

3 Télésurveillance des sites instables : structure des systèmes de télésurveillance et seuils d'alarme

3.1 Présentation des résultats du projet et questions soulevées

Pascal ORNSTEIN (CREALP)

Pascal Ornstein présente les résultats du projet en matière de télésurveillance des sites instables, à savoir « Evaluation des 3 systèmes de télésurveillance en usage sur le territoire des partenaires : EYDENET, GESSRI, GUARDAVAL ». Ces résultats sont présentés dans leur intégralité dans l'**Activité 3 du Guide Pratique**, et sont également résumés dans le chapitre 3 du **Rapport Final**. Nous ne retranscrivons donc ici que les grandes lignes (avec renvois sur les pages correspondantes du Guide Pratique, abrégé **GPA3**) ainsi que les conclusions et réflexions les plus marquantes.

L'auteur remercie pour leur étroite et fructueuse participation à ce travail M. Broccolato (région VdA), J.-P. Duranthon (CETE Lyon), A. Tamburini (CESI-STA).

Définitions générales

De façon très schématique, on peut considérer que tout ce qui est surveillé de loin fait l'objet d'une télésurveillance. La télésurveillance vise à récupérer à distance (souvent à grande distance) une information, qui fera l'objet d'un traitement et sera sanctionnée par une prise de décision (faut-il intervenir ou non ?).

Historiquement, ce sont les secteurs d'activité à risque (banques, administrations civiles et militaires, entreprises à haut risque) qui ont utilisé les premiers la télésurveillance ; aujourd'hui, la plupart des secteurs d'activités sont concernés (télésurveillance industrielle, médicale, agricole, commerciale, domestique, etc.).

Schématiquement, l'architecture générale d'un système de télésurveillance intègre trois composantes :

- une couche 'acquisition des données' : prise de mesure ;
- une couche 'agrégation des données' : stockage et diffusion des informations via des serveurs informatiques ;
- une couche 'exploitation des données' : analyses, génération d'alarmes, rapports...

Classiquement, un projet de surveillance consiste, une fois le risque identifié et évalué et les objectifs de sécurité fixés compte tenu du niveau de risque acceptable, à mettre en œuvre un système de surveillance et les consignes de gestion associés pour atteindre ces objectifs. Tout projet de surveillance est, à la fois, soumis et génère des contraintes de moyens.

En région alpine, la télésurveillance est souvent le seul moyen de diminuer objectivement la vulnérabilité des personnes et des biens au droit des sites jugés à risque jusqu'à ce que des mesures de protection durables soient mises en œuvre. Dans ces régions, les contraintes environnementales (topographie, ressources limitées, conditions ambiantes) ont progressivement conduit à la nécessité de se doter d'outils permettant d'assurer le contrôle à distance des sites jugés à risque. L'interruption, ne serait-ce que durant quelques semaines des liaisons routières et/ou ferroviaires, qui constituent l'épine dorsale des vallées alpines, peut avoir d'importantes répercussions sur l'économie des régions frontalières et transfrontalières.

Exemple : Le 31 mai 2006, un éboulement à la hauteur de Gurtellen (canton d'Uri) a bloqué l'autoroute A2 dans les deux directions. L'axe du Gothard, principal axe de transit nord-sud de Suisse (6 mio. de véhicules en 2005), restera finalement fermé durant 1 mois.



« [...] Outre les conséquences tragiques de cet événement, il faut aussi prendre en considération ses effets économiques. Grâce à une étude détaillée, nous sommes en mesure d'estimer les coûts résultant de la déviation du trafic. Ces derniers sont de l'ordre de 10 à 12 millions de francs pour toute la durée de la fermeture [...] »

(Extrait conférence de presse du Touring Club Suisse, juin 2006)

Aujourd'hui, la télésurveillance s'avère un moyen fiable et économiquement intéressant pour limiter les pertes d'exploitation, à travers une gestion plus efficace du risque.

L'objectif principal de la télésurveillance des versants instables est donc de fournir, à distance, des informations sur l'évolution d'un phénomène de façon à pouvoir :

- Détecter l'accélération plus ou moins brutale du phénomène (« voir venir l'évènement suffisamment à l'avance ») ;
- Prendre, si possible, les mesures de prévention efficaces avant la rupture (estimer le temps de préavis avant la rupture).

