

3. Les forêts et la qualité de l'eau

En réduisant l'érosion du sol *in situ*, en limitant la sédimentation des masses d'eau (terres humides, étangs, lacs, cours d'eau, rivières) et en piégeant ou filtrant les autres polluants de l'eau, les forêts préservent une eau de haute qualité et contribuent ainsi à soutenir sensiblement toutes les formes de vie.

ÉROSION ET SÉDIMENTATION

Le sédiment est le matériau issu de l'érosion, transporté et déposé par un cours d'eau. La présente section décrit comment les forêts – et l'altération des forêts – influent sur le transport et les apports de sédiments, grâce à une réduction de l'érosion. La perte de productivité des sols est l'une des conséquences les plus graves de l'érosion, mais cette section traite surtout de l'impact de l'érosion sur les ressources hydriques. L'érosion diminue l'aptitude des sols à retenir l'eau et détermine généralement une baisse de la capacité d'infiltration sur les sites érodés, ce qui accélère les écoulements de surface et hypodermiques.

Le dépôt de sédiments peut être bénéfique s'il se produit au bon endroit. Cependant, les sédiments transportés et déposés s'accompagnent généralement d'une multitude d'effets indésirables. Ils peuvent réduire la capacité des réservoirs; nuire à la qualité de l'eau potable ou à l'eau destinée aux usages domestiques et industriels; entraver la navigation; élever le lit des rivières, réduisant ainsi la capacité d'utiliser l'eau en toute sécurité; être préjudiciables à l'habitat aquatique des cours d'eau; remplir les frayères; raccourcir la durée de vie des hydroturbines dans les centrales électriques; et provoquer des glissements de terrain, qui occasionnent des dommages matériels et humains et bloquent les chenaux, ce qui engendre des inondations.

Dans les zones ripicoles et le long des berges des plans d'eau soumis à l'action des vagues, les racines des arbres et des arbustes de sous-étage stabilisent les rives contre l'érosion. Les mangroves des zones côtières et les berges des rivières, des grands lacs et des étangs exercent un effet stabilisant. Dans le cas des cours d'eau à méandres, le couvert forestier ne peut que retarder l'érosion naturelle inexorable qui contribue fortement à la sédimentation des cours d'eau, mais ce retard est souvent important pour les usagers des terres situées sur la partie externe des courbes. Les techniques qui utilisent les végétaux pour stabiliser les rives (à l'aide souvent de branches de saule frais ou de nattes en fibres naturelles) peuvent ralentir le processus, mais il faut les appliquer sur une large superficie, avec le risque de voir le problème surgir plus loin.

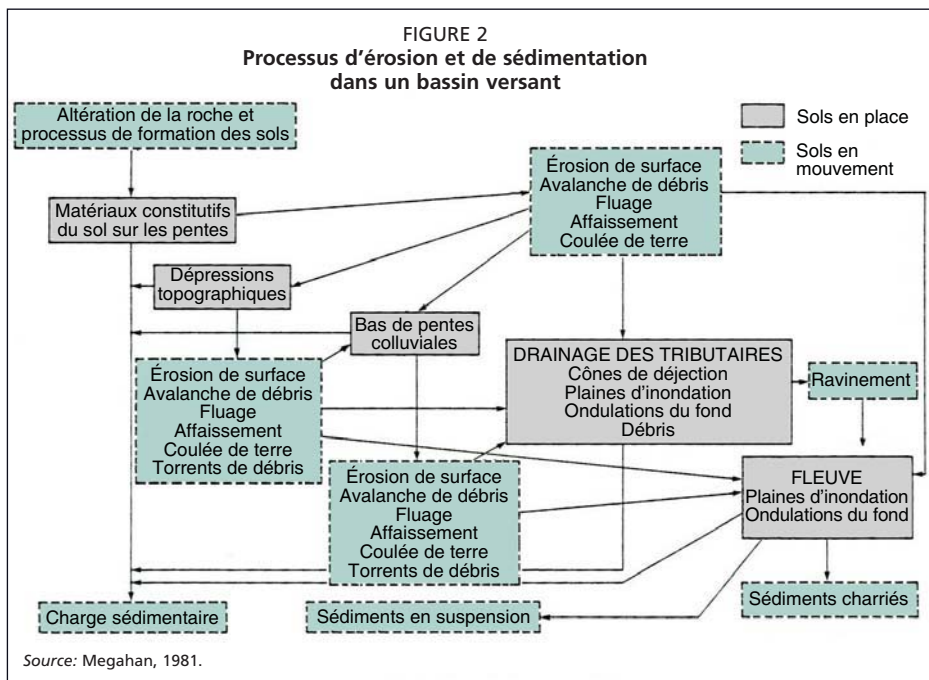
Sur les terres en pente, le sol se déplace vers l'aval sous l'effet de la force de gravité et de l'action des gouttes de pluie. Le couvert forestier fournit une excellente protection contre l'érosion naturelle, et la perte de couvert forestier

