



La dégradation des côtes: les Caraïbes en eaux troubles

Des études récentes montrent que la matière en suspension des écosystèmes marins et côtiers a des conséquences graves sur l'environnement des Caraïbes^(a). Des secteurs économiques clé sont menacés par le lessivage des sols et la sédimentation, et les scénarios envisagent une augmentation du transport de sédiments des terres vers la mer. Va-t-on prendre des mesures avant que l'existence des communautés locales soit irréversiblement dégradée?

Les écosystèmes côtiers sont parmi les plus productifs, mais également les plus menacés du globe, et ils subissent aujourd'hui des changements environnementaux rapides⁽¹⁾. Une mauvaise qualité de l'eau dans ces biotopes peut engendrer une dégradation brutale des habitats et de la biodiversité, ce qui peut nuire aux activités économiques et au bien-être des habitants.

Les changements d'utilisation des sols ainsi que le développement accru sur les côtes des Caraïbes augmentent le lessivage et l'érosion des sols et, par conséquent l'apport de sédiments dans le milieu marin. Des pratiques agricoles peu respectueuses de l'environnement (utilisation excessive et/ou inappropriée d'engrais, de pesticides) chargent les sédiments en produits chimiques. Leur toxicité augmente et ils représentent alors une menace encore plus grande pour la nature. Le dernier rapport mondial sur l'Etat de l'environnement marin⁽²⁾

montre que le lessivage des sols agricoles et de leurs éléments nutritifs ainsi que les changements de mouvements de sédiments sont des thèmes où les progrès sont qualifiés de "mitigés" voire "mauvais".

Ces tendances soulèvent des préoccupations à l'égard de la santé de l'environnement marin côtier. L'estimation de l'érosion, du transport de sédiments et de nutriments, par les rivières de plus de 400 bassins versants méso-américains en fonction des scénarios d'utilisation du sol en 2025⁽³⁾ montrent que l'augmentation des déversements aux embouchures pourrait atteindre 13% par rapport à la situation actuelle, à moins que les engagements vers le développement durable soient bien plus soutenus^(b).

Les gouvernements de la région Caraïbes au sens large ont reconnu l'importance de la Mer des Caraïbes pour le développement économique et ont signé en 1986 la *Convention de Carthagène* pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes. Malgré cet accord régional, les écosystèmes marins et côtiers continuent d'être en proie à de menaces sévères provenant des processus de sédimentation.

Fig. 1: Déforestation et menaces pour les récifs

Cette carte montre, qu'en général, les risques liés à l'apport de sédiments dans les eaux côtières sont en relation soit avec la déforestation et la mise à nu des sols qui augmentent le lessivage, soit avec le déversement des principaux fleuves de la région.



Pourquoi les sols finissent-ils en mer?

Les sources terrestres diffuses de la pollution maritime (land-based sources, LBS en anglais) atteignent l'océan par les précipitations, les dépositions atmosphériques, le ruissellement, les infiltrations, les modifications hydrologiques et même à partir des marinas et des activités nautiques. On estime que les activités humaines ont augmenté la charge sédimentaire des rivières, issue de sources ponctuelles ou diffuses, d'environ 20%⁽¹⁾. Quand le Protocole LBS (pollution maritime d'origine terrestre) pour la Région des Caraïbes a été développé en 1999, le lessivage des sols agricoles était considéré comme la première source de pollution diffuse et la charge de sédiments était la principale pollution entrant dans l'environnement marin des Caraïbes.

La sylviculture peut engendrer des pollutions diffuses importantes. Les engins utilisés pour déraciner la végétation laissent les sols exposés et susceptibles d'être lessivés, tout particulièrement dans la région des Caraïbes où la topographie est souvent accidentée. L'érosion des sols sous les tropiques est vingt fois plus élevée sur des sols déboisés que sur des sols boisés⁽¹⁾. La construction et l'utilisation des routes est souvent la principale source de pollution diffuse issue de la sylviculture et constitue près de 90% des mouvements sédimentaires de cette activité⁽²⁾. La tendance générale, dans la plupart des pays, montre que les surfaces boisées ont été réduites durant les dernières décennies, avec les taux les plus forts en Amérique Centrale^(5, 6).

