

Un système de rétribution des services environnementaux peut-il atténuer les effets d'El Niño? Une étude sur le bassin versant du fleuve Piura, Pérou

M. Fernández Barrena, N. Grados, M.S. Dunin-Borkowski,
P. Martínez de Anguita et P. Flores Velásquez

Pour prédire la viabilité d'un système de paiement pour la protection contre les inondations et les perturbations du cycle hydrologique, les coûts estimés de la modification des pratiques d'utilisation des terres ont été comparés avec les montants que les utilisateurs seraient disposés à payer.

Mario Fernández Barrena, Pablo Martínez de Anguita et Pablo Flores Velásquez travaillent à l'Université Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, Espagne.

Nora Grados et Maria Sofia Dunin-Borkowski travaillent à l'Université de Piura, Piura, Pérou.

Le présent article est adapté d'une étude publiée par la Revista Electrónica de la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH), Numéro 1, Année 4 (2007).

Les forêts de nuages andines disparaissent avec l'avancée de la frontière agricole. La dégradation environnementale causée par des pratiques agricoles impropres déstabilise le cycle hydrologique, augmentant les fluctuations saisonnières des débits du fleuve et les perturbations comme les glissements de terrain et les inondations. Dans la région septentrionale de Piura, Pérou, ces problèmes accroissent la vulnérabilité au phénomène d'El Niño – une oscillation du système océan-atmosphère dans le Pacifique tropical qui a d'importantes retombées sur les conditions météorologiques mondiales (INRENA, 2005).

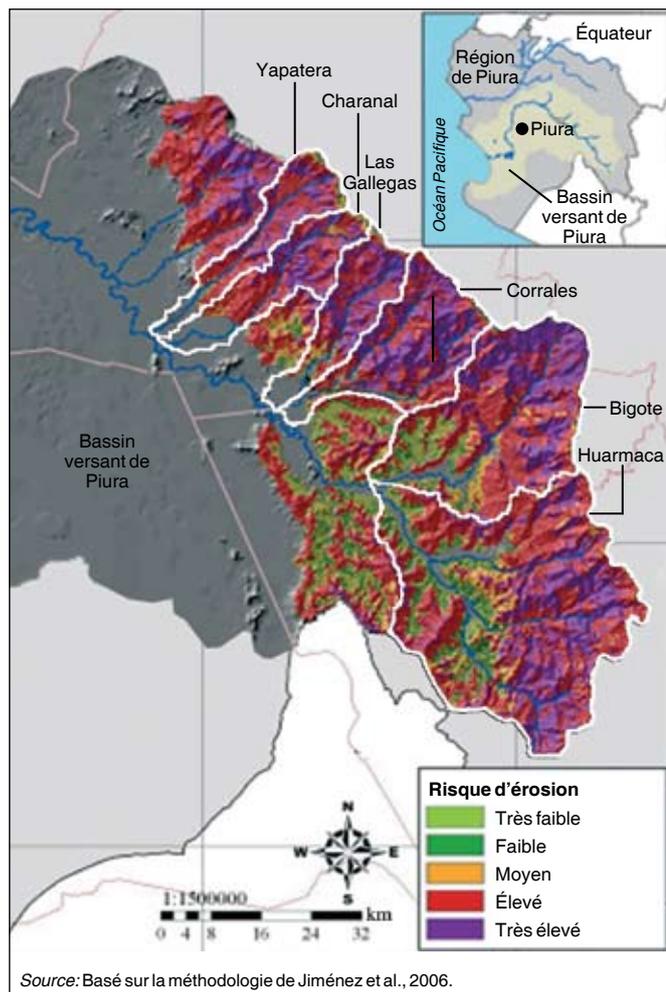
Ces dernières décennies, les perturbations causées par El Niño ont provoqué des dommages coûteux au bassin versant du fleuve Piura en déterminant des glissements de terrain sur des pentes escarpées et

de graves inondations en aval. En 1998, les pertes ont été évaluées à plus de 100 millions de dollars EU (CTAR, 1998). Les précipitations tombées en 1983 avaient été encore plus abondantes mais, en raison du taux élevé de déforestation, les dommages ont été supérieurs en 1998.