D'un point de vue fonctionnel, il s'agit de systèmes automatiques permettant d'effectuer le monitoring à distance d'un ou plusieurs sites jugés à risque (potentiel ou avéré) équipés de stations de mesures automatisées avec télétransmission et pouvant combiner différents types de capteurs physiques (météorologiques, hydrométriques, extensométriques, géodésiques, etc.).

Evaluation des 3 systèmes EYDENET, GESSRI, GUARDAVAL

A travers la confrontation des solutions implémentées et la mise en commun des expériences acquises par les 3 partenaires via la conception et l'exploitation de leur système de télésurveillance, les initiateurs du projet (Cete de Lyon pour Rhône-Alpes, Direction de la protection du territoire pour RAVA, CREALP pour le Valais) souhaitent pouvoir fournir aux maîtres d'œuvre en charge de la mise en place d'un système de télésurveillance d'une part des éléments de réflexion pour l'analyse et l'expression précise de leurs besoins (cahier des charges), d'autre part des critères de dimensionnement, techniques mais aussi économiques, enfin des orientations pour les choix de conception et le choix des technologies disponibles. Cette évaluation doit permettre de dégager les composantes communes d'un système de télésurveillance dédié aux risques hydro-géologiques en région alpine.

La démarche mise en oeuvre repose sur une analyse détaillée et une comparaison multicritères des 3 systèmes, indépendamment de tout jugement de valeur: une quarantaine de critères ont été examinés, regroupés en 6 grands thèmes de réflexion :



(Voir figure 3.1 du [GPA3](#), p.1, pour le détail exhaustif des critères).

Les sites surveillés (Rapport Final p.2-3)

Le type de site surveillé est révélateur des capacités du système de télésurveillance, en terme d'intégration de dispositifs de mesures, d'adaptabilité vis-à-vis des contraintes de site (topographie, taille du site, fréquence de mesures), de sûreté de fonctionnement (enjeux), de la longévité du système... Chaque site est décrit selon le type de phénomène, son volume, les enjeux, la durée du monitoring, l'instrumentation en place... Les volumes potentiellement mobilisables vont par exemple de quelques centaines (sites Suisses surveillés par GUARDAVAL) à quelques millions de m³ (Séchilienne, surveillé par GESSRI, voir § 3.2.1 p. 65).

L'architecture des systèmes

Elle dépend à la fois des choix de conception et des contraintes fixées. La comparaison sur ce point à nécessité la définition d'un mode de représentation symbolique exprimant de manière schématique mais suffisamment fidèle l'architecture des trois systèmes. Pour ce faire, chaque système a été décomposé en briques fonctionnelles élémentaires dont l'ensemble constitue une collection de composants standardisés communs aux trois dispositifs (*GPA3* p.5). L'architecture de chaque système a ensuite été reconstituée à partir de ces composants offrant une représentation schématique unifiée (Synoptiques, *GPA3* p.6-7) autorisant la comparaison entre systèmes et permettant de mettre en évidence les spécificités de chacun. C'est ainsi que le système GESSRI se caractérise par une architecture très distribuée avec des contraintes fonctionnelles très élevées en terme de fiabilité et de vulnérabilité se traduisant par une très forte redondance des systèmes en termes d'acquisition, de stockage et d'exploitation des données. EYDENET se caractérise par des modes de transmission multiples et correspond à un système couplé intégrant un module d'exploitation des données : INDACO et un module d'aide à la décision : EYDENET. GUARDAVAL quant à lui est un système très compact, centralisé, qui privilégie la transmission des données par liaison GSM et l'accessibilité des données via l'Internet.