Dans le **secteur agricole**, sur les 40 dernières années, globalement la plus forte croissance des terres cultivées, en terme de surface mais aussi proportionnellement à la surface totale, a eu lieu en Amérique latine et aux Caraïbes. Les estimations pour 2030 montrent que cette tendance va se confirmer⁽⁷⁾. Les mauvaises pratiques agricoles exposent les terres et perturbent les sols, les rendant plus vulnérables aux orages et au lessivage des nutriments vers l'océan, souvent

combinés avec des engrais ou des pesticides. Les îles des Caraïbes étant de formation géologique récente (volcanique), les sols n'y sont pas aussi profonds que dans d'autres régions du monde, et ne contiennent pas autant de matière organique, ce qui les rend encore plus vulnérables à l'érosion^(d). Les installations permettant d'atténuer le ruissellement sont rares, mises à part celles construites pour les municipalités et les industries.

Les **zones urbaines et le développement des côtes** sont en expansion dans la région. La croissance de la population côtière ainsi que la fréquentation touristique (Fig.2) font peser de plus en plus de pression sur l'écosystème marin. Sur les 15 dernières années, le nombre de logements pour touristes a doublé, et il continue d'augmenter dans de nombreux pays^(c). Sur les sites de construction, les sols et gravats mis à nu ne sont pas correctement confinés, et ces matériaux constituent le volume le plus important de polluants atteignant les eaux des zones urbaines^(c). De plus, l'imperméabilisation des sols accélère le ruissellement de surface et empêche l'infiltration: le déversement de polluants tels que les sédiments, les huiles, les produits toxiques, les nutriments, les métaux lourds et même des virus et bactéries issus de fosses septiques défectives est accru.

Les déversements d'égouts en plus d'être une source de polluants (e.g. nutriments et agents pathogènes) constituent également une source ponctuelle de sédiments à cause, par exemple, d'une gestion inadéquate des boues d'épuration ou des fosses septiques. Les dernières évaluations montrent qu'un tiers des récifs de la région sont menacés par le développement urbain des côtes, notamment le déversement d'égouts, le ruissellement en provenance des villes, les constructions et les aménagements touristiques⁽⁴⁾.

Le dernier rapport d'experts sur les changements climatiques⁽⁸⁾ estime que la fréquence des fortes pluies va croître, augmentant l'érosion et l'apport de sédiments. En outre, les petites îles subiront sans doute davantage de dégâts provoqués par la houle des tempêtes et par l'érosion. La montée du niveau des mers et le changement de leur température vont être dommageables pour les mangroves, les marais salés et les récifs de coraux.

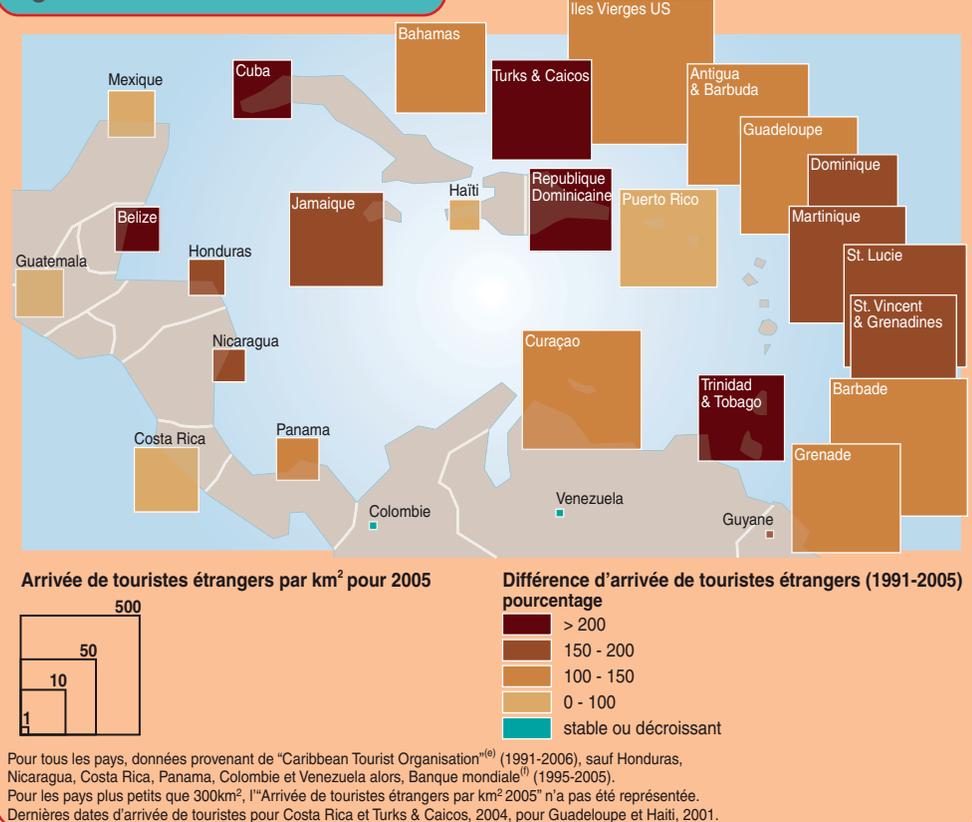
De quelle manière l'environnement et les communautés sont-ils affectés?

