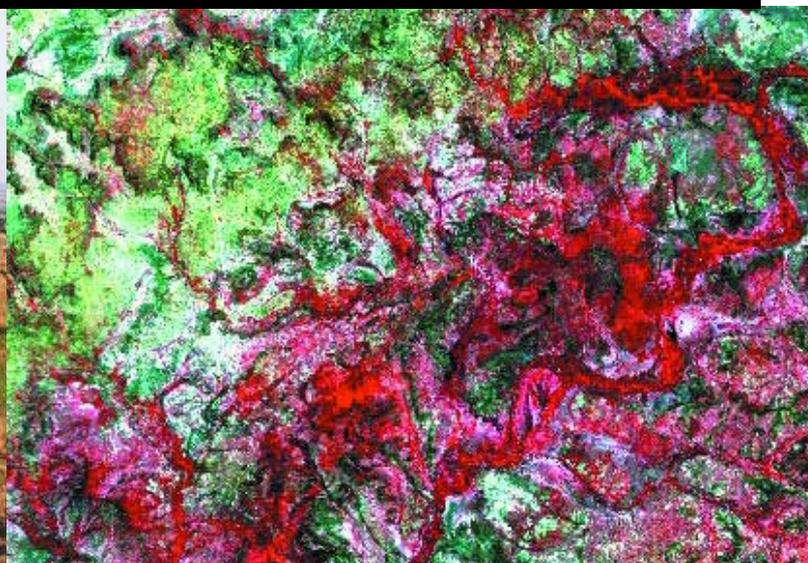


DÉTERMINATION DES ZONES PRIORITAIRES POUR LA LUTTE CONTRE LA TRYPANOSOMIASE AU MOYEN DE DONNÉES SATELLITE ET DE LA LOGIQUE FLOUE

Étude pilote réalisée au Togo





LA SÉRIE POUR DÉCIDEURS: POUR QUI ET POURQUOI ?

Cette série, produite par le Service de l'environnement et des ressources naturelles de la FAO s'adresse aux décideurs que sont les chefs de service et directeurs de division d'administrations nationales et internationales, les directeurs de projet, les planificateurs et les responsables d'organismes de développement. Elle a pour objet de présenter les diverses possibilités d'appliquer les nouvelles techniques de télédétection et d'utilisation de systèmes d'informations géographiques pour faciliter la planification et la gestion des ressources naturelles renouvelables dans les secteurs de l'agriculture, de la foresterie et des pêches. Le présent numéro est plus spécialement destiné aux décideurs chargés d'appliquer les mesures de lutte contre les maladies à transmission vectorielle, et d'assurer la gestion des parcours.

NÉCESSITÉ DE DÉFINIR DES ZONES PRIORITAIRES EN MATIÈRE D'ACTIVITÉ DE LUTTE

La trypanosomiase est endémique dans 36 pays de l'Afrique subsaharienne, où elle décime le bétail et présente un coût économique élevé. L'application sans discernement de mesures de lutte contre la maladie pourrait entraîner une augmentation excessive du cheptel par rapport à la capacité de charge et, en conséquence, un surpâturage à même de entraîner une disparition de la végétation et une érosion irréversible des sols . Grâce à l'application des techniques de télédétection satellitaire et des principes de la logique floue dans le cadre d'un système de suivi fondé sur connaissances de la region, les services vétérinaires ou les administrations responsables sont en mesure de distinguer les zones où les activités de lutte peuvent déboucher sur un accroissement durable de la production animale.

QU'EST CE QUE LA LOGIQUE FLOUE?

Il est rare que les caractéristiques naturelles telles que la fragilité de l'environnement soit clairement définies et il n'est donc pas possible de les analyser de façon classique en ayant recours à une logique de type binaire (fragile ou résistant: 0 ou 1). La notion de logique floue rend possible un certain degré d'appartenance à une classe, qui est défini au moyen de fonctions d'appartenance. Avec le calcul relationnel fondé sur la logique floue, on peut construire une base mathématique permettant de traiter toutes sortes de problèmes lorsque le côté en quelque sorte flou du milieu naturel doit être pris en compte.

