

Biodiversité, services écologiques et bien-être humain

Par Benoît Limoges

Résumé

Les services écologiques sont les fonctions des écosystèmes dont bénéficient les humains. Ces services sont généralement regroupés en quatre catégories : 1) les services de régulation, 2) les services d'approvisionnement, 3) les services ontogéniques et 4) les services socioculturels. À titre d'exemple, je présente les services écologiques offerts par une bande riveraine boisée en milieu agricole. Les services écologiques contribuent directement au bien-être des humains. L'évaluation financière des services écologiques représente une voie de plus en plus utilisée pour intégrer l'importance de la biodiversité dans la prise de décision. Malheureusement, la diminution actuelle de la biodiversité observable à l'échelle de la planète réduit les services écologiques, ce qui affecte en premier lieu les populations les plus démunies.

Introduction

C'est surtout l'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire* (2005) qui a permis de mettre en lumière l'importante contribution des écosystèmes au bien-être des humains par ce qu'il est maintenant convenu d'appeler les « services écologiques ». L'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire* (EM) a été commandée en 2000 par le Secrétaire général de l'ONU. Entamé en 2001, ce travail a duré quatre ans. Il a réuni les contributions de plus de 1 360 experts issus de près de 50 pays, pour évaluer sur des bases scientifiques l'ampleur et les conséquences des modifications subies par les écosystèmes de la planète. Une bonne partie des informations contenues dans cet article proviennent de cet imposant ouvrage.

Les services écologiques résultent des processus écologiques qui se produisent dans les écosystèmes et dont bénéficient directement ou indirectement les humains. Par analogie, on peut comparer le capital naturel avec le montant d'argent initial d'un placement, et les services écologiques avec les intérêts annuels que rapporte celui-ci.

Catégories de services écologiques

Bien que leur nombre varie selon les auteurs, il y aurait au moins 22 types de services écologiques, regroupés en quatre catégories (tableau 1). Comme ces services varient énormément en fonction des écosystèmes, il est difficile, dans ce cadre, d'expliquer chacun.

Les services de régulation profitent indirectement aux humains en contrôlant certains paramètres environnementaux tels que le débit des rivières ou la qualité de l'air. Ces services permettent d'éviter bien des désastres naturels.

Les services d'approvisionnement fournissent des biens dont les humains peuvent se nourrir ou faire usage pour répondre à leurs besoins en matière de santé, d'abri, de divertissement, etc.

La catégorie des services ontogéniques est la plus récemment ajoutée. Le terme « ontogénique » qualifie ce qui est relatif au développement de l'individu depuis la fécondation jusqu'à l'âge adulte. Un premier service ontogéni-

que serait lié au développement du système immunitaire, qui serait renforcé lorsqu'il est en contact, durant l'enfance, avec une variété d'organismes. Ainsi, l'augmentation des allergies, constatée ces dernières années dans les pays développés, proviendrait de l'augmentation du niveau d'hygiène des populations, qui se traduirait par une diminution des contacts avec diverses formes de vie au cours de l'enfance.

Le second service ontogénique sert au développement psychosocial de l'individu. Depuis 120 000 ans, les humains modernes ont évolué et vécu en contact intime avec la nature. La vie d'une grande part des enfants contemporains est très différente. Ils ont peu d'occasions d'être en contact avec la nature. Ce déficit en nature pourrait amener un développement incomplet de l'enfant et un manque d'éthique environnementale (Cobb, 1977; Ulrich, 1993; Cheryl et collab., 2008). Les milieux naturels offrent des expériences riches, diverses et multisensorielles favorisant le développement de la force, de l'équilibre et de la coordination. Les enfants ayant un contact avec la nature seraient plus concentrés et disciplinés, leur sensibilité, leur raisonnement et leur sens de l'observation seraient plus aiguisés et leur imaginaire, davantage stimulé (White et Stoecklin, 1998). En Californie, une loi oblige maintenant à aménager un jardin dans chacune des 8 000 écoles. Le Maryland et plusieurs autres États encouragent chaque école à incorporer un milieu naturel dans leur enceinte et à y inclure un projet éducatif. Aux États-Unis et au Canada anglais, des mouvements sociaux revendiquent le droit de l'enfant à la nature et visent à les « reconnecter » à cette dernière.

