

Les Sols

numéro 31, mars 2006

articles

Un labo d'étude des sols dans une valise
Séquestration du carbone : un tiercé écologique gagnant ?
Ni déchets, ni lacunes : cartographie du sol par satellite
Combattre la désertification avec des logiciels

rubriques

Éditorial : Allô, la terre? Les TIC et les sols
TechTip : EuDASM
Ressources Internet
Questions / Réponses : ISRIC, sols et agriculteurs des ACP

<http://ictupdate.cta.int>

Allô, la terre? Les TIC et les sols

Comme bien d'autres parties du monde, les pays ACP ont vu leurs sols se dégrader rapidement en moins d'un siècle. En cause, la surexploitation des cultures et des pâturages, le prélèvement excessif de bois de chauffage, l'augmentation des cheptels et une mauvaise gestion des ressources naturelles.

Résultat, une liste des dégâts environnementaux qui s'allonge : érosion du sol et désertification ; sols moins fertiles, et donc baisse de rendement des cultures vivrières ; pertes critiques de biomasse et de biodiversité ; transfert du carbone du sol vers l'atmosphère, contribuant à la pollution de l'air et au réchauffement de la planète. Et je n'envisage ici que les caractéristiques de sols « normaux ». Je pourrais y ajouter la pollution, la saturation en pétrole et la salinisation.

C'est là que les TIC entrent en jeu ; sans SIG, GPS, télédétection, modélisation informatique et autres logiciels d'aide à la décision, il serait parfois impossible de démêler l'écheveau des problèmes. Les TIC font partie de ces stratégies qui, avec un peu de chance, pourraient transformer radicalement l'agriculture dans les ACP, accroître les rendements, arrêter l'érosion des sols et inverser la désertification, permettre le développement de puits de carbone qui, une fois les systèmes de quotas d'émission mis en place, pourraient rapporter gros.

Ces technologies qui évoluent par à-coups déboulent parfois dans l'agriculture alors qu'elles ont été développées pour la médecine, la défense ou la conquête spatiale. Impossible de les aborder toutes dans ce numéro d'ICT Update. Nous avons donc choisi quelques projets révélateurs des nouvelles technologies qui pourraient contribuer à l'amélioration et la conservation des sols dans les pays ACP.

Les cartes, ou plutôt le peu ou l'absence de cartes, seront le fil rouge des projets présentés dans ce numéro. Les cartes du sol sur support papier disparaissent rapidement suite à de mauvaises conditions d'archivage ou à la disparition des institutions chargées de les conserver. Pour ne rien arranger, des raisons historiques font que la plupart des cartes prennent la poussière dans les archives d'instituts du Nord totalement inaccessibles aux utilisateurs du Sud. Heureusement sont arrivés l'Internet, le GPS et les SIG, pour réduire cette fracture

de la connaissance et mettre ces informations à la portée du plus grand nombre.

Dans la rubrique Q&R, Sjeff Kauffman nous explique comment son organisation, l'ISRIC, s'efforce d'endiguer cette perte d'information grâce à une vaste opération de secours. Le projet EuSDAM (archives numériques européennes des cartes du sol du monde) a numérisé les cartes du sol de toute la planète pour les proposer en ligne et sur CD-ROM.

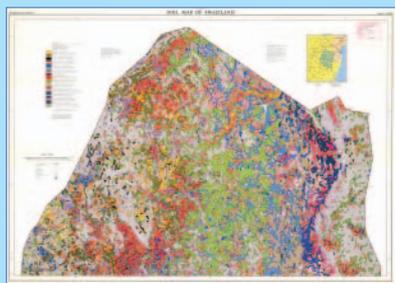
Une des évolutions les plus fascinantes est l'alliance entre la spectroscopie infrarouge et les images prises par télédétection. La solution élaborée au Kenya par Keith Shepherd est une « valise-laboratoire des sols » qui permet de mesurer l'humidité et de nombreuses autres caractéristiques du sol pour trois fois rien et en 30 secondes. Finies les longues attentes et les factures salées!

Ce qui est intéressant dans la plupart de ces solutions technologiques, c'est l'étendue de leur champ d'application et de leurs possibilités d'interconnexion. C'est ainsi que la spectroscopie infrarouge apparaît dans un autre article, consacré à un projet d'enquête sur l'agriculture urbaine et l'utilisation des déchets organiques au Mali et au Burkina Faso. Pendant ce temps-là, au Sahel, le programme Desert Margins s'emploie à lutter contre la désertification grâce à un système d'aide à la décision semblable à celui dont se sont servi ces fameux enquêteurs de l'agriculture urbaine pour localiser l'emploi des déchets.

La destruction des sols influence de nombreux aspects de la vie et de l'environnement humains et pas seulement dans les pays en développement, sur toute la Terre. Mais comme le sol est au cœur de l'agriculture, et que l'agriculture est elle-même au cœur du développement, c'est surtout le monde en développement qui s'enrhume lorsque le sol tousse. Ne pas tenir compte de l'état du sol, c'est freiner ou compromettre le développement.