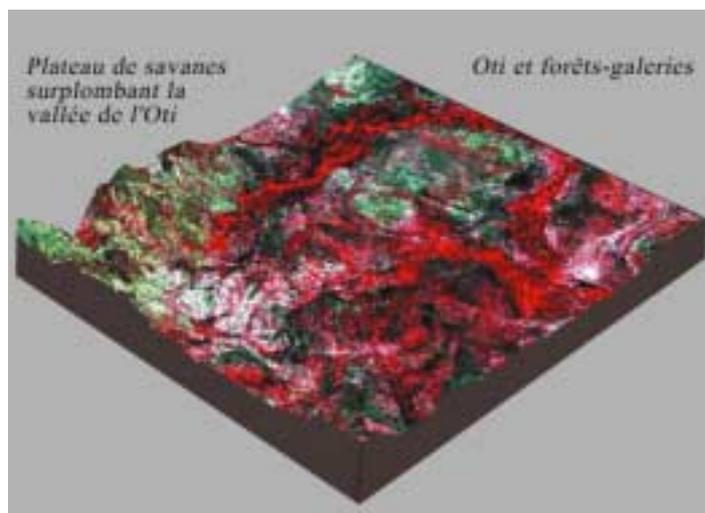


Image composite en couleur du Landsat TM superposée sur une maquette de paysage numérique. Dans les plaines de l'Oti, la végétation est plus dense que sur le plateau très cultivé.

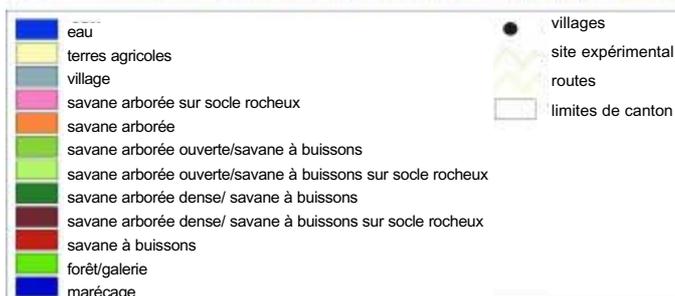
QU'EST CE QUE LA TÉLÉDÉTECTION?

La télédétection recouvre l'ensemble des techniques liées à l'analyse et à l'exploitation de données obtenues grâce aux satellites d'observation de la terre et de l'environnement (du type Meteosat, NOAA-AVHRR, Landsat TM, SPOT et ERS-SAR) et aux photographies aériennes. Le principal objectif de la télédétection est de cartographier et de suivre les ressources terrestres. Comparée aux techniques de relevé de type classique, la télédétection par satellite est précise, rapide et économique.

IMAGES SATELLITE À HAUTE RÉOLUTION

La combinaison de la disponibilité, sur le plan opérationnel, des images satellite à haute résolution et des données en provenance d'autres sources (cartes thématiques et données numériques) ouvre de nouvelles perspectives pour l'analyse de l'occupation du sol. Les images obtenues présentent plusieurs avantages:

- Elles assurent une vue d'ensemble et donnent donc une description exhaustive de vastes régions.
- Elles peuvent être acquises pour une zone donnée à des intervalles très courts, de sorte qu'il est possible de sélectionner les données correspondant aux périodes de l'année les plus appropriées.
- Elles permettent l'établissement de cartes à grande échelle.
- L'enregistrement des images satellitaires selon différentes longueurs d'onde – dans le visible et le non-visible - donne des informations précises sur les conditions prévalant au sol.



*Carte de l'occupation du sol
obtenue à partir d'une
classification supervisée avec
un maximum de vraisemblance
au moyen d'un filtre médian
(3x3)*



ÉTUDE DE CAS RÉALISÉE AU TOGO DANS LES RÉGIONS DE KARA ET SAVANES-L'OTI

Pour donner des résultats, une campagne de lutte contre la trypanosomiase doit relever d'une démarche de type pluridisciplinaire et solide du point de vue écologique. Grâce à des activités de lutte appropriées, adaptées aux conditions environnementales locales, il devrait être possible de lutter contre la trypanosomiase animale sans que les mesures aient des conséquences dramatiques sur l'environnement et, à terme, sur la population. Dans le cadre de cette action, le projet T4/DD/21 et le programme TELSAT4 ont été associés au projet FAO GCP/RAF/347/BEL au Togo et au Burkina Faso. Le projet TELSAT avait pour objectif d'inclure des paramètres d'ordre environnemental dans la base de données et de mettre en place un système de contrôle fiable exploitant des informations provenant d'images satellite et d'autres ressources physiques terrestres. Le système de contrôle conjugait paramètres physiques obtenus à partir d'images satellite et d'autres ressources terrestres et l'application de la technique du calcul relationnel en logique floue. Des cartes thématiques fondées sur l'utilisation de paramètres physiques et sur les résultats de suivi ont été traitées dans le cadre d'un système d'informations géographiques (SIG).

