

Onchocercose, hydrologie et télétransmission

BERNARD POUYAUD & LUC LE BARBE

Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM, Miniparc,
Bât. 2, Rue de la Croix Verte, 34100
Montpellier, France

RESUME L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a lancé en Afrique de l'Ouest depuis 1971 un programme de lutte contre l'onchocercose qui repose sur le traitement par insecticide des rivières où vivent les larves du moucheron vecteur de la maladie. La connaissance des débits des rivières est nécessaire pour permettre un bon dosage des applications d'insecticides. Dans la première phase du projet cette estimation utilisait les données d'un réseau hydrométrique classique, renforcé par quelques stations spécifiques et des jaugeages de complément. La seconde phase, concernant des régions plus difficiles d'accès et des régimes plus variés nécessite l'implantation d'un important réseau de limnigraphes avec télétransmission satellitaire qui permettra une prévision en temps réel des débits, autorisant une programmation plus réaliste des applications d'insecticides. La communication présente les choix méthodologiques et technologiques retenus par l'OMS sur les conseils de l'ORSTOM.

Onchocercose, hydrology and satellite telemetry

ABSTRACT Since 1971, the World Health Organization (WHO) has set up a programme to combat onchocercose. This disease spreads through gnats and the WHO programme is thus based on insecticide treatments of the midge larvae in the rivers. The knowledge of river flows is necessary to allow an appropriate insecticide dosage. In a first phase, river flows were estimated using a conventional runoff measurement network, along with the data provided by a few specific stations and complementary stream gauging. The second step is concerned with an extension of the programme to regions whose accessibility is more difficult and to a broad diversity of hydrological regimes. This requires the implementation of streamgauge network, using satellite telemetry to allow a real time flow forecasting and a better fit of insecticide treatments. This paper presents the methodological and technical solutions chosen by WHO following the ORSTOM suggestions.

INTRODUCTION

L'onchocercose, ou "cécité des rivières", est une endémie qui a touché en Afrique de l'Ouest plusieurs dizaines de millions de personnes résidant à proximité des cours d'eau. Elle est provoquée

par une filaire, *Onchocerca volvulus*, ver filiforme parasitant le derme de l'homme, transmis par un moucheron piqueur, la similie, du complexe *Simulium damnosum*. Le stade larvaire de cet insecte est aquatique et rhéophile: les larves vivent accrochées à des supports immergés à faible profondeur dans des courants vifs, qui leur apportent oxygène et nourriture. Les adultes aériens sont très mobiles et se nourrissent tous les trois à quatre jours de sang humain, transmettant ainsi à l'homme la filaire parasite. L'onchocercose est une maladie cumulative, dont la gravité est proportionnelle aux degrés d'infestation en similies et d'exposition des individus; elle peut provoquer des lésions oculaires graves, aboutissant à une cécité définitive. Il n'y a pas de médicaments, préventifs ou curatifs, utilisables à grande échelle; la seule forme de lutte actuellement possible, permettant d'interrompre le cycle de transmission (homme-parasite-vecteur-homme) est de détruire les similies vectrices, qui ne sont vulnérables que durant leur stade larvaire. La lutte consiste donc en l'application répétée d'insecticides, facilement biodégradables, non rémanents, aussi spécifiques que possible et formulés de telle sorte que le nuage de diffusion reste en surface, tout en ayant une grande "portée" hydraulique. Ces larvicides sont appliqués chaque semaine en amont de chaque ensemble de gîtes, colonisés par les larves de *Simulium damnosum*, par des épandages aériens menés à partir d'avions ou d'hélicoptères. Une connaissance précise des débits des cours d'eau, en chacun des points de traitement, est donc absolument nécessaire; cette connaissance concerne aussi bien les modules annuels et interannuels, pour évaluer l'importance des campagnes de traitement et les stocks d'insecticide prévisibles, que les débits instantanés pour ajuster chaque application, car les sous-dosages qui génèrent l'apparition de résistances chez les larves, sont aussi dangereux que les surdosages avec le risque de détruire la faune non cible ou d'incommoder les populations riveraines.

La réussite du programme de lutte contre l'onchocercose repose donc sur une alliance objective des entomologistes, des hydrobiologistes et des hydrologues, en même temps que la pertinence des moyens technologiques mis en oeuvre.