Et pourtant : hormis le niveau régional, le sol est rarement pris en compte dans la planification agricole. Nous espérons donc que ce numéro d'ICT Update contribuera à ce que cette bonne vieille terre reçoive désormais toute l'attention qu'elle mérite. ■

TechTip : EuDASM (European Digital Archive on Soil Maps of the World)



Les cartes du sol peuvent s'avérer essentielles pour le développement et la planification agricole. Or dans le monde, nombre d'entre elles se perdent rapidement suite à de mauvaises conditions d'archivage ou à la disparition des institutions chargées de les conserver.

Le problème est particulièrement grave dans les pays en développement, où beaucoup d'informations précieuses ont déjà disparu. Pour ne rien arranger, la plupart des cartes du sol sont conservées par des instituts

situés dans le Nord et donc totalement inaccessibles pour des utilisateurs du Sud.

Conscients de l'urgence du problème, le projet EuDASM (archives numériques européennes des cartes du sol du monde) convertit les rapports et les informations pédologiques disponibles sur support papier en un format numérique accessible à tout détenteur d'une connexion Internet de par le monde. EuDASM existe également en CD-ROM.

Les premières étapes du projet sont pratiquement terminées. La numérisation des cartes et des données d'Amérique latine, dernière région programmée, s'est achevée en décembre 2005. L'étape suivante consistera à développer un système d'information numérique mondial des sols et des terrains qui pourra servir à toutes sortes d'applications.

http://eusols.jrc.it/esdb_archive/EuDASM/EuDASM.htm

Un labo d'étude des sols dans une valise

Keith Shepherd nous décrit l'aide que la spectroscopie infrarouge et les images satellites peuvent apporter aux paysans africains pour accroître les rendements. Avec le reportage additionnel de Tor-Gunnar Vagen et Ed Sulzberger.

Une technique autrefois utilisée par l'industrie pharmaceutique pour assurer le contrôle qualité des médicaments pourrait accroître considérablement la production des denrées dans les pays en développement. Ce processus permet d'analyser des centaines d'échantillons du sol en une journée et pour trois fois rien ; conjugué à un GPS et à des images satellite, il s'apprête à transformer radicalement la cartographie des sols d'Afrique et d'ailleurs.

Cette technologie utilise la spectroscopie infrarouge (IR), une forme de spectroscopie d'absorption qui utilise la partie infrarouge du spectre électromagnétique pour identifier un composé et déterminer la composition d'un échantillon. Elle livre des informations précises sur les conditions du sol, à une vitesse et à coût inconnus jusqu'ici.

« C'est une technique qui met l'équivalent d'un laboratoire d'étude des sols d'un million de dollars dans une valise », explique Dennis Garrity, directeur du World Agroforestry Centre à Nairobi, Kenya.

Développée par l'auteur au Centre, avec l'aide de la Rockefeller Foundation, cette technique donne des résultats équivalents – et souvent supérieurs – à ceux dont disposent les fermiers des nations industrialisées. Tous les fermiers et les organismes publics ont besoin d'un système de surveillance diagnostique analogue à la veille sanitaire des services de santé publique.

Prédire les propriétés du sol

Par balayage numérique, les techniciens obtiennent une « empreinte de réflexion » qui leur permet de déterminer les propriétés du sol. La technique est rapide, et ne nécessite aucun des produits chimiques coûteux normalement nécessaires pour une analyse du sol. Une fois l'équipement opérationnel, les coûts se réduisent à rien ; auparavant, il fallait compter plus de 50 € par échantillon envoyé à un laboratoire classique.

Un échantillon de sol séché à l'air est d'abord placé dans une boîte de Pétri disposée sur une fenêtre optique. Une lumière IR est ensuite projetée sur

l'échantillon et la lumière réfléchie est reprise sur ordinateur sous la forme d'un spectre de réflexion. En 30 secondes, on obtient les diverses propriétés de l'échantillon du sol grâce aux modèles de calibrage pré-stockés dans l'ordinateur. Les résultats sont compilés dans un rapport qui peut être transmis par courriel ou par messagerie texte aux agents de vulgarisation et autres prestataires de services agricoles.

Jusqu'ici, les enquêtes du sol et de la nutrition des végétaux restaient incomplètes, faute d'outils de vérification rapide du sol et de la santé des végétaux. Dans les pays en développement, l'affectation des sols évolue en outre avec une telle rapidité que les conditions du sol varient constamment, ce qui laisse peu de valeur aux enquêtes ponctuelles.

Avec la technologie IR, tout cela change. Pour la première fois, on dispose d'un outil extrêmement robuste, offrant de hauts niveaux de répétabilité, capable d'analyser en un jour les diverses propriétés de centaines d'échantillons végétaux et du sol. Avec cette technologie, les chercheurs peuvent appliquer aux sols et aux végétaux une surveillance diagnostique jusqu'ici réservée aux seules études médicales.

Cartographie de la fertilité du sol

Cette technologie accroît considérablement les capacités nationales de cartographie de la fertilité des sols. Des tests ont montré que l'on pouvait effectivement conjuguer une analyse IR à un GPS et à la détection satellite pour réaliser à peu de frais des cartes montrant les zones où les sols et les végétaux souffrent de problèmes nutritionnels.

Suivant la densité des points d'échantillonnage, le relevé cartographique des contraintes de fertilité du sol se fait généralement à l'aide soit d'outils géostatistiques qui donnent l'interpolation spatiale des données du point, soit par un calibrage direct des contraintes du sol en fonction des bandes de réflexion à la lumière montrées par les images satellites.