La charge en sédiments des eaux côtières accroît la turbidité, réduit la luminosité et peut même asphyxier les coraux. Une étude récente des déversements de plus de 3000 bassins versants répartis sur 35 pays des Caraïbes montre qu'un tiers des récifs coralliens sont menacés par la sédimentation, dont 20% sont en grand danger (Fig.1).

Le Tourisme

La dégradation des écosystèmes côtiers et des récifs coralliens peut déboucher sur une perte de revenus liée, par exemple, à une baisse de la fréquentation des visiteurs. Les plongeurs représentent 10% de la

Fig. 2: Tourisme dans les Caraïbes



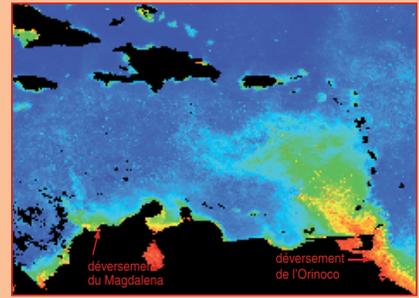
clientèle totale dans les Caraïbes, et ils fournissent 17% des revenus totaux liés au tourisme⁽⁴⁾. En général, les plongeurs dépensent 60 à 80% de plus que les autres touristes dans la région. On prévoit une diminution de 5% des revenus liés à la plongée (une perte d'environ US\$ 300 million par année) d'ici à 2015 du fait de la dégradation continue que subissent les récifs coralliens⁽⁴⁾.

La protection des côtes

On estime que 70 à 90% de l'énergie véhiculée par les vagues est absorbée par les récifs coralliens et les mangroves (suivant leur état de santé et leurs caractéristiques écologiques et physiques)⁽⁹⁾. Dans les Caraïbes, plus de 20% des côtes sont protégées par des récifs. L'étude des données sur les cyclones tropicaux au cours de la période 1979-2003 montre que chaque île des Caraïbes est en moyenne affecté par un cyclone tous les cinq ans (0.2 par année), voire un événement tous les deux ans (0.45 par année) dans certaines zones⁽⁹⁾. Les vents et les déferlantes peuvent avoir de graves conséquences environnementales et socio-économiques. La puissance des cyclones peut accélérer l'érosion et engendrer des pertes d'habitats, les entrées d'eau de mer peuvent changer la salinité des estuaires et des aquifères d'eau douce, les sédiments et les nutriments sont déplacés et les côtes peuvent être inondées⁽⁶⁾. Les écosystèmes côtiers peuvent aussi perdre leur pouvoir filtrant naturel quand les surfaces de mangroves, de zones humides et d'herbiers sous-marins décroissent⁽⁶⁾. La dégénérescence de ces herbiers est associée à une dégradation de la qualité de l'eau, asphyxiée par des nutriments ou trop chargée en sédiments (Fig.3).