L'application du système de suivi a nécessité plusieurs étapes successives:

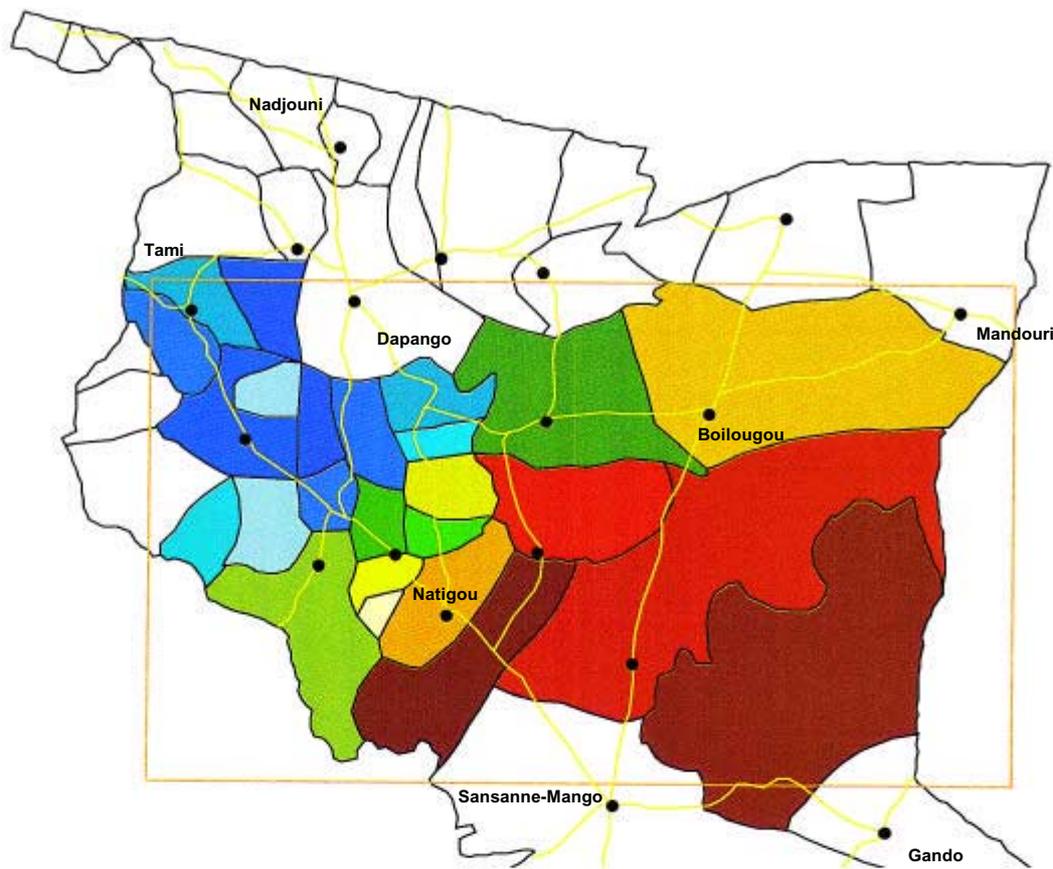
- Délimitation des plus petites subdivisions administratives aux fins du programme de lutte contre la maladie. Au Togo, cette étape a abouti à cartographier chacun des cantons des différentes régions.
- Généralisation des résultats et stockage de tous les paramètres décrivant la fragilité de l'environnement dans une base de données relationnelles.
- Établissement d'une matrice spécifique grâce à la conversion des valeurs contenues dans la base de données relationnelles au moyen de fonctions d'appartenance définies par les utilisateurs. Ces fonctions d'appartenance découlent de connaissances d'experts préalablement contrôlées.
- Application des relations combinées à l'ensemble des paramètres flous mis en place.
- Classement des cantons en fonction de leur fragilité du point de vue environnemental.

