

Chapitre 2

Une nouvelle perspective des bassins versants

Les bassins versants constituent-ils des unités de gestion adéquates? Il est nécessaire de reconsidérer l'échelle d'intervention, les interactions amont-aval, les processus temporels et spatiaux, les liens biophysiques et socioéconomiques, et les questions politiques.

Conférence interrégionale, groupe 3

Le nouveau concept d'aménagement des bassins versants repose sur les résultats de recherches et de projets récemment exécutés dans les domaines de l'hydrologie et de l'écologie, de l'écologie humaine et de l'économie environnementale. Le présent chapitre traite de plusieurs questions pertinentes pour la prochaine génération de programmes et de projets.

NOUVELLES PERSPECTIVES SUR L'HYDROLOGIE ET LA BIOÉCOLOGIE DES BASSINS VERSANTS

L'utilisation des terres se répercute sur le régime hydrologique et sur la qualité de l'eau en aval. L'importance de cet impact varie selon le type d'utilisation des terres, la superficie du bassin, le climat, les caractéristiques du sol, la topographie, la géologie, etc. (Bosch et Hewlett, 1982; Bruijinzeel, 1990; Calder, 1999). Dans le passé, ni la société civile, ni les décideurs ne comprenaient pleinement l'importance relative de ces facteurs et la nécessité de tenir compte des caractéristiques particulières de chaque situation, ce qui a donné naissance à des idées fausses, notamment sur les causes des inondations et des sécheresses. Les médias, les ONG, les responsables gouvernementaux et certains scientifiques ont souvent convaincu l'opinion publique que la déforestation est l'une des principales causes de la modification des régimes hydriques car elle provoque une augmentation des inondations et une diminution du débit des cours d'eau en période sèche. De nombreux organismes ont financé des programmes de conservation et de reforestation sur ce postulat (Kaimowitz, 2004).

Forêt, précipitations et eau

Les recherches concernant les effets du couvert forestier sur les précipitations ne parviennent pas à des conclusions définitives (Kaimowitz, 2004). Le taux d'évaporation plus élevé et la résistance aérodynamique plus forte des forêts par rapport aux terres agricoles et aux pâturages se traduisent par une augmentation de l'humidité atmosphérique et de la convergence de l'humidité, mais le volume important des pluies dans les zones forestières ne peut être attribué aux forêts elles-mêmes. Les forêts de nuage pourraient constituer une exception: le dépôt de l'eau des nuages peut y être supérieur aux pertes par interception (Calder, 2003). L'incidence des montagnes et des arbres sur l'interception des précipitations peut expliquer les différences constatées. La question se complique en raison de la grande variabilité des pluies dans l'espace et le temps. Par rapport à d'autres facteurs, le couvert forestier n'aurait qu'une incidence minime sur les précipitations. Même si l'on ne peut totalement écarter la possibilité que le changement d'utilisation des terres modifie la configuration des pluies, les facteurs naturels (et probablement le changement climatique) ont des conséquences beaucoup plus importantes (encadré 5).

ENCADRÉ 5

Les forêts permettent-elles réellement de diminuer le ruissellement et de réguler le débit des eaux en période sèche?

Certaines études montrent que dans des conditions humides, les forêts présentent un taux de perte par interception plus important que les sols couverts de cultures denses, du fait principalement de la résistance aérodynamique de la surface forestière qui augmente le déplacement de vapeur d'eau. Dans des conditions de sécheresse, la transpiration des forêts est probablement plus élevée car les racines des arbres sont en général plus profondes que celles des plantes herbacées et des arbustes, ce qui leur permet de puiser plus facilement l'eau des nappes souterraines. En conséquence, contrairement à des idées reçues largement répandues, le ruissellement provenant des zones forestières sera moins important.

Les rares exceptions sont les forêts de nuage, où le dépôt de l'eau peut être supérieur aux pertes par interception, et les forêts très anciennes. Suite à un feu de brousse dans une forêt d'eucalyptus (*Eucalyptus regnans*) de plus de 200 ans située dans un bassin alimentant Melbourne, en Australie, la diminution du ruissellement fut expliquée par la plus forte évaporation de la nouvelle végétation forestière, l'indice foliaire étant beaucoup plus élevé que celui de l'ancienne forêt.

Des conclusions générales peuvent être tirées concernant l'impact des forêts sur le débit annuel, mais non sur les régimes de flux saisonnier. En raison de l'existence de processus locaux, souvent antagonistes, il peut être difficile de prévoir en un lieu donné la direction et l'ampleur d'un impact. On peut toutefois s'attendre: 1) à ce qu'une augmentation de la transpiration diminue l'humidité du sol et les débits de période sèche et 2) à ce qu'un accroissement de l'infiltration sous les forêts naturelles renforce la réalimentation des sols et le débit des cours d'eau en période sèche.

Les travaux de drainage entrepris en vue de planter des forêts dans les hautes terres du Royaume-Uni ont fait augmenter le débit des eaux en période sèche, ce qui découle de l'assèchement initial et des modifications hydrauliques à long terme introduites dans le système de drainage. La plantation de pins sur d'anciennes prairies en Afrique du Sud a réduit les débits, tant annuels que de saison sèche. Des résultats similaires ont été obtenus avec des plantations d'eucalyptus dans la région de Nilgiriss au sud de l'Inde. Bruijnzeel (1990) conclut que les propriétés d'infiltration des forêts tropicales jouent un rôle déterminant sur le mode de répartition de l'eau disponible entre le ruissellement et la réalimentation, ce qui conduit à une augmentation des flux en période sèche.

Source: Calder, 2005.

Les forêts emploient plus d'eau que les autres utilisations des terres

Dans le monde entier, de nombreuses études de bassins versants montrent que le rendement hydrologique s'accroît lorsque l'on déboise les forêts (Brooks, 2002). Des recherches menées au Royaume-Uni et dans d'autres pays prouvent que le rendement hydrologique des zones forestières de captage est généralement plus faible que celui des prairies ou des terrains marécageux car les pertes par interception sont plus élevées (McKay et Nisbet, 2002). Selon cette recherche, «il peut y avoir une réduction de 1,5 à 2 pour cent du rendement hydrologique potentiel pour chaque 10 pour cent de captage dans le cas d'une forêt d'arbres à feuilles persistantes». Dans les régions de forêts caducifoliées, l'évaporation est en général plus faible, l'interception étant réduite durant la période où les arbres sont dénudés.

En raison de l'interception et des processus complexes d'évapotranspiration, les forêts consomment un volume d'eau plus important que d'autres types d'utilisation des terres, comme les prairies ou les terrains agricoles. Elles diminuent donc l'écoulement global: «la

plupart des forêts évaporent considérablement plus d'eau qu'une végétation basse et réduisent le volume d'eau nécessaire à la réalimentation des aquifères ou à l'approvisionnement des rivières» (Calder, 2003). Au Royaume-Uni, le débit annuel des eaux a généralement diminué de 20 pour cent dans les vallées des hautes terres où l'on a planté des conifères. Les forêts de pins, par rapport aux prairies, diminuent la réalimentation d'environ 75 pour cent et les chênaies, de 50 pour cent (Calder, 2003). L'opinion répandue selon laquelle «un plus grand nombre d'arbres équivaut à un plus grand volume d'eau dans un bassin versant» est une idée erronée dans de nombreux pays. Il est très important de clarifier cette question, en particulier lorsqu'il existe des marchés pour les services environnementaux.

Régimes hydrologiques

Dans certains cas, les modifications dans l'utilisation des terres se répercutent sur le régime hydrologique d'un bassin fluvial; ainsi, l'abattage d'une forêt a une incidence directe sur le taux d'infiltration et la réalimentation des aquifères. Dans de nombreux autres cas toutefois, la corrélation entre l'exploitation des terres et le régime hydrologique n'apparaît pas aussi clairement. L'impact de la protection des terres humides sur le régime d'écoulement continu d'être controversé; certains chercheurs pensent que cette protection augmente les débits de pointe et diminue les débits de base tandis que pour d'autres, elle permet une plus grande capacité de stockage de l'eau, et donc une diminution des débits de pointe (Bullock, 1992).

Des recherches montrent que l'utilisation des terres influe sur l'infiltration de l'eau dans les sols et que toute modification entraînant un compactage du sol ou une réduction de leur porosité provoque une augmentation du ruissellement et du débit de pointe durant la saison des pluies, ce qui peut accroître le risque d'inondation (Kaimowitz, 2004). Ces observations ne sont toutefois applicables qu'à de petites superficies; à plus grande échelle, l'étendue, l'intensité et la répartition des événements pluviométriques et hydrologiques extrêmes peuvent avoir des répercussions beaucoup plus profondes sur le débit que les changements intervenant dans l'utilisation des terres.

Il est important de prolonger ou de maintenir la durée du débit de base durant la saison sèche pour l'irrigation, la flore et la faune, l'état des rives et d'autres fonctions écologiques (Fleming, 2003). Des études conduites au Royaume-Uni montrent que de vastes zones de forêts à feuillage persistant peuvent contribuer à faire fortement diminuer les débits de base l'été dans les plaines (McKay et Nisbet, 2002). La structure des forêts peut aider à atténuer les conséquences de l'utilisation de l'eau par les arbres, et la même recherche indique que les apports d'eau des jeunes forêts, des zones déboisées et des forêts de feuillus sont similaires à ceux des prairies. On peut donc penser qu'une plus grande diversité d'écosystèmes pourrait contribuer à tamponner les effets de la sylviculture à l'échelle plus vaste des bassins versants.

TABLEAU 1
Incidences potentielles de l'utilisation des terres sur le régime d'écoulement

Efecto observable del uso de la tierra en:	Superficie du bassin versant		
	Petite (0,1-10 km ²)	Moyenne (10-100 km ²)	Grande (au moins 100 km ²)
Débit moyen	X	-	-
Débit de pointe	X	-	-
Débit de base	X	-	-
Réalimentation des nappes souterraines	X	-	-
Charge solide	X	-	-
Pathogènes	X	-	-
Nutriments	X	X	X
Salinité	X	X	X
Pesticides	X	X	X

Source: Kiersch, 2000.

Hofer et Messerli (2006) n'ont trouvé aucune corrélation statistique entre les activités humaines dans l'Himalaya (déboisement, par exemple) et les fortes inondations dans les plaines du Bangladesh. Les auteurs concluent que l'abattage de forêts dans les zones montagneuses ne peut être tenu responsable des inondations catastrophiques qui se produisent dans des zones éloignées en aval. Les nombreux avantages liés à la conservation des bassins versants amont devraient être pris en compte à l'échelle des communautés de montagne et de leur environnement (encadré 6).

