

**UNIVERSITE DE SAVOIE
LABORATOIRE D'INSTRUMENTATION GEOPHYSIQUE
Campus Scientifique
73376 Le Bourget du Lac Cédex**

**CONTRAT ETAT-REGION RHONE-ALPES
PROGRAMME D'ETUDES ET DE RECHERCHES
SUR LES RISQUES NATURELS**

Titre du Projet:

Surveillance de sites exposés aux risques naturels par transmission hertzienne de données numériques.

I - INTRODUCTION

La surveillance en temps réel d'un site exposé aux risques naturels nécessite les 3 éléments suivants:

- *Une station d'acquisition de paramètres physiques* qui est située à proximité de la zone surveillée et qui comprend des capteurs, des modules de traitement analogique du signal, et un module d'acquisition de données.
- *Un module de transmission de données*, analogique ou numérique, par fil ou par voie hertzienne.
- *Un PC de réception et d'analyse des données*, qui réalise la mise en forme ainsi que l'archivage des données, et qui émet éventuellement un diagnostic voire une alarme.

Notre projet visait à développer le deuxième élément de la chaîne, le module de transmission des données, de manière à :

- améliorer la fiabilité et la sécurité de transmission,
- permettre un dialogue bi-directionnel entre les stations de terrain et le PC d'analyse,
- pouvoir gérer à distance un réseau de surveillance dans une zone à topographie accidentée.

Le résultat du projet est la réalisation d'une balise de transmission numérique permettant la gestion d'un réseau hertzien de télécommunication. Le produit final présenté ici est le fruit d'une collaboration entre le Laboratoire d'Instrumentation Géophysique de l'Université de Savoie à Chambéry, et la société grenobloise ETIC (Etudes et Travaux en Informatique de Communication) qui commercialise maintenant ce produit homologué.

Le projet a bénéficié d'une aide du Programme d'Etudes et de Recherches sur les Risques Naturels, d'un montant de 80kF en 1989.

II - DESCRIPTION DE LA BALISE DE TRANSMISSION NUMERIQUE

Sur un site présentant des risques naturels, on dispose généralement un réseau formé:

- d'une ou plusieurs stations qui mesurent des paramètres caractéristiques,
- d'un PC d'analyse,
- de relais radio, souvent nécessaires à cause de la topographie accidentée.

Les balises de transmission développées dans ce projet assurent une liaison entre tous ces points, et permettent l'acheminement d'informations telles que :

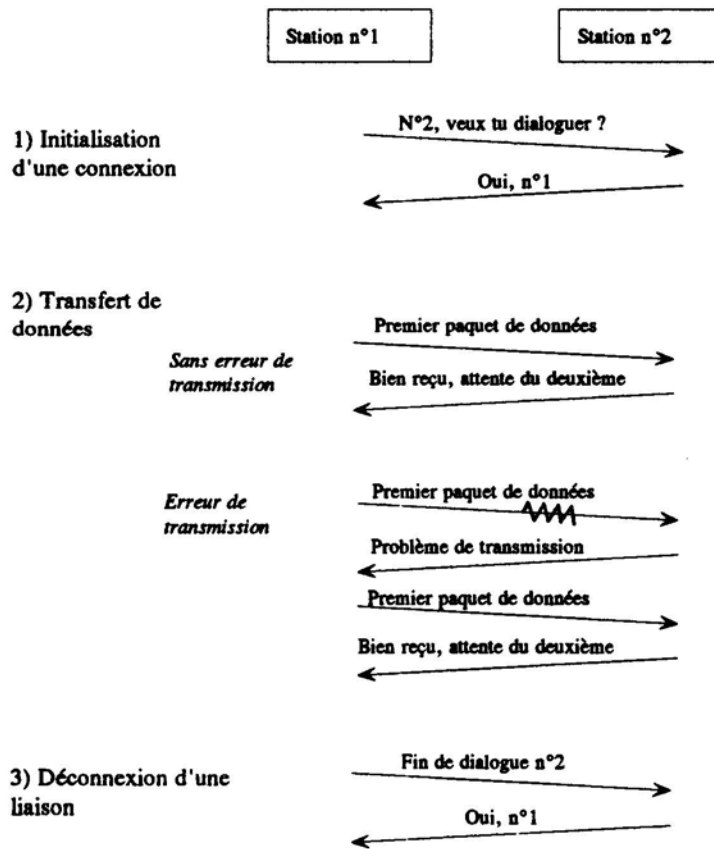
- des données depuis les stations vers le PC,
- des commandes depuis le PC vers les stations,
- des informations sur l'état du réseau.