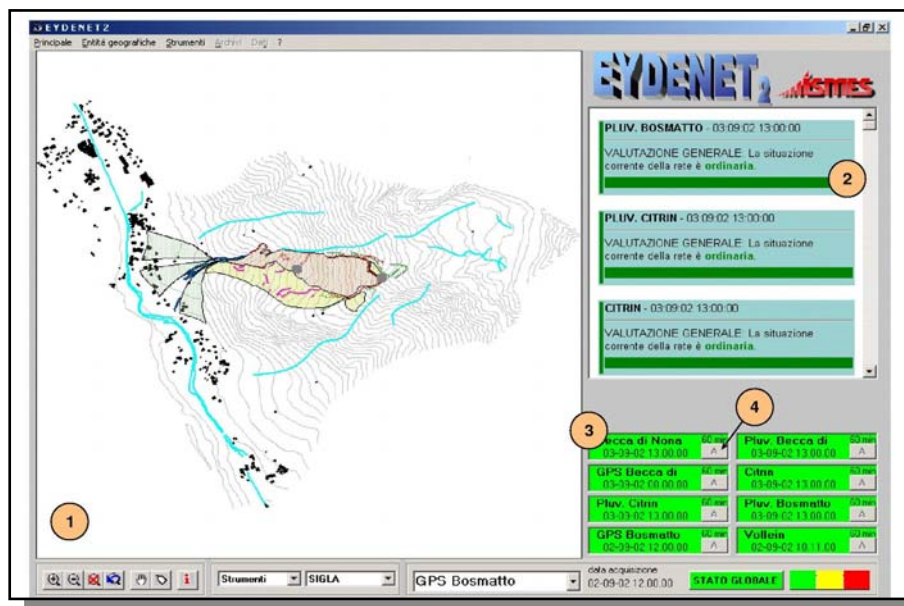
Acquisition des mesures (*GPA3* p. 8-9)

Les dispositifs d'acquisition de mesures conditionnent dans une large mesure le développement matériel et logiciel du système de télésurveillance, son architecture, son exploitation (sécurité de fonctionnement), sa polyvalence vis à vis des instruments disponibles sur le marché, son évolutivité (capacité à intégrer de nouveaux dispositifs de mesures, gérer de nouveaux types ou formats de données). Ils déterminent aussi pour une bonne part le coût du système, que ce soit au niveau de l'achat du matériel de mesure, de l'installation, de l'exploitation ou de la maintenance.

Dans ce domaine, la comparaison a fait ressortir la grande polyvalence d'EYDENET.

Aide à la décision (*GPA3* p.10-12)

L'objectif est d'assister le responsable de la télésurveillance dans le processus qui va de la mesure à la prise de décision. Les systèmes d'aide à la décision offrent un environnement conçu pour optimiser cette prise de décision, grâce à des outils conçus pour la gestion, l'analyse, la représentation, la modélisation et la diffusion des données. Ce sont des systèmes d'information informatisés, interactifs, flexibles associant divers outils et technologies.



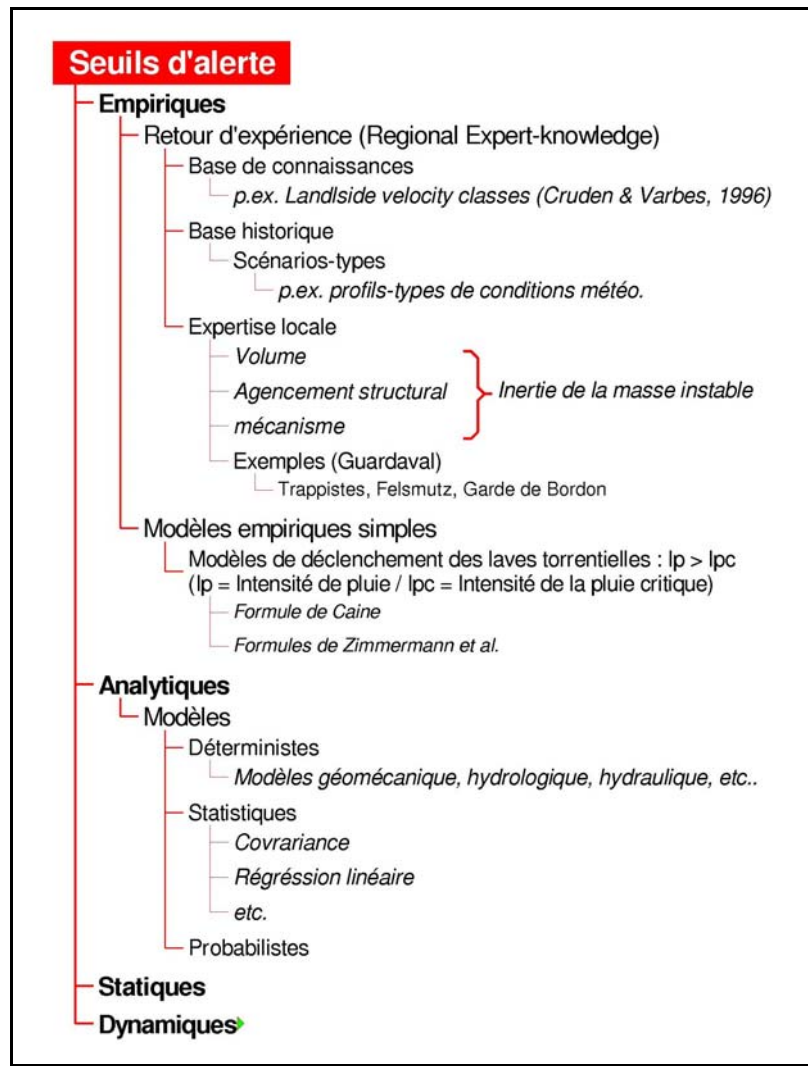
Exemple : Tableau de bord associé au module d'aide à la décision EYDENET intégrant un SIG (1), des messages d'information contextuels en langage naturel (2), un synoptique résumant pour chaque site l'état de fonctionnement du réseau et / ou des différents dispositifs de mesure (3), la possibilité d'accéder aux événements stockés dans la base de donnée historique (4) (A. Tamburini, ISMES 2004)