résultant d'autres utilisations des terres accélère toujours l'érosion induite par l'homme, à moins que des techniques de conservation des sols ne soient utilisées.

L'érosion comprend une large gamme de phénomènes, allant de l'érosion de surface (écoulement en nappe et en rigoles) jusqu'aux mouvements de masse en surface (glissements de terrains, affaissements, avalanches de débris et éboulements), en passant par les petits ravinements (érosion de surface avancée). Tous ces processus sont naturels et peuvent se produire sur des terres sous couvert arboré. Les mouvements de masse en surface sont en général provoqués par des secousses sismiques, ou des précipitations de forte intensité et de longue durée qui saturent les sols et entraînent une forte pression de pore et une flottabilité élevée. La figure 2 illustre les processus d'érosion et de sédimentation sur des pentes de bassins versants, pour les sols en place et en mouvement.

Grâce aux arbustes de sous-étage, à la litière, aux débris et au sol enrichi de matière organique, la forêt est la couverture de sol la plus apte à limiter les apports de sédiments dans les cours d'eau. Dans les hautes terres d'Éthiopie, par exemple, la perte de sols sous couvert forestier était en moyenne de 1 tonne par hectare, soit le résultat le plus faible enregistré dans sept catégories d'utilisation des terres (Hurni, 1988). Ce n'est pas la canopée des arbres les plus hauts qui protège le sol contre l'impact des gouttes de pluie, mais les feuilles situées entre la surface du sol et jusqu'à 10 m de haut, ainsi que la litière recouvrant la surface du sol, qui réduisent cette force d'érosion par éclaboussement (Wiersum, 1984). Les racines de surface des arbres jouent également un rôle de protection contre l'érosion de surface en nappe et la formation de rigoles.

L'exploitation forestière, ou la récolte de bois, lorsqu'elle dénude la surface



du sol ou canalise l'eau – suite à l'aménagement des pistes de débusquage, de débardage et d'atterrissage nécessaires aux opérations d'extraction – accentue le risque d'érosion (Hamilton et King, 1983). Dans les zones d'adduction d'eau, toutes les opérations d'exploitation doivent être réalisées dans le respect des pratiques optimales de conservation, afin de préserver la qualité de l'eau. Megahan et Schweithelm (1983), ainsi que Gilmour (1977), ont proposé une série de directives de base pour réduire l'érosion des sols et les conséquences négatives de l'exploitation forestière sur la sédimentation. Depuis lors, des directives locales et nationales correspondant à des situations locales ont été élaborées, et de nombreux pays ont établi des réglementations relatives aux méthodes de gestion acceptables pour lutter contre la sédimentation des cours d'eau.