Ces balises ont été développées selon un cahier des charges prenant en compte l'utilisation en milieu naturel, la nécessaire autonomie énergétique des équipements, et maximisant la sécurité dans l'acheminement de l'information.

Le produit réalisé possède les caractéristiques suivantes:

- **Type de réseau** : La balise s'adapte à tout type de structure de réseau : linéaire, arborescent, maillé, étoilé. Les distances entre les balises peuvent varier de plusieurs centaines de mètres à quelques dizaines de kilomètres, selon l'émetteur-récepteur choisi.
- **Consommation ultra-faible** : La consommation énergétique est très faible et permet une grande autonomie au système. La consommation du système (carte+modem) dépend de l'émetteur radio utilisé, elle est de l'ordre de: 120mA au repos, 150 mA en réception, 1A en émission (3W), 55 mA en veille, 200 μ A en sommeil.
- **Endurance** : Le module est mécaniquement résistant, peu encombrant, utilisable à l'intérieur d'une large gamme de température, et étanche.
- **Débit de transmission** : Le débit de transmission des données dépend de l'émetteur-récepteur utilisé, il est en général de 1200 bauds.
- **Protocole de transmission** : Les données sont transmises avec émission d'un acquittement. Ce protocole fournit des procédures de correction et de retransmission des données en cas d'erreur, la mise en oeuvre de ces procédures étant transparente pour l'utilisateur.
- **Résistance à l'erreur** : Le modem est très résistant aux erreurs de transmission provenant de conditions radio-électriques perturbées, ou de brouillage par des émetteurs en phonie. Les problèmes de transmission sont détectés par l'intermédiaire d'un code correcteur d'erreur situé à l'intérieur du message. Si une erreur est détectée, la station réceptrice commande la réémission du message jusqu'à l'acquisition complète et sans erreur du paquet. Dans les cas extrêmes pour lesquels la fiabilité de la liaison est primordiale, on peut utiliser des balises de secours chargées de répondre automatiquement aux défaillances de la liaison prioritaire.

Le schéma ci-dessous présente un exemple type de dialogue entre deux stations.

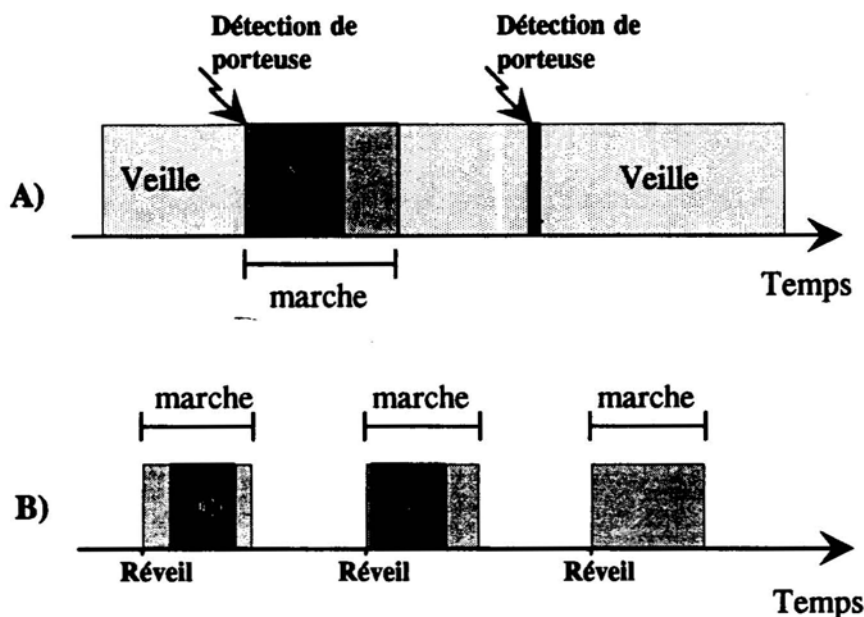


REPRESENTATION DES DIALOGUES

- **mode de fonctionnement** : Afin de dépenser le moins d'énergie possible, la balise peut travailler dans deux modes de fonctionnement différents qui sont le *mode veille* et le *mode sommeil*.

fonctionnement en mode veille : Pour gérer les applications de type télé-alarme, il n'est pas toujours possible d'éteindre complètement l'ensemble de la station. En mode veille, la radio reste allumée, seule la carte modem s'éteint en cas d'inactivité. Elle peut alors se réveiller soit sur commande d'un terminal relié au modem, soit par toute activité radio (détection de la porteuse HF), par exemple lors de la réception d'un ordre émanant du PC. Ce mode permet une économie de consommation de l'ordre de 50%.

fonctionnement en mode sommeil : Pour certaines applications, dans lesquelles les stations travaillent de façon régulière et planifiée, un mode de fonctionnement sur rendez-vous peut être intéressant à utiliser car il est plus économe en consommation. L'utilisateur programme des cycles de réveil de l'ensemble (modem+radio), le réseau fonctionne alors en rendez-vous.