Les services socioculturels, enfin, procurent des bénéfices non matériels. Intangibles, ils incluent l'expérience spirituelle, le plaisir associé à des activités récréatives ou

Benoît Limoges travaille à la Direction du patrimoine écologique et des parcs pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, depuis 5 ans comme coordonnateur de la mise en œuvre au Québec de la Convention sur la diversité biologique.

benoit.limoges@mddep.gouv.qc.ca

Tableau 1. Catégories de services écologiques.

Services de régulation	Services d'approvisionnement	Services ontogéniques	Services socioculturels
<ul style="list-style-type: none"> ■ Régulation du climat ■ Réduction des maladies, des prédateurs et des odeurs ■ Purification de l'eau et de l'air ■ Contrôle de l'érosion et des inondations ■ Pollinisation ■ Dispersion des semences 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nourriture ■ Eau douce ■ Combustible ■ Fibre ■ Espèces ornementales ■ Animaux de compagnie ■ Éléments biochimiques ■ Ressources génétiques 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Développement du système immunitaire ■ Épanouissement humain 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spiritualité ■ Récréation et tourisme ■ Esthétisme ■ Éducation et inspiration ■ Sens d'appartenance ■ Patrimoine culturel

(Adapté de l'Évaluation des écosystèmes du millénaire, 2005)

culturelles, ainsi que la valeur pédagogique offerte par la nature. Un des plus connus est le potentiel récréotouristique qui fournit un espace et un décor pour les activités de plein air.

Les services écologiques d'une bande riveraine

Les écosystèmes agroforestiers fournissent plusieurs services écologiques d'une grande complexité (Gordon, 2007). Pour illustrer de façon concrète ce qu'ils représentent, prenons le cas d'une bande riveraine boisée d'un cours d'eau coulant en milieu agricole.

Les services de régulation sont probablement ceux que l'on attend le plus des bandes riveraines boisées. La régulation du climat global par la séquestration du carbone représente un premier avantage du reboisement des rives agricoles. Sur un horizon de 25 ans, la plantation d'arbres sur un hectare de systèmes riverains a permis de capter 587 tonnes de CO₂-équivalent (Hernandez et collab., 2007). La régulation du microclimat local constitue un service plus tangible pour les agriculteurs puisque la force du vent est réduite par les arbres et cela dessèche moins les cultures. Dans les champs protégés par des rangées d'arbres, on a noté une humidité plus grande et une hausse de température allant jusqu'à 4°C, ce qui a causé une augmentation des rendements de 6 à 8 % pour le maïs-grain et de 9 à 12 % pour le soya (Hernandez et collab., 2007). Comme les haies brise-vent, les bandes riveraines boisées peuvent freiner le vent sur une distance équivalente à dix fois la hauteur des arbres qui la composent. Par le fait même, la bande riveraine peut aussi réduire l'érosion éolienne des sols agricoles.

La régulation des odeurs, des maladies et des prédateurs agricoles se fait par une réduction de la dérive des substances ou des organismes. Ainsi, les bandes riveraines peuvent freiner la progression de pesticides, d'insectes, de virus ou d'autres pathogènes. Tyndall et Coletti (2000) ont conclu que les bandes boisées, surtout conifériennes, rédui-

saient la diffusion des odeurs en les diluant dans l'atmosphère, en les interceptant ou en causant la déposition des particules aérosol dans une proportion allant jusqu'à 56 %. On a aussi démontré que les arbres captent des polluants, des poussières et des radicaux libres qui sont des agents cancérigènes. Par exemple, un érable de 75 ans pourrait séquestrer annuellement 1,4 kg de polluants (Nowak, 1994).