Les forêts représentent également le couvert le plus efficace pour maîtriser les mouvements de masse des sols. Les racines profondes des arbres qui pénètrent dans les différentes couches du sol offrent un certain degré de protection contre les légers glissements de terrain, car elles exercent une forte résistance au cisaillement (O'Loughlin, 1974). L'élimination de la forêt (déboisement) supprime cette résistance et peut entraîner des catastrophes dans les zones exposées aux glissements de terrain, tandis que l'exploitation (extraction du bois) la diminue plus ou moins, en fonction de la sévérité de la coupe et de la rapidité à laquelle la forêt se régénère et développe un nouveau système racinaire profond (question traitée de manière plus approfondie au chapitre 4).

Les apports de sédiments provenant des zones en amont, sous forme de nappe continue ou de rigoles, peuvent être filtrés ou piégés par des tampons forestiers le long des rives. Le ravinement et l'érosion de masse ne peuvent être freinés que par des tampons ripicoles exceptionnellement larges (question également abordée au chapitre 4).

La remise en état des forêts est l'un des meilleurs moyens de rétablir la productivité et de réduire la sédimentation dans les zones dégradées, où les terres ont été déboisées et sont soumises à une érosion accélérée. La restauration des forêts peut être entreprise conjointement à d'autres utilisations des terres ou à des aménagements physiques gérés dans le respect de l'environnement, et constitue un sujet distinct. Pour cela, il faut en général exécuter un projet de remise en état intégré et polyvalent, dont le reboisement est l'un des principaux volets. Par exemple, le projet d'aménagement du bassin versant de Green Hills a été mis en œuvre sur les terres dégradées de la région montagneuse de Chittagong au Bangladesh et comprend la plantation d'arbres, la création d'organisations communautaires d'entraide pour assurer l'approvisionnement en eau, la lutte contre les incendies, la santé et l'amélioration des pratiques agricoles (Moung Thowai Ching, communication personnelle, 2003). L'étude de cas 2 décrit comment un projet de remise en état d'un bassin versant dans la province chinoise de Taïwan a contribué à réduire de 45 pour cent la sédimentation d'un réservoir.

AUTRES POLLUANTS DE L'EAU

Les sols ne sont pas les seuls matériaux à altérer la qualité de l'eau. En fonction du mode d'utilisation des terres, divers polluants peuvent aussi être drainés. Le

ÉTUDE DE CAS 2
**Réduction de la sédimentation d'un réservoir
dans la province chinoise de Taïwan**

Situé dans la chaîne de montagne centrale de Taïwan, le bassin de Wuseh, d'une superficie de 20 480 ha, alimente le réservoir de Wushah (dont la construction a été achevée en 1958). Les pentes, d'une déclivité moyenne de 57 pour cent, sont abruptes. La pluviométrie moyenne est de 2 235 mm par an. La saison des pluies s'étend de mai à octobre, et la saison sèche d'octobre à janvier. Les deux tiers du bassin versant étaient auparavant recouverts d'une forêt naturelle (14 099 ha); il y avait 4 205 ha de prairies; 856 ha de terres cultivées; 1 046 ha de terres dénudées par l'agriculture sur brûlis; et 276 ha consacrés à d'autres utilisations. La population autochtone s'élevait à 1 900 habitants.

Un programme de modification d'affectation des terres et d'éducation a été mis en œuvre. À la fin de 1988, avec une dépense annuelle de 200 000 dollars EU en moyenne, on a obtenu les résultats suivants:

- reboisement de 2 660 ha;
- application de pratiques de conservation des sols sur 490 ha de terres cultivées;
- construction de trois tours de surveillance des incendies et installation d'un réseau d'extinction;
- construction de 33 km de nouvelles routes de forêt et protection des remblais le long d'une autoroute principale sur 38 km (suite à des dégâts provoqués par un ouragan en 1982);
- construction de huit barrages de retenue et d'ouvrages de contrôle du ravinement;
- introduction de l'arboriculture fruitière et de l'agroforesterie, de l'agriculture de conservation, de nouvelles variétés culturales et de techniques de commercialisation;
- organisation de formations, à l'intention des femmes, en matière d'arboriculture, de lutte contre les incendies, de conservation des sols, d'économie domestique et d'artisanat.