Cette technique fournit des données sur les contraintes de fertilité du sol d'une fiabilité et d'une résolution



inégales. Elle permet en outre de quantifier les incertitudes dans les estimations des propriétés du sol. Cette approche permet aux chercheurs de donner une estimation quantitative du nombre d'échantillons nécessaires à un niveau d'exactitude élevé et de recenser les zones où des échantillons supplémentaires amélioreront le niveau d'exactitude.

Par un meilleur ciblage des interventions et le contrôle des effets, la surveillance diagnostique de larges zones contribue à la montée en puissance des méthodes d'amélioration des sols et des récoltes. Cette technique peut également être utilisée pour évaluer le potentiel de séquestration de carbone dans les sols.

Comme l'instrument fait aujourd'hui la taille d'une valise, ses développeurs pensent pouvoir le réduire à celle d'un téléphone portable d'ici dix ans. Les premières unités IR portatives seront disponibles d'ici trois ans et rendront l'analyse du sol aussi rapide, facile et bon marché que l'envoi d'un texto. ■

Keith Shepherd (k.shepherd@cgiar.org) est agronome pédologue au World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya. Pour plus d'informations, voyez www.worldagroforestry.org/

Tor-Gunnar Vagen (Tor-Gunnar.Vagen@nlh10.nlh.no) est chercheur au Centre de recherche environnementale et des sols à Jordforsk, Norvège.

Ed Sulzberger (e.sulzberger@cgiar.org) est un expert en collecte de fonds et en sensibilisation du public, spécialisé dans les questions de R&D pour les pays en développement.

Séquestration du carbone : un tiercé écologique gagnant ?

Assise Touré nous explique en quoi la télédétection et les simulations par ordinateur aident l'Afrique de l'Ouest à tirer parti du mécanisme pour un développement propre.

Le changement climatique est sans doute la plus grave menace qui pèse sur notre planète et l'économie mondiale. Faute de changer radicalement notre mode de vie et d'élaborer de nouvelles stratégies intelligentes pour éviter l'accumulation de carbone dans l'atmosphère, nous allons subir des événements climatiques extrêmes tels qu'inondations et sécheresses. Dans les zones sèches comme le Sahel, ils s'accompagneront d'une sérieuse dégradation des sols et d'une désertification irréversible.

La séquestration du carbone est une de ces nouvelles stratégies intelligentes. Sur Terre, on trouve du carbone dans cinq endroits ou « réservoirs » : l'atmosphère, les océans, la biomasse terrestre (les végétaux et les animaux), les formations géologiques et les sols. La séquestration du carbone consiste à faciliter le transfert du carbone contenu dans l'air vers d'autres réservoirs, pour ainsi réduire la quantité de CO₂ dans l'atmosphère. Ce transfert, ou « flux », s'effectue de manière naturelle par la photosynthèse qui capture le carbone dans l'air pour le transformer en matériau organique qui pénètre le sol via les racines des plantes, les déchets organiques et les résidus agricoles. Le sol devient ainsi un « puits » à carbone.

Ce processus est un tiercé écologique gagnant : non content d'améliorer l'accumulation de carbone dans le sol, il contribue également à lutter contre la désertification, à améliorer la fertilité des sols et à renforcer la biodiversité.

Avant de lancer des projets de cette nature, les intervenants locaux doivent d'abord estimer le potentiel de séquestration d'une région. Il faut pour cela quantifier la dynamique des sources

et puits de carbone dans l'espace et dans le temps, et modéliser les principaux processus qui président aux échanges de CO₂ entre le sol et l'atmosphère.

Le projet SOCSOM

La séquestration du carbone dans les matières organiques du sol (SOCSOM) est un projet initié par USAID et l'EROS Data Center de l'US Geological Survey afin de déterminer le potentiel du Sénégal dans ce domaine. Ce projet fait appel à une imagerie par télédétection et à une modélisation biogéochimique par ordinateur pour élaborer des stratégies de séquestration du carbone qui pourraient éventuellement être appliquées à travers tout le pays.

Pour une étude pilote menée dans le sud du Sénégal, les chercheurs de SOCSOM ont utilisé la télédétection afin de déterminer les tendances et la sensibilité des stocks de carbone selon divers scénarios climatiques et de gestion sur une période de deux cents ans, entre 1900 et 2100. Ils ont estimé les schémas de flux et de stock de carbone de 1900 en élaborant un système de modélisation biogéochimique de l'ensemble général (GEMS), une simulation par ordinateur sur 1500 ans effectuée à partir des données réelles de la végétation, du sol, du drainage et du climat de 1961 à 1996. À l'aide d'une ligne du temps précise des images prises depuis le satellite Landsat en 1973, 1978, 1984, 1990 et 1999, et des vérifications in situ effectuées en 1984, 1996 et 2001, ils ont pu établir les changements de statut des terres et du carbone dans tout le pays. Ce système a ensuite été utilisé pour simuler l'impact des activités humaines sur la dynamique du carbone en introduisant des informations sur les changements dans la couverture terrestre et l'affectation des sols. D'autres données ont également été introduites dans les simulations à partir de documents et de recensements : composition et schémas de rotation des cultures, pâturages, brûlis, utilisation d'engrais et irrigation. Enfin, divers scénarios de changements climatiques futurs ont été superposés au modèle.