TÉLÉDÉTECTION ET LOGIQUE FLOUE: SYSTÈMES D'AIDE À LA DÉCISION

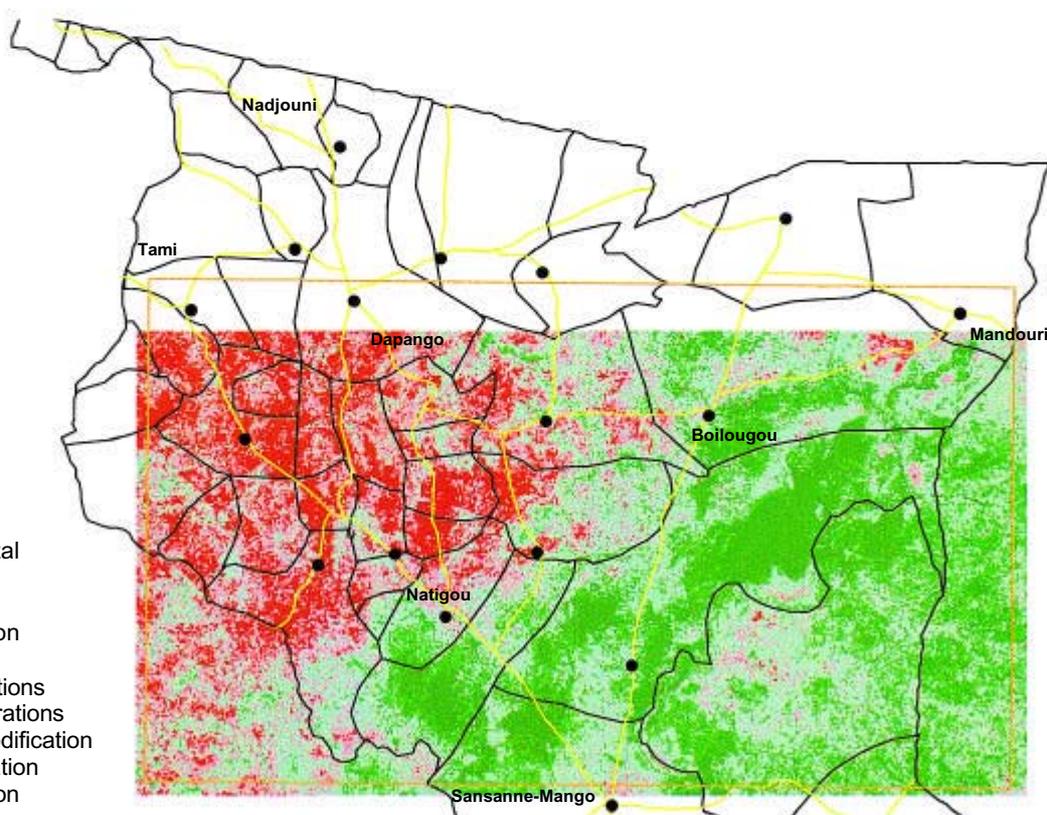
La méthodologie créée dans le cadre du projet à partir des images de Landsat TM et des ressources terrestres physiques permet aux services vétérinaires de définir des zones prioritaires en ce qui concerne les activités de lutte contre la trypanosomiase. Les données communiquées sont les suivantes:

- **Cartes de l'occupation du sol à grande échelle** (au 1:75 000) obtenues grâce à une classification supervisée des images satellitaires avec une précision de classement de 65 à 95 pour cent calibrée à partir de relevés intensifs sur le terrain.
- **Base de données détaillée pour chaque canton**, comprenant les mesures et les paramètres calculés et du suivi de l'état de fragilité relative, dans un SIG.
- **Cartes établissant un classement des cantons** (au 1:75 000) établies d'après la technique du calcul relationnel en logique floue indiquant les zones prioritaires pour les mesures de lutte contre la trypanosomiase.