Des données sur la sédimentation du réservoir ont été recueillies à partir de 1957, et un taux de référence a été déterminé. De 1965 à 1985, la sédimentation a diminué de 55 pour cent par rapport à ce taux, ce qui est attribué au programme de réhabilitation. Le coût unitaire de la réduction de 1 m³ s'est établi à 0,20 dollar EU.

Source: Tiré de Sheng, 1986.

meilleur moyen de limiter ce type de pollution est d'aménager un couvert forestier dans le bassin versant au-dessus du site concerné (réservoir d'adduction d'eau potable, par exemple). La plupart des activités forestières n'emploient ni engrais, ni pesticides, ni carburants fossiles et ne subissent pas la pollution due aux déchets

ménagers ou aux processus industriels. Lors de l'abattage des arbres, il faut faire attention aux carburants et aux lubrifiants des machines, car les petites fuites survenant lors des activités habituelles, qui s'ajoutent aux déversements accidentels plus importants, peuvent conduire à une grave contamination des sols et des eaux de drainage. Tous les carburants, en particulier le diesel, migrent rapidement par le sol. Il suffit de petites quantités pour contaminer l'approvisionnement en eau potable et perturber les processus de traitement de l'eau (Nisbet et McKay, 2002). D'autres modes d'utilisation des terres faisant intervenir des carburants et des lubrifiants, par exemple l'agriculture ou les voies de transport, présentent même un risque plus élevé, car la fréquence des déversements et l'intensité d'utilisation sont beaucoup plus importants que lors des opérations d'exploitation forestière.

Les forêts situées dans les zones de captage sont le moyen le plus efficace de réduire au minimum les risques de pollution. Si elles sont exploitées à l'aide de machines et que des routes sont utilisées, des méthodes optimales d'exploitation forestière doivent être appliquées pour protéger l'environnement. De nombreuses zones de captage d'eau potable sont exploitées avec soin depuis plusieurs décennies sans que la qualité de l'eau ne semble altérée (Dudley et Stolton, 2003). On peut ainsi citer une partie de la zone d'approvisionnement en eau de Melbourne, en Australie, mais environ la moitié des terres du bassin versant se situe dans des parcs nationaux qui ne sont soumis à aucune exploitation.

Le système de Croton, qui est l'un des réseaux de captage d'eau de la ville de New York, illustre bien l'impact des changements d'affectation des terres lorsque des superficies forestières sont intégrées à des zones suburbaines. Peu à peu, le paysage composé en partie de forêts protégées et de forêts exploitées n'est plus soumis à l'aménagement forestier, mais se transforme en zone d'habitation rurale au fur et à mesure que les citadins migrent et font construire des résidences particulières, dotées de terrains allant de 0,5 à 2 ha. Ce changement entraîne une augmentation de la charge en nutriments due aux fosses septiques, à la fertilisation chimique des gazons, aux déjections des animaux domestiques (souvent des chevaux) et au salage des routes en hiver; le transport des nutriments est également accéléré par l'accroissement des surfaces étanches (Heisig, 2000). Les substances chimiques relevées incluent l'ammoniaque, le phosphore total et l'orthophosphate, mais la quantité de nitrogène et d'autres substances devrait également s'accroître.

L'aménagement de tampons ripicoles permet de réduire considérablement la pollution de source diffuse, et même de l'éliminer (voir le chapitre 4 pour de plus amples détails). Ces tampons n'empêchent toutefois pas la contamination des eaux souterraines, à laquelle il faut remédier par une modification des pratiques locales.

