



De la conservation à la restauration écologique: *Démarche méthodologique*

Bangirinama Frédéric¹, Paul Hakizimana² & Jan Bogaert³

¹Ecole Normale Supérieure, BP 6983 Bujumbura-Burundi, bangifre2003@yahoo.fr

²Université du Burundi, B.P. 2700, Bujumbura, Burundi et Université Libre de Bruxelles, Service d'Ecologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, CP 169, B-1050 Bruxelles, Belgique.

³Unité Biodiversité et Paysage, Université de Liège/Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2 B-5030 Gembloux, j.bogaert@ulg.ac.be

Reçu: le 5 Décembre 2011

Accepté: le 2 Février 2012

Publié: le 9 Février 2012

RESUME

Mots-clés: Seuil d'irréversibilité, Résilience, Ecosystème de référence et Indicateur

Dans ce papier, l'auteur revient sur la définition et les principes d'une discipline nouvelle et encore peu connue, la restauration écologique. A base des exemples, Il décrit la démarche méthodologique pouvant conduire aux conclusions satisfaisantes de l'action restauratrice. Il montre également qu'en plus de la conservation de rares écosystèmes climatiques existants, il convient d'adopter de nouvelles stratégies pour accélérer l'autoréparation d'un écosystème en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable.

ABSTRACT

Key-words: Threshold of irreversibility, Resilience, Ecosystem of reference and Indicator

In this paper, the author comes back on the definition and concepts of a new frontier and little known, the Restoration Ecology. To basis of examples, he describes conceptual and methodological aspects of the restoration process. After clarifying some basic terminology, he shows that conservation actions are impossible if the threshold of irreversibility have been passed. In that situation, new strategies of active restoration must be adopted to accelerate the restoring of natural and social capital.

1. DEFINITIONS ET PRINCIPES

La restauration écologique est un concept relativement nouveau, qui s'est fortement développé ces vingt dernières années tant sur le plan théorique qu'au niveau des applications concrètes sur le terrain. L'homme, qui hier détruisait sans réfléchir aux conséquences, souhaite aujourd'hui réparer ces erreurs à travers le concept de restauration écologique (Triolo, 2005).

La plupart du temps, l'écosystème qui a besoin d'être restauré a été dégradé, endommagé, transformé ou entièrement détruit, résultat direct ou indirect de l'activité humaine. Dans certains cas, ces impacts sur les écosystèmes ont été causés ou aggravés par des phénomènes naturels, tels que les incendies, les inondations, les tempêtes, à tel point que l'écosystème ne peut retrouver son stade antérieur à la perturbation ou sa trajectoire d'évolution historique (Aronson *et al.*, 2002).

La restauration écologique est une action qui initie ou accélère l'autoréparation d'un écosystème en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable (Bouzillé, 2007). L'idée générale de la restauration admet qu'il est possible de remettre dans un état antérieur ce qui a été dégradé ou détruit par des causes naturelles et/ou humaines (Donadieu, 2002). Recréer à l'identique des habitats originels suscite encore de nombreux débats et de nombreuses définitions de la restauration écologique ont donc été proposées, et d'autres termes proches tels que réhabilitation et réaffectation sont également souvent utilisés.

Ainsi, nous admettons que la restauration écologique est un procédé qui permet d'assister le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit (Aronson *et al.*, 1993 ; WWF, 2004). Il s'agit de rechercher à remettre dans un état initial défini, considéré comme naturel un système ayant subi une perturbation (Grouzis & Minneville, 2001).



La réhabilitation vise la création d'un écosystème alternatif écologiquement viable, éventuellement différent en terme de structure, composition et fonctionnement de l'écosystème originel, et présentant une certaine valeur d'usage (Aronson *et al.*, 1993). Enfin, la réaffectation est un terme général décrivant les actions conduisant à assigner à un écosystème dégradé, une biodiversité, un fonctionnement et un usage nouveaux sans rapport écologique avec l'écosystème originel (WWF, 2004). La figure 1 indique les actions possibles devant un écosystème dégradé.

L'on comprend donc que le passage par un état intermédiaire réhabilité est parfois nécessaire pour la restauration elle-même compte tenu de l'échelle temporelle de reconstitution d'un écosystème très dégradé. La restauration peut donc englober deux notions : la restauration active entreprise par l'homme pour obtenir des résultats plus rapidement et la restauration passive liée aux capacités naturelles de l'écosystème à retourner à des conditions initiales.

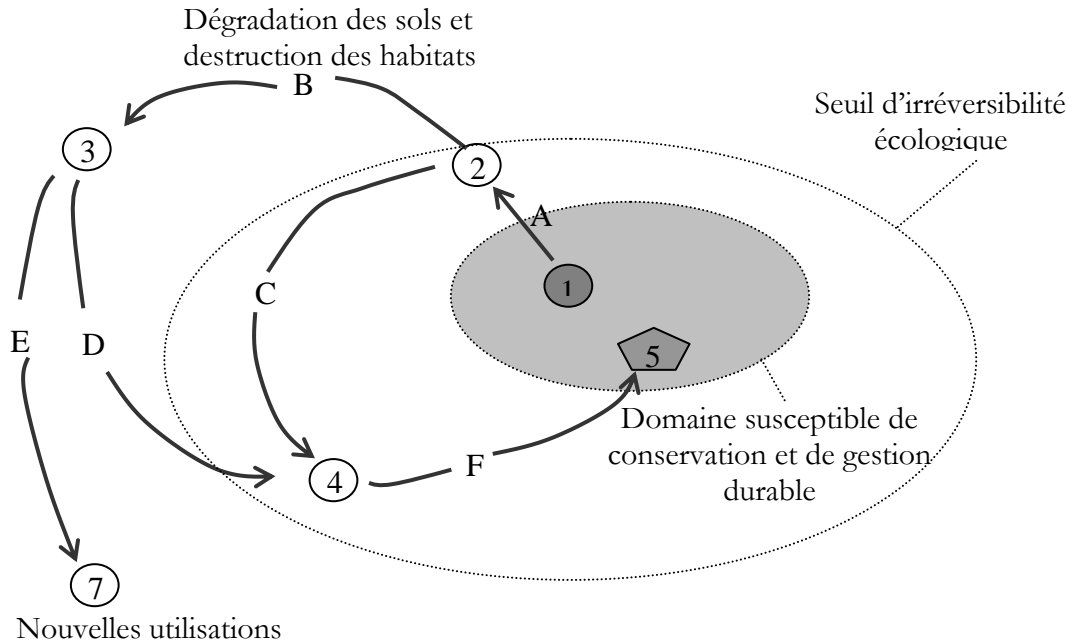


Fig. 1: Modèle général du processus de dégradation des écosystèmes et les réponses possibles pour leur restauration (A) Processus écologique de dégradation (perturbations limitées); (B) Processus écologique de dégradation (perturbations prolongées et répétitives); (C, D) Phases de réhabilitation; (E) Phase de réaffectation; (F) Phase d'accompagnement ou de restauration passive; (1) Stade initial à résilience maximale; (2) Stade modifié sans dépassement du seuil d'irréversibilité; (3) Stade dégradé; (4) Stade réhabilité; (5) Écosystème objectif de la restauration (Aronson *et al.*, 1993 ; Vallauri & Chauvin, 1997 ; Vallauri, 2000 ; adapté).

2. NOTION DE SEUIL

Le concept de " seuil " dans les changements environnementaux est bien établi en écologie (Holling, 1973; Wissel, 1984; Le Floch & Aronson, 1995). Les auteurs rappellent que dans le cas de disparition de la