

## RESEAU NUMERIQUE DE TRANSMISSION HERTZIENNE

**Thierry BUTTARD**

Laboratoire d'Instrumentation Géophysique  
 Université de Savoie -Campus Scientifique  
 73376 LE BOURGET DU LAC Cedex

Le thème de la recherche est la réalisation d'une balise de transmission numérique permettant la gestion d'un réseau de télécommunication hertzien.

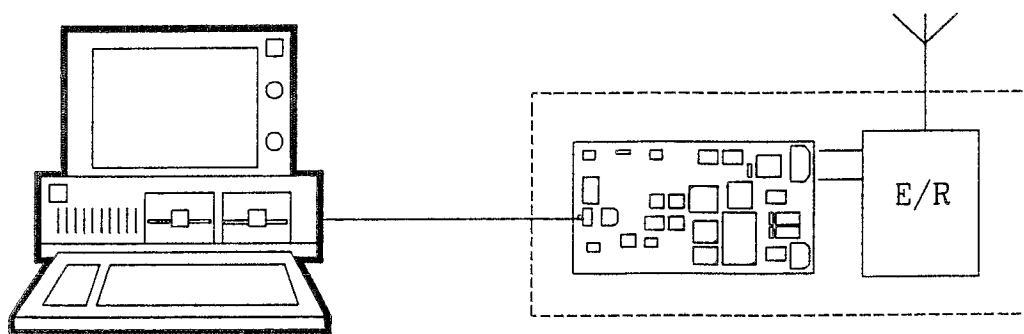
### PRESENTATION

Une balise se compose d'un Emetteur/Récepteur radio (Talkie-Walkie) et d'une carte électronique.

La réalisation du système radio ne fait pas partie du projet: la carte électronique peut se connecter facilement avec la plupart des Emetteurs/Récepteurs utilisés pour la radiocommunication privée.

La carte peut être utilisée par tous les types de terminaux (PC, etc...) via une liaison série normalisée.

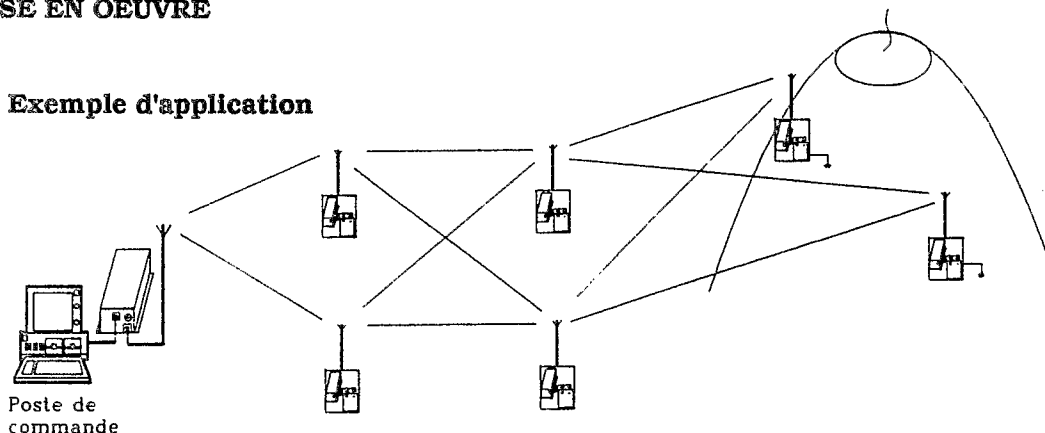
Le rôle (matériel et logiciel) de la carte est de contrôler le dialogue entre le terminal et la balise, et de gérer l'accès au canal radio.



BALISE RADIO

### MISE EN OEUVRE

#### 1 - Exemple d'application



Poste de commande

Surveillance d'un volcan

Ce dessin illustre assez fidèlement le style de travail effectué par le LIG.

On constate que la topologie du réseau est assez compliquée, car afin d'améliorer la fiabilité du système, on double toutes les liaisons pour offrir une bonne transmission, même si un relais tombe en panne. Pour assurer cette redondance, la gestion de l'accès au canal radio et du chemin à parcourir doit-être effectuée par chaque balise, en fonction de la topographie de l'ensemble.