ENCADRÉ 6

Forêts et inondations dans les bassins versants de l'Himalaya

Tous les ans, à l'époque de la mousson, les graves inondations qui se produisent dans les plaines du Gange et du Brahmapoutre en Himalaya attirent l'attention du monde entier. On les explique généralement par la déforestation rapide des montagnes résultant de l'enchaînement des processus suivants: essor démographique en montagne → accroissement de la demande de bois de chauffe, de fourrage et de bois d'œuvre → intensification du déboisement dans des zones toujours plus marginales → augmentation de l'érosion et des débits de pointe des rivières → graves inondations et envasement des plaines cultivées fortement peuplées.

Les changements écologiques induits par l'homme dans l'ensemble de l'Himalaya interviennent à petite échelle; le déboisement d'un bassin versant local en amont peut ainsi conduire à une augmentation des eaux de ruissellement et à une accélération de l'érosion des sols dans ce bassin. Mais si on se place au niveau du système de grande envergure du Gange-Brahmapoutre-Meghna, on ne constate pas de corrélation substantielle entre les activités humaines en montagne (déforestation) et les catastrophes en plaine (inondations). L'influence humaine perd toute signification par rapport à la très grande ampleur des processus naturels. Les statistiques ne prouvent pas non plus que les inondations se soient intensifiées au Bangladesh ces 120 dernières années, même si le déboisement n'a cessé de progresser. Les précipitations et les eaux de ruissellement en Himalaya ne semblent pas contribuer de manière significative aux inondations qui touchent le lointain Bangladesh car les débits de pointe et de crue des affluents himalayens sont lissés en progressant vers l'aval dans le débit de base de fleuves plus importants.

Les habitants des montagnes et leurs modes d'exploitation des terres ne peuvent donc être blâmés pour les inondations qui touchent les plaines situées très en aval, même s'ils restent responsables de la gestion durable de l'environnement. Les forêts de montagne sont essentielles pour l'écologie de toute l'Himalaya et des populations qui en sont tributaires; les programmes de reboisement doivent être placés dans cette perspective plutôt que d'être considérés comme moyens de prévenir les inondations en plaine.

Source: Hofer, 2005.

Sédimentation et érosion

La sédimentation détériore les réservoirs, les voies navigables, les réseaux d'irrigation et les zones côtières, ce qui est préjudiciable à la biologie aquatique, à la production halieutique et à la biodiversité. Le lien entre le taux d'érosion et la quantité de sédiments transportée par les rivières est complexe et dépend de l'échelle géographique considérée. L'érosion et la sédimentation varient de manière substantielle en fonction de facteurs géologiques, climatiques et autres. Il apparaît clairement que le mode

d'utilisation des sols agricoles, à l'échelle des exploitations, a une profonde incidence sur le taux d'érosion. Le changement du couvert végétal, lorsque des zones boisées sont converties à l'agriculture par exemple, accroît généralement l'érosion des sols alors que de bonnes pratiques agricoles la réduisent.

Il est très difficile d'évaluer l'impact du changement d'utilisation des terres sur la concentration en sédiments des bassins fluviaux. La majeure partie de la charge solide provient de certains endroits bien précis du bassin versant et est transportée jusqu'aux rivières en cas de conditions climatiques extrêmes. Le transport de sédiments dans un bassin fluvial est relativement lent. Au cours de la durée de vie d'un réservoir, une très faible quantité de sédiments est véhiculée depuis le bassin supérieur sur plus de 100 à 200 kilomètres. Les conséquences des modes d'exploitation des terres sur le taux de sédimentation d'une rivière importante ne se feront donc ressentir que des dizaines d'années plus tard. Il sera alors très difficile d'établir si la charge solide résulte d'un phénomène naturel ou d'une activité humaine.

Importance de l'échelle

L'échelle est un paramètre déterminant pour évaluer l'impact de l'utilisation des terres sur l'eau. Le tableau 1, fondé sur de nombreuses études de cas, indique les conséquences potentielles de l'exploitation des terres sur divers aspects du régime d'écoulement et de la qualité de l'eau en fonction de la superficie d'un bassin versant. L'incidence risque de n'être fortement marquée que dans les très petits bassins. Dans les bassins de plus grande taille, les répercussions de l'exploitation des terres sur le régime hydrologique deviennent négligeables par rapport à celles induites par les facteurs naturels, tels que l'intensité des pluies. Néanmoins il n'y a aucun doute que l'utilisation des terres influe sur la qualité de l'eau dans les grands bassins fluviaux aussi, comme l'on peut constater des effets cumulatifs des intrants agricoles sur la pollution chimique des eaux de grandes rivières.

L'incidence de l'utilisation des terres sur le régime d'écoulement d'un cours d'eau est une question d'échelle

Sources diffuses de pollution et dégradation de la qualité de l'eau

Dans les régions d'agriculture intensive, il arrive fréquemment que des substances toxiques résultant de l'application non rationnelle d'engrais et de pesticides se déversent dans les rivières et pénètrent les nappes aquifères où elles se concentrent et polluent les sources d'eau des usagers en aval. Les parcs d'engraissement du bétail, aujourd'hui reconnus comme l'une des premières causes de pollution, sont également souvent considérés comme une source diffuse de pollution, en général à une échelle plus localisée.

Il est assez facile d'évaluer la pollution par source diffuse car elle modifie radicalement la composition chimique de l'eau. Il est toutefois extrêmement difficile de la quantifier en raison surtout des processus complexes de dégradation de certaines substances chimiques, en particulier de pesticides et d'oligo-éléments toxiques. La pollution organique et chimique des ressources hydriques par source diffuse touche surtout les pays industrialisés, mais on constate qu'elle augmente dans plusieurs régions en développement où l'on pratique une agriculture intensive.

L'évaluation et la quantification des conséquences de l'utilisation des terres sur la qualité de l'eau d'une rivière exigent une analyse détaillée de la situation et une compréhension approfondie des processus physiques concernés. Pour traiter des problèmes des bassins versants, il convient de tenir compte de la taille du bassin, d'établir une distinction entre les risques naturels et ceux induits par l'homme, d'analyser les processus chimiques et de différencier la pollution diffuse de la pollution ponctuelle.

La qualité de l'eau est aussi importante que sa quantité

Eutrophisation

L'eutrophisation désigne généralement le déséquilibre résultant d'un apport excessif de nutriments dans des milieux aquatiques naturels (Fleming, Hufschmidt et Hyman, 1982). Les nutriments, azote et phosphore notamment, proviennent de diverses sources: épandages

d'engrais agricoles, eaux d'égouts urbains, pâturage en zones riveraines et sédiments dus à l'érosion des bassins versants. Les nutriments de sources naturelles sont utiles au maintien de la productivité des écosystèmes, mais ont des effets négatifs sur les rivières et les lacs s'ils sont présents en trop grande quantité en raison d'activités humaines; ils encouragent le développement d'algues et dégradent la qualité de l'eau. Une grande quantité d'algues en décomposition réduit l'oxygène dissous dans l'eau et crée des conditions anaérobiques qui peuvent être létales pour les espèces aquatiques. Les poissons ne peuvent survivre dans une eau contenant peu voire pas d'oxygène, et de nombreux lacs, réservoirs, rivières et estuaires touchés par l'eutrophisation ont perdu de précieuses ressources halieutiques. Plusieurs espèces d'algues sont improches à la consommation humaine ou animale. La prolifération excessive d'algues a eu de graves conséquences sur le lac de Zurich en Suisse, le lac Erié aux Etats-Unis, le lac Phewa au Népal, le delta du Nil en Egypte, le récif corallien du Négril en Jamaïque, le lac Skaha au Canada, le réservoir de Poza Honda en Equateur (encadré 7), la mer de Galilée en Israël et le lac de Garde en Italie.

Les nutriments provoquant l'eutrophisation proviennent de plusieurs endroits épars dans les bassins versants concernés; par conséquent, les mesures de contrôle du transport de nutriments doivent être mises en œuvre dans l'ensemble du bassin versant (Fleming, Hufschmidt et Hyman, 1982). Les nutriments sont essentiellement véhiculés par les sols et la lutte contre l'érosion est l'une des mesures d'atténuation les plus efficaces. Dans les petits bassins versants, la conservation des terres en amont (pour lutter contre l'érosion) peut avoir un effet immédiat et significatif en aval (en diminuant la sédimentation et l'eutrophisation dans les réservoirs et lacs); dans les grands bassins, il est toutefois plus difficile de quantifier la corrélation entre la conservation en amont et les retombées en aval.

ENCADRÉ 7 **Eutrophisation en Equateur**

Le premier grand réservoir de l'Equateur, le Poza Honda, a été construit en 1970 dans un petit bassin versant côtier de la province de Manabí pour fournir de l'eau à des fins domestiques et d'irrigation. Cinq ans plus tard, il contenait 25 pour cent de sédiments. Le déboisement sur des pentes abruptes, le pâturage non réglementé et des pratiques agricoles érosives ont causé une surcharge en nutriments, ce qui a engendré une grave eutrophisation et des conditions anoxiques dans l'ensemble du réservoir qui s'est couvert d'un tapis d'algues bleu-vert d'une épaisseur de 20 cm. Les filtres pour le traitement de l'eau devaient être nettoyés tous les jours et les canaux d'irrigation étaient obstrués par des plantes profondément enracinées.

Un plan de remise en état du bassin versant, d'une valeur de 2 millions de dollars, a alors été mis en œuvre pour protéger les berges du réservoir et préserver les sous-bassins. Il prévoyait un aménagement des parcours afin de contrôler le pâturage sur les pentes. Treize ans plus tard, le taux de sédimentation a été ramené de 4 à 2,5 pour cent du volume du réservoir par an, 80 pour cent des abords de ce dernier étant protégés du pâturage par une zone tampon végétale. La quantité de nutriments a été considérablement réduite et la prolifération des algues a été maîtrisée, permettant ainsi aux résidents du bassin de faire de la pêche une activité productive. La qualité de l'eau a été améliorée avec un taux d'oxygène dissous suffisant pour assurer l'équilibre de l'écosystème aquatique et pour fournir de l'eau pour des usages domestiques et agricoles.

Source: Fleming, 1995.

Impacts du changement climatique et des activités humaines

On dispose de plus en plus de preuves que le système climatique subit de profondes modifications. La température moyenne de la surface de la Terre a augmenté de 0,6 °C depuis la fin du XIXe siècle (GIEC, 2001). Le réchauffement de la planète dans ces 50 dernières années est principalement attribué aux gaz à effet de serre produits par les activités humaines. Des modifications ont été également signalées dans le cycle hydrologique des zones de montagne; dans les régions tempérées, les zones montagneuses sont de plus en plus touchées par des périodes de plus en plus nombreuses d'intensification des précipitations; dans les régions tropicales, en revanche, les pluies ont diminué et sont devenues plus irrégulières, notamment dans les zones touchées par El Niño.

