

## La télétransmission par satellite: Une technologie adaptée à la prévision hydrologique. Exemple de la lutte contre l'onchocercose

Dr. Eric SERVAT,  
Jean-Marc LAPETITE,  
Laboratoire d'Hydrologie, Institut International de Recherche Scientifique pour le Développement à Adiopodoumé (IIRSDA), 01 BP V51, Abidjan 01, Côte d'Ivoire

**RESUME** Après avoir rappelé ce qu'est l'onchocercose et les ravages qu'elle cause en Afrique de l'Ouest, les auteurs présentent l'intérêt de l'utilisation de la télétransmission dans le cadre de la lutte contre cette maladie. Après avoir décrit le matériel et sa méthodologie d'emploi, ils dressent un premier bilan tant en terme de fonctionnement du matériel proprement dit qu'en terme d'efficacité et d'économies réalisées. Les auteurs présentent enfin les futurs développements issus de l'emploi de la télétransmission par satellite.

### L'ONCHOCERCOSE EN AFRIQUE DE L'OUEST: UNE LUTTE A GRANDE ECHELLE CONTRE UNE MALADIE ENDEMIQUE

L'onchocercose, ou cécité des rivières, est une maladie transmise à l'homme par de petites mouches, les simulies (*simulium damnosum*), qui inoculent, par leurs piqûres, des filaires dont l'action sur l'organisme humain entraîne, à terme, la cécité.

En Afrique occidentale, et plus spécialement en zone de savane guinéenne, la maladie est endémique. La conséquence en est généralement l'abandon par les populations des zones infestées, alors qu'elles sont souvent les plus fertiles car situées en bordure de rivières.

Depuis 1974, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a lancé un important programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest, OCP (Onchocerciasis Control Program). Celui-ci couvre actuellement tout ou partie de plusieurs pays d'Afrique (Benin, Togo, Ghana, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Mali, Guinée) et devrait poursuivre son extension vers l'Ouest (Sierra Leone, Sénégal oriental).

Faute d'un médicament utilisable en campagne de masse, l'objectif visé par OCP est la destruction des larves du vecteur de l'onchocercose (*simulium damnosum*) par l'épandage d'insecticides en rivières. Ces larves se développent, en effet, dans l'eau et dans des conditions particulières, à savoir zones de rapides ou tout du moins de vitesse du courant importante.

Dans un premier temps, après un recensement des zones infestées, l'OMS a utilisé pour le traitement un larvicide dont les caractéristiques (coût, portance par l'eau, efficacité en dilution, etc.) ne nécessitaient pas de données hydrologiques précises. Le protocole de traitement utilisé pour ce larvicide était relativement simple. Au cours de leurs prospections hebdomadaires, les équipes OMS/OCP relevaient systématiquement les

hauteurs d'eau aux échelles de crues des stations hydrométriques du réseau. Elles transmettaient l'ensemble de leurs lectures en fin de semaine à la base de traitement qui calculait la dose d'insecticide à injecter, et qui transmettait les cartes de traitements hebdomadaires aux pilotes chargés de l'épandage. La précision des dosages, surtout en saison des pluies, était faible mais la marge d'erreur tolérée par le larvicide était telle qu'aucune étude hydrologique précise n'avait été envisagée. Malgré tout, certains inconvénients inhérents à cette façon de procéder nuisaient considérablement à l'efficacité du traitement:

- l'accessibilité aux données était impossible lorsque les voies d'accès aux stations hydrométriques étaient coupées en saison des pluies, ou lorsque les zones de traitement étaient trop éloignées des bases de prospection de l'OMS/OCP,
- la précision dans le dosage d'insecticide engendrait des traitements inefficaces sur les larves lorsque le débit des biefs variait trop par rapport au débit pris comme base de calcul pour le dosage. En saison des pluies, il est en effet courant de voir le débit de certaines rivières varier du simple au double en quelques heures,
- la fiabilité des données de hauteur d'eau était très restreinte pour plusieurs raisons: lecteur plus ou moins sûr, nombreuses transcriptions du message avant le calcul du dosage, calage des échelles pouvant être parfois remis en cause.

Depuis 1985, devant des cas de résistance à ce larvicide, l'OMS/OCP a dû employer de nouveaux produits, beaucoup moins tolérants quant à leurs conditions d'utilisation (coût élevé, faible portance, risques de toxicité, spectres d'efficacité en dilution très pointus). Face à ce problème d'efficacité et d'augmentation des coûts de traitement, il s'est révélé indispensable d'avoir une bonne connaissance du débit de chaque bief au moment du traitement et donc de disposer de données hydrologiques plus précises.