Les résultats livrés par le modèle montrent les gains réels et potentiels en carbone séquestré dans le sol, de même que les coûts et les avantages économiques et écologiques.

Crédits carbone

Entre 1900 et 2000, le stock total de carbone dans le sol et la végétation a chuté de 141 à 89 tonnes par hectare, soit une baisse de 37 pour cent. Cela ressemble à une mauvaise nouvelle, et ça l'est, sauf que dans le monde de la séquestration du carbone, c'est en réalité une excellente nouvelle : le Sénégal a beaucoup « d'espaces » à combler avec du carbone ! Et sur un plan financier, combien les nations développées vont-elles verser sous forme de crédits carbone ? Environ 70 millions d'euro par an, soit un peu moins de 2,5 milliards d'euro pendant les 35 années nécessaires pour atteindre un nouveau régime stable en carbone.

Pour maintenir le processus de séquestration du carbone durant tout ce temps, il faudra améliorer les capacités nationales de suivi et de simulation des stocks de carbone dans les sols à l'aide de la télédétection, des SIG et de la modélisation biogéochimique. Une fois les projets pilotes initiaux de SOCSOM terminés, les efforts d'élaboration de stratégies de séquestration en Afrique de l'Ouest se sont répartis sur deux programmes complémentaires. SEMSOC, qui soutient des projets intégrés locaux avec des partenaires du Burkina Faso, du Ghana, du Mali et du Niger, en vue d'aboutir à une « synthèse du potentiel de séquestration du carbone dans le Sahel et l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest ». Et SOCSAB, qui est hébergé par le centre AGRHYMET au Niger et qui se concentre sur la formation à l'utilisation des techniques de modélisation.

Tout cela apporte de grands espoirs dans la lutte contre le réchauffement de la planète et des revenus non négligeables aux paysans sénégalais. ■

Assise Touré (assise@cse.sn) est directeur technique du Centre de suivi écologique au Sénégal. Pour plus d'informations, voyez <http://edcintl.cr.usgs.gov/carboninfosheet.html>



Ni déchets, ni lacunes : cartographie du sol par satellite

Le recyclage des déchets organiques pourrait être rentable pour les collectivités locales et les paysans urbains, nous dit Leo van den Berg

L'accroissement du volume des déchets inquiète de plus en plus les villes d'Afrique de l'Ouest. Bamako au Mali et Ouagadougou au Burkina Faso, par exemple, génèrent chacune 600 à 700 tonnes de déchets solides par jour, dont un tiers de matériaux organiques. Plus les villes s'étendent, plus il devient urgent de trouver des solutions à ce problème, alors que les budgets des municipalités pour la collecte, le traitement et l'élimination des déchets diminuent et que les décharges arrivent à saturation.

Entre-temps, les paysans des villes et de leurs alentours produisent d'importantes quantités d'aliments frais ; mais pour les municipalités, leur importance économique est minime et leurs fermes occupent des terrains qui gagneraient à être lotis. Or il y a toujours eu une parfaite symbiose entre la production de déchets organiques et leur utilisation par des paysans urbains et périurbains pour amender leur sol (ces déchets contiennent des nutriments qui accroissent la fertilité, aident à retenir l'humidité et à prévenir l'érosion du sol). Bref, les villes doivent se débarrasser de leurs déchets et les fermiers ont besoin de matériaux organiques pour amender leurs champs.

APUGEDU

Dans le cadre d'un projet triennal financé par l'UE en vue de promouvoir le recyclage des déchets organiques utilisés par l'agriculture urbaine de Bamako et de Ouagadougou, des chercheurs ont mené une étude pilote afin de déterminer si les paysans utiliseraient davantage de déchets organiques si ceux-ci étaient traités et assainis pour l'amendement des terres. Avant toute chose, ils se devaient d'évaluer l'étendue des fermes urbaines, leur emplacement et le nombre de fermiers qui utilisaient déjà des déchets organiques.

Les chercheurs d'APUGEDU, un projet réalisé par un consortium de partenaires locaux et internationaux sous la houlette de l'Institut de recherche en économie agricole de l'université de Wageningen, ont découvert que les collectivités disposaient de peu

d'informations, hormis quelques cartes montrant l'emplacement des fermes intra et extra muros. La taille des exploitations variait considérablement, du vaste champ au simple plant de tomates de 1 m². Impossible pour le personnel du projet de les visiter toutes.

Par le passé, les chercheurs se seraient servis de photos aériennes pour sélectionner les zones à étudier, ce qui leur aurait pris beaucoup de temps. Les chercheurs d'APUGEDU ont donc acheté les images d'Ikonos 2, un nouveau satellite haute résolution capable de fournir des images de qualité quasi-photographique de n'importe quelle partie du monde. Mais à quel prix ! 12.000 euros pour les deux séries de clichés couvrant Bamako et Ouagadougou.

Une approche multispectrale

À l'aide de formules, les chercheurs ont retravaillé les images d'Ikonos pour recenser les réflexions à la surface de la Terre et transcrire ces résultats en types de terrain, grâce à une « approche multispectrale ». Ils ont ainsi pu délimiter les terres irriguées, les zones sableuses sèches et les sols riches en nutriments suite à l'épandage de matières organiques, c'est-à-dire les fermes utilisant les déchets urbains.