Vu que la majeure partie de l'eau douce utilisée par l'homme provient des pluies arrosant les bassins supérieurs, les conséquences du changement climatique qui affectent la planète sont devenues l'un des principaux thèmes des recherches sur la montagne. D'après Uhlenbrook, Wenninger et Lorentz (2005), ces effets sont attribuables aux modifications de la pluviosité et des modes d'utilisation des terres. Par exemple, si les méthodes d'aménagement sont inadéquates, une légère augmentation des précipitations risque d'avoir une incidence beaucoup plus marquée sur les eaux de ruissellement et le débit des crues.

Tout changement d'utilisation des terres modifie les caractéristiques du paysage des bassins versants, les fonctions de l'écosystème et la dynamique du climat; la biodiversité, l'hydrologie et le transport de la chaleur latente, du dioxyde de carbone, des nutriments et des polluants en sont affectés. Même si le changement mondial est principalement d'origine naturelle, l'homme exerce une pression de plus en plus forte sur l'environnement, ce qui a de profondes répercussions sur les bassins versants. L'homme n'est pas seulement soumis aux modifications du milieu; il en est également l'un des plus grands responsables (Huber Bugmann, 2005).

ÉCOLOGIE HUMAINE DES BASSINS VERSANTS

Presque toutes les populations vivent dans des écosystèmes abrités par des bassins versants ou fluviaux qu'elles ont modelés selon leurs besoins à travers l'histoire; à l'exception de quelques zones résiduelles et strictement protégées, ce sont les activités humaines qui ont contribué à créer l'écologie de la plupart des bassins versants (encadré 8). Les populations humaines ont généralement entretenu une relation adaptative, homéostatique et résiliente par rapport aux bassins hydrographiques. Au cours des 5 000 ans de l'histoire de leur aménagement, il existe très peu d'exemples de faillite de bassins versants imputables à une responsabilité humaine.

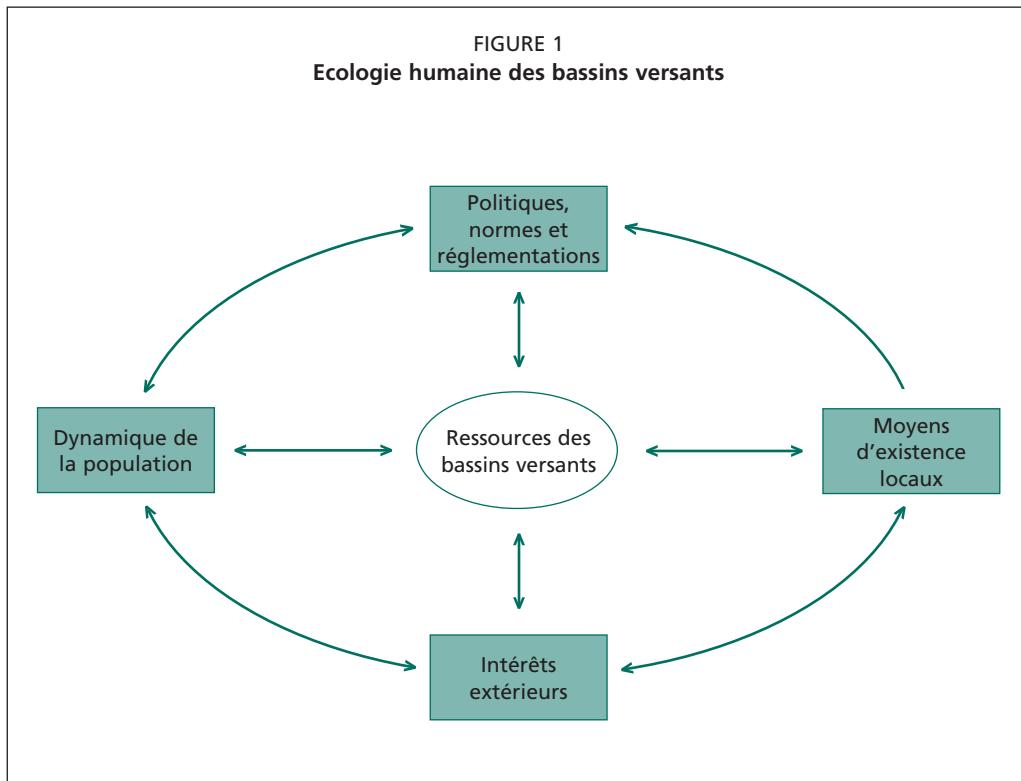
La plupart des bassins versants sont des environnements créés par l'homme

Les facteurs de l'écologie humaine des bassins versants sont classés en quatre grandes catégories: la dynamique des populations locales, les systèmes de moyens d'existence locaux, les intérêts extérieurs et les politiques, normes et réglementations (figure 1). L'interaction entre ces divers facteurs détermine en grande partie les conditions environnementales à un moment donné.

Bassins versants et dynamique de la population

La dynamique des populations s'intéresse aux changements intervenant dans le nombre et la composition socioéconomique des habitants d'une région donnée. Elles sont déterminées par des modifications intervenant dans l'équilibre entre la natalité et la mortalité («croissance naturelle»), et par les migrations internes et externes.

La croissance naturelle dépend du nombre moyen de naissances vives au cours du cycle reproductif d'une femme, de la mortalité (notamment de la mortalité infantile et maternelle) et de l'espérance de vie. Elle est influencée par des facteurs génétiques, par l'environnement naturel et par une multitude de facteurs économiques, sociaux et culturels, tels que les habitudes alimentaires et les méthodes de contraception. Même si un milieu insalubre et la rigueur des comportements peuvent freiner ou arrêter la croissance naturelle, les populations humaines tendent à croître de manière exponentielle.



ENCADRÉ 8
Environnements naturels et modifiés par l'homme

Depuis les années 70, les écologistes s'intéressent particulièrement à la manière dont les populations modifient, façonnent et contribuent à l'évolution de l'environnement. En 1982, Roy Bennett a résumé les conclusions de sa recherche de la manière suivante:

Il va de soi que les activités humaines peuvent transformer les milieux naturels. Des études géographiques et écologiques décrivent en détail les mécanismes responsables des transformations et leur portée. Le terme «naturel» désigne ici ce qui n'est pas modifié par l'*Homo sapiens*, ce qui n'implique pas évidemment que les environnements ne soient transformés en permanence par d'autres organismes. En fait, la «nature pure» n'existe pas et, d'un point de vue anthropologique, l'environnement doit inclure l'homme et les conséquences de ses activités. Les «régions naturelles» désignées par les biogéographes correspondent généralement à des régions transformées par des manipulations humaines et ne sont «naturelles» que dans un sens assez général... On ne peut donc représenter le déterminisme environnemental simplement par la relation environnement → société, mais par le lien réciproque environnement ⇄ société. Tous les facteurs environnementaux peuvent être ainsi transformés. Des populations végétales et animales peuvent être cultivées et élevées de manière sélective, les sols artificiellement enrichis, les climats modifiés par l'élimination de la végétation et des topographies entières transformées par la création de terrasses de riz irrigué.

Source: Bennett, 1982.

Au cours des cent dernières années, cette tendance s'est renforcée sous l'effet de la diffusion, dans le monde entier, d'installations sanitaires modernes, de soins de santé et de l'éducation qui ont permis de faire reculer la mortalité infantile et maternelle, et d'accroître l'espérance de vie. Ce processus appelé «transition démographique» est étroitement lié au développement socioéconomique et au changement culturel (encadré 9).

ENCADRÉ 9

Frontière agricole et transition démographique chez les Shuars

Le bassin supérieur de Morona-Santiago, situé dans l'Amazonie équatorienne, est le territoire des Shuars, une population de chasseurs-cueilleurs de la forêt tropicale. Jusque dans les années 50, la densité de la population shuar était d'environ 1,2 habitant par kilomètre carré. Dans les années 60, le gouvernement équatorien a promu et soutenu la colonisation de la région par des petits et moyens entrepreneurs agricoles provenant du haut plateau andin. Ces migrants ont établi des fermes d'élevage extensif dans les vallées, en poussant la population autochtone vers les collines.

Les Shuars se sont graduellement adaptés à la coexistence avec les colons, développant une nouvelle économie fondée à la fois sur l'agriculture sur brûlis traditionnelle et l'élevage de petite échelle. De plus, ils ont changé leur modèle d'établissement: les maisons, antérieurement dispersées dans la forêt, se sont concentrées en villages, appelés «centros».

Au milieu des années 60, des missionnaires ont aidé les «centros» shuar à se fédérer pour défendre leur droits sur les terres, accéder aux bénéfices du développement et préserver la culture autochtone. La Fédération shuar s'est employée à obtenir l'enregistrement officiel des «centros» shuar en tant que coopératives légalement reconnues, la délivrance de titres fonciers pour les terres agricoles, des crédits, une assistance technique dans le secteur de l'élevage, des programmes d'éducation bilingue ainsi qu'un système moderne de services de santé et de transport.

En 20 ans, la Fédération a atteint ses objectifs de développement, mais à un prix élevé: déboisement, disparition de la plupart des espèces végétales et de la faune sauvage, et dégradation des flancs fragiles de la montagne. La Fédération a en effet inscrit ses activités dans le cadre de la structure légale en place revendiquant que les terres de l'Amazonie soient réparties entre des privés, ou des groupes juridiquement reconnus, en fonction de leur «capacité d'exploitation». En raison de cette politique, défricher la forêt pour installer des pâturages s'est avéré un moyen peu coûteux d'obtenir de vastes superficies de terres.

Grâce à l'élevage, les Shuars ont obtenu des titres fonciers et des revenus pour acheter des biens manufacturés, s'acquitter de frais de scolarité et avoir accès aux services et soins de santé modernes. Ces changements ont permis de faire reculer la mortalité des enfants âgés de moins de 5 ans, qui est passée de 267 pour mille en 1976 à 99 pour mille en 1992. La population a augmenté d'environ 4 pour cent par an; dans les années 90, le nombre d'habitants par kilomètre carré de terre officiellement attribuée était de 5,2 pour cent (c'est-à-dire, presque cinq fois plus concentrée que dans la situation d'antan) et devait atteindre 10,6 en 2006. N'étant pas sûre que la terre pourrait soutenir toute cette population, la Fédération shuar a donc décidé de faire de la durabilité de l'environnement son principal objectif; pour cela, elle a introduit l'agroforesterie, de nouvelles activités génératrices de revenus fondées sur les compétences indigènes et sur la diversification de la production. Si ces mesures ont de grandes chances d'améliorer l'écologie humaine du bassin versant de Morona-Santiago et d'éviter une catastrophe environnementale, elles ne pourront toutefois pas rétablir les conditions écologiques, socioéconomiques et culturelles qui existaient avant la transition démographique.

Source: Borrini-Feyerabend et Pimbert, 2005.