Une étude menée sur le bassin versant de Piura a montré qu'en raison de ces catastrophes, les habitants seraient disposés à payer pour des services environnementaux comme la protection contre les inondations et le contrôle du cycle hydrologique (amé-

Dans le bassin versant du fleuve Piura, Pérou, la perte du couvert forestier a accentué l'érosion; Le système hydrologique pourrait être amélioré en dédommageant les petits paysans des zones de montagne pour le reboisement, la conservation des forêts et l'adoption de l'agroforesterie, l'exploitation agricole durable et les techniques sylvopastorales à même de protéger les sols





1
Risque d'érosion dans les principaux sous-bassins du bassin versant de Piura, Pérou

Le bassin versant comprend six principaux sous-bassins où des améliorations permettraient de régulariser le cycle hydrologique. Toutes les berges du fleuve, depuis les débouchés de ses principaux affluents jusqu'à son embouchure sur l'océan Pacifique, sont vulnérables à des hausses soudaines du niveau de l'eau. La zone tout entière, pratiquement, y compris la plupart des terres agricoles de montagne, est exposée à un risque élevé à très élevé (figure 1). L'analyse du système d'information géographique (SIG) a montré que le risque d'érosion est influencé davantage par le couvert forestier que par le type de sol. Les solutions au problème sont claires: conservation des forêts résiduelles, recouvrement des zones perdues, reboisement des peuplements, adoption de l'agroforesterie et d'autres systèmes qui protègent les sols contre l'érosion et développement des systèmes sylvopastoraux (López Cadenas de Llano, 1990; Braud et al., 2001).

Le débit du fleuve Piura subit de fortes fluctuations saisonnières allant de 5,72 m³ par seconde pendant environ dix mois de l'année à 200 m³ par seconde pendant la saison des pluies. Il varie aussi considérablement d'une année à l'autre; c'est ainsi que, pendant les années où sévissait El Niño, les débits de pointe ont atteint 1 600 m³ par seconde alors que pendant les années de La Niña ils étaient bien inférieurs.

Il a été estimé que les sous-bassins versants de Yapatera et Charanal pouvaient bénéficier le plus de l'intervention car ils font l'objet d'une érosion particulièrement grave (figure 2). Bien qu'ils s'agisse des plus petits sous-bassins versants qui n'occupent que 15,4 pour cent de la superficie totale, ensemble ils ont apporté 38 pour cent des sédiments et 23 pour cent de l'eau fournie par les six sous-bassins versants du fleuve.

Une enquête menée sur près de 200 acheteurs éventuels dans la ville de Piura, ainsi que d'autres études, ont montré que les habitants du bassin versant sont disposés à payer pour les services environnementaux (tableau 1). Plus de 80 pour cent des citoyens résidents qui ont répondu à l'enquête ont déclaré qu'ils étaient prêts à payer. Quelque 66 pour cent de ceux interrogés ont dit qu'ils préféreraient verser l'argent à une institution indépendante créée à cette fin. En outre, 19 pour cent, pour plus de commodité, auraient préféré rétribuer ces services en même temps qu'ils payaient

lioration de la quantité et de la qualité de l'eau et réduction des fluctuations saisonnières des débits). L'étude a examiné les possibilités de réalisation d'un système de rétribution des services environnementaux pour le bassin versant, dont les profits serviraient à conserver les forêts et à promouvoir des techniques agricoles et d'élevage durables (Martínez de Anguita *et al.*, 2006). Le financement du système incomberait aux habitants en aval qui souffrent des effets d'El Niño. Les paiements serviraient à dédommager les petits agriculteurs qui travaillent à la conservation des forêts et du lit du fleuve, à créer des incitations à adopter des techniques de protection des sols dans les systèmes d'exploitation agricole et à améliorer aussi les conditions de vie des paysans vivant dans cette région montagneuse.