Une bande riveraine boisée favorise la présence d'une grande variété d'organismes qui y passent une partie de leur cycle vital. Parmi ces organismes, il y a des prédateurs et des parasites des prédateurs agricoles. Ces espèces peuvent se déplacer dans les champs et effectuer un contrôle total ou partiel des insectes nuisibles aux cultures (Baute et collab., 2002). French et Elliot (1999) ont observé que des coléoptères vivaient dans les milieux naturels bordant les champs et qu'une portion d'entre eux allait dans les champs s'alimenter des prédateurs du blé. Au Québec, on a observé que les Aphidés, des prédateurs agricoles, étaient moins abondants près des bandes riveraines qu'au milieu des champs (Roullé et collab., 2007). L'action de ces organismes peut réduire les coûts économiques associés aux pertes de production causées par les prédateurs ou encore ceux consacrés à l'achat de pesticides.

La régulation des inondations concerne directement les propriétaires de terrains en aval des agroécosystèmes. En accumulant la neige et en la gardant plus longtemps au printemps, les bandes boisées peuvent étirer la crue et éviter l'érosion associée aux pics de débit (Kort et collab., 1998). En été, les bandes riveraines favorisent un débit étêté, c'est-à-dire sans crues d'importance et sans étiage sévère.

La purification de l'eau représente l'une des fonctions les plus attendues de la bande riveraine. Au Québec, l'aménagement de bandes végétales filtrantes à l'aval des parcelles agricoles constitue une mesure de conservation efficace pour réduire la contamination agricole attribuable à l'emploi de lisier, allant jusqu'à séquestrer environ la moitié des charges exportées (Duchemin, 2007). Barden et collab.

(2007) ont obtenu des résultats similaires pour l'azote et des réductions de 60 à 90 % des matières en suspension dans le cours d'eau. Les bandes riveraines sont maintenant vues comme une arme dans la lutte contre la pollution diffuse. En effet, la bande riveraine capte des nutriments par les racines des végétaux qui la composent. La séquestration des nitrates (NO_3^-) était plus de dix fois supérieure dans les bandes riveraines que dans les champs (Plascencia-Escalante et collab., 2007). Les bandes riveraines seraient aussi efficaces pour dégrader les pesticides, tels que l'atrazine (Lin et collab., 2007a), les bandes composées de plantes indigènes l'étant davantage (Lin et collab., 2007b).

Les bandes riveraines boisées favorisent aussi une bonne qualité de l'eau par l'ombrage qui réduit sa température. Les bandes riveraines contribuent aussi à diminuer l'érosion et améliorer la qualité de l'eau en évitant la migration de particules de sol vers les cours d'eau.

Les bandes riveraines peuvent également abriter des insectes pollinisateurs. Aux États-Unis, où 90 plantes alimentaires sont pollinisées par les insectes butineurs, les récoltes qui en dépendent sont évaluées à 14 milliards de dollars. Les pollinisateurs, que sont les abeilles sauvages, les thrips, les guêpes, les mouches, les coléoptères, les phalènes et d'autres insectes, sont essentiels pour la production vivrière, aussi bien en matière de rendement que de qualité.

Les services d'approvisionnement en bois, en petits fruits, en gibier à partir de la bande riveraine sont des bénéfices potentiels d'une bande riveraine boisée. Le rendement marchand pour le frêne rouge (*Fraxinus pennsylvanica*) atteint environ 105 m³/ha pour une densité de 250 tiges par hectare de plantation riveraine, sur un horizon de 25 ans (Kennedy, 2007). Des petits fruits peuvent être prélevés, par exemple, au moins 1,25 kg de fruits par plant de sureau blanc (*Sambucus canadensis*), lesquels se vendent 800 \$/tonne (Lebel et DeRoy, 2007).

Les bandes riveraines contribuent à la fourniture de services socioculturels dans les régions agricoles. Ruiz et Domon (2007) ont déterminé les éléments du paysage agricole les plus valorisés par les agriculteurs et les non-agriculteurs. Les résultats étaient les mêmes pour les deux groupes, c'est-à-dire les boisés, les cours d'eau, les espaces ouverts, les champs durant l'hiver et les sablières abandonnées. Les moins valorisés étaient les champs de maïs, les bâtiments agricoles abandonnés et les bâtiments de porcherie. Les facteurs positifs étaient fortement influencés notamment par l'atmosphère se dégageant du paysage et les possibilités d'activités récréotouristiques.