Fig. 3: Suivi satellitaire des eaux côtières et des océans

Les images satellites permettent de suivre et d'étudier de nombreux phénomènes océaniques et côtiers. Les données provenant de tels capteurs fournissent, entre autres, des informations sur la concentration en chlorophylle ou la turbidité (quantité de matière en suspension). Par exemple, cette image obtenue à partir du capteur SeaWiFS en septembre 2007: l'intensité des couleurs illustre la concentration en chlorophylle (le rouge vif équivaut à une concentration de 10 mg/m³). Le déversement du fleuve Orinoco est clairement visible par sa plume de chlorophylle en direction du nord. Celle du fleuve Magdalena est aussi faiblement visible.



Le phytoplancton mélangé aux sédiments et à d'autres matières organiques est visible en bleu vif le long du plateau continental des côtes de la Péninsule du Yucatan (Mexique) sur cette image du capteur MODIS du 5 février 2006. Les blooms de phytoplancton sont stimulés par les ruissellements provenant du continent; les rivières entraînent les nutriments et les déposent dans l'océan, où ils sont amenés en surface par les courants. Les récifs coralliens sont parmi les écosystèmes les plus productifs au monde; bien qu'ils n'occupent qu'une faible surface, ils produisent une grande quantité de matière vivante, de biomasse. Il en va de même avec les herbiers sous-marins qui hébergent de nombreux organismes. Ces écosystèmes sont menacés pour plusieurs raisons, dont l'érosion liée au développement des côtes, la hausse du niveau des mers, la surpêche et le tourisme.



Sources des images: NASA VisibleEarth[®], NASA Ocean Color Web[®]

La pêche

Le secteur de la pêche dans les Caraïbes risque d'être durement affecté par la dégradation des écosystèmes côtiers. On estime que d'ici 2015, l'altération des coraux pourrait faire décliner la pêche de 30 à 45% (US\$ 95-140 million par année). Plus de 120 000 personnes travaillent à temps complet dans le secteur de la pêche dans la région, et des millions dépendent des poissons coralliens comme source vitale de protéines⁽⁴⁾.

La santé

L'intoxication alimentaire de l'Homme par la ciguatera résulte de la consommation de poisson corallien contaminé par la ciguatoxine issue d'algues toxiques et qui migre le long de la chaîne alimentaire. Des incertitudes persistent concernant la production de cette toxine par les algues, mais les activités qui stimulent la croissance des macrophytes, telles que les égouts et les écoulements polluants, ont engendré une augmentation des cas d'intoxication^(h).

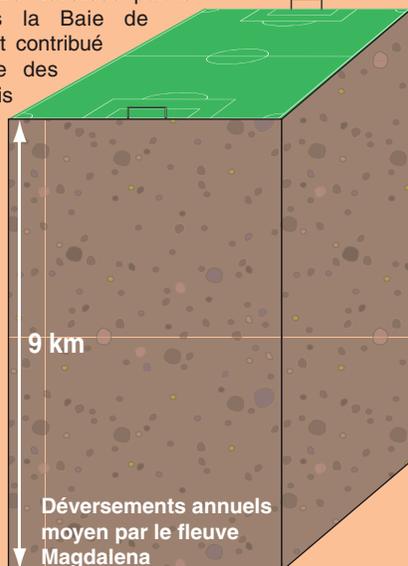
L'agriculture

Des taux de perte de sols de surface allant jusqu'à 133 t/ha/an ont été enregistrés pour des sols nus dans les Caraïbes^(d) (Fig.4). Pour une densité moyenne de 1.6t/m³, cela représente une perte d'environ 83m³ de sol par hectare et par an – 10 camions-benne standard pour une surface équivalente à un terrain de football par année. Bien que le lessivage de ces sols ait principalement lieu pendant la saison humide, un déficit hydrique peut survenir pendant la saison sèche et réduire ainsi les rendements agricoles^(d). Les sols arables deviennent une ressource de plus en plus limitée, menaçant la sécurité alimentaire et le secteur de l'agriculture.