L'étude comprenait une analyse socioéconomique de la zone du bassin versant visant à identifier les fournisseurs de services potentiels; une enquête sur les utilisateurs potentiels des services environnementaux et leur acceptation de les rétribuer; et une

cartographie et une étude hydrologique du bassin versant afin d'identifier les principales zones à destiner à l'entretien des services environnementaux. En comparant les coûts de ces mesures indispensables pour conserver les ressources en eau avec les montants que les utilisateurs des services et d'autres investisseurs devraient payer, on a pu analyser la viabilité de plusieurs options pour la mise en place du système de rétribution.

PLAN MODÈLE D'UN SYSTÈME DE RÉTRIBUTION DES SERVICES ENVIRONNEMENTAUX

Le haut du bassin versant du fleuve Piura a une population d'environ 70 000 fournisseurs potentiels de services environnementaux; ils partagent des systèmes d'exploitation et des conditions socioéconomiques similaires, et leur revenu annuel moyen s'élève à environ 400 dollars EU. La population en aval comprend quelque 300 000 acheteurs potentiels de ces services, et leur revenu annuel moyen est supérieur à 2 400 dollars EU.

la note d'eau. Les choix des 15 pour cent restants étaient partagés entre la municipalité, le gouvernement régional ou d'autres organismes non spécifiés.

Certains groupes socioéconomiques étant disposés à payer plus que d'autres, un plan de paiements différenciés par groupe socioéconomique augmenterait considérablement le revenu tiré du système. En multipliant le montant que verserait chaque groupe par le nombre de ménages compris dans ce groupe (tableau 2), il a été calculé que le revenu annuel obtenu du système

s'élèverait à plus de 10 millions de nuevos soles (S./), somme équivalente à 3,2 millions de dollars EU.

Les fournisseurs identifiés étaient des propriétaires fonciers vivant en amont du bassin versant du fleuve, lesquels pouvaient maintenir ou améliorer la qualité de l'eau par de bonnes pratiques ou un changement d'affectation des terres. Les paiements les dédommageraient, dans de nombreux cas, des travaux de reboisement et de gestion des zones reboisées, de la conservation des forêts ou de l'adoption

de pratiques agroforestières. Un modèle de planification a été créé grâce à la méthodologie proposée par Jiménez *et al.* (2006), qui divisait la superficie des fournisseurs en zones (figure 3):

- **zone de protection maximale des services environnementaux:** zones situées sur des pentes escarpées, soumises à un risque supérieur d'érosion, divisées en deux sous-zones:
 - **zone de protection maximale 1:** pente supérieure à 60 pour cent (40 728 hectares);
 - **zone de protection maximale 2:** pente entre 40 et 60 pour cent (63 070 hectares);
- **zone de protection hydrologique:** terres situées à 150 m des cours d'eau et des sources et couvertes d'une végétation qui protège les cours d'eau, tout en fournissant un habitat et des corridors de conservation à diverses espèces végétales et animales (35 333 hectares).
- **zone de conservation des services environnementaux:** forêts naturelles ou primaires, dont la protection est vitale pour la qualité des services environnementaux du bassin versant, ainsi que pour la conservation de la biodiversité (16 091 hectares);
- **zone d'exploitation agricole durable:** terres utilisées pour l'agriculture et l'élevage (71 696 hectares).

Afin d'étendre au maximum la superficie à protéger avec des fonds limités, divers types de contrats sont proposés aux fournisseurs dans les diverses zones à inclure dans le système de rétribution des services environnementaux (voir l'encadré). Des incitations encourageraient l'adoption de bonnes pratiques pour chaque zone, afin de conserver et d'améliorer ces services et de relever la qualité de vie des familles montagnardes en augmentant leurs revenus.

Sur la base du revenu des acheteurs vivant dans la ville de Piura, et en supposant que toutes les propriétés du bassin versant ont adhéré au plan de rétribution, on a calculé le montant moyen qui pourrait être payé par hectare comme coût d'opportunité. Quatre différentes options ont été élaborées, comprenant des pourcentages décroissants de la zone du bassin versant (tableau 3). La somme moyenne à payer par hectare serait ajustée en fonction des différents contrats que les propriétaires signeraient, suivant le type de terre qu'ils possèdent et leurs intérêts particuliers.