La résolution d'une image est fonction de la taille de la zone représentée par pixel. Les anciennes images avaient une résolution de 20 à 30 m² par pixel, quand on avait de la chance. Avec la résolution spatiale plus précise d'Ikonos – environ 4 m² par pixel – les chercheurs croyaient pouvoir classer les types de terrains de manière plus précise.

Dans les zones irriguées, les végétaux croissent par étapes, chacune d'elle réfléchissant la lumière à sa manière, donnant à chaque pixel une valeur moyenne différente. Ce haut niveau de différenciation était précisément ce que voulaient les chercheurs. Mais à l'analyse des résultats, ils se sont aperçus que la multiplicité des stades de croissance des végétaux engendrait trop de variations et qu'il n'y avait plus moyen d'établir de moyennes des données. Finalement, ils



se sont dit que des images de plus faible résolution conviendraient mieux à ce type d'analyse. Pour un projet mené précédemment au Nigeria, ils avaient utilisé des images de SPOT-XS et de Landsat et constaté que les pixels issus de la moyenne des éléments se distinguaient relativement bien les uns des autres, et pour un coût nettement moindre : 200 € la photo !

Le projet a ensuite suivi une approche hybride, utilisant un SIG et combinant les images satellite à des cartes ordinaires fournies par les collectivités locales. Après avoir numérisé ces cartes et les avoir fusionnées avec les données satellites en une seule base de données, ils ont joué sur les différentes valeurs d'imagerie des deux satellites et les ont utilisées comme variables dans l'analyse SIG. Un an après avoir obtenu les images satellites, les chercheurs ont confirmé les données de 279 sites, utilisant un GPS pour enregistrer leurs coordonnées géographiques.

Pour une cartographie de l'agriculture urbaine et de l'utilisation de déchets organiques, la télédétection combinée à des vérifications in situ s'avère finalement une solution moins coûteuse et moins gourmande en main-d'œuvre. Comme quoi le mieux – en l'occurrence l'imagerie satellite haute résolution de qualité quasi photographique – est parfois l'ennemi du bien. ■

Leo van den Berg (leo.vandenbergh@wur.nl) est chercheur / coordinateur de projet à Alterra, Wageningen UR, Pays-Bas, et travaille actuellement pour l'Université de Wageningen. Pour plus d'informations, voyez www.lei.dlo.nl/apugedu

Combattre la désertification avec des logiciels

Sibiry Traore nous parle de l'utilisation des SIG et des outils d'appui à la décision pour le développement de nouvelles techniques agricoles dans les zones limitrophes des déserts africains.

Loin de faire partie du « cycle naturel » des choses, la désertification est essentiellement une dégradation de la terre – le déclin de la qualité du sol, de l'eau ou de la végétation suite à des activités humaines (comme la surexploitation) et à au changement climatique.

La désertification concerne plus d'un tiers de la surface de la Terre et plus d'un milliard d'individus. En quelques décennies, elle a connu une accélération rapide aux quatre coins de l'Afrique, et surtout aux confins du Sahara, dans les pays dits du Sahel.

Les sols de cette région sont sablonneux, grossiers et retiennent si peu d'eau que rares sont les végétaux à même d'y pousser. Des sols aussi pauvres, aussi secs, contiennent très peu de biomasse et de matière organique et sont donc très sensibles à l'érosion éolienne. Avec la disparition de la couverture végétale, il reste de moins en moins de racines pour retenir le sol. C'est un cercle vicieux, que la pression démographique et de mauvaises pratiques agricoles rendent plus vicieux encore.

Le programme « Desert Margins »

Créé par l'ICRISAT (Institut international de recherche agricole pour les tropiques semi-arides), le programme « Desert Margins » regroupe des scientifiques des cinq pays du Sahel, plus le Botswana, le Kenya, la Namibie, l'Afrique du Sud et le Zimbabwe. Le but de ce programme est d'empêcher la dégradation des sols dans ces pays par une prise de conscience du problème et par l'organisation de formations des scientifiques nationaux à l'utilisation d'outils ou de logiciels d'aide à la décision.

Aux confins du désert, les caractéristiques du sol peuvent énormément varier en quelques hectomètres, et donc nécessiter des techniques agricoles différentes. Les volumes d'engrais pour le millet ou d'autres cultures en sol sablonneux n'ont rien à voir avec ce qu'un agriculteur utiliserait sur un terrain argileux.

Les interactions entre les divers éléments des systèmes agricoles sont

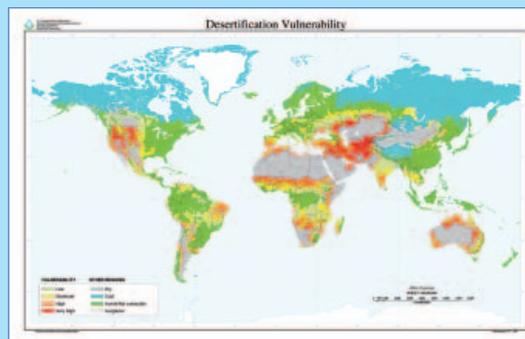
extrêmement complexes. Ces éléments sont : les nutriments ajoutés aux sols, les différents taux de répartition de ces nutriments, les récoltes de différentes cultures et variétés, les mouvements du bétail et la géographie. La compréhension de ces interactions passe par l'utilisation d'outils d'aide à la décision. Ceux-ci fournissent des informations qui sont ensuite couplées à un SIG, ce qui permet d'élaborer des techniques ciblées ou des systèmes de culture qui pourront être introduits en divers lieux et situations.