Fig. 4: Stress continu provoqué par le fleuve Magdalena

Le fleuve Magdalena, en Colombie, est le plus grand cours d'eau qui se jette dans la Mer des Caraïbes. Entre 1972 et 1998, on estime qu'il a déchargé plus de 4 milliards de tonnes de sédiments sur la côte des Caraïbes. Il décharge annuellement une moyenne de 96 million de m³, un volume équivalent à un terrain de football de neuf kilomètres de haut ou 320 000 camions-benne.

Les écosystèmes côtiers de la zone subissent des stress de plusieurs natures, mais l'impact du fleuve se fait sentir depuis plusieurs décennies, de manière constante. Les conséquences de la lourde charge sédimentaire déversée par le Canal del Dique dans la Baie de Carthagène ont largement contribué à la disparition partielle des formations coralliennes mais aussi à une réduction des herbiers sous-marins dans la Baie et ses alentours. Les périodes de forte décharge coïncident avec le déclin de la couverture de coraux vivants autour de l'île de Rosario (un récif corallien classé comme zone marine protégée). D'autres études montrent qu'en 2001, il ne restait plus que 8% de la surface des herbiers présents dans la Baie de Carthagène en 1930.



Source de données: Restrepo 2006⁽¹⁰⁾

Que peut-on faire?

Les dangers de la pollution non-ponctuelle peuvent être atténués en combinant les initiatives individuelles et les instruments légaux adaptés. La localisation exacte de ces sources de pollution est difficilement identifiable, mais certains milieux et comportements sont propices au déversement de quantités importantes de sédiments. Voici une liste d'actions susceptibles d'atténuer certaines inquiétudes dans les secteurs de la sylviculture, de l'agriculture et des constructions et déversements urbains:

. **Barrières à sédiments** ou barrages de paille sur les chantiers de construction pour filtrer les sédiments et les matériaux entraînés par les eaux de pluie, et ralentir ainsi ce type de lessivage;

. **Zones végétales tampons** entre et autour des infrastructures à fort ruissellement (e.g. parkings, routes, lotissements), autour des zones agricoles et sylvicoles afin d'absorber la terre, les engrais, les pesticides ou autres polluants avant qu'ils n'atteignent l'océan;

. **Bassins de rétention** et marais artificiels pour capturer les ruissellements d'orages, les sédiments et autres polluants;

. **Conservation des sols**, réduire l'érosion en labourant moins. Ce procédé contribue à maintenir les nutriments et pesticides là où ils sont appliqués;

. **Plan de gestion des nutriments**, afin de réduire leur lessivage en utilisant les engrais au bon moment et à bon escient;

. **Conception et gestion de chemins d'accès** adaptés aux travaux de sylviculture pour éviter les ornières et le ravinement qui sont une forte source de pollution non-ponctuelle;

. **Replanter des arbres** après la coupe pour éviter l'érosion des sols;

Fig. 4: Remplacer le naturel par l'artificiel

On a remarqué une tendance récente à la construction de récifs coralliens artificiels (e.g. en utilisant des *reefballs*) soit pour remplacer des récifs disparus, soit pour en créer de nouveaux. Leur construction vise le plus souvent à atténuer les effets de la houle, mais cette approche est coûteuse et ne peut être envisagée pour de grandes surfaces. De plus, les récifs artificiels ne pourront jamais remplacer tous les services écologiques apportés par les récifs naturels.

Reefballs à Antigua



Photo: The Reefball Foundation⁽⁶⁾

Ces reefballs ont déjà été installés dans 14 îles des Caraïbes ainsi que dans plusieurs pays latino-américains (Reefball Foundation⁽⁶⁾). De telles constructions doivent être faites avec le plus grand soin vu que ces infrastructures peuvent perturber les mouvements des sédiments naturels côtiers, et dans de nombreux cas même accélérer l'érosion ou déclencher d'autres processus inattendus sur les côtes concernées⁽⁵⁾.

. **Synchronisation** des activités de sylviculture pour éviter de fortes activités pendant la saison des pluies;

. Mise en place de **plan de gestion des boues d'épuration et d'épandage** pour réduire les impacts négatifs sur l'environnement et la santé humaine.