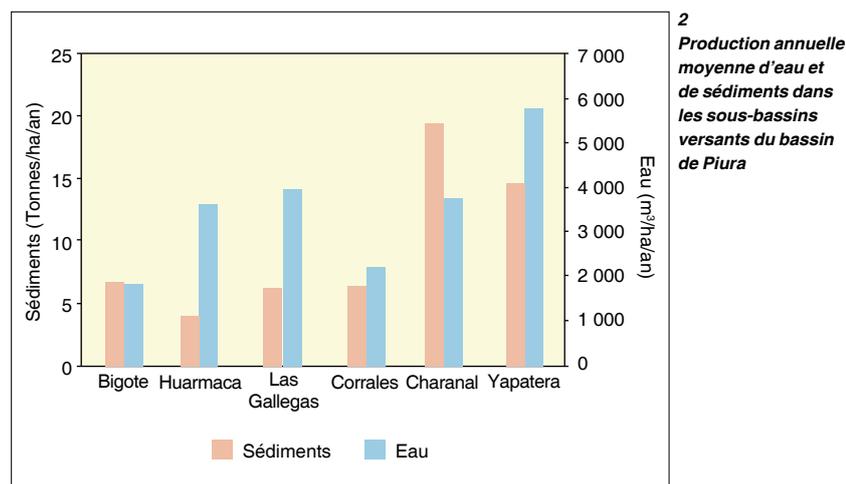


TABLEAU 1. Acheteurs potentiels des services environnementaux identifiés dans la zone du bassin versant du fleuve Piura

Acheteur identifié	Services environnementaux demandés	Raison de l'achat du service
Gouvernement régional de Piura, habitants de la ville de Piura et d'autres villes moins importantes (Tambo Grande, Morropón, Chulucanas)	Atténuation des risques d'inondation	Catastrophes causées par le phénomène El Niño en 1983 et 1998, les pertes totalisant plus de 100 millions de dollars EU (CTAR, 1998)
Agriculteurs vivant au pied des montagnes	Qualité et quantité de l'eau et réduction des fluctuations saisonnières	Amélioration des cultures pour les marchés intérieurs et internationaux
Enosa Electric Company	Quantité d'eau et réduction des fluctuations saisonnières	Production réduite d'électricité par des mini-installations hydroélectriques
Entreprises ou industries	Quelques services ou rehaussement de l'image sociale	Amélioration ou réduction des risques

TABLEAU 2. Structure de la population de la ville de Piura en fonction des groupes socioéconomiques et de leur intention de payer pour le service

Dépense mensuelle (S./)	Moyenne des habitants souhaitant payer par mois (S./)	Familles		Habitants	
		N°	% du total	N°	% du total
>920	29,9	7 000	9,7	39 000	10,8
636–920	17,8	20 400	28,1	97 700	27
457–636	9,4	28 000	38,6	128 100	35,4
<457	n.d.	17 100	23,6	96 900	26,8

Note: S./1 = 0,3194 \$EU (3/8/2007).

Sources: Enquête personnelle; APOYO Opinión y Mercado, 2003; INEI, 2005.