## LA TELETRANSMISSION DANS LE CADRE D'OCP

### Intérêt de la télétransmission

L'emploi de nouveaux larvicides aux conditions d'utilisation très strictes fait que l'efficacité de la méthode de traitement passe par une bonne adéquation entre le débit propagé et le volume d'insecticide injecté.

En clair cela signifie que les responsables des opérations aériennes de traitement des biefs doivent travailler pratiquement en temps réel.

Vu l'étendue de la zone couverte par OMS/OCP, la transmission des données par satellite apparaît comme un des meilleurs moyens d'atteindre cet objectif (Pouyaud & Le Barbe, 1987).

Cette technique offre plusieurs avantages appréciables:

- un accès aux données garanti en toutes saisons,
- une transmission des hauteurs d'eau quasiment en temps réel du fait des nombreux passages quotidiens des satellites relais,

- des données plus fiables que les lectures d'échelles qui nécessitent plusieurs transcriptions qui sont autant de sources d'erreurs,
- une centralisation rapide et simple des données par l'intermédiaire des stations de réception qui équipent les centres d'opérations aériennes (au nombre de deux actuellement, Odienné en Côte d'Ivoire et Lama Kara au Togo).

### Matériel et méthodologie

Description du matériel En étroite collaboration avec le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM, la société ELSYDE France a mis au point une plate-forme hydrologique appelée CHLOE. Cette plate-forme est constituée d'un système de calcul de la hauteur d'un plan d'eau par prise de pression, et d'un boîtier électronique comportant une horloge, un système de codification de la donnée et d'enregistrement sur cartouche de mémoire de masse; le tout étant alimenté de façon autonome par un panneau solaire et une batterie. En collaboration avec l'ORSTOM et ELSYDE France, la société CEIS-Espace a intégré à cette plate-forme hydrologique une carte Argos permettant le transfert de données sous forme d'un message capté par un satellite relais et centralisé au niveau des stations de réception des bases de traitements aériens.

Méthodologie Installée à proximité d'un cours d'eau, la balise de télétransmission n'est opérationnelle que si la courbe d'étalonnage de la section qu'elle contrôle existe. Lorsque l'emplacement retenu ne correspond pas à une station du réseau hydrométrique national, il convient donc de procéder à un étalonnage. Celui-ci effectué, le capteur de pression (SPI) est alors installé dans le même plan que les échelles limnimétriques, de façon à ce qu'il soit recouvert par l'eau même au plus fort de l'étiage. Le boîtier électronique est situé à une distance du SPI n'excédant pas 50 mètres, et au dessus des plus hautes eaux. Les deux éléments sont reliés par un câble souple.

Le SPI est interrogé à intervalle de temps régulier, réglable à partir du boîtier électronique. Il est procédé à une mesure de pression, corrigée par la température, qui permet de calculer la hauteur du plan d'eau. Il est, cependant, possible d'interroger le SPI à tout moment en dehors des instants de mesure prévus.

Le boîtier électronique est programmé pour sauvegarder sur mémoire de masse les valeurs des quinze dernières mesures effectuées mais aussi toutes les côtes ayant variées de +/- un centimètre, avec l'heure d'inscription en seconde par rapport à la date et à l'heure de mise en route. L'intervalle de temps fixé entre deux mesures est d'une demi heure. Ces cartouches de mémoire ont une autonomie d'environ une année. Elles sont dépouillées à l'aide d'un logiciel tournant sur micro-ordinateur, elles peuvent alors être effacées et réutilisées.

Toutes les 220 secondes, la carte Argos envoie, par faisceau hertzien, les 15 dernières mesures. Si un satellite passe à ce moment au dessus de la balise et de la station de réception, il sert de relais au message envoyé par la balise.

La station de réception, quant à elle, stocke les messages au fur et à mesure de leur arrivée et peut être interrogée par un opérateur à tout moment.

Premier bilan

Le parc de balises Les conditions de vitesse du courant nécessaires au développement des larves de simulies expliquent le fait qu'on les trouve principalement dans des cours d'eau de moyenne envergure ou en têtes de bassins, dans des zones où les masses d'eau sont plus facilement mises en mouvement. Le réseau de balises de télétransmission est donc plus dense sur les hauts bassins du Niger, du Sassandra, du Bandama, de la Comoé et de la Volta Noire. Actuellement, outre la soixantaine de balises du programme OMS/OCP, le réseau utilisé dans le cadre des traitements comprend une douzaine de balises du réseau Hydro-Niger et deux gérées par l'Agence de Bassin de la Volta Noire.

Il existe deux bases de traitement aérien possédant chacune une station de réception des données: Odienné en Côte d'Ivoire et Lama-Kara au Togo.