Le *Protocole concernant les pollutions maritimes d'origine terrestres* (LBS), développé dans le cadre de la *Convention de Carthage*, fournit des suggestions supplémentaires pouvant réduire les conséquences de ces pollutions sur l'environnement marin. L'Annexe technique IV traite spécifiquement du contrôle et de la réduction des pollutions non-ponctuelles issues de l'agriculture.

Conclusion

Les préoccupations liées aux pollutions non-ponctuelles concernent de nombreux secteurs qui sont d'une importance capitale pour la Région des Caraïbes: le tourisme, la pêche et l'agriculture. La qualité et la quantité d'eau potable dans toute cette région peut aussi être affectée par la sédimentation dans les régions amont des bassins versants. Les ruissellements contaminés ainsi que la sédimentation sont fortement liés aux activités humaines, et une meilleure gestion pourrait réduire de manière significative la cause et les conséquences de ces pollutions.

Sources: ¹ MA 2005, Millennium Ecosystem Assessment 2005. "Ecosystems and Human Well-being: current state and trends, Volume 1".

² UNEP 2006. "The State of the Marine Environment - Trends and Processes".

³ UNEP 2007. "GEO-4".

⁴ WRI 2004. "Reefs at Risk in the Caribbean".

⁵ FAO 2006. "Global Forest Resources Assessment 2005 - Progress Towards Sustainable Forest Management", FAO Forestry Paper 147 (FRA 2005). Food and Agriculture Organization Of The United Nations, Rome, 2006

⁶ WRI 2001. "Pilot analysis of global ecosystems - coastal ecosystems".

⁷ FAO 2003. "World Agriculture: towards 2015/2030, an FAO perspective".

⁸ IPCC 2007. "The Fourth Assessment Report".

⁹ UNEP-WCMC 2006. "In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs".

¹⁰ Restrepo J.D et al. 2006. "Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and their impacts on coastal ecosystem: The Magdalena River, Colombia". Global and Planetary Change, Volume 50, Issues 1-2, February 2006, Pages 33-49.

URLs: ^a GIWA (Global International Water Assessment) at www.giwa.net

^b ICRAN-MAR. 2006 at www.icran.org/MAR/icran_mar.html

^c US EPA Nonpoint Source Pointers (Fact sheets) at www.epa.gov/owow/nps/facts

^d FAO 2000. Land Resources Information Systems in the Caribbean - Proceedings of a Subregional Workshop held in Bridgetown, Barbados 2-4 October 2000 at www.fao.org/DOCREP/004/Y1717E/y1717e21.htm

^e The Caribbean Tourism Organization at www.onecaribbean.org

^f The World Bank's "World Development Indicators 2005" at <http://devdata.worldbank.org/wdi2005>

^g UNEP/GRID-Europe Preview at www.grid.unep.ch/preview

^h UN Atlas of the Oceans, 2007 at www.oceansatlas.org

ⁱ NASA Visible Earth - A catalog of NASA images and animations of our home planet at <http://visibleearth.nasa.gov>

^j NASA Ocean Color Web at <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>

^k The Reefball Foundation 2007 at www.reefball.org

^l Caribbean Environment Programme (CEP) www.cep.unep.org



Cette publication a bénéficié des contributions précieuses de M. Christopher Corbin et M. Jean-Nicolas Poussart du "Caribbean Environment Programme^{0m}" du PNUE que nous tenons à remercier.

Pour plus d'information

Programme des Nations Unies pour l'environnement

DEWA / GRID-Europe

Tel: (41.22) 917.8294

Fax: (41.22) 917.8029

E-mail: earlywarning@grid.unep.ch

Web: www.grid.unep.ch/ew

Le PNUE encourage les pratiques respectueuses de l'environnement au niveau mondial et dans ses propres activités. Ce bulletin est imprimé sur du papier 100 % recyclé, en utilisant des encres d'origine végétale suivant le certificat Imprim'Vert[®]. Notre politique de distribution a pour objectif de réduire l'empreinte carbone du PNUE.