- Nioukpourma
- Goudoga
- Nano
- Bombouaka
- Lotougou
- Tandjouare
- Sissiak
- Bogou
- Bidjanga
- Lokpano
- Pana
- Tami
- Naki-Est
- Nandoga
- Boulogou
- Tamongué
- Pligou
- Loko
- Loko Lassong
- Borgou
- Barkoissi
- Nagbeni
- Tchanaga
- Mogou
- Galangashi



- site expérimental
- villages
- routes
- limites de canton
- fortes détériorations
- légères détériorations
- absence de modification
- légère amélioration
- forte amélioration



Similarité entre les zones où la situation s'est détériorée (entre 1986 et 1995) à partir d'une image obtenue de la différence d'index de végétation normalisé pris à deux dates (Landsat TM) et la carte classant les cantons par degré de fragilité (zone bleue: degré élevé de fragilité - absence de priorité, zone rouge: faible degré de fragilité - priorité). Les zones présentant un faible degré de fragilité correspondent aux zones vertes sur l'image différence.

ÉVALUATION ET RECOMMANDATIONS

Coûts et délais d'obtention

Activités	Coûts (dollars/km ²)	Durée (mois)
Achat d'images satellite	0.55	1
Traitement et interprétation des images 0.16	6	
Relevés sur le terrain	0.09	0.5
Calcul relationnel en logique floue	0.08	4
Établissement de la base de données SIG 0.03	5	
Production de la carte	0.02	1
Total	1.3	17.5

REMARQUES

L'évaluation des coûts et des délais d'obtention a été établie en fonction des coûts et des délais réels d'obtention des résultats dans le cadre du projet pilote. En situation réelle, les délais d'obtention seront réduits pour plusieurs raisons:

- Le traitement des images et les relevés de terrain nécessiteront moins de temps.
- Dans la phase de démarrage, l'établissement de la base de données prend du temps mais une fois réalisée la numérisation des documents, l'application des techniques SIG sera limitée aux analyses et aux mises à jour.
- L'extraction des paramètres pour le calcul relationnel en logique floue n'a lieu qu'une fois établie la base de données relationnelles. Des mises à jour sont nécessaires lorsque de nouvelles données sont disponibles.

AVANTAGES DE LA MÉTHODE DE LA LOGIQUE FLOUE

La méthode de la logique floue est fondée sur des paramètres physiques qui sont extraits de cartes numériques d'images satellite ou de données numériques sur les ressources terrestres. En conséquence, son application n'est limitée ni dans le temps, ni dans l'espace. De surcroît, lorsqu'elle est combinée à l'extraction de données provenant d'images satellite, la collecte d'informations au niveau du canton permet un calcul de la fragilité à une haute résolution pour de vastes superficies. Il s'agit d'un système de surveillance peu onéreux et ayant un caractère convivial et qui de plus est fondé sur l'utilisation de paramètres physiques stockés dans une base de données relationnelles.

RECOMMANDATIONS

Le système créé dans le cadre du projet pilote peut être appliqué avec succès dans toutes les régions où des données sur les ressources terrestres sont suffisantes pour constituer la base de données relationnelles. Lorsqu'il s'agit de couvrir un pays tout entier, l'application d'une technique de superposition de pixels entre des données d'images RESURS et Landsat TM est envisageable pour abaisser les coûts. La même procédure peut être appliquée à l'échelle régionale avec des images SPOT VEGETATION et SPOT XS.

L'étude réalisée par le laboratoire d'application des techniques de gestion forestière et d'informations spatiales, de l'Université de Gand (Belgique) en coopération avec l'Institut Prince Léopold de médecine tropicale d'Anvers (Belgique) et le projet régional de la FAO contre la trypanosomiase au Togo et au Burkina Faso (GCP/RAF/347/BEL).

(Pour plus de détails, prière de contacter Mme Nancy Van Camp, nancy.vancamp@rug.ac.be)

Pour obtenir la série télédétection pour décideurs, prière de s'adresser à :

Service de l'environnement et des ressources naturelles

Département du développement durable

FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie

Tel.: (+39) 06 570 55583; fax (+39) 06 570 53369

Adresse électronique: Changchui.He@fao.org

La liste des sujets analysés dans cette série peut être consultée sur l'Internet:

www.fao.org/waicent/faoinfo/sustdev/Welcome_.htm