DSSAT

Il y a deux systèmes de modélisation des cultures qui peuvent être utilisés dans le cas de l'Afrique de l'Ouest : DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) et APSIM.

DSSAT est un ensemble de programmes pour PC qui allie des bases de données pédologiques et météorologiques à des modèles agricoles et à des programmes d'application capables d'améliorer les résultats de stratégies de gestion agricole sur plusieurs années. DSSAT peut répondre à des questions du type « qu'est-ce qui se passerait si... ? » ; en quelques minutes, il apporte une réponse qui, dans la réalité, aurait demandé des années d'expérimentation.

Si les chercheurs ont préféré DSSAT à son homologue APSIM alors que ce dernier est particulièrement performant pour la partie sols, c'est parce que DSSAT a été conçu par des équipes de chercheurs australiens pour leurs compatriotes fermiers. Les droits de propriété intellectuelle qui protègent APSIM interdisent tout accès ou apport de modifications à son code source. Or nous avons besoin d'accéder au code source lorsque nous rencontrons un problème et voulons savoir où se situe la faille dans le modèle. Très peu de modèles ont été conçus pour les pays en développement et ne tiennent donc pas compte des contraintes que nous connaissons ici. Il est donc important d'avoir accès au code source pour veiller à ce que l'aide à la décision soit adaptée



aux conditions dans lesquelles travaillent les chercheurs. Nous avons essayé de convaincre les développeurs d'APSIM de nous donner accès au code, mais nous n'avions aucun moyen de pression. Ils veulent seulement gagner de l'argent. C'est un problème pour les instituts de recherche internationaux, qui sont mandatés pour réaliser des travaux sans droits de propriété, accessibles au plus grand nombre.

Avec DSSAT, en revanche, nous avons la possibilité de changer le code, de faire des recommandations à l'équipe de développement, qui peut ensuite incorporer ces suggestions dans les versions suivantes. Avec DSSAT, nous sommes libres d'agir comme bon nous semble. C'est n'est pas une source totalement ouverte, mais toutes les parties du modèle sont accessibles, et son prix est si bas (moins de 200 US\$) que même nos partenaires nationaux peuvent se le payer.

La lutte contre la désertification exige de nouvelles techniques agricoles adaptées aux conditions désertiques, de même que des capacités nationales pour manipuler les logiciels d'aide à la décision avec lesquels ces nouvelles techniques se développeront. Il faudrait que les logiciels soient davantage adaptés aux conditions des pays ACP et que les développeurs soient plus souples, car la situation dans des pays comme le Niger est difficilement comparable à celle de l'Australie ou du Midwest américain. ■

Pierre Sibiry Traore (p.s.traore@cgiar.org) est responsable du SIG à l'ICRISAT. Pour plus d'information, voyez www.dmpafrica.net. Le progiciel DSSAT peut être commandé à : www.icasa.net/dssat/.

Ressources Internet

Cette section propose une liste d'initiatives concernant les sols. Des informations complémentaires sont disponibles sur <http://ictupdate.cta.int>

Madagascar, Soudan : ICS est une société française qui fournit des équipements agricoles aux fermiers d'Afrique et du Moyen-Orient.

Dans les zones arides où les sols sont fragiles et les ressources limitées, l'agriculture haute performance dépend d'une gestion efficace de l'eau d'irrigation. ICS fournit des capteurs électroniques pour mesurer soit l'humidité du sol, soit son potentiel hydrique, en indiquant à quel moment les plantes ont besoin d'eau, de sorte que l'agriculteur puisse déterminer le moment et le volume d'irrigation. Le capteur Watermark®, par exemple, mesure la résistance électrique et convient aux régions arides où l'humidité du sol varie énormément au cours de la croissance de la culture. Il est possible de connecter une centrale d'acquisition (appareil proche d'un PDA) à différents capteurs pour automatiser le contrôle de l'humidité. <http://www.ics-agri.com/francais/watermark-fr.htm>

Cuba : Modèles de simulation informatique de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation, en particulier pour la canne à sucre

Alors que les modèles de simulation informatique figurent parmi les principales composantes du processus décisionnel, trop peu d'entre eux sont adaptés aux conditions d'un pays en développement. Des spécialistes de l'Université agraire de La Havane et des instituts nationaux de drainage et d'irrigation ont développé le premier logiciel de modélisation des conditions hydriques et pédologiques à Cuba. D'après Maria Elena Ruiz, ces modèles facilitent les simulations prédictives sans nécessiter d'essais coûteux, et parfois impossibles, sur le terrain www.isch.edu.cu/

Mali et Sénégal : aides à la décision pour la gestion intégrée des nutriments

L'acidité du sol et les carences en nutriments limitent les rendements agricoles dans la plupart des pays en développement, mais une fois ces problèmes surmontés, de nouvelles stratégies agricoles sont envisageables. Fruit d'une collaboration entre l'Université de Caroline du Nord et des instituts du Mali et du Sénégal, le projet Decision Aids cherche à développer et à diffuser des outils intégrés d'aide à la décision pour faciliter le diagnostic des contraintes pédologiques et le choix de modes de gestion appropriés aux conditions locales. <http://intdss.soil.ncsu.edu>