Très souvent, le développement et la modernisation ont poussé l'essor démographique au delà des capacités de charge des milieux et de leurs ressources. La migration est l'une des solutions recherchées par les sociétés locales pour remédier à cette situation. Ainsi, durant la seconde moitié du XX^e siècle, de nombreuses populations des hautes terres ont migré vers les plaines et les villes à la recherche de meilleures opportunités. Des technologies agricoles plus performantes ont été également adoptées pour nourrir un plus grand nombre de personnes. Les populations ont accru les pressions exercées sur les écosystèmes en aval et renforcé leurs demandes sur les ressources et services fournis par les écosystèmes en amont, tels que l'eau, l'énergie électrique, le bois d'œuvre et les minéraux. Les phénomènes migratoires amont-aval ont souvent conduit à une dégradation de l'environnement des bassins versants (encadré 10). Le dépeuplement des zones de montagne et l'urbanisation ont également créé d'importantes tensions sociopolitiques.

ENCADRÉ 10 La colonisation de la *montaña* péruvienne

Les versants occidentaux des Andes péruviennes sont recouverts d'une forêt pluviale tropicale qui se détache sur le fond de montagnes escarpées et de profondes vallées ciselées depuis des millénaires par de grands fleuves et leurs affluents qui se déversent vers le bassin de l'Amazonie. Ces bassins hydrographiques couvrent une superficie totale de 270 000 kilomètres carrés et n'étaient habités, jusqu'au début du XX^e siècle, que par quelques milliers d'autochtones.

La construction de routes en montagne encouragea les petits paysans quechua des hauts plateaux et les citadins sans travail à migrer vers la *montaña*. De grandes sociétés internationales créèrent des possibilités d'emplois en établissant de vastes plantations de café et de cacao, et de grandes exploitations d'élevage. La population est ainsi passée de 240 000 habitants en 1940 à 1,2 million en 1981. La croissance naturelle n'ayant fait que doubler la population, on attribue à l'immigration la plus grande partie de cette multiplication par cinq en l'espace de 41 ans.

L'une des forces d'attraction de cet important flux migratoire tient à une politique nationale dont l'objectif était d'étendre la frontière agricole aux hautes terres de l'Amazonie grâce à la construction d'un réseau de routes et d'infrastructures, l'octroi de droits fonciers, ainsi que la fourniture d'une assistance technique aux agriculteurs et de crédits aux petites et moyennes entreprises. Cette politique a eu pour effet secondaire le développement d'un marché du travail saisonnier qui a attiré des milliers de paysans sans terres des hauts plateaux vers les bassins versants de la *montaña*. En revanche, la répartition inégale des terres dans les Andes et la faible productivité de l'agriculture en montagne, un accroissement naturel de la population andine trop important par rapport aux possibilités d'emplois locaux et une crise macroéconomique nationale à l'origine de l'aggravation du chômage dans les zones urbaines du Pérou ont agi comme forces d'expulsion.

Les gouvernements et des organismes internationaux ont été favorables à la colonisation des bassins versants de la *montaña* car elle agissait comme une souape de sécurité pour la structure agraire et productive des Andes. Les retombées écologiques et sociales ont pourtant été considérables. Le déboisement, l'érosion des sols, la pollution des rivières, les conflits avec les populations autochtones, le trafic de stupéfiants, la guerre civile et la pauvreté sont attribuables à cette tentative de subvenir aux besoins des paysans sans terre en repoussant la frontière agricole sans avoir résolu au préalable les inégalités d'accès aux ressources naturelles et la non viabilité des systèmes de moyens de subsistance qui prévalent sur les hauts plateaux andins.

Source: Barton et al., 1997.

Systèmes de moyens d'existence locaux

Les moyens d'existence locaux constituent le lien le plus direct entre les populations humaines et l'environnement naturel des bassins versants. Ils comprennent les biens de production, les stratégies, les normes et les institutions permettant aux ménages de gagner leur vie et de se reproduire dans un cadre naturel et politique donné. Ils incluent:

- l'accès aux biens naturels (terre, eau, forêts, minéraux et énergie) et leur utilisation;
- les normes et réglementations régissant et protégeant l'accès à ces biens et leur usage;
- les compétences, technologies et infrastructures permettant d'utiliser les ressources sans les surexplorier;
- les institutions sociales arbitrant les conflits d'intérêt et favorisant la coopération dans l'utilisation des ressources des écosystèmes amont, comme l'eau, l'énergie électrique, le bois d'œuvre et les minéraux;
- les valeurs et croyances donnant un sens à ces éléments et sur lesquelles se fonde l'utilisation des ressources naturelles.

Les moyens d'existence lient les populations locales aux ressources naturelles des bassins versants

Même s'ils peuvent être identifiés à partir de facteurs géo-écologiques et historiques, les systèmes de moyens d'existence sont en général fonction d'un lieu. Leur portée géographique se limite souvent à des groupes sociaux relativement restreints vivant sur des territoires bien définis, tels que les sous-bassins hydrographiques, ou dans un milieu écologique ou un biotope particulier (montagnes, collines, plaines, rives, vallées, marais ou petite ville). L'encadré 11 donne des exemples de moyens d'existence dans les écosystèmes des bassins versants.

ENCADRÉ 11

Moyens d'existence locaux dans les écosystèmes des bassins versants: exemples tirés du Népal, de la région des grands lacs africains et du centre de l'Italie

Dans les Middle Hills du Népal, l'agriculture, pratiquée sur de petites terrasses étagées, est la principale activité de subsistance. Le compost, les résidus de culture et les feuilles mortes ramassées dans les forêts publiques ou communautaires permettent de préserver la structure et la fertilité des sols. Le compost se compose principalement de fumier. Le bétail est élevé en enclos ou mené en pâturage sur des terres en jachère, sur des forêts en propriété commune ou sur les prairies des hauts plateaux. Les ménages les plus riches complètent les revenus agricoles par un emploi ou une entreprise locale. Les ménages plus défavorisés et sans terre sont tributaires d'activités liées à la terre: main d'œuvre, artisanat ou produits forestiers non ligneux (Ellis et Allison, 2004).

Sur les rives des grands lacs africains, sur les terres humides des deltas du Sudd et du Niger et sur les lacs intérieurs peu profonds, les ménages vivent de l'agriculture, de la pêche et de l'élevage, qu'ils pratiquent sur des terres privées et des ressources en copropriété. Les cultures, dont le riz paddy sur les terres humides, se répartissent sur des terres détenues en tenue coutumière, notamment celles mises en valeur lors du recul saisonnier des eaux des lacs. Les zones inondées qu'aucun ménage ne revendique alors sont utilisées comme pâturages. La pêche est contrôlée par l'Etat, mais gérée en réalité comme un bien commun. Les ménages les plus nantis possèdent du matériel de pêche et davantage de terres et de bétail que les autres groupes. Les familles à revenus moyens ont accès à la terre pour y pratiquer des activités agricoles de subsistance, mais leur cheptel est moins important et ils ne peuvent pêcher qu'à bord des bateaux sur lesquels ils sont embauchés (Ellis et Allison, 2004).

En Ombrie, région d'Italie, les moyens d'existence traditionnels des petits exploitants sont fondés sur une combinaison de culture de céréales et de légumineuses, de cultures

Encadré 11 (suite)

arbustives, d'élevage et de sylviculture. Les céréales, les légumineuses et les cultures fourragères sont cultivées en alternance sur les parcelles de petites vallées abondamment arrosées toute l'année. Les oliviers, les noyers et les vignes occupent de fortes pentes qui peuvent atteindre une altitude de 700 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les forêts de chêne sessile et de châtaignier ainsi que les prairies recouvrent plus de 70 pour cent de cette zone escarpée des bassins versants, et procurent du fourrage, du bois de chauffe, du bois d'œuvre, des châtaignes et d'autres fruits. Bien que tous les exploitants de cette zone bénéficient de subventions accordées au titre de la politique agricole commune de l'Union européenne, l'agriculture ne suffit en général pas à faire vivre toute une famille. La plupart des habitants du bassin versant complètent les revenus qu'ils tirent de l'agriculture ou de la forêt par une activité salariée, par le commerce ou par l'agritourisme à petite échelle (Warren, 2004).

Les systèmes de moyens d'existence locaux sont des produits culturels. Ils se développent lentement à partir d'essais et d'erreurs, les expériences se transmettant de génération en génération par le comportement, la langue, l'art, la science et la religion. Il est toutefois important de ne pas les considérer seulement comme issus de la tradition car ils sont dynamiques, évolutifs et ouverts à l'innovation; ils *s'adaptent* continuellement en fonction des changements environnementaux, démographiques, économiques, sociaux et culturels. Ce processus n'est pas exempt d'inefficacités, de pertes et d'erreurs, ce qui peut se traduire par des tendances négatives ou des chocs conduisant à la faillite des bassins versants. L'encadré 12 donne un exemple de dégradation de l'environnement clairement liée à la pression exercée par l'économie de marché, la croissance démographique et le changement climatique sur les moyens d'existence des populations locales.

La plupart des systèmes de moyens d'existence locaux gèrent les ressources naturelles de manière relativement efficace et durable: des siècles durant, le pâturage sur les terres communautaires a soutenu les moyens d'existence des populations vivant dans les hautes montagnes inhospitalières des Alpes et la gestion partagée de l'eau a permis d'assurer le développement agricole dans les plaines sèches du Proche-Orient. En Amazonie, la petite agriculture itinérante contribue à la biodiversité forestière en diffusant des essences secondaires dont diverses espèces de mammifères et d'oiseaux se nourrissent et en augmentant l'infiltration de la lumière solaire dans les zones de forêts pluviales denses environnantes. L'encadré 13 donne un autre exemple tiré, cette fois-ci, de la savane en Afrique de l'Ouest.

Moyens d'existence locaux et intérêts extérieurs dans l'écologie des bassins versants

Les exemples décrits dans les encadrés 9 à 13 montrent que les systèmes d'existence locaux se comprennent mieux lorsqu'ils sont placés dans le contexte plus large des systèmes économiques, sociaux et politiques. Les Etats nations et les unités de gouvernance décentralisées (départements, districts, municipalités, etc.) sont les principaux acteurs extérieurs concernés par l'écologie humaine des bassins versants; cependant, au cours des 50 dernières années, le marché mondial et les institutions internationales ont joué un rôle de plus en plus important dans la détermination de l'accès aux ressources naturelles des bassins et de leur l'utilisation.

L'importance socioéconomique des écosystèmes des bassins hydrographiques dépasse de loin les intérêts locaux des résidents. Il se peut qu'une ville en aval ait besoin des aliments, du bois d'œuvre et du bois de chauffe produits par une vallée en

ENCADRÉ 12

Moyens d'existence et dégradation de l'environnement dans les montagnes occidentales du Guatemala

La municipalité de Jocotán correspond à la zone méridionale de captage du bassin Copán-Ch'orti', dans le sud-ouest du Guatemala, près de la frontière du Honduras. Son territoire de 148 km², très pentu et escarpé, se situe entre 1 800 et 300 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le nombre d'habitants s'élève, au total, à 37 000; 5 000 d'entre eux résident en ville et 32 000 autres vivent dans de petits villages dispersés dans la campagne. La densité par kilomètre carré est de 215 habitants. Il y a trop d'habitants et trop peu de terres dans l'écosystème fragile et très dynamique qui caractérise Jocotán.