Cette partie constitue un élément central du travail (voir complexité des éléments pris en compte GPA3 p.19).

Le processus de gestion des alarmes a des implications multiples et doit s'intégrer de manière cohérente dans le dispositif de télésurveillance. Il est entre autre important de bien réfléchir aux ressources impliquées dans cette gestion : ressources matérielles, logicielles et humaines.

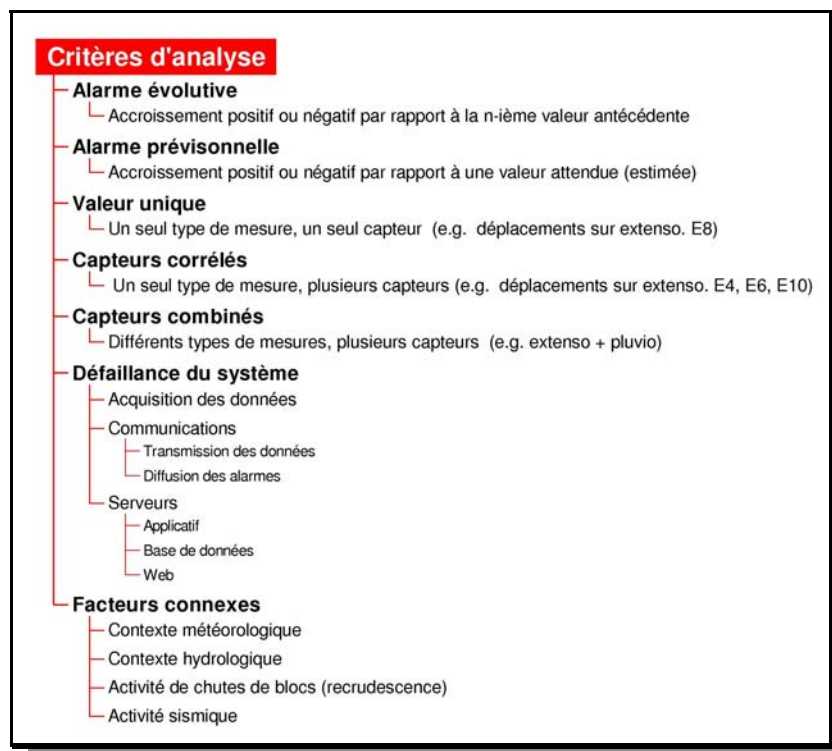
Pour ce qui concerne les **seuils d'alerte**, il existe des domaines où ces seuils sont bien définis (par exemple qualité de l'air). Dans le domaine des mouvements de terrain (phénomènes complexes influencés par de nombreux facteurs), les seuils sont bien souvent fixés au cas par cas, sur la base le plus souvent du retour d'expérience. Cette connaissance empirique peut être implémentée sous différentes formes :

- Base de connaissance : connaissance très aboutie d'un phénomène, formalisée dans une base de données ;
- Base historique : raisonnement par analogie effectué à partir de scénarios passés implémentés dans une base de données (exemple à Séchilienne) ;
- Expertise locale : les seuils sont fixés par des experts (approche la plus développée, mise en œuvre par ex. dans GUARDAVAL).



Extrait de la figure 3.9 (GPA3 p.19) « Cadre de la problématique générale de la gestion des alarmes » :
Question des seuils d'alerte

Critères d'analyse : l'activation d'une alarme est basée sur une analyse des données acquises par le système de surveillance. En fonction du type de mesures effectuées, du degré d'expertise du site, du modèle d'évolution, du nombre de variables associées au comportement du phénomène, les règles d'analyses mises en œuvre peuvent être plus ou moins complexes :



Exemple de critère simple (implémenté dans GUARDAVAL) :

Surveillance de Felsmutz : Seuil d'alerte = 1 mm/h pour tous les capteurs.