Valeur financière des services écologiques

En quantifiant les réductions de services écologiques associés à des activités humaines et en identifiant les responsables de ces réductions, l'*Évaluation des écosystèmes du millénaire* (2005) évoque la possibilité de faire contribuer ces responsables à la restauration des écosystèmes par des mesures de compensation ou de restauration. En connais-

sant davantage les services écologiques qui sont affectés par les activités humaines et leur valeur financière, il est également possible de les considérer à l'intérieur des processus décisionnels et économiques.

Les économistes reconnaissent que la prise en compte de l'environnement dans les systèmes économiques actuels n'est pas optimale. Pour certains services, plus particulièrement pour les services d'approvisionnement, il est facile de trouver une valeur financière, car ces services existent ailleurs qu'en nature. Par exemple, le prix d'un poisson peut être déduit de la valeur marchande d'un poisson d'élevage. La valeur des services écologiques de la purification de l'eau par un marais peut aussi être déduite en comparant avec une usine de traitement des eaux usées. Mais pour plusieurs services, comme l'esthétisme ou la dispersion des semences, c'est plus difficile. Les économistes ont quand même mis au point diverses méthodes pour évaluer la valeur financière des services écologiques, dont la méthode d'évaluation contingente, la plus utilisée au Québec. Elle est basée sur les préférences de la population exprimée dans le cadre d'un marché fictif. Des individus sont questionnés sur leur volonté de payer pour une amélioration de l'environnement ou pour éviter une détérioration.

Généralement, seuls les coûts privés sont pris en compte dans le système économique actuel. Les coûts collectifs, c'est-à-dire ceux associés à la société, ne sont pas considérés. Ces coûts peuvent être positifs ou négatifs. Les coûts négatifs sont les inconvénients que subissent des personnes, provenant de la modification des conditions environnementales et pour lesquelles elles ne reçoivent aucune contrepartie. Par exemple, des villégiateurs voient leur panorama détruit à la suite d'une coupe forestière. Un coût positif est, au contraire, un avantage dont bénéficient des personnes à partir de conditions environnementales pour lesquelles elles ne supportent aucun coût. Par exemple, des agriculteurs voient leurs pommiers pollinisés par des insectes sauvages sans qu'ils aient à déboursier un sou pour ce service.

Un des principaux constats de l'*Évaluation des écosystèmes du millénaire* (2005) est que certaines personnes bénéficient des activités qui mènent à une réduction de services écologiques. Cette réduction de services écologiques amène souvent des coûts qui sont supportés par l'ensemble de la société (coûts collectifs négatifs) et qui sont souvent plus élevés que les gains ayant été obtenus par la conversion de l'écosystème. Malgré tout, dans bien des cas, l'écosystème est tout de même modifié parce que les coûts associés à la perte des services écologiques n'ont pas été calculés dans le processus de décision et parce que les gains privés sont importants. D'autres fois, ce sont les subventions qui faussent les coûts et les bénéfices relatifs à cette perte de services écologiques.

La transformation des mangroves, des forêts côtières, pour l'élevage de crevettes constitue l'exemple le plus souvent cité (figure 1). En effet, dans les tropiques, les mangroves sont de plus en plus souvent transformées en bassins pour

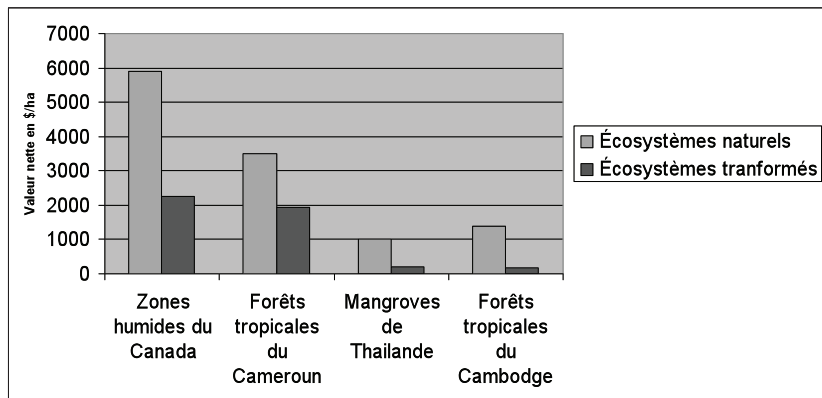


Figure 1. Estimation des retombées économiques découlant d'un mode de gestion durable d'écosystèmes naturels et d'une gestion d'écosystèmes transformés (Source : *Évaluation des écosystèmes pour le millénaire*, 2005).