Enfin, à cause de l'atmosphère chimique particulièrement néfaste qui entour le volcan, les boîtiers doivent subir des traitements particuliers.

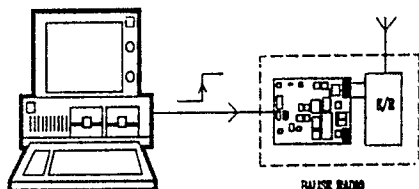
## 2 - Conséquences

### 2.1 - Consommation ultra-faible

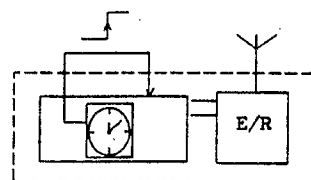
Pour être intégré facilement dans des systèmes de communication sans fil de terrain, alimentés par batterie et/ou panneaux solaire, le système est doté de dispositifs permettant l'arrêt partiel ou complet de certains de ses composants.

- Etat de sommeil:

Dans cet état, l'Emetteur/Récepteur radio et l'électronique sont complètement éteints. L'ensemble peut-être réveillé sur commande du terminal ou par l'horloge temps réel (sauvegardée sur batterie) qui est intégrée dans la carte.



Réveil par le terminal



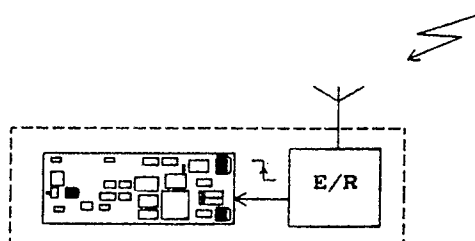
Réveil par horodateur

### Possibilités de réveil

L'utilisation de l'horloge permet de gérer le mode de fonctionnement cyclique (ou par rendez-vous) décrit précédemment.

- Etat de veille

L'Emetteur/Récepteur radio est sous tension, mais seuls quelques modules fonctionnent normal sur détection d'activité du canal radio, ou bien entendu, sur commande du terminal ou de l'horloge temps réel.



Réveil sur activité radio

Il existe de nombreuses possibilités de passage d'un état à l'autre afin de répondre aux différents types d'applications.

## **2.2 - Encombrement et endurance**

- Encombrement:

La balise est présentée dans un coffret d'encombrement réduit intégrant la radio et la carte de traitement des données.

Hauteur: 69 mm  
 Largeur: 105 mm  
 Profondeur: 170 mm  
 Poids de l'ensemble: 700 g

Ces dimensions ont été choisies afin d'utiliser des formats standards (carte et boîtier), et parce que les contraintes de poids et de dimensionnement sont importantes dans les applications télémesures.

Pour pallier à l'inexistence de moyens de transport, les balises devront être légères. Une fois installé le système sera camouflé pour minimiser les risques de vandalisme.

Du fait de ses exigences, la carte électronique qui a été développée, utilise la technologie CMS (Composant Monté en Surface) pour améliorer l'intégration.

- Endurance:

L'environnement de travail des balises est souvent difficile: températures élevées (volcan), faibles (montagne), atmosphère polluée (gaz, fumé, humidité).

Pour s'affranchir au mieux de ces contraintes, la balise a une température de fonctionnement variant de -20°C à +55°C, et son boîtier répond à la classe de protection IP65 (protection totale vis à vis des poussières, étanchéité complète). Lors d'une utilisation à caractère vulcanologique il faudra en supplément effectuer un traitement spécial du boîtier afin d'offrir une protection contre la corrosion.

## **2.3 - Transmission conforme aux normes internationales**

Les applications de télémesure sont nombreuses, aussi bien en France qu'à l'étranger. Au niveau international il existe une réglementation de l'espace hertzien; celle-ci s'applique sur les radios et les systèmes de transmission.

- Module radio:

On utilisera des portatifs (talkie-walkie à usage professionnel) travaillant avec des puissances d'émission de 0,5 à 5 Watts. La porteuse radio se situe dans la bande UHF (450 Mhz) en raison des qualités de propagation propres à cette largeur de bande. La largeur du canal est de 12,5 k Hertz (norme internationale).

