de fortes conséquences doit être sérieusement appréhendé ; même avec de faibles de conséquences, un risque d'un événement récurrent peut aussi coûter cher et doit être réduit. Toutes ces présentations ont mis en valeur l'effort considérable des collectivités locales et entreprises à développer des analyses de risques.

Les manifestations régionales

Article rédigé par Vincent Jouffray, étudiant au département Génie Civil de l'IUT1 de l'Université Joseph Fourier (UJF), Grenoble, ainsi que Julien Baroth, maître de conférences (IUT1, UJF), membre du laboratoire Sols, Solides, Structures -Risques (3S-R) et de la fédération Vulnérabilité des Ouvrages aux Risques (VOR) et du bureau de la délégation Rhône-Alpes de l'AFGC.

4. Références

AFGC RA : www.afgc-ra.info

AFGC: www.afgc.asso.fr

CNAM: www.cnam.fr

URIS : www.uris-rhone-alpes.org

Société Française du Tunnel Routier de Fréjus : www.sfttrf.fr

Conseil général de l'Isère : www.cg38.fr

Projet de rocade Nord : <http://www.isere.fr/10826-rocade-nord-de-grenoble.htm>

Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne : www.epfl.ch

Ecole Polytechnique fédérale de Zurich : www.epfz.ch

Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit : www.enac.epfl.ch

Compagnie Valdôtaine des Eaux (« Aqua ») :

www.cva-ao.it

Directive Seveso: <http://www.ecologie.gouv.fr/La-directive-SEVESO-Pour-une.html>

www.drire.gouv.fr/rhone-alpes

Musée de Bourg d'Oisans :

www.musee-bourgdoisans.com

Laboratoire 3S-R: www.3s-r.hmg.inpg.fr/3sr/

Fédération VOR: www.vor.grenoble-inp.fr/

Les diaporamas des conférenciers sont disponibles sur le site de l'URIS-DS