Exemple de critère plus complexe (implémenté dans EYDENET)

Capteurs corrélés : « ... *Si la vitesse moyenne des dernières 24 heures est supérieure à V1 mm/h (pour extensomètres E4, E6, E10) et à V2 mm/h (pour extensomètre E8) pour deux mesures consécutives on passe en état de pré-alerte ...* »

Champ d'utilisation du système (GPA3 p.27-29)

Le choix d'une solution existante ou l'implémentation d'un nouveau système de télésurveillance implique, outre les choix conceptuels, de définir suffisamment tôt les différents objectifs du système : objectifs actuels et futurs, objectifs généraux et particuliers. Ces choix de dimensionnement vont déterminer le champ d'utilisation du système, qui est défini en fonction de :

- La taille des projets : elle est estimée à partir de la surface des sites, des volumes mobilisables, des enjeux économiques, des installations techniques (nombre de stations, capteurs, dispositifs de communication), des infrastructures particulières ;
- La durée des projets : durée effective, durée prévisionnelle.

Adaptabilité / Réactivité du système

En terme de performances et conjointement au champ d'utilisation, il convient également de prendre en compte dans la réflexion les critères d'adaptabilité et de « réactivité » du système.

L’adaptabilité peut être définie comme la capacité du système à s’adapter à l’évolution des besoins et/ou à un contexte d’exécution changeant (p.ex. nouveau site de surveillance, nouvel environnement de mesure, nouvelles exigences de mesure, etc.)

La réactivité est une mesure de l’effort nécessaire pour répondre à ces besoins. Elle correspondra au délai de réaction entre l’apparition d’un nouveau besoin (p.ex. raccordement d’une nouvelle station de mesure) et la mise en œuvre opérationnelle de la réponse adaptée (activation de la nouvelle station de mesure au sein du dispositif de télésurveillance).