Afrique australe : Soil Fert Net

Ce réseau multidisciplinaire entend améliorer la gestion des ressources pédologiques dans les petites exploitations de la filière maïs au Malawi, en Zambie et au Zimbabwe. Les membres du réseau soutiennent une recherche destinée à recenser de nouvelles technologies adaptées à la préservation et à l'amélioration de la fertilité du sol et à les tester avec le concours de milliers d'agriculteurs. Les résultats sont diffusés aux agriculteurs et aux conseillers agricoles via le site web et une série de brochures, les « Best Bets ». Le réseau propose également des formations et des appuis économiques et politiques pour que les agriculteurs puissent avoir accès aux technologies. www.soilfertnetsouthernafrica.org/

Namibie : programme de zonage agro-écologique

Le Ministère namibien de l'agriculture fait appel à la toute dernière technologie de modélisation des cultures, DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology), pour fournir une aide aux planificateurs, aux gestionnaires et aux chercheurs. Le système DSSAT permet d'identifier les « meilleures » pratiques agricoles en fonction de conditions particulières, y compris pour le choix des cultures / variétés cultivées, les dates de plantation, l'application des engrais, etc. Cette information peut être intégrée dans la base de données et le système SIG qui sont développés dans le cadre de ce programme. www.icasa.net/applications/namibia.html

Initiative Africover de la FAO

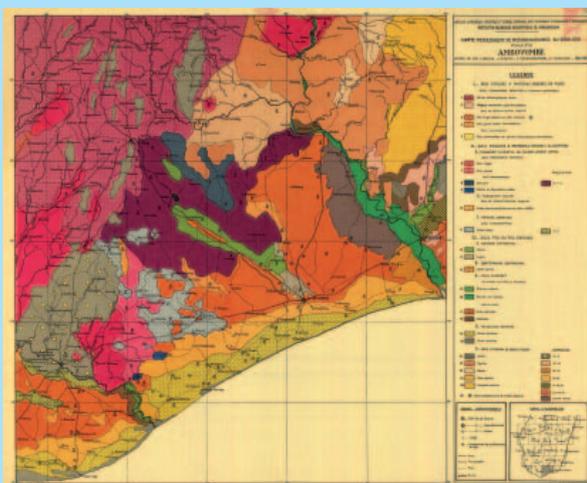
La FAO a lancé l'initiative Africover en réaction aux demandes de nombreux pays qui souhaitent une aide à la production d'informations fiables et géoréférencées en vue de la prise de décision, de la planification et de la gestion des ressources naturelles en Afrique. Africover est chargé de créer une base de données numérique géoréférencée de la couverture terrestre de l'ensemble de l'Afrique, et de développer des outils appropriés pour ce continent. Des données, des cartes, et des outils logiciels pourront être téléchargés gratuitement depuis son site. www.africover.org

FAO/AIEA : optimisation de l'application des engrais sur les champs de blé irrigués à l'aide de modèles de simulation agricoles et de techniques nucléaires

Ce projet conjoint cherche les moyens d'améliorer la gestion de l'eau et l'application des engrais pour optimiser l'affectation des ressources. À l'aide de sondes à neutrons et du modèle blé du CERES (un des modèles de simulation du DSSAT), ce projet est parvenu à expliquer les différences entre les données pédologiques et agricoles recueillies dans divers environnements. Cette information est désormais utilisée pour affiner les stratégies de gestion et les recommandations faites aux pays participants en fonction de leurs conditions particulières. www.icasa.net/applications/fertilizer.html

FAO - Division de mise en valeur des terres et des eaux

Le service de gestion de la nutrition des végétaux est en charge des programmes et activités liés à la gestion et à la planification intégrées des éléments nutritifs des plantes et des sols, de l'amélioration de la fertilité du sol et des terres. Ce site vous donne accès à de nombreuses sources d'information, bases de données pédologiques et autres portails consacrés à la fertilité du sol et nutrition des végétaux. Vous y trouverez aussi Pro-Soil, un kit multimédia comprenant une base de données et des archives électroniques sur la façon de résoudre les problèmes de sol. La Division a également publié « Digital Media Series », un ensemble de 31 CD-ROM consacré aux problématiques de l'eau et de la terre. www.fao.org/ag/agl/agll/index.stm



Questions / Réponses : ISRIC, sols et agriculteurs des ACP

Sjef Kauffman nous explique de quelle manière l'ISRIC – l'information mondiale sur les sols – permet à chacun d'accéder plus facilement à des cartes du sol partout dans le monde.

Quels sont les principaux problèmes de sol rencontrés par les agriculteurs des ACP ?

Pour la majorité des petits agriculteurs des ACP, les trois principaux facteurs de limitation de la production sont le manque de fertilité, le manque d'eau dans les couches d'enracinement et la dégradation du sol. Si la fertilité est faible, c'est parce que la majorité des sols sont très sablonneux ou abîmés par les intempéries. De nombreux agriculteurs ne les amendent pas non plus pour renouveler les nutriments absorbés par les cultures.