Lorsque les Espagnols ont fondé la ville de Santiago de Jocotán en 1539, le bassin de Copán-Ch'orti' était presque totalement couvert d'une forêt pluviale subtropicale dans la vallée, d'une forêt d'acacia sur les collines et de pins sur les hauts plateaux. Les colons espagnols ont exploité la vallée alluviale fertile de manière intensive en y cultivant du cacao, du tabac, de la canne à sucre, de la salsepareille et de l'indigo, et en élevant du bétail. Les *campesinos* Ch'orti' qui ne participaient pas à la production coloniale assuraient leur subsistance en cultivant du maïs et des haricots sur les flancs caillouteux, fragiles et secs des collines. Ces terres pauvres devaient être cultivées par rotation de quelques années, engendrant le déboisement du bassin.

Au XIX^e siècle, dans le cadre de la réforme libérale, les titres des terres communales indigènes ont été transférés à la municipalité. Les puissants entrepreneurs de Jocotán ont pu ainsi renforcer leur contrôle sur les terres arables et sur la main d'œuvre. A la fin du siècle, des immigrants sont venus travailler dans les mines de fer et les plantations de café des hautes terres. Les Ch'orti' se sont alors repliés vers des zones plus reculées et moins productives où ils ont diversifié leur économie de subsistance en pratiquant la vente de petits excédents et d'artisanat, et en devenant métayers ou main d'œuvre salariée.

Dans les années 20, après deux siècles de déboisement ininterrompu, il n'y avait plus de terres disponibles pour assurer la rotation des cultures et la pression sur la terre s'est intensifiée. La pluviosité diminuait et dans les années 50, les *campesinos* des collines ont commencé à cultiver du sorgho résistant à la sécheresse, parallèlement à la culture traditionnelle du maïs et des haricots. Les hommes se sont mis à migrer de façon saisonnière vers les plantations de fruits et les grandes propriétés.

Ces stratégies ont permis aux *campesinos* de satisfaire leurs besoins immédiats et de continuer à vivre de leurs terres. Depuis les 30 ou 40 dernières années cependant, les biens naturels, physiques et financiers des ménages n'ont cessé de diminuer du fait de la détérioration des termes commerciaux, de l'essor de la population et de l'intensification de la fragmentation des terres en résultant. La contraction des parcelles a entraîné une surexploitation des sols et une réduction graduelle des rendements, à laquelle l'utilisation d'engrais chimiques ne remédie qu'en partie. En raison du manque d'argent liquide, de main d'œuvre et de compétences, pratiquement aucun *campesino* n'investit dans les techniques de conservation des sols et de récupération de l'eau. Pendant ce temps, l'exploitation forestière et la collecte quotidienne de bois de chauffe dégradent les parcelles de pin qui subsistent en montagne.

Le couvert végétal n'est plus apte aujourd'hui à retenir les précipitations, l'humidité et la terre. La saison des pluies a souvent un mois de retard et les interruptions sont de plus en plus longues et fréquentes. Les pluies emportent d'énormes quantités de sédiments fertiles et les glissements de terrain mettent en péril l'infrastructure, les cultures, les propriétés et la vie des hommes. Les moyens de subsistance des *campesinos* à Jocotán sont de plus en plus précaires, et les populations et les institutions reconnaissent la nécessité de trouver des solutions de recharge fondées sur le développement durable.

Source: Warren, 2005.

ENCADRÉ 13

Une interprétation erronée du paysage africain

La préfecture de Kissidoudou dans le bassin de captage supérieur du Niger offre un paysage exceptionnel qui se caractérise par des zones de forêt pluviale dense, verdoyante et semi-caducifoliée surplombant des étendues de savane herbeuse. Ces îlots forestiers, dispersés dans les collines faiblement ondulées, ont généralement une forme circulaire d'un ou deux kilomètres de diamètre et abritent en général l'un des 800 villages de la préfecture.

Depuis l'occupation française en 1893, les gouverneurs de Guinée considèrent ces zones forestières comme les derniers vestiges de la forêt dense humide qui recouvrait jadis le territoire. D'après eux, ce sont les habitants locaux, en pratiquant l'agriculture itinérante sur brûlis, qui ont peu à peu transformé la forêt en savane, ne conservant que des ceintures étroites autour des villages. Cent ans après, le Programme d'aménagement des bassins versants du Haut Niger, financé par l'Union européenne, reprenait la même hypothèse.

Des documents historiques, des entretiens et des images satellites montrent toutefois que les îlots ont été en réalité plantés par les agriculteurs dans la savane à des fins sociales, rituelles et de subsistance. La répartition géographique de ces îlots reflète la dynamique démographique du siècle dernier qui a été marquée par la division des préfectures de Jurando et Kissi et la fondation de nouveaux villages, chacun ayant aménagé sa propre forêt. Des clichés aériens et des images satellites des cinq grands villages montrent qu'entre 1952 et 1992, les îlots forestiers se sont agrandis dans toutes les zones.

L'interprétation erronée du paysage de Kissidoudou reflète les relations de pouvoir qui ont soutenu les politiques agraires coloniales et post-coloniales. La végétation étant considérée comme dégradée et non naturelle, de nombreuses méthodes traditionnelles utilisées par les agriculteurs pour enrichir le paysage ont été occultées et marginalisées. Selon les responsables politiques et les spécialistes de l'environnement, les populations ne pouvaient mettre en valeur la forêt et la savane que par l'intermédiaire de programmes et de projets extérieurs, et par un développement des villages guidé par l'Etat. Dans les débats et les discussions, les villageois étaient présentés comme incapables de gérer les ressources de manière durable, ce qui renforçait l'opinion selon laquelle il fallait intervenir à leur place pour améliorer la situation.

Source: Fairhead et Leach, 1996.

amont. Une organisation pour la protection de l'environnement peut décider de créer un parc national pour protéger la biodiversité de la montagne. Ces intérêts extérieurs sont parfois compatibles avec ceux des habitants des bassins versants; dans d'autres cas cependant, ils mettent en péril leurs moyens d'existence. Dans tous les cas, les résidents doivent gérer les ressources des bassins hydrographiques en commun avec des tiers.

Politiques, normes et réglementations

A l'échelle locale, les ressources naturelles des bassins versants sont régies par une grande diversité de droits d'accès et fonciers qui ressortent soit de droits coutumiers ancrés dans les moyens d'existence locaux, soit de dispositions juridiques mises en œuvre par l'Etat afin d'harmoniser les intérêts locaux et extérieurs et de garantir que les biens et services environnementaux stratégiques continuent d'être fournis par les zones en aval. Cette situation a souvent conduit à des régimes fonciers complexes et pluralistes où les modes de propriété privée, sociale et publique coexistent. Comme l'illustre l'encadré 14, le chevauchement des liens et les règlements conflictuels caractérisant les systèmes de régimes fonciers pluralistes ont d'importantes implications sur les processus environnementaux et socioéconomiques dans les bassins versants.

ENCADRÉ 14
Droits fonciers coutumiers et statutaires au Kenya

Le bassin du fleuve Nyando, qui couvre une superficie de 3 500 km² à l'est du Kenya, est l'une des zones les plus fortement marquées par la stagnation agricole, la dégradation de l'environnement et l'accroissement de la pauvreté. Par ailleurs, le fleuve apporte une grande quantité de sédiments, d'azote et de phosphore au lac Victoria. Environ 750 000 personnes appartenant à deux principaux groupes linguistiques vivent dans la région: les Luo occupent le bassin inférieur et moyen, et les Kalenjin, les terres en amont. Suite à la réorganisation du régime foncier dans les «hautes terres des Blancs», les Kalenjin ont été contraints de cohabiter avec d'autres groupes ethniques, donnant lieu aux «affrontements tribaux» à motivation politique qui ont éclaté dans les années 90.

Le bassin supérieur des Kalenjin se compose de forêts classées, de plantations commerciales de thé et de petites parcelles de terres sur les pentes de forêts non protégées. Dans les zones de moyenne altitude, on trouve de petites fermes (qui se consacrent à la culture du maïs, de haricots, d'un peu de café, de banane et d'igname ainsi qu'à la production de lait) et de grandes exploitations commerciales, spécialisées avant tout dans la canne à sucre. Sur les rives sujettes aux inondations, les Luo pratiquent essentiellement une agriculture de subsistance à base de maïs, de haricots et de sorgho, mais produisent également de la canne à sucre et du riz qu'ils commercialisent. Les zones irriguées en aval appartiennent aux petits agriculteurs et à l'Office national de l'irrigation.

Dans le bassin du Nyando, il existe une grande variété de régimes fonciers et des eaux qui sont soumis à la fois au droit coutumier et à des accords juridiques. Il y a plusieurs situations dont: les anciennes terres de la Couronne, les grandes exploitations agricoles mises sous bail (anciennes propriétés des Blancs), les lotissements agricoles à bail, et les baux de terres à usage non agricole: Elles sont régies par trois types de régime foncier. Et l'on ne distingue que quatre types de régime foncier privé pour les terres en bail: les terres franches en zones d'adjudication, les terres franches entrant dans le cadre de programmes d'établissements humains, les terres franches non agricoles et les exploitations collectives destinées à l'élevage.

Les terres les plus particulièrement dégradées se trouvent sur les lotissements agricoles à bail subdivisé et sur les terres franches en zones d'adjudication. Dans le premier cas, les problèmes sont liés à la mauvaise planification de l'utilisation des terres appliquée dans les années 60 et au début des années 70, lorsque l'agriculture à grande échelle est passée à la petite échelle. Les sociétés ayant acquis des terres au nom de groupes d'actionnaires ont omis de prendre en considération la capacité productive de la terre, la place ou les besoins des services publics. L'achat de terres en fonction de critères ethniques a conduit à la formation de groupes de cultures différentes cohabitant dans un même paysage, ce qui s'est finalement traduit par un affaiblissement des systèmes traditionnels car les droits légaux ont pris de plus en plus d'importance.

Dans les zones attribuées aux Luo, l'augmentation naturelle de la population a entraîné une surexploitation de toutes les ressources foncières. En outre, certaines terres publiques et sous bail n'ont pas été affectées à des usagers bien définis, ce qui les a rendus très vulnérables et ouvertes aux abus, leur accès restant libre de facto. De nombreuses autres zones importantes pour la gestion du captage de l'eau ont été classées en tant que propriété privée. Les têtes de sources, les bandes de protection riveraine, les marécages et les structures de collecte d'eau ont été désignés de la même manière.