3
Plan de la zone des fournisseurs

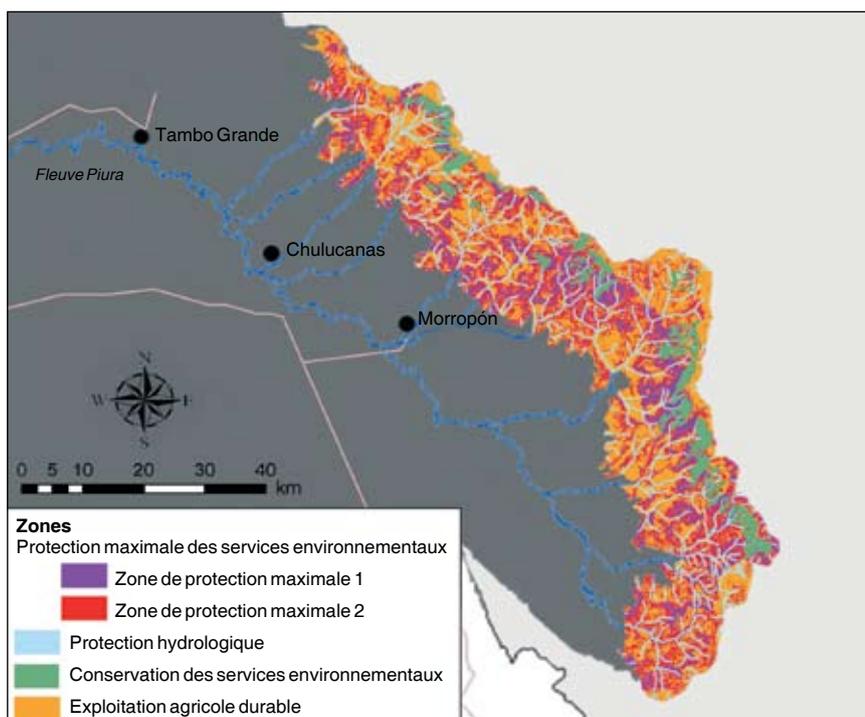


TABLEAU 3. Les options

Option	Superficies intéressées par le plan	Superficie totale (ha)	Compensation moyenne (soles/ha/an)
1	La zone tout entière, pour le meilleur service environnemental possible en faveur du nombre majeur d'habitants	195 945	51,2
2	La zone tout entière, à l'exception du sous-bassin versant de Huarmaca, auquel a été attribuée une faible priorité dans le modèle hydrologique, à cause de son niveau de dégradation plus limité	130 846	76,7
3	Toutes les zones des sous-bassins versants à l'exception de Huarmaca	115 419	86,9
4	Unités prioritaires homogènes de réponse hydrologique, de cultures de montagne produisant le volume le plus élevé de sédiments par hectare, et zones n'exigeant aucun versement initial (forêts et zones de protection hydrologique)	82 579	121,5

Au titre de l'option 1, il a été estimé qu'un investissement initial de 28,7 millions de dollars EU serait nécessaire (tableau 4), et les options 2 et 3 exigeraient un paiement similaire. Cette somme servirait à la fourniture des matériels nécessaires à satisfaire les exigences des fournisseurs sans qu'ils aient besoin d'investir un capital initial; ils fourniraient la main-d'œuvre requise pour réaliser les changements d'utilisation des terres. Si le gouvernement local était en mesure de verser 10,9 millions de dollars EU (en calculant le coût de la main-d'œuvre au taux du marché) et les acheteurs de Piura 3,2 millions de dollars

EU par an, le financement ne suffirait pas à rendre cette proposition viable. Le coût serait aussi trop élevé pour attirer une aide ou un prêt internationaux.

Toutefois, parmi les solutions plus réalisables pourrait figurer l'option 4, qui se fonde sur les unités prioritaires homogènes de réponse hydrologique (identifiées par leur type de sol, leur couvert végétal et leurs conditions météorologiques), ou une approche par étapes en commençant par les zones de priorité la plus élevée (tableau 5) ou encore les options 2 et 3. L'option 2 qui fournirait 75 pour cent des services environnementaux au coût

Types de contrats proposés

TYPE I: PROPRIÉTAIRES FORESTIERS

Forêt primaire. La somme reçue par unité de surface devrait être supérieure ou égale à celle que recevrait un agriculteur au titre du système de rétribution des services environnementaux. Certaines activités sont limitées.

Forêt secondaire ou reboisée. La somme reçue devrait être inférieure à celle reçue par les propriétaires de forêts primaires, mais supérieure à celle des autres catégories.

Dans chacun de ces cas, une incitation supplémentaire est prévue si la zone possédée se situe à l'intérieur des zones de protection définies dans le plan.