LE PROJET INITIAL: OCP

Le programme de lutte contre l'onchocercose (OCP: Onchocerciasis Control Project) débuta en 1974 dans le bassin des Volta, planifié sur 20 ans. L'objectif de ce programme "n'est pas d'éradiquer le vecteur, mais d'en contenir les populations de manière à interrompre la transmission de la maladie ou du moins à la maintenir, pendant une durée supérieure à celle de la vie du parasite chez l'homme, en deçà du niveau du risque oculaire chez les communautés riveraines qui pourront ainsi occuper ou reconquérir les vallées inhabitées". Le programme concerne près de 10^6 km^2 , appartenant à sept états ouest-africains, et à l'époque de sa mise en oeuvre, seuls les moyens de l'hydrologie classique étaient, encore en Afrique, à la disposition des hydrologues.

Le premier travail attendu était de rassembler les données hydrologiques éparses dans les différents pays. Ce qui fut grande-

ment facilité par la Monographie du Bassin des Volta alors en cours de réalisation par le CIEH et l'ORSTOM. Il fallait aussi compléter les réseaux hydrométriques nationaux existants, dont la densité en stations n'était généralement pas suffisante pour les besoins d'OCP dans toutes les zones du programme. Cela fut rendu possible par une bonne coordination avec les diverses opérations de renforcement des services hydrologiques nationaux entreprises alors, en réaction à la première phase de la sécheresse.

Mais malgré ces apports extérieurs conséquents, un travail considérable restait à faire, car les sites hydrologiques majeurs d'OCP étaient trop souvent inaccessibles, du moins en saison des pluies. Surtout, ce travail devait être impérativement exécuté très rapidement pour permettre un démarrage précoce des traitements, y compris sur les rivières mal connues, alors que des problèmes politiques ne permettaient pas toujours d'utiliser en sécurité l'hélicoptère pour accéder à ces zones, de plus bien souvent frontalières. Grâce à la motivation des diverses équipes engagées, une cinquantaine de stations complémentaires purent être installées dès les premières années et près d'un millier de jaugeages, de complément ou de vérification, réalisés.

Pourtant, le rôle de l'hydrologue ne s'arrête pas à cette phase évidente d'installation et d'étalonnage primaire des stations, puisque l'exigence de respecter des normes relativement strictes, en matière de dosage des larvicides, entraîne la nécessité d'entretenir régulièrement le réseau et surtout de réétalonner périodiquement les stations, chaque fois que nécessaire, afin de corriger tout détarage naturel ou artificiel, survenu en cours de campagne. L'importance sanitaire, et donc humanitaire du programme, ne doit pas occulter les contingences économiques et il est tout à fait légitime de chercher aussi à améliorer le rapport coût-efficacité, ce qui justifie à nouveau, à un autre niveau, l'intervention de l'hydrologue, voire de l'hydraulicien :

- Il est en effet économiquement impensable de doter chaque gîte d'une station limnimétrique. On ne connaît en fait les débits qu'aux seules stations limnimétriques, parfois éloignées les unes des autres. Dans ces conditions une meilleure connaissance hydraulique des écoulements, débouchant sur une typologie des diverses rivières, serait une aide considérable, d'autant plus appréciable qu'elle serait complétée par une meilleure approche de la diffusion des divers produits larvicides dans l'eau et du comportement de la vague d'insecticide au fil de l'eau.

- Il est aussi justifié de compléter cette meilleure connaissance des écoulements par des études ponctuelles de certains ensembles de "rapides" complexes, d'importance stratégique particulière ou très difficiles à traiter par suite de leur configuration géographique originale.

Ces préoccupations ont justifié à OCP des études hydrauliques spécifiques.