Les deux seules exceptions où les forêts des bassins versants n'ont pas d'effet protecteur sur la qualité de l'eau sont les suivantes:

- Quand on est en présence de certains systèmes de monoculture intensifs caractérisés par une végétation de sous-étage ou une couverture végétale peu abondante ou absente, et par une augmentation des taux d'érosion de surface (se référer aux points abordés précédemment).

- Lorsque les polluants atmosphériques sont interceptés par les arbres plus que par d'autres types de végétation, en raison de leur hauteur et de leur résistance aérodynamique, et qu'ils sont absorbés par les sols et par l'eau. Ce problème se rencontre souvent dans les forêts de montagne des pays industrialisés de l'hémisphère Nord (Hamilton, Gilmour et Cassells, 1997).

DIRECTIVES

Lorsque la qualité de l'eau est une haute priorité, les forêts constituent la couverture du sol la plus adaptée (étude de cas 3). Les forêts non perturbées ont une fonction protectrice vis-à-vis de l'érosion, de la sédimentation et de la dégradation de la qualité de l'eau par d'autres contaminants. La mesure la plus efficace consiste à classer les forêts dans des zones protégées qui font l'objet de mesures de gestion particulières, telles que les zones au cœur des parcs nationaux ou les réserves protégées des bassins versants. La perte des profits d'exploitation commerciale risque d'être largement compensée, car il devient de plus en plus rare et précieux d'obtenir de l'eau de bonne qualité. Dans le monde entier, de nombreuses villes (par exemple, Caracas, Freetown, Harare, New York, Quito ou Singapour) ont

ÉTUDE DE CAS 3

Le canal de Panama et la qualité de l'eau

La sédimentation et la croissance d'herbes aquatiques entravent la navigation dans le canal de Panama et nécessitent des travaux de dragage coûteux. Il est également nécessaire de disposer d'un approvisionnement en eau douce adéquat et régulé. Reconnaissant l'importance du rôle des forêts dans ces deux domaines, le Smithsonian Research Institute a préconisé le reboisement des parties dénudées du bassin versant, afin de réduire non seulement la sédimentation, mais aussi l'écoulement dans le canal des nutriments qui favorisent la croissance des plantes aquatiques. Le reboisement permettrait de diminuer le débit d'eau total, mais l'effet régulateur de la réduction des débits de pointe entraînerait une augmentation de la quantité d'eau utile, ce qui ne nécessiterait pas une capacité de stockage de l'eau aussi grande. Il a été proposé aux sociétés qui dépendent du canal d'acheter des obligations pour financer le reboisement.

Dans l'intervalle, une opération de conversion des créances au service de la nature, d'un montant de 10 millions de dollars EU sur 14 ans, mise en place par l'intermédiaire de The Nature Conservancy (dont l'engagement financier s'élève à 1,6 million de dollars EU), permet de renforcer la protection des superficies boisées dans le bassin, dont les 129 000 ha du parc national de Chagres et sa riche diversité biologique. Le bassin versant fournit également de l'eau potable aux villes de Colón et de Panama.

Source: Adapté de *Plant Talk*, 2003.

cherché à établir des zones d'approvisionnement en eau dans des forêts protégées (voir chapitre 4) qui ne sont pas intensivement utilisées par l'homme, les animaux domestiques ou les machines.

Lorsque les forêts sont exploitées, toutes les précautions doivent être prises pour réduire au minimum les apports de sédiments et la pollution chimique. Les routes, les sites de débardage, les pistes de débusquage et la compaction des sols doivent être considérés comme les principales sources de sédimentation. Les zones exposées aux glissements de terrain peuvent fortement contribuer à la sédimentation et aux inondations. Elles doivent être identifiées, faire l'objet d'un traitement particulier et être exploitées légèrement et sans engins mécaniques. Les infrastructures récréatives doivent également être situées et gérées avec soin. Les tampons de forêts ripicoles ou de végétation dense, d'une largeur adéquate, jouent un rôle extrêmement important.