Cette structure foncière complexe crée de nombreux problèmes pour l'aménagement des bassins versants. Le taux élevé d'érosion dans le bassin inférieur s'explique par la surexploitation des zones privées non cultivées qui sont utilisées pour le pâturage et

Encadré 14 (suite)

la collecte de bois; dans le bassin supérieur, il est attribuable à l'allocation privée de parcelles à flanc de montagne et à leur mise en culture. Le ravinement et la mauvaise qualité de l'eau dans les zones de moyenne altitude sont liés à l'utilisation fréquente des sources situées sur des terrains privés. Le déboisement des bandes de protection riveraine résulte de la privatisation et d'une application inefficace des réglementations. L'absence d'infrastructure publique de gestion de l'eau s'explique par le manque de terres publiques ou collectives pour des aménagements de stockage de l'eau.

Source: Swallow, Onyango et Meinzen-Dick, 2005.

L'Etat réglemente l'accès aux ressources des bassins hydrographiques, leur propriété et leur utilisation par le biais de politiques, de normes et de lois. Les réglementations ont de profondes implications sur la dynamique de la migration interne et externe, et jouent souvent un rôle décisif dans la détermination de l'écologie humaine des bassins (encadrés 9 et 10).

Encore une fois, l'échelle du bassin est un facteur crucial: plus la superficie de la zone du bassin versant est vaste, plus les interactions sont complexes entre les intérêts socioéconomiques internes et externes et plus la nécessité de réglementation s'impose. La gestion des grands bassins versants qui revêtent une importance stratégique pour les économies nationales est une affaire publique; en revanche, les bassins fluviaux intéressant plusieurs pays, tels le Congo, le Rhin, l'Amazonie, le Tigre et l'Euphrate, et le Gange, font l'objet d'accords et de mesures de gestion transfrontaliers (encadré 15). Il en est de même pour les bassins enclavés, comme la Méditerranée (encadré 16), la mer Caspienne et le lac Victoria.

ENCADRÉ 15**Aménagement transfrontalier des bassins versants et intégration régionale
en Afrique de l'Ouest**

Le fleuve Niger, qui mesure 4 200 km, est le troisième des plus longs fleuves de l'Afrique; son bassin, qui recouvre 2,2 millions de km², est le neuvième au monde. Il est d'une importance capitale pour neuf pays d'Afrique occidentale: le Bénin, le Burkina Faso, le Cameroun, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Tchad, dont certains comptent au nombre des plus pauvres au monde.

Le fleuve traverse quatre zones climatiques: tropicale humide, tropicale sèche, semi-aride et aride. Le niveau des précipitations, très variable, se situe entre 4 000 mm dans le Golfe de Guinée et 200 mm dans le Sahel. La dégradation générale de l'environnement et la détérioration des ressources naturelles du bassin sont attribuables à des pratiques non viables d'agriculture et d'élevage, aux feux de brousse et au déboisement, à la pollution, à l'érosion hydrique et éolienne, à l'envasement des cours d'eau et à la prolifération de plantes aquatiques. La dégradation des sols compromet sérieusement la productivité et la production alimentaire, en particulier dans la région du Sahel dans la zone moyenne du bassin. Un climat toujours plus sec, associé à une demande croissante de terres arables, a grandement contribué à la destruction du couvert végétal. Le débit des cours d'eau, les écosystèmes et les activités socioéconomiques sont gravement menacés.

suite page suivante

Encadré 15 (suite)

Le Programme transfrontalier d'aménagement du bassin du Niger a été conçu pour lutter contre l'érosion hydrologique. Ses objectifs à long terme sont de protéger les ressources naturelles du bassin et de préserver son potentiel hydrologique en vue de promouvoir le développement, de réduire l'insécurité alimentaire et la pauvreté, et de protéger les écosystèmes locaux. Il se fonde sur une approche participative et sensible à la parité des sexes afin de renforcer la responsabilité des acteurs locaux et de les associer aux activités de réhabilitation.

Le programme comprend un volet régional dont le but est de consolider la capacité des autorités du bassin à intervenir au niveau transfrontalier. Trois composantes nationales, conçues comme des projets d'investissement, sont plus particulièrement axées sur les domaines d'intervention prioritaire que constituent la protection de l'environnement et la lutte contre l'envasement au Burkina Faso, au Mali et au Niger. Ces composantes partagent des objectifs de développement communs, mais chacune est dotée d'une forte autonomie. Les activités nationales sont également fondées sur une approche participative et visent à renforcer la sensibilisation et l'engagement des groupes locaux à tous les stades de l'exécution.

Les objectifs du programme incluent la stabilisation de 3 000 à 5 000 hectares de dunes, l'aménagement des parcours et des zones de captage, la remise en état de 13 500 hectares de terres dégradées par le biais de l'agroforesterie, du renforcement des capacités des institutions et des populations locales en matière d'aménagement des bassins versants et de la consolidation de l'Autorité du bassin du Niger. Les autres résultats escomptés sont les suivants: la mise au point d'une boîte à outils pour l'identification, la planification, la coordination, le suivi et l'évaluation; l'élaboration d'un plan de gestion destiné à lutter contre l'érosion hydraulique et l'envasement; l'amélioration de la sécurité alimentaire et des moyens d'existence des populations locales; la création et la diversification d'activités génératrices de revenus; l'emploi rural; enfin, l'autonomisation des femmes à l'aide d'activités rémunératrices et de l'alphabetisation.

Source: Diallo, 2005.

ENCADRÉ 16 L'eau douce dans le bassin méditerranéen

La région méditerranéenne se caractérise, sur le plan bioclimatique, par de fortes sécheresses l'été; au cours des 20 dernières années, presque tous les pays méditerranéens ont été victimes de la sécheresse pendant plusieurs années. L'irrégularité des pluies et les hautes eaux provoquent souvent des inondations et la principale cause de l'érosion des sols est due aux précipitations. Les grands travaux de drainage et d'irrigation réalisés aux XIX^e et XX^e siècles ont transformé de nombreuses plaines marécageuses en terres très productives.

La demande en eau dans cette région s'élève aujourd'hui à 300 milliards de m³, soit 100 pour cent de plus qu'il y a 100 ans et 60 pour cent de plus qu'il y a 25 ans. Cette demande n'est pas équitablement répartie parmi les pays, puisqu'elle oscille entre 100 à plus de 1 000 m³ par habitant par an. L'irrigation représente 83 pour cent de la demande dans le sud de la région méditerranéenne. La population urbaine totale (dans les villes de plus de 10 000 habitants) devant passer de 42 millions en 1995 à 80 millions en 2025,

suite page suivante

Encadré 16 (suite)

les aqueducs et le traitement de l'eau demanderont des investissements considérables pour fournir l'eau et l'assainissement nécessaires. La Méditerranée est l'une des régions touristiques les plus fréquentées au monde et la demande d'eau potable augmente considérablement l'été dans les régions côtières.

L'extraction de l'eau dépasse déjà de 50 pour cent l'eau naturelle renouvelable dans la République arabe syrienne, en Tunisie et dans le bassin versant méditerranéen espagnol, et de 90 pour cent en Egypte et en Israël. L'exploitation des nappes phréatiques est excédentaire de 400 pour cent dans la Jamahiriya arabe libyenne. La consommation non viable de la région méditerranéenne s'explique par l'exploitation excessive des eaux souterraines et par l'utilisation croissante des ressources fossiles. L'érosion et la sédimentation des réservoirs y contribuent également, avec des pertes annuelles de capacité utile se chiffrant de 2 à 3 pour cent en Afrique du Nord; au Maroc, la moitié de la capacité utile sera perdue d'ici 2050. L'exploitation excessive des aquifères côtiers a entraîné une forte invasion de l'eau de mer, et jusqu'à 90 pour cent des terres humides des régions méditerranéennes ont disparu, avec d'immenses répercussions sur les écosystèmes. Les conflits d'utilisation et d'intérêts entre les zones amont et aval, entre les villes et l'agriculture, entre le long et le court termes risquent de faire augmenter les coûts de gestion liés à la protection de l'eau, à l'assainissement urbain et à la lutte contre la pollution.

Afin de mieux équilibrer l'approvisionnement en eau et la demande, de stabiliser la pression exercée sur l'environnement et de traiter des questions socioéconomiques, il est nécessaire d'établir une corrélation entre l'aménagement des ressources et la demande d'eau, notamment en diminuant les pertes, en renforçant l'efficacité et en arbitrant l'affectation des ressources. Cela implique de définir des objectifs environnementaux et sociaux, de répartir les fonctions entre les secteurs privé et public, de décentraliser la gestion et d'accroître la participation des acteurs concernés ainsi que d'utiliser des outils techniques et économiques. Les politiques de développement agricole et rural dans la région méditerranéenne doivent tenir compte en priorité des questions écologiques et sociales tout en cherchant à rendre l'irrigation plus efficace.

Source: Dassonville et Fé d'Ostiani, 2005.

Les interactions entre les populations humaines et le milieu naturel des bassins versants s'inscrivent dans un cadre global comprenant des processus internes et externes, les liens entre amont et aval, et des échelles micro et macro. Ce cadre dépend en grande partie des politiques et des lois par lesquelles la société nationale et les traités internationaux réglementent l'utilisation des ressources et des services dans les bassins hydrographiques. L'écologie humaine des bassins versants se fonde sur la micro et la macroéconomie du patrimoine naturel.

ÉCONOMIE DES BASSINS VERSANTS

Les bassins versants procurent de nombreux biens et services aux sociétés humaines, comme l'eau potable, la réduction de l'érosion, la séquestration du carbone et la conservation de la biodiversité. Contrairement au bois d'œuvre, aux produits d'origine animale et aux minéraux, la valeur de ces biens et services est rarement exprimée en termes monétaires et il n'existe aucun marché où les vendre et les acheter. Ces biens et services sont désignés sous le terme de «biens publics» ou «externalités positives» (Cornes et Sandler, 1996).

Les biens publics sont des biens, services ou ressources qui bénéficient à tous, et se caractérisent par la non rivalité (la consommation du bien par un individu n'empêche

pas sa consommation par un autre) et la non exclusion (personne ne peut être exclu de la consommation de ce bien). La qualité de l'eau et la régularisation des débits, l'apport de sédiments et le maintien de la beauté des paysages sont des exemples de biens publics environnementaux générés par les bassins versants.

On parle d'externalité pour désigner la valeur d'un produit ou d'un service qui ne peut pas être incorporée (comprise) dans son prix de marché. Ainsi, le prix du marché d'une terre forestière ne reflète pas les services rendus par la forêt pour contrôler l'érosion des rives et la charge solide d'une rivière; de même, le prix de l'eau ne tient pas compte du service de réalimentation des couches aquifères fourni par un lac de montagne. Les agriculteurs ne tiennent généralement pas compte des externalités lorsqu'ils décident s'ils doivent préserver une forêt ou abattre des arbres, vendre du bois d'œuvre et convertir les terres à d'autres usages.