Le mode de fonctionnement du portatif est à l'alternat car conçu pour la transmission de parole.

- Protocole de transmission:

Une spécification adaptée aux transmissions numériques par voie radio est imposée en France par le CNET qui réglemente l'utilisation du canal hertzien. Ses principales caractéristiques sont les suivantes:

transmission synchrone par modulation de phase à 1200 bauds, avec protection des données par code détecteur et correcteur d'erreurs.

#### **2.4 - Resistance a l'erreur**

Le modem doit être très résistant aux erreurs de transmission provenant soit de conditions radio-électriques perturbées, soit d'une utilisation intempestive de la fréquence par des Émetteurs/Récepteurs en phonie.

Si les balises sont employées à l'intérieur d'une structure de type réseau, il sera nécessaire de les nommer de manière unique afin de les distinguer les unes des autres, et pour éviter que des intervenants externes n'accèdent au système.

Dans le cas extrêmes pour lesquels la fiabilité de la liaison est primordiale, on utilisera comme dans l'exemple de surveillance de volcan, des balises de secours chargées de répondre aux défaillances de la liaison prioritaire.

### **ANALYSE DE LA GESTION DU RESEAU RADIO**

#### **1 - Introduction**

Pour pouvoir répondre aux besoins développés précédemment, on constate qu'il va falloir gérer de manière efficace l'accès au canal radio, en détectant les occupations indésirables, les erreurs dues aux conditions externes ou aux correspondances non désirées.

La complexité de la gestion des communications dépend évidemment de la forme du réseau.

Quoi qu'il en soit, avant de régir un système multi-points, il faut déjà résoudre tous les problèmes concernant le dialogue entre deux balises.

#### **2 - Les procédures de gestion du dialogue entre deux balises**

Suivant les besoins et l'intelligence du terminal connecté à la balise, différents protocoles de communication sont utilisables.

Dans tous les cas, la balise contrôle en permanence la porteuse radio et n'autorise l'émission de données que si le canal est disponible.

##### **- Protocole de transmission liaison de données**

Afin de résoudre efficacement tous les problèmes de communications existants entre deux balises, un protocole orienté caractère a été développé.

Ce protocole assure, la détection d'erreur, la correction d'erreur par retransmission des trames erronées.

De plus, il intègre une sous-couche de contrôle de l'accès au canal originale qui permet de limiter les risques de collisions.

#### **3 - Présentation des contraintes réseaux**

##### **- L'adressage**

Les adresses de réseau forment le moyen d'identifier de manière unique chacun de ses utilisateurs. Une fonction d'établissement et de libération de connexion de réseau peut être nécessaire pour transférer des paquets de données entre deux utilisateurs identifiés par

leurs adresses réseaux; une connexion de réseau pouvant être du type point à point ou multipoint.

#### **- Contrôle de congestion**

Un réseau risque d'être congestionné si le taux d'utilisation de ses ressources (mémoires tampons des noeuds, liaisons entre noeuds) devient trop élevé. En effet si on fait croître la charge du réseau (en augmentant le nombre de paquets envoyés), son débit, mesuré par le nombre de paquets acheminés à destination par unité de temps, peut fortement décroître et la performance du réseau est alors très dégradée.

#### **- Le routage**

Chaque noeud du réseau possède une table de routage, ou table d'acheminement, qui lui permet d'aiguiller les données vers la bonne liaison de sortie, en fonction de l'adresse de l'extrémité de destination.

Ces tables de routage peuvent être constantes ou variables. Dans ce dernier cas, les changements de routage peuvent intervenir à la suite d'une panne de liaison, d'un changement de configuration du réseau, etc... Le routage est alors dit adaptatif.

De plus, la responsabilité de la mise à jour peut être réservée à un centre de commande unique ou au contraire distribuée entre tous les noeuds.

Les notions explicitées auparavant sont bien sûr liées les une avec les autres.

Par exemple le routage et le contrôle de congestion ne sont pas indépendants: un mauvais choix de routage peut entraîner une congestion, en exigeant trop de mémoires tampons dans certains noeuds. Inversement, une situation de congestion peut impliquer des modifications de routage.