TYPE II: PROPRIÉTAIRES DE BERGES DE COURS D'EAU SANS VÉGÉTATION NATURELLE

Les propriétaires de terres situées à 150 m de rivières ou de sources (zone de protection hydrologique) recevront des montants semblables à ceux prévus par le contrat du Type I, afin de les dédommager du coût d'opportunité encouru pour le maintien d'un couvert végétal naturel dans ces zones.

TYPE III: PROPRIÉTAIRES DE TERRES AGRICOLES

La somme reçue devra être ajustée de façon qu'en l'ajoutant aux gains tirés de la production, le propriétaire obtiendra de son adhésion au contrat plus de bénéfices qu'en éliminant la forêt.

TYPE IV: PROPRIÉTAIRES DE PÂTURAGES

La somme offerte devra être suffisamment attrayante pour encourager le propriétaire à adhérer au système. Cette somme serait reçue à l'achèvement du modèle sylvo-pastoral proposé.

TYPE V: FORÊTS ET TERRES COMMUNAUTAIRES

Les contrats précédents devront être ajustés dans la mesure où la terre est boisée ou peut être reboisée. La somme sera versée au conseil municipal qui devra l'utiliser pour la conservation et la gestion de ces forêts.

TABLEAU 4. Coût initial estimé de l'option 1, le gouvernement local contribuant aux frais de la main-d'œuvre

Zone	Superficie (ha)	Coût initial		Coût de la main-d'œuvre	
		(\$/ par ha)	(\$/.)	(\$/ par ha)	(\$/.)
Protection maximale 1	28 931	792	22 913 252	173,5	5 019 507
Protection maximale 2	49 954	792	39 563 873	173,5	8 667 086
Conservation du service	16 091	0	0	0	0
Protection hydrographique	35 333	0	0	0	0
Exploitation agricole durable	71 696	382,5	27 421 710	283,5	20 325 757,3
Total			89 898 835 28 714 387\$EU		34 012 350 10 863 787\$EU

Source: Élaboré sur la base des modèles d'exploitation agricole et de coûts proposés par l'Université de Piura pour le Programa de Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña del Perú.

TABLEAU 5. Coût de la mise en œuvre du système de rétribution des services environnementaux divisé en étapes, et centré sur les zones prioritaires afin de concrétiser l'idéal proposé dans le plan

Zone	Superficie (ha)	Coût initial		Coût de la main-d'œuvre	
		(\$/ par ha)	(\$/.)	(\$/ par ha)	(\$/.)
An 0: Option 4 (49% des services environnementaux)					
Protection maximale 1	3 446	792,0	2 729 559	173,5	597 953
Protection maximale 2	9 651	792,0	7 643 727	173,5	1 674 478,0
Protection hydrologique	35 333	0	0	0	0
Conservation	16 091	0	0	0	0
Exploitation agricole durable	18 058	382,5	6 906 792	283,5	5 119 512
Total			17 280 078 5 514 855 \$EU		7 391 943 2 361 042 \$EU
An 2: Option 3 (68% des services environnementaux)					
Protection maximale 1	14 004	792,0	11 091 133	173,5	2 429 686
Protection maximale 2	18 235	792,0	14 441 802	173,5	3 163 703
Protection hydrologique	0	0	0	0	0
Conservation	0	0	0	0	0
Exploitation agricole durable	26 265	382,5	10 045 716	283,5	7 446 173
Total			35 578 651 11 354 757 \$EU		13 039 562 4 164 934 \$EU
An 4: Option 2 (75% des services environnementaux)					
Protection maximale 1	2 045,9	792,0	1 620 376	173,5	354 968,6
Protection maximale 2	4 818,6	792,0	3 816 363	173,5	836 034,1
Protection hydrologique	0	0	0	0	0
Conservation	0	0	0	0	0
Exploitation agricole durable	5 337,7	382,5	2 041 509,0	283,5	1 513 225,0
Total			7 478 248 2 386 647 \$EU		2 704 228 863 751 \$EU
An 5: Option 1 (100% des services environnementaux)					
Protection maximale 1	10 227	792,0	8 099 665	173,5	1 774 358
Protection maximale 2	17 696	792,0	14 015 443	173,5	3 070 302
Protection hydrologique	0	0	0	0	0
Conservation	0	0	0	0	0
Exploitation agricole durable	21 350	382,5	8 165 962	283,5	6 052 845
Total			30 281 070 9 664 060 \$EU		10 897 506 3 480 745 \$EU
TOTAL			28 920 319 \$EU		10 870 471 \$EU

de 19,2 millions de dollars EU serait la plus efficace.