l'élevage des crevettes. Alors que les éleveurs profitent de cette activité, le reste de la population y perd sur le plan des services écologiques. En effet, les mangroves assurent une protection contre les ouragans et les tsunamis. Ainsi, lors du tsunami du 26 décembre 2004, les régions côtières qui avaient conservé leurs mangroves ont été beaucoup moins affectées que les autres par le désastre naturel (UICN, n. d.). Les populations locales perdent aussi une source de bois de chauffage et de gibier. Enfin, paradoxalement, la disparition des mangroves signifie aussi la perte d'habitat d'élevage des poissons et de crevettes, affectant ainsi le gagne-pain des pêcheurs. La figure montre des estimations de revenus financiers obtenus pour quatre différents écosystèmes qui ont été transformés comparativement à la valeur des services écologiques fournis par les écosystèmes naturels. Au Canada, on a estimé qu'un milieu humide produit annuellement des services écologiques d'une valeur approchant 6 000 \$/ha alors que sa transformation pour l'agriculture génère des revenus d'environ 2 200 \$/ha.

De telles analyses économiques pourraient être menées avant de prendre des décisions pour des projets d'envergure, par exemple pour la construction d'une infrastructure majeure. Actuellement, la valeur économique de certains services écologiques est difficile à évaluer et, par conséquent, les décisions continuent trop souvent d'être prises en l'absence d'une analyse détaillée de l'intégralité des coûts, des risques et des bénéfices.

Les premiers à avoir tenté de chiffrer la valeur totale annuelle des services écologiques fournis par la biosphère sont Costanza et collab. (1997) qui l'évaluèrent à une moyenne de 33 trillions de dollars. En comparaison, le produit national brut de l'ensemble des pays était alors de 18 trillions de dollars. Dans une récente étude produite par la Commission environnementale de l'Europe sur l'économie des écosystèmes et de la biodiversité de l'ensemble de la planète, Braat et ten Brink (2008) ont estimé que la planète accusait une perte en services écologiques d'une valeur de 75 milliards de dol-

lars chaque année, pour ce qui est des écosystèmes terrestres seulement. Il s'agit d'une perte nette qui ne se fait pas uniquement sentir l'année même, mais qui s'additionne aux pertes des années subséquentes. Cette perte cumulée de bénéfices issus des écosystèmes pourrait équivaloir à 7 % de la valeur du PIB mondial à l'horizon 2050. Ces estimations sont considérées comme très conservatrices, car elles n'incluent pas les services associés aux océans, aux déserts, ni à la pollinisation.

Impact sur le bien-être des populations humaines

Notre bien-être dépend du flux ininterrompu des services écologiques. Or seuls deux des services écologiques examinés dans le cadre de l'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire* (2005) ont connu une croissance au cours des 50 dernières années : l'approvisionnement en nourriture, provenant de l'agriculture, de l'élevage et de l'aquaculture, ainsi que la régulation du climat, par la séquestration du carbone. Par contre, 13 autres services ont connu une dégradation. À l'heure actuelle, on estime que 60 % des services offerts par les écosystèmes sont en voie d'être dégradés par les activités humaines.

L'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire* (2005) a aussi constaté qu'une certaine proportion de la population mondiale a bénéficié de la conversion d'écosystèmes naturels vers des écosystèmes dominés par l'être humain. D'autres ont cependant vu leur bien-être réduit par la transformation des écosystèmes et la perte de services écologiques, conduisant ainsi à un accroissement de la pauvreté de certains groupes sociaux. Par exemple, des millions d'Africains ruraux dépendent presque complètement des milieux naturels pour s'alimenter, s'habiller, se soigner et construire leur demeure.