INTRODUCTION DE TECHNOLOGIES NOUVELLES DANS OCP

En fait toute cette approche, et toutes les améliorations introduites, butaient sur le facteur temps : quoique planifiées et malgré

les moyens matériels et humains engagés, les lectures d'échelles limnimétriques, sur lesquelles tout repose, sont faites au moins quatre jours (et parfois jusqu'à huit jours) avant l'application du larvicide dont elles auront servi à déterminer le dosage. Cette méthodologie entraîne évidemment des erreurs considérables dans l'estimation des débits et donc des dosages, surtout en hautes eaux ou en saison de transition, y compris sur les grands cours d'eau lentement variables. En 1983 une évaluation *a posteriori* estimait à 40% seulement le nombre de grands cours d'eau correctement traités en insecticides, laissant donc 60% de sous-dosages ou de surdosages, signifiant soit des traitements insuffisants, voire dangereux en cas d'apparition de résistance des insectes à l'insecticide, soit des gaspillages financiers, accompagnés éventuellement de risques pour les populations. La solution reposait sur la télétransmission des données limnimétriques, seule susceptible de permettre à l'OCP de connaître en temps réel le débit des rivières et de déterminer les doses d'insecticide appropriées.

Le premier essai d'un réseau pilote de stations équipées de télétransmission était mis en place début 1984. Il consistait à équiper des limnigraphes traditionnels à flotteur, déjà installés (OTTX et OTXX) d'un codeur pour digitaliser la mesure du niveau. Cette mesure était alors transférée sur une balise d'émission qui la télétransmettait, via les satellites NOAA-TIROS avec le système ARGOS, vers une station de réception autonome construite par la société CEIS-Espace. Installée à LAMA-KARA, au siège de l'OCP cette station de réception permet de recevoir toutes les quatre à sept heures, en temps réel, les hauteurs d'eau aux stations de ce réseau pilote et donc d'adapter les dosages de larvicides aux variations de débit. Ce dispositif comprend huit stations sur les rivières Kara, et Koumangou du haut bassin de l'Oti. Il a été exploité avec un plein succès au cours des saisons 1984 et 1985. Les renseignements hydrologiques, obtenus en temps réel, étaient utilisés pour une prévision de débits à terme de cinq ou dix heures, par corrélation avec les débits antérieurs, ou lorsque cela était possible par corrélation avec les débits observés sur des stations amont. Dans tous les cas, ces méthodes ont permis d'améliorer considérablement la pertinence des doses d'insecticides appliquées, éliminant ainsi les redoutables sous-dosages et surdosages. L'analyse économique des coûts d'installation et de fonctionnement de ce réseau-pilote, comparés aux avantages directs et secondaires obtenus, a justifié son utilisation, sur une plus grande échelle, pour l'équipement des nouvelles zones couvertes par les extensions ouest et sud-est d'OCP, pour lesquelles cette méthodologie semble encore plus prometteuse.

LA TELETRANSMISSION HYDROLOGIQUE DANS LES EXTENSIONS D'OCP

Dans ces régions, particulièrement inhospitalières et bien souvent désertées depuis longtemps, qui constituent en grande partie l'extension Ouest d'OCP (Nord-Guinée, Est-Sénégal, Ouest-Mali), il n'existait en fait plus aucun réseau hydrologique en état. Beaucoup était donc à faire, très vite et dans des conditions d'inaccessibilité difficilement imaginables. Toute collaboration d'une popula-

tion presque inexistante était exclue et l'OMS, forte des résultats du réseau-pilote du Nord-Togo, a basé la réussite du projet d'extension sur une utilisation permanente et dominante de la télétransmission. Il est donc prévu, à la suite de prospections hélicoptérées, d'équiper en télélimnigraphe les hauts bassins du Niger, du fleuve Sénégal, et des fleuves côtiers guinéens. Les données seraient recueillies à Odienné par une station de réception automatisée. Les jaugeages, d'étalonnage ou de contrôle, seraient réalisés par les équipes nationales, éventuellement renforcées par des équipes de l'ORSTOM, transportées par hélicoptère dans les zones inaccessibles autrement en saison des pluies. Cela représente évidemment une entreprise considérable qui devra être étalée sur plusieurs saisons des pluies, en commençant par les stations prioritaires au plan entomologique, aussi bien qu'hydrologique.