CONCLUSIONS

Un système de rétribution des services environnementaux visant à atténuer les dommages causés par le phénomène El Niño pourrait être viable. Bien que les hauts coûts initiaux interdiraient la mise en œuvre d'un plan optimal de conservation, des options moins complètes seraient praticables grâce aux contributions du gouvernement ou de donateurs internationaux, outre les paiements effectués par les utilisateurs des services environnementaux. Bien qu'inférieure à celle payée par les habitants de la ville de Piura, la somme versée par d'autres acheteurs potentiels, notamment les agriculteurs en aval du bassin, pour l'approvisionnement régulier en eau suffisante et de bonne qualité, viendrait s'ajouter au total. La différenciation des paiements en fonction de la capacité de payer des acheteurs augmenterait le revenu tiré du système de rétribution et contribuerait à l'équité sociale. En particulier dans les pays andins, où les inégalités sociales sont un problème commun, le rapport entre les acheteurs et les fournisseurs permettrait de niveler ces inégalités.

La méthode décrite ici, bien qu'elle concerne spécifiquement le bassin versant du fleuve Piura, pourrait être appliquée aussi à d'autres situations.

Même si l'assistance du gouvernement ou, à défaut, l'assistance internationale, serait nécessaire pour un tel programme, elle serait aussi justifiable. Il suffit de se souvenir que les ravages causés aux infrastructures par El Niño en 1998 s'élevaient à plus de 100 millions de dollars EU dans la région de Piura, chiffre qui dépasse de beaucoup le coût de la mise en œuvre du plan proposé. ♦



Bibliographie

- APOYO Opinión y Mercado.** 2003. *Informe Jefes de Hogar*. Miraflores, Pérou.
- Braud, I., Vich, A.I.J., Zuluaga, J., Fornero, L. et Pedrani, A.** 2001. Vegetation influence on runoff and sediment yield in the Andes region: observation and modelling. *Journal of Hydrology*, 254: 124–144.

- Consejo Transitorio de Administración Regional (CTAR).** 1998. *Evaluación de los daños ocasionados por el fenómeno El Niño (periodo de emergencia 1998)*. Piura, Pérou, Dependiente del Ministerio de Economía y Finanzas. Disponible sur internet: www.mef.gob.pe
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú.** 2005. *Censo del 2005*. Lima, Pérou. Disponible sur internet: www.inei.gob.pe
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).** 2005. *Evaluación de la vulnerabilidad física natural futura y medidas de adaptación en áreas de interés en la cuenca del río Piura*. Lima, Pérou. Disponible sur internet: www.conam.gob.pe
- Jiménez, L., Martínez de Anguita, P., Gómez, I., Romero, R., Ruiz, M.A., Dunin-Borkwski, M.S. et Guerrero, D.** 2006. Metodología para la zonificación del riesgo de erosión en cuencas andinas. Estudio de caso en el río Chalaco, Piura. Dans *Ordenación territorial y medio ambiente*. Madrid, Espagne, Dykinson.
- López Cadenas de Llano, F.** 1990. El papel del bosque en la conservación del agua y del suelo. *Ecología*, 1: 141–156.
- Martínez de Anguita, P., Rivera, S., Beneitez, J.M. et Cruz, F.** 2006. Establecimiento de un mecanismo de pago por servicios ambientales sobre un soporte GIS en la cuenca del río Calan, Honduras. *Geofocus*, 6: 152–181. ♦