Les communautés des pays occidentaux sont souvent moins directement touchées par la perte des services écologiques en raison de leur capacité d'acheter des substituts ou de compenser ces pertes. À titre d'exemple, au fur et à mesure que les ressources halieutiques de l'Atlantique Nord se sont épuisées, les pêcheurs européens ont déplacé leurs activités au large de l'Afrique occidentale, nuisant ainsi à la pêche de subsistance des populations du littoral qui dépendent du poisson comme source de protéines à un prix abordable.

L'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire* (2005) juge particulièrement grave la vulnérabilité des deux milliards d'humains vivant en zones arides, à cause de la perte de services écologiques, notamment la fourniture d'eau potable et de sols fertiles. La perte de services écologiques est devenue un obstacle majeur à la réalisation des « Objectifs du Millénaire pour le développement » (Nations unies, 2008.). En 2000, tous les États membres de l'Organisation des Nations unies, dont le Canada, ont pris l'engagement

de réduire, d'ici 2015, la pauvreté extrême dans le monde. Pour y parvenir, ils ont adopté huit objectifs qui consistent, entre autres, à réduire la pauvreté, la faim et la maladie pour ainsi améliorer les conditions de vie dans les régions les plus pauvres du globe. Comme la biodiversité fournit des services écologiques qui, à leur tour, ont une incidence positive sur le bien-être humain, la réalisation durable et à long terme de ces objectifs de réduction de la pauvreté passe par un contrôle de l'érosion de la diversité biologique.