Les marchés de biens non contradictoires et d'usage collectif sont généralement voués à l'échec car ils ne prévoient aucune mesure pour inciter les bénéficiaires à rétribuer les fournisseurs pour le service rendu. Etant donné que toute somme versée en vue d'améliorer un bien ou service sera profitable à l'ensemble des bénéficiaires, il est logique que chacun d'entre eux attende de voir si les autres feront l'investissement nécessaire. Si tous les bénéficiaires adoptent cette stratégie du «voir venir», le bien ou service ne sera pas fourni.

Les sociétés accordent généralement une forte valeur aux externalités positives fournies par les bassins versants et prendront les mesures nécessaires pour garantir qu'elles soient générées et préservées. De nombreux pays ont promulgué des réglementations pour régir l'accès et l'utilisation des bassins; celles-ci sont toutefois souvent insuffisantes et compliquées à mettre en œuvre; il est en effet difficile de faire appliquer des lois dont le but est de protéger les paysages qui fournissent des externalités positives.

TABLEAU 2
Caractéristiques des biens et services fournis par les bassins versants

Forte incompatibilité		Faible incompatibilité
Forte rivalité	Biens publics Quasi totalité des services environnementaux (lutte contre l'érosion, par ex.)	Ressources collectives (forêts communautaires, poissons dans les réservoirs et les rivières, par ex.)
Faible rivalité	Péages (accès aux parcs nationaux, par ex.)	Biens privés (bois d'œuvre, minéraux et produits agricoles, par ex.)

Source: Landell-Mills et Porras, 2002.

Internalisation des externalités des bassins versants sur le marché

Les méthodes autoritaires ou de contrôle visant à protéger le flux des avantages liés aux paysages des bassins versants ont souvent échoué et l'on s'est efforcé récemment d'établir des marchés pour ces externalités. Dans le cadre des dispositifs de paiement pour les services environnementaux (PSE), les bénéficiaires des externalités et des services rétribuent les fournisseurs, ce qui transforme l'externalité en un revenu tangible pour ces derniers. Lorsque les fournisseurs et les bénéficiaires résident dans le même bassin, presque tous les services environnementaux d'intérêt mutuel sont liés à l'eau et dépendent du type d'utilisation de l'eau, du régime hydrologique et des caractéristiques géologiques du bassin ainsi que de facteurs climatiques. Le tableau 3 liste les services environnementaux fournis par les bassins hydrographiques qui ont été relevés par quelques études d'Amérique latine. La séquestration du carbone et la conservation de la biodiversité sont d'autres exemples de ce type de services.

La valeur des biens et services environnementaux dans un bassin versant peut être classée à l'aide de la matrice de la valeur économique totale (Barbier, 1991; Peare et Turner, 1990; Munasinghe, 1993). Cette matrice divise la valeur économique totale entre

TABLEAU 3
Services environnementaux des bassins versants et usagers

Service	Usagers
Amélioration ou stabilisation du débit d'eau annuel	Fournisseurs d'eau potable Installations hydroélectriques avec stockage multiannuel Irrigation
Amélioration ou stabilisation du débit d'eau en période sèche	Fournisseurs d'eau potable Installations hydroélectriques au fil de l'eau Irrigation
Faibles concentrations de sédiments suspendus	Fournisseurs d'eau potable Installations hydroélectriques avec stockage multiannuel Irrigation
Faibles concentrations de la charge de sédiments	Installations hydroélectriques avec stockage multiannuel Irrigation
Faibles concentrations de résidus d'engrais et de pesticides	Fournisseurs d'eau potable
Amélioration de la qualité microbienne	Fournisseurs d'eau potable

Source: Kiersch, Hermans et Van Halsema, 2005.

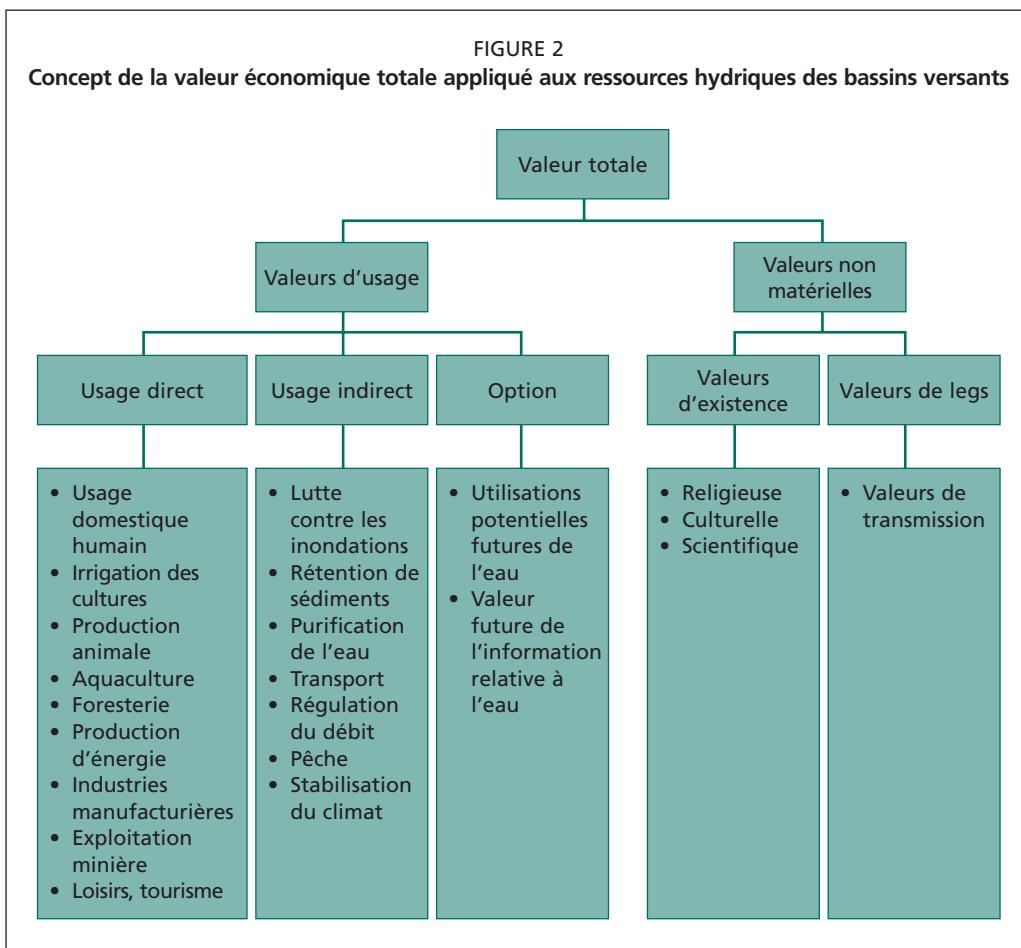
des valeurs d'usage et de non-usage. La valeur d'usage désigne les ressources nécessaires pour mener à bien une activité économique présente ou future. Elle peut être scindée en valeur d'usage direct (valeur d'un bien résultant de la contribution directe à une activité), en valeur d'usage indirect (fonction remplie par l'environnement afin de mener à bien l'activité) et en valeur d'option (valeur de l'accès garanti à l'avenir à un bien). Les valeurs de non-usage ne sont pas associées à des activités économiques. Les valeurs d'existence s'appliquent aux ressources dont l'existence est considérée par certaines personnes comme extrêmement précieuse pour des raisons culturelles ou religieuses. La valeur de legs (ou d'héritage) est accordée à des caractéristiques environnementales conservées pour les générations futures. La figure 2 illustre l'application de la notion de valeur totale aux ressources hydriques des bassins versants.

Comme le montre la figure 2, les services environnementaux des bassins versants revêtent en général des valeurs d'utilisation directe et indirecte, et parfois, dans le cas de la conservation de la biodiversité, des valeurs d'option, de legs et d'existence.

Il est difficile d'évaluer la valeur économique des services environnementaux produits par les bassins versants. Il est nécessaire tout d'abord de bien comprendre les relations biophysiques entre l'utilisation des terres et les ressources hydriques: il faut prouver qu'une certaine utilisation de la terre ou de l'eau bénéficiera aux usagers de l'eau en aval. Il faut ensuite évaluer l'externalité en termes économiques. Sur cette base, on peut alors établir un dispositif de paiement pour les services environnementaux qui permettra aux bénéficiaires de rétribuer les utilisateurs des terres fournissant les services.

Valeur ou non valeur économique des services générés par les bassins versants

Même si les méthodes d'évaluation des services environnementaux ont été améliorées, leur portée est limitée. L'attribution d'une valeur rend les coûts et avantages transparents pour les décideurs et la société civile, mais ne permet pas de mesurer les aspects d'ordre moral ou esthétique, telles que la valeur d'une ressource nécessaire pour assurer le bon fonctionnement d'un écosystème. Il est également difficile d'évaluer l'équité intergénérationnelle. Des taux d'actualisation et des coefficients de pondération sont utilisés pour calculer les stocks et les flux des ressources au cours des années (Pearce, 1983), mais les décisions concernant la juste pondération des facteurs environnementaux, sociaux et économiques et des avantages à court ou long terme relèvent de considérations d'ordre moral et politique (Echavarria, 2000).

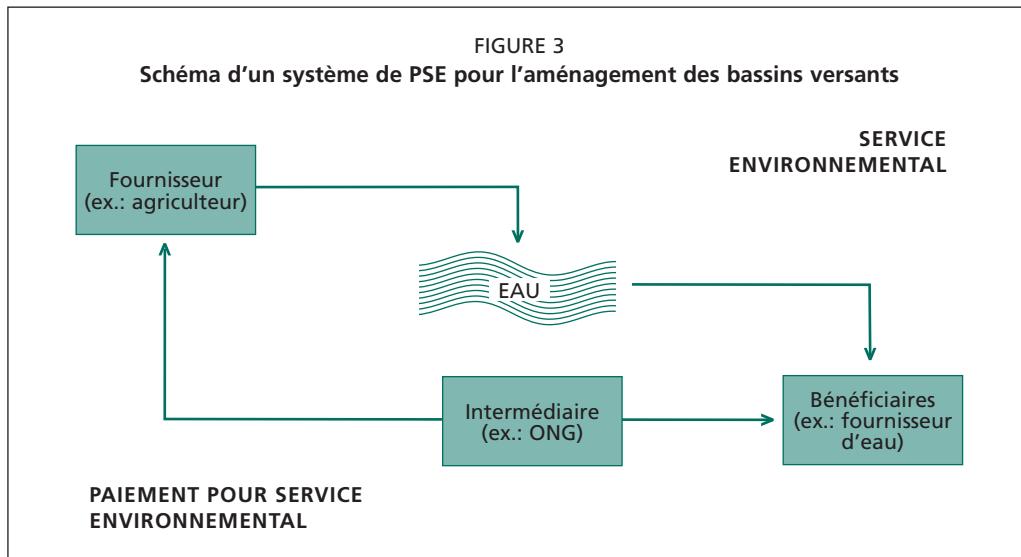


Source: Echavarria, 2000.