La figure ci-dessus présente les deux modes de fonctionnement de la balise de transmission:

A) en mode veille, une détection de porteuse sur le canal radio réveille la station pour un dialogue éventuel (Di).

B) en mode sommeil. La station se réveille à intervalles de temps fixes à l'intérieur desquels elle est susceptible de dialoguer (Di).

III - EXEMPLE D'UTILISATION DE LA BALISE DE TRANSMISSION POUR LA SURVEILLANCE DE SITES: Télémessures de contraintes sur ouvrages paravalanches à Celliers(Tarentaise) - Expérience réalisé par le RTM de Savoie

En matière de protection paravalanche active, le râtelier et la claie font partie des ouvrages les plus employés. Une claie, comme un ratelier paravalanche, sont des ouvrages charpentés rigides installés dans la zone de départ d'une avalanche afin de réduire sensiblement le risque de son déclenchement éventuel. Les techniciens du génie paravalanche s'intéressent au fonctionnement comparé de ces deux ouvrages. En 1991, le service de Restauration des Terrains en Montagne de la Savoie a décidé et réalisé la mise en place d'une installation expérimentale de mesures d'efforts sur les ancrages d'une claie et d'un ratelier. Cet équipement est installé à Celliers (73) dans un site pilote en matière de lutte contre les avalanches.

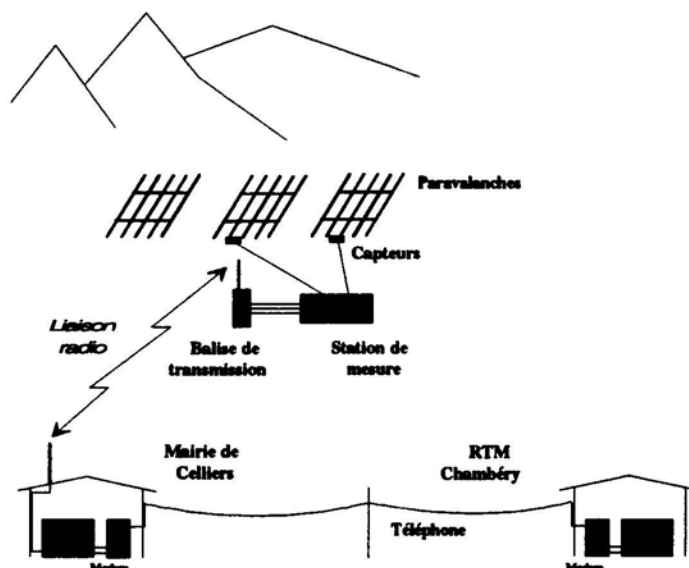
Le système de retransmission des données a été développé conjointement avec notre Laboratoire; il utilise des balises de télétransmission développées dans le cadre de ce projet.

Le dispositif en place est le suivant :

- Sur le site de l'Arpettaz, en terrain domanial, sont installés une claie et un ratelier équipés de capteurs de force.
- Les capteurs sont reliés à une station d'acquisition, elle même reliée à une balise de télétransmission numérique qui envoie les mesures par radio vers la mairie de Celliers.

- Un micro-ordinateur reçoit les données et les retransmet vers le centre de traitement des mesures du RTM Chambéry, par liaison téléphonique.

- A Chambéry, les mesures sont stockées sur un micro-ordinateur. Un logiciel permet d'en vérifier la cohérence et assure leur traitement.



Synoptique de l'expérience de télémétries de contraintes à Celliers.

Le dispositif présenté ci-dessus fonctionne depuis Janvier 1991 et s'est révélé très satisfaisant. Les données sont acquises toutes les heures sur le paravalanche, puis envoyées toutes les quatre heures vers la mairie de Celliers, et retransmises à Chambéry tous les jours. Les fréquences de mesures et d'envoi des données sont modifiables à tout moment et ceci depuis Chambéry. Nous présentons ci-dessous des données mises à notre disposition par le RTM de Savoie, montrant la mise en charge des ouvrages paravalanches de Celliers lors de chutes de neige en Décembre 1993.

Efforts sur les piliers