Dans les pays ACP, et surtout en Afrique subsaharienne, la majorité de l'agriculture est non irriguée. Dans les zones semi-arides et subhumides, le manque d'eau dans les couches d'enracinement peut limiter la croissance des cultures durant la saison des pluies. La surexploitation peut accentuer la dégradation par le vent et les produits chimiques, ce qui réduira le potentiel de production du sol, à moins de prendre des mesures de conservation du sol et de l'eau.

Quel rapport y a-t-il entre ces problèmes et le développement agricole et rural ?

Ces trois facteurs se sont souvent traduits par de faibles niveaux de rendement, ne permettant à la plupart des petits agriculteurs que de produire le minimum vital. Ils sont prêts à investir dans le sol pour éliminer ces contraintes, mais auraient besoin d'une aide financière. Les gouvernements devraient donc améliorer les conditions de production : (i) en mettant le prix des engrais à la portée de tous les agriculteurs (les engrais à l'intérieur des terres sont parfois cinq fois plus chers

qu'au port) ; (ii) en aidant financièrement les agriculteurs qui veulent investir dans la conservation du sol et de l'eau ; et (iii) en favorisant la mise en place de systèmes de formation et d'information agricoles pour les paysans.

ISRIC est un des chefs de file de la création des archives numériques européennes des cartes du sol du monde (EuDASM), qui permettent à tout un chacun d'obtenir une carte du sol via une connexion Internet. Quelle est la prochaine étape de l'accessibilité ?

La plupart des cartes proposées via EuDASM prenaient la poussière dans les archives d'instituts du Nord et n'étaient physiquement pas accessibles aux particuliers du monde en développement. Aujourd'hui, plus personne ne doit prendre son bâton de pèlerin pour consulter une carte du sol conservée dans une bibliothèque anglaise.

Chaque utilisateur d'informations pédologiques peut accéder aux ressources de l'ISRIC, soit en ligne, soit sur CD-ROM. Un pas de géant, certes, mais un premier pas seulement sur la voie de la divulgation des informations. Le défi consiste désormais à convaincre d'autres détenteurs nationaux et internationaux de cartes du sol à nous rejoindre dans cette aventure. Leurs premières réactions sont très encourageantes.

Les cartes d'EuDASM couvrent l'ensemble de la planète, mais nous disposons surtout de cartes et d'informations détaillées pour l'Afrique, l'Asie et l'Amérique latine.

ISRIC propose des cartes du sol en ligne et sur CD-ROM, mais est-ce suffisant ? Que pouvez-vous faire pour promouvoir une plus large utilisation

des cartes du sol dans les projets de planification agricole ?

C'est une première étape, mais en pratique les utilisateurs posent diverses questions qui nécessitent de combiner l'interprétation des informations pédologiques avec d'autres informations biophysiques et socio-économiques. ISRIC et ses partenaires étudient différents outils TIC qui leur permettraient d'y arriver.

Nous avons par exemple proposé la constitution d'un « Réseau d'information et d'apprentissage de l'eau verte », qui serait assorti d'un instrument de questions/réponses convivial, à l'intention des autorités et des utilisateurs de terrain.

Ce réseau serait formé de partenaires nationaux dans les pays ACP et de grandes institutions internationales qui s'occupent du développement d'écosystèmes agricoles durables. Nous sommes à la recherche de bailleurs de fonds pour financer l'opération.

Quelles applications pourraient découler de la constitution de ces archives mondiales des cartes du sol ?

L'établissement d'un lien entre les archives mondiales d'EuDASM et la base de données SOTER permet d'envisager de nombreuses applications dans le domaine du changement climatique, des cultures vivrières, de la biodiversité, de l'eau ainsi que d'autres évaluations environnementales au niveau national, régional et mondial. ISRIC a hâte de participer à toutes ces autres aventures. ■

Sjef Kauffman (sjef.kauffman@wur.nl) est Directeur adjoint de l'ISRIC – Information mondiale du sol, Wageningen, Pays-Bas. Pour plus d'informations, voyez www.isric.org.

ICT Update, Numéro 31, mars 2006. *ICT Update* est un magazine multimédia disponible à la fois sur Internet (<http://ictupdate.cta.int>), en version papier et sous forme d'une newsletter diffusée par e-mail. *ICT Update* paraît tous les deux mois. Chaque numéro se concentre sur un thème particulier lié aux NTIC pour le développement agricole et rural dans les pays ACP. Le prochain numéro paraîtra le 1er mai 2006.

CTA Centre technique de coopération agricole et rurale, ACP-UE, Postbus 380, 6700 AJ Wageningen, Pays-Bas, www.cta.int

Production et gestion de contenu Web : Contactivity bv, Stationsweg 28, 2312 AV Leiden, Pays-Bas, www.contactivity.com / **Coordination rédactionnelle** : Rutger Engelhard /

Recherche et rédaction : Leigh Phillips, Valerie Jones / **Production** : Judith Jansen / **Réalisation graphique** : Anita Toebosch / **Traduction** : Patrice Deladrier /

Couverture : Ron Gilling (Linear) / **Conseillers scientifiques** : Peter Ballantyne, Kevin Painting

Copyright : © 2006, CTA, Wageningen, Pays-Bas