Le bilan en terme de fonctionnement Ces plate-formes hydrologiques sont de conception très récentes et certainement susceptibles d'être perfectionnées d'un point de vue technologique. Néanmoins après deux saisons des pluies de fonctionnement, et bien qu'il ait fallu faire face à différents types de problèmes (alimentation électrique, cartouches, cartes électroniques) le bilan est largement positif. La société CEIS-Espace informée des difficultés rencontrées étudie actuellement les moyens d'augmenter encore le coefficient de fiabilité de ce matériel. Dans cette optique l'expérience acquise durant les deux années écoulées sera très profitable tant en ce qui concerne la conception que l'implantation et l'exploitation de ce matériel technologiquement sophistiqué.

Amélioration du rendement des traitements et réduction des coûts Avant la mise en place du protocole de traitement à partir des données télétransmises, les pilotes injectaient dans les cours d'eau des doses de larvicides calculées à partir des lectures d'échelles de la semaine précédente. En saison des pluies, les variations de débit des rivières étant très rapides et parfois très importantes, l'adéquation "débit propagé-insecticide injecté" était souvent impossible à réaliser. L'utilisation possible de données hydrologiques en temps réel a permis l'obtention de dosages d'une précision rarement atteinte jusqu'alors. Hormis ce gain en efficacité des traitements, primordial pour le succès du Programme, une importante réduction de son coût a pu être obtenue. Elle contribue pour une bonne part aux quelques deux millions de dollars d'économies réalisées pour la seule année 1987. Plusieurs explications peuvent être fournies:

- un meilleur ajustement des doses d'insecticides et, donc, la diminution des coûteux surdosages,
- des traitements plus efficaces permettant de suspendre ceux-ci pendant une semaine ou plus,
- la suspension des traitements dans le cas de trop fortes crues.

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Comme on vient de le voir l'apport positif de la télétransmission satellitaire en matière d'acquisition de données en temps réel est

indéniable. A l'heure actuelle, fort de ces premiers résultats l'OCP envisage de compléter son parc de balises au fur et à mesure de l'extension vers l'Ouest du Programme. A terme le réseau devrait comprendre une centaine de plate-formes de télétransmission.

De façon à améliorer encore l'efficacité du dispositif, l'OMS/OCP a demandé à l'ORSTOM d'élaborer un logiciel de prévision des débits en chacun des biefs de traitement, et qui s'appuierait sur les données télétransmises (Bader et al, 1988). Il s'agit donc de réaliser un outil parfaitement convivial utilisable par des opérateurs non informaticiens de formation. L'objectif à atteindre consiste en l'émission d'une prévision en tous biefs de traitement et à plusieurs horizons (selon les cas, 3H, 6H, 12H, ou encore un à plusieurs jours). On définit pour cela plusieurs types de modèles qui offrent ainsi différentes possibilités pour réaliser la prévision (propagation de crues, autorégression, corrélations inter-balises, corrélations balises-échelles limnimétriques, modèles de décrue, méthodes empiriques type OCP). La réalisation de ce logiciel est en cours.

Hors le cas particulier du programme de lutte contre l'onchocercose, la télétransmission par satellite offre de nombreuses perspectives et se présente comme une technique d'avenir en hydrologie. Elle devrait trouver sa pleine utilisation dans le cas de réseaux d'annonces de crues sur des bassins relativement étendus. Cependant son intérêt dans le cadre de la rationalisation de la gestion d'un réseau hydrométrique national est évident (meilleure gestion, auto-surveillance, etc.) (Pouyaud, 1988). A fortiori dans les pays en voie de développement de la zone intertropicale dans lesquels les voies d'accès sont parfois impraticables et où, localement, les conditions de suivi des mesures sont parfois très insuffisantes.

#### REFERENCES

- Bader, J.C., Le Barbé, L., Servat, E. (1988)  
Télétransmission des données hydrologiques dans le cadre du programme de lutte contre l'onchocercose. Proceedings of the Sahel Forum on the State of the Art of Hydrology and Hydrogeology in the Arid and Semi-Arid Areas of Africa. Ouagadougou, Burkina Faso, Novembre 1988. Edited by Misganaw Demissie and Glenn E. Stout: I.W.R.A., Urbana, Illinois.
- Pouyaud, B. (1988)  
Réseaux hydrologiques, banques de données informatisées et télétransmission. Proceedings of the Sahel Forum on the State of the Art of Hydrology and Hydrogeology in the Arid and Semi-Arid Areas of Africa. Ouagadougou, Burkina Faso, Novembre 1988. Edited by Misganaw Demissie and Glenn E. Stout: I.W.R.A., Urbana, Illinois.
- Pouyaud, B. & Le Barbe, L. (1987)  
Onchocercose, Hydrologie et Télétransmission. Water for the Future: Hydrology in Perspective. Proceedings of Rome Symposium, April 1987. IAHS, Publ. 164.