Références

- BARDEN, C.J., W. GEYER, K. MANKIN et D. DEVLIN, 2007. Assessing riparian buffer effectiveness. Dans : Actes du congrès – 10^e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTA, p. 111.
- BAUTE, T., A. HAYES, I. McDONALD et K. REID (édit.), 2002. Agronomy guide for field crops. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural affairs, Publication 811, 300 p.
- BRAAT, L. et P. TEN BRINK, 2008. The cost of policy inaction: The case of not meeting the 2010 biodiversity target. Study for the European Environment Commission, Wageningen/Brussels. Disponible en ligne à : ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/index_en.htm. [Visité le 09-02-24].
- CHARLES, C., R. LOUV, L. BODNER et B. GUNS, 2008. Children and Nature 2008. A report on the movement to reconnect children to the natural world. Child and nature Network. Disponible en ligne à : childrenandnature.org/uploads/CNMovement.pdf. [Visité le 09-02-24].
- COBB, E., 1977. The ecology of imagination in childhood. Columbia University Press, New York, NY, 139 p.
- COSTANZA, R., R. D'ARGE, R. GROOT, S. FARBER, M. GRASSO, B. HANNON, K. LIMBURG, S. NAEEM, R.V. O'NEILL, J. PARUELO, R.G. RASKIN, P. SUTTON et M. VAN DEN BELT, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- DUCHEMIN, M., 2007. Réduction de la pollution diffuse d'origine agricole à l'aide de bandes enherbées et arborées. Dans : Actes du congrès – 10^e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTA, p. 79-86.
- ÉVALUATION DES ÉCOSYSTÈMES DU MILLÉNAIRE, 2005. Disponible en ligne à : millenniumassessment.org/fr/index.aspx. [Visité le 09-02-24].
- FRENCH, B.W. et N.C. ELLIOTT, 1999. Spatial and temporal distribution of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in riparian strips and adjacent wheat fields. *Environmental Entomology*, 28: 597-607.
- GORDON, A., 2007. Systèmes agroforestiers et le présent invisible: biens et services écologiques. Dans : Actes du congrès – 10^e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTA, p. 445-446.
- HERNANDEZ M., P. CHARLAND, J. NOLET et M. ARÈS, 2007. Potentiel de séquestration du carbone par des pratiques agroforestières dans le bassin versant de la rivière L'Ormière au Québec. Préparé pour le Programme d'atténuation des gaz à effet de serre pour le secteur agricole canadien, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa, ON, 58 p.
- KORT, H., M. COLLINS et D. DITSCH, 1998. A review of soil erosion potential associated with biomass crops. *Biomass and Bioenergy*, 14: 351-359.
- KENNEDY, H.E., 2007. *Faxinus pennsylvannica* Marsh. Green Ash. Oleaceae – Olive family. Disponible en ligne à : na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_2/fraxinus/pennsylvannica.htm. [Visité le 09-02-24].
- LEBEL, F et L. M. DEROY, 2007. Introduction de produits forestiers non ligneux dans des bandes riveraines et des haies brise-vent. Rapport du projet 2132 présenté au Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec. Centre d'Expertise sur les produits agroforestiers, Québec, QC, 32 p.
- LIN, C.H., R.N. LERCH, R.J. KREMER, H.E. GARRETT et M.F. GEORGES, 2007a. Stimulated rhizodegradation of atrazine by selected plant species. Dans : Actes du congrès – 10^e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTA, p. 95-105.
- LIN, C.H., R.N. LERCH, R.J. KREMER, H.E. GARRETT et M.F. GEORGES, 2007b. Utilizing vegetative buffer strips to remove dissolved and sediment-bound atrazine, metolachlor and glyphosate from surface water runoff. Dans : Actes du congrès – 10^e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTA, pp. 113-121
- NATIONS UNIES, 2008. Objectifs du Millénaire pour le développement. Disponible en ligne à : un.org/french/millenniumgoals/. [Visité le 09-02-24].
- NOWAK, D.J. 1994. Air pollution removal by Chicago's urban forest. Dans : McPherson, E.G, D.J. Nowak et R.A. Rowntree (édit.). Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. USDA Forest Service General Technical Report NE-186, pp. 63-81.
- PLASCENCIA-ESCALANTE, F.O., A.M. GORDON, P.K. SIBLEY et N.V. THEVATAHASAN, 2007. Impacts of riparian zones and different land-uses systems on the terrestrial nitrogen cycle and water quality in southern Ontario, Canada. Dans : Actes du congrès – 10^e Congrès nord-américain d'agroforesterie, Québec, QC, 10-13 juin 2007, AFTA, p. 107.
- ROULLÉ, N., E. LUCAS, G. DOMON et J. RUIZ, 2007. Effects of landscape composition and physical characteristics of the land on the biological control of aphids. Dans : Bunce, R.G.H., R.H.G. Jongman, L. Hojas et S. Weel S. (édit.). 25 years landscape ecology: Scientific principles in practice. Actes du 7th IALE World Congress, 8-12 juillet, Wageningen, Pays-Bas, IALE Publication series 4, p.427.
- RUIZ, J. et G. DOMON, 2007. The multifunctional character of the landscape in areas of intensive agriculture: toward a sustainable planning strategy. Dans : Bunce, R.G.H., R.H.G. Jongman, L. Hojas et S. Weel S. (édit.). 25 years landscape ecology: Scientific principles in practice. Actes du 7th IALE World Congress, 8-12 juillet, Wageningen, Pays-Bas, IALE Publication series 4, p.427.
- TYNDALL, J. et J. COLETTI, 2000. Air quality and shelterbelts: odour mitigation and livestock production: a literature review, Final project report. USDA National Agroforestry Center Project #4124-4521-48-3209, Lincoln, NE, 74 p.
- UICN, n. d. Ecological and socio-economic values of Mangrove ecosystems in tsunami affected areas: Rapid ecological-economic-livelihood assessment of Ban Naca and Ban Bangman in Ranong Province, Thailand. Disponible en ligne à : cmsdata.iucn.org/downloads/thailand_socio-economic_value_report.pdf. [Visité le 09-02-24].
- ULRICH, R.S., 1993. Biophilia, biophobia, and natural landscapes. Dans : S.R. Kellert et E.O. Wilson (Édit.). The biophilia hypothesis. Island Press, Washington D.C., p.73-137.
- WHITE, R. et V. STOELIN, 1998. Children's outdoor play and learning environments: Returning to Nature. Disponible en ligne à : whitehutchinson.com/children/articles/outdoor.shtml. [Visité le 09-02-24].



Soucy • Roy • Gauvreau

NOTAIRES S.E.N.C.

J. DENIS ROY

NOTAIRE ET CONSEILLER JURIDIQUE

5600, boul. des Galeries
bureau 240
Québec (Québec) G2K 2H6

Téléphone : **418.626.4449**
Télécopieur : 418.623.1040
jdroy@notarius.net

www.soucyroygauvreau.com