Vu l'importance du programme, un équipement limnigraphique avec télétransmission, entièrement nouveau fut créé sous la responsabilité du Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM, à partir d'un limnigraphe à capteur relatif de pression piézo-électrique et stockage des données sur cartouche à mémoires statiques EPROM, commercialisé par la société ELSYDE sous le nom de CHLOE, et de la balise ARGOS de télétransmission de CEIS-Espace. La programmation de la carte CHLOE permet l'acquisition et le stockage, avec remise à jour chaque demi-heure, de quinze hauteurs d'eau correspondant aux quinze plus récentes demi-heures rondes. A chaque passage en vue de la balise, d'un satellite du système ARGOS, lui est transmis un message contenant les quinze hauteurs d'eau complétées par des paramètres du système (numéro de message, température interne et température de l'eau, tensions batterie et panneau solaire, taux de remplissage de la cassette de stockage informatique). Un soin tout particulier fut apporté à la miniaturisation du système, qui ne soit pas exclusif de sa fiabilité, de sorte que l'ensemble puisse être facilement installé par hélicoptage. Les cinq premières stations seront installées en août 1986, complétées par quinze autres en novembre 1986, et le réseau ainsi créé complété en 1987 par une trentaine de stations supplémentaires.

Ces données seront recueillies par la station de réception automatisée installée au siège des opérations aériennes de la zone-ouest d'OCP (c'est-à-dire à Odienné). Cette station peut gérer une cinquantaine de stations limnigraphiques en alimentant, en temps réel, pour chacune d'entre elles, un fichier indexé de hauteurs d'eau. Toutes les données limnimétriques, en provenance du réseau propre d'OCP, ou de réseaux voisins (Hydroniger par exemple) sont ainsi prises en compte et rassemblées.

A l'aval de cette station de réception, déjà informatisée, un micro-ordinateur acquiert automatiquement ces données de hauteur d'eau, les transforme en débit grâce aux tarages mémorisés et effectue des prévisions à court terme (5 à 10 h) qu'il utilise ensuite pour prévoir les doses d'insecticide à appliquer en tel ou tel site, situé à proximité de telle station du réseau, en conformité avec le planning de traitement pour lequel il aura été préalablement programmé.

Pour l'instant bien sûr seuls ont été testés en vraie grandeur le télélimnigraphe et la station de réception, qui ne devraient donc pas réserver de surprises à leur utilisateur. Par contre les

logiciels d'exploitation de la station de réception restent encore à écrire, même si l'expérience, acquise dans le cadre du réseau Nord-Togo, fait que nous ne sommes plus dans l'inconnu, mais il faudra bien sûr adapter cette expérience aux réalités du nouveau terrain et surtout à son échelle.

Il faut savoir que les tournées aériennes (hélicoptère ou avion) de traitement insecticide des biefs de rivière sont planifiées suffisamment à l'avance. Les avions et hélicoptères quittent en moyenne tous les sept jours leurs bases pour un circuit complexe. Il convient donc de leur livrer chaque semaine, en même temps que leur plan de vol hebdomadaire, une prévision sur l'état hydraulique des rivières qu'ils rencontreront. Chaque jour, les débits des rivières à traiter en cours de journée seront actualisés et les nouvelles valeurs transmises par radio aux pilotes, ainsi que les doses calculées d'insecticides à appliquer. Seule, bien sûr, l'expérimentation en vraie grandeur permettra de dégager ce qui est réellement, et avec avantage, automatisable et ce qui doit être au contraire encore laissé à l'arbitrage du responsable du projet.

En tout état de cause seule la télétransmission et l'automatisation du traitement de l'information, puis l'évaluation des phases successives de ce processus, peuvent permettre d'espérer satisfaire à l'impressionnant cahier des charges de l'extension Ouest du programme de lutte contre l'onchocercose, et cela dans les délais impartis.

CONCLUSIONS

Cette rapide rétrospective du programme onchocercose, au cours de ces quinze dernières années, et de ses relations avec l'hydrologie, devrait jeter une lumière particulière sur les transformations récentes des services hydrologiques d'Afrique de l'Ouest et sur la façon même de concevoir la gestion d'un réseau hydrologique dans ces contrées difficiles. Alors qu'on aurait pu croire, voici 10 ans, que ces pays resteraient à l'écart des conquêtes modernes de la technologie et de l'informatique appliquées à l'hydrologie, il aura suffi au contraire d'atteindre un certain seuil de fiabilité pour que ces techniques nouvelles s'avèrent finalement les seules susceptibles de répondre positivement aux contraintes géographiques, humaines et financières du développement de ces pays.