Malgré ces limites, l'approche du paiement pour les services environnementaux est un concept novateur et utile pour l'aménagement des bassins versants. Presque tous les mécanismes PES reconnaissent que les services environnementaux fournis par les systèmes de bassins versants deviendront de plus en plus rares, à moins que les bénéficiaires ne décident de faire les investissements nécessaires à la persistance de ces services. La figure 3 illustre un dispositif PSE caractéristique pour les bassins versants. Les *fournisseurs* en amont offrent un service environnemental bien défini associé à l'eau à des *bénéficiaires* en aval qui les *rétribuent* par un système de paiement, soit directement soit par un *intermédiaire*.

Les dispositifs PES pour les bassins hydrographiques peuvent être classés en deux catégories (Kiersch, Hermas et Van Halsema, 2005):

- les *systèmes locaux* auxquels participent les fournisseurs et les bénéficiaires d'un bassin. Les bénéficiaires en aval peuvent être des sociétés municipales ou privées d'approvisionnement en eau ou en électricité hydraulique, ou bien encore d'autres types de compagnies, comme les fabricants de boissons. Les fournisseurs peuvent être des propriétaires fonciers privés ou des groupes de propriétaires fonciers (coopératives agricoles, par exemple),
- les *programmes nationaux* qui financent des mesures d'incitation destinées aux usagers des terres par des subventions intersectorielles (impôts sur la production de carburant ou d'énergie, par exemple). Etant donné que ces fonds sont canalisés par l'intermédiaire de programmes gouvernementaux, il n'existe pas toujours une transaction directe entre les fournisseurs et les bénéficiaires du service (encadrés 19 et 20).



ENCADRÉ 17
Accord privé pour un paiement compensatoire des services d'aménagement d'un bassin versant au Costa Rica

Au Costa Rica, plusieurs lois et réglementations protègent les écosystèmes qui permettent de réguler les ressources hydriques en limitant l'utilisation des terres dans les zones forestières afin de préserver le couvert végétal et de lutter contre la pollution. Depuis 1996, le gouvernement parraine également des systèmes de paiement de services environnementaux pour créer des incitations économiques en faveur de la préservation des forêts et rétribuer les parties dont les terres ou l'utilisation des terres génère des services environnementaux. Le Ministère de l'environnement est chargé de faire appliquer ces lois et systèmes, d'imposer des amendes et d'octroyer des concessions d'eau au Projet hydroélectrique La Esperanza (PHLE).

Pour produire de l'énergie électrique, le débit de l'eau doit être régulier. Environ 98 pour cent des 34 km² occupés par le bassin du PHLE est couvert de forêts et les variations saisonnières du débit de la rivière revêtent une importance particulière. En 1998, le PHLE et l'ONG de conservation propriétaire du bassin en amont ont conclu un accord privé pour diminuer les risques liés au changement d'utilisation des terres. L'objectif principal est de préserver le couvert forestier à l'amont du bassin afin de garantir la régularité du débit de la rivière en aval.

Cette mesure s'est imposée en raison d'un conflit de propriété entre le PHLE et l'ONG concernant l'installation d'une centrale hydroélectrique qui devait être implantée sur 1,5 hectare de terre appartenant à l'ONG. Le contrat concède les droits d'utilisation des terres au PHLE pendant 99 ans; l'ONG en reste propriétaire et mène à bien des activités destinées à protéger le couvert forestier du bassin. Le PHLE compense l'ONG par des paiements dont le montant augmentera pendant cinq ans, et sera ensuite calculé en fonction de la production électrique et de l'inflation. La valeur initiale du service est fondée sur la base utilisée par d'autres accords publics de type similaire. Les paiements représentent de 10 à 25 pour cent du budget annuel de l'ONG, et augmentent de 21 pour cent les coûts d'exploitation et d'entretien de la centrale. En cas de retard de paiement, l'ONG peut révoquer le droit d'utilisation des terres et de toute l'infrastructure qui y est installée.

Source: Rojas et Aylward, 2003.

ENCADRÉ 18**Dispositif PSE privé-public en zone rurale en Equateur**

Vingt mille habitants, dont 6 300 en ville, vivent dans la commune de Pimampiro. Cette commune est tributaire de l'eau provenant des forêts et des prairies situées en amont. De 1987 à 1997, une coopérative agricole, l'Association Nueva América (ANA), a acheté 638 hectares de forêts, de prairies d'altitude et de terres agricoles dans le bassin supérieur. Si le défrichement illicite des forêts et des prairies d'altitude avait perduré, l'approvisionnement en eau de la ville aurait été menacé.

En 2001, la municipalité de Pimampiro et l'ANA ont signé un accord de coopération dans le double objectif de préserver le couvert forestier et les prairies de montagne, et de protéger les sources alimentant les zones urbaines de Pimampiro en eau potable. L'Unité municipale pour l'environnement et le tourisme (UMAT) établit des contrats avec les coopératives en fonction de leur programme d'aménagement des terres et verse une compensation pour les terres participant à l'approvisionnement en eau. Le dispositif a été mis en place grâce à une subvention internationale de 15 000 dollars EU. La préservation des forêts primaires et des prairies de montagne bénéficie de la subvention la plus élevée, soit 1 dollar EU l'hectare par mois, contre 0,75 dollar EU/ha/mois pour une forêt secondaire, et 0,50 dollar EU/ha/mois dans le cas d'une forêt primaire ou d'une prairie en montagne où l'homme est intervenu. Aucun versement n'est effectué pour les terrains agricoles. Les paiements ne sont versés qu'après l'inspection d'un technicien de l'UMAT tous les quatre mois. En cas de non-conformité répétée, les fournisseurs sont exclus du système.

La municipalité s'est engagée à alimenter le fonds avec 20 pour cent des redevances versées par les habitants pour la consommation d'eau, soit moins de 4 000 dollars EU par an, ce qui est à peine suffisant pour régler la compensation sur 638 hectares et les frais techniques, administratifs et de supervision. Pour couvrir toute la zone amont qui fournit l'eau, il faudrait inclure un total de 4 285 hectares dans le système, ce qui impliquerait de multiplier par six les paiements de compensation. Or cela est impossible avec les moyens dont dispose actuellement la commune.

Source: Ambrose, 2002.

ENCADRÉ 19**Transfert des revenus hydroélectriques à des institutions d'aménagement de bassins versants en Colombie**

La Colombie, avec 47 468 m³/habitant/an, bénéficie d'abondantes ressources hydriques. Pourtant les ressources en eau disponibles sont généralement faibles dans les zones les plus peuplées, ce qui suscite des préoccupations quant à la possibilité d'une crise à moyen terme. Les conditions climatiques extrêmes, comme El Niño, ont déjà fait subir des pertes considérables au secteur hydroélectrique.

Face à cette situation, le gouvernement a transféré 6 pour cent des ventes brutes d'énergie des projets hydroélectriques aux municipalités et organisations régionales de développement (ORD). Conformément à la loi, 50 pour cent des fonds doivent être investis dans l'amélioration des zones de bassins versant situées en amont des installations hydroélectriques, et les ORD doivent élaborer et exécuter des programmes d'aménagement. Seize des 23 ORD ont des projets hydroélectriques dans leur zone et ont perçu, de 1994 à 2000, un total de 135 millions de dollars EU de revenus tirés de l'énergie hydroélectrique.

Ce dispositif est un puissant outil pour investir dans les services environnementaux des bassins, mais les paiements servent de plus en plus souvent à couvrir les frais administratifs des ORD et d'autres coûts. Afin d'y remédier, il est nécessaire que les programmes d'aménagement donnent la priorité aux zones des bassins qui génèrent les plus grands impacts hydrologiques en aval. Les ORD doivent définir des indicateurs clairs et vérifiables, et établir un système de suivi et d'évaluation pour mesurer les impacts générés.

Dans d'autres dispositifs PSE, comme dans la vallée de Cauca, les usagers de l'eau en aval transfèrent une partie de leurs redevances, dont ils ont déterminé le montant, à des projets permettant de préserver le bassin à l'amont (Echavarría, 2002b).

Source: Estrada et Quintero, 2004.

ENCADRÉ 20**Fonds national de financement forestier du Costa Rica**

Avant la diminution des ressources forestières due à l'avancée de la frontière agricole, le Costa Rica était à l'avant-garde du développement des PSE. Dans le cadre de la Loi forestière de 1996, un système national de rétribution reconnaissant le rôle des zones forestières dans la protection des bassins versants, de la séquestration du carbone, de la conservation de la biodiversité et de la préservation de la beauté des paysages a été établi. Le Fonds national de financement forestier (FONAFIFO) gère les paiements versés dans le cadre de ce programme, dont environ deux tiers sont financés par une taxe sur les carburants. Une partie plus modeste provient de la vente de crédits carbone à des sociétés internationales (18 pour cent), à des donateurs internationaux, comme le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), à la Banque mondiale et à la Banque allemande pour la reconstruction et le développement (16 pour cent) ainsi qu'à des producteurs d'hydroélectricité (5 pour cent). Depuis 2005, FONAFIFO a délivré des certificats de services environnementaux à toutes les parties intéressées par la préservation des forêts.

Le programme rétribue la préservation forestière, les activités de reboisement et, depuis 2005, l'agroforesterie et les systèmes intégrés de plantation, sur la base des coûts d'opportunité de la conversion de terres forestières à d'autres usages productifs. De 1997 à 2004, plus de 400 hectares de terres et plus de 7 000 familles ont bénéficié de ce système; plus de 80 pour cent des contrats sont destinés à la protection des forêts et à l'agroforesterie. Dans certaines zones, les paiements du programme se sont révélés trop faibles. Dans la zone périurbaine de La Heredia, par exemple, la société d'approvisionnement en eau a augmenté son tarif afin de verser des primes supplémentaires aux propriétaires fonciers dans les bassins versants qui fournissent de l'eau potable. Des contrats de dix ans ont été signés pour les activités de reboisement, de cinq ans pour la protection des forêts et de trois ans pour l'agroforesterie. Les paiements pour la protection forestière sont répartis uniformément sur la période du contrat. En revanche, en ce qui concerne les contrats pour les activités de reboisement et d'agroforesterie, les propriétaires fonciers perçoivent environ 50 pour cent la première année pour les aider à faire les investissements initiaux nécessaires.

Le programme est très populaire et l'offre dépasse de beaucoup la demande. En 2005, FONAFIFO a attribué des contrats pour seulement 12 pour cent (608 hectares) de la zone de reboisement prévue, 30 pour cent (132 000 hectares) de la zone d'agroforesterie et 57 pour cent (31 000 hectares) de la superficie sous protection forestière. Le couvert forestier a toutefois augmenté, passant de 32 pour cent en 1990 à 45 pour cent en 2004. Le système FONAFIFO a encouragé la création d'autres plans privés de PSE similaires, comme celui de La Heredia et de La Esperanza (encadré 17), qui tirent partie de la configuration institutionnelle du pays.

Source: Rojas et Aylward, 2003; FONAFIFO, 2005.