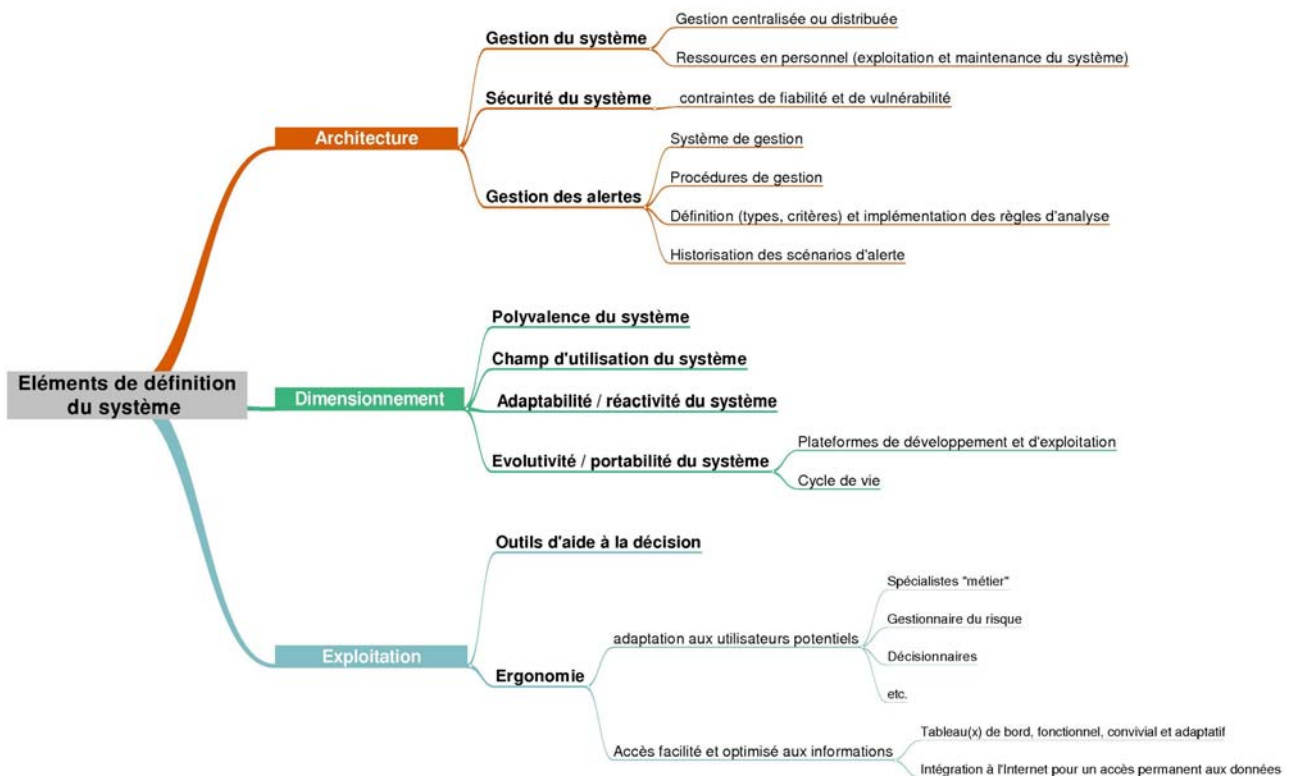
Conclusions

Le comparatif des 3 systèmes de télésurveillance mis en œuvre par les partenaires du projet RiskYdrogeo a permis d’identifier les caractéristiques et spécificités de chacun. Ces éléments doivent permettre à un maître d’œuvre de profiler le système offrant le meilleur compromis entre les avantages et inconvénients des solutions mises en œuvre (cf. tab. 2) ceci compte tenu des objectifs recherchés et des moyens à disposition (voir **GPA3** p. 30 pour le détail). Les principaux « plus » identifiés pour chacun des trois systèmes sont les suivants :

- L’aide à la décision, la gestion évoluée des alertes pour EYDENET ;
- La sûreté de fonctionnement, la gestion évoluée des alertes pour GESSRI ;
- L’intégration à Internet, la réactivité et l’adaptabilité pour GUARDAVAL.

Les « inconvénients » s’entendent surtout en terme de coût et de contraintes générées, non en terme de performance technique.

Une des vocations de cette évaluation était aussi d’identifier les éléments de définition d’un système de télésurveillance adapté à la gestion des risques hydro-géologiques. Les éléments ci-dessous sont apparus comme les plus importants à prendre en compte dans ce cadre spécifique :



En conclusion, le développement et/ou la mise en exploitation d'un système de télésurveillance est une démarche exigeante et complexe impliquant des :

- Compétences multiples : 'métier', informatique, télécommunications, métrologie, etc. ;
- Choix multiples : technologiques, conceptuels, économiques (solution existante ou développement spécifique), politiques ;
- Contraintes multiples : fiabilité, vulnérabilité, évolutivité (cycle de vie).

D'où l'importance d'effectuer une véritable **analyse préalable des besoins** pour aboutir à l'élaboration d'un véritable **cahier des charges** : dimensionnement du système, identification des contraintes liées à son implémentation, son déploiement et son exploitation. Une première version de ce cahier des charges a été réalisée dans l'**Activité 4** de ce projet (Inventaire des méthodes et instrumentations).

Discussion (5) - Télésurveillance

E. Leroi : « Le travail présenté ne fait pas apparaître la notion de temps, le temps nécessaire à l'installation. Or c'est un problème récurrent pour les décideurs : comment réagir face à une menace nouvelle, que recommander dans l'immédiat, à court terme (quitte à évoluer ensuite vers quelque chose de plus complexe) ? ».

P. Ornstein : « Un des points importants est de réaliser une analyse compétente des besoins, non seulement immédiats mais aussi futurs, afin de dimensionner très tôt le système pour le bon champ d'utilisation. Il faut en particulier considérer avec une attention particulière l'adaptabilité et la réactivité du système ».

J.M. Vengeon : « Il me semble qu'il faut distinguer 2 cas de figure : soit on est dans une région déjà couverte par un système de télésurveillance (RAVA, Valais), et il ne s'agit que de rajouter une terminaison au système existant, soit non et tout est à développer. »

P.Ornstein : « La force d'un système est justement de pouvoir aborder ces 2 problématiques. Cela doit être intégré très tôt dans la conception, pour pouvoir accepter un nouveau site ou déplacer le système tel quel sur un autre site (portabilité). Un système 'rustique', doté d'une architecture minimale, pourra répondre à des besoins « nerveux » ; un système plus élaboré pourra évoluer dans l'espace et dans le temps ».

J.M. Vengeon : « La Valais a-t-il été sollicité pour exporter son savoir-faire ? ».

P. Ornstein : « Non, par contre nous avons déjà été sollicités à différentes reprises pour présenter l'architecture du système et toute la réflexion qui le sous-tend ».

J.P. Duranthon : « Parmi tout ce qui a été présenté, il faut quand même toujours prendre en compte l'ampleur du site surveillé par rapport au coût de la surveillance. Même si un système est portable, il doit rester adapté aux enjeux ».

P. Raviol : « L'aboutissement de ce travail est-il de fournir, et serait-il souhaitable de la faire, un guide des solutions de (télé)-surveillance envisageables en fonction du type de sites à surveiller : aura-t-on des éléments de décision « théoriques », au-delà de la connaissance des avantages et inconvénients des trois systèmes ? ».

P.Ornstein : « L'objet du travail était de fournir aux personnes susceptibles de concevoir un système de télésurveillance des points de départ pour leur réflexion : que faut-il prendre en compte très tôt dans la conception du système, sans parler des questions qui restent encore très ouvertes comme les seuils d'alerte (quelles valeurs limite définir, quelles règles d'analyse implémenter) ? Il n'est pas question de

fournir de réponses clé en main, car il y a autant d'avis que de systèmes, ni d'établir un catalogue des solutions les plus adaptées, ce serait l'objet d'un autre projet. Par contre, l'Inventaire des méthodes et Instrumentation (*Guide Pratique, Activité 4*) fournit un bon complément à ce travail sur la partie acquisition de mesures ».

L. Effandiantz (Cete Lyon) : « Remarque : certaines fonctionnalités présentées dépendent étroitement de l'environnement technique du système. Par exemple, pour transmettre les données en ligne sur Internet, il faut disposer de l'ADSL sur le site, ce qui n'est pas toujours le cas ».

P.Ornstein : « Effectivement, c'est une des questions qu'il faut se poser : les ressources sur le site sont-elles adaptées aux moyens de transmission choisis ? ».

J.M. Vengeon : « En Valais, y a-t-il des sites surveillés qui ne sont pas reliés à GUARDAVAL ? En France, de nombreux sites télésurveillés ne sont pas suivis par GESSRI. Cela biaise peut-être la comparaison : il y aurait plusieurs systèmes individuels à mettre en parallèle dans cette étude ».

P. Ornstein : « Dorénavant, tout nouveau site sur lequel les enjeux l'impose est systématiquement raccordé à GUARDAVAL. Il existe bien sûr des sites surveillés par des mesures manuelles, mais de moindre ampleur en terme d'enjeux. Il faut garder à l'esprit que le développement des systèmes s'étale sur plus de 15 ans (1988 pour les débuts de GESSRI, 2003 pour GUARDAVAL) : cela rentre en compte dans l'évaluation, sur l'expérience des intervenants, les technologies utilisées (qui n'étaient pas les mêmes il y a 15 ans), la maturité du système (GESSRI est beaucoup plus mature, abouti, que GUARDAVAL) ».

E. Leroi : « La question de Philippe Raviol me semble centrale : vous avez tous les éléments de structuration de la démarche pour aller plus loin, jusqu'à formuler des conseils, des recommandations, en passant probablement par une typologie des sites surveillés. Cela donnerait une valorisation forte au travail effectué ».

J.L. Durville (LCPC, Paris) : « Parmi les contraintes qui président au choix d'un système, le paramètre temps/délai me paraît fondamental : d'une part le temps propre du phénomène (sa vitesse, son temps de préparation) et d'autre part le temps de réponse des autorités pour prendre les mesures adéquates (fermer une route...) et le temps propre du système (qui aujourd'hui est très rapide, avec des systèmes extrêmement performants). Cette notion de délai disponible conditionne le choix du système ».

E. Leroi : « Le BRGM (Bureau de Recherche Géologique et Minière, France) a développé un kit de surveillance d'urgence, dont tout le matériel tient dans quelques caisses : installé en une journée sur site, ce système sommaire permet de « combler le hiatus » entre l'apparition du phénomène dangereux et l'installation d'un système pérenne ; il peut calmer l'angoisse des décideurs et donner aux techniciens le temps de concevoir autre chose ».

P. Ornstein : « Dans GUARDAVAL, cette contrainte a été intégrée très tôt dans la réflexion ; la réactivité du système est importante : en Valais, un site peut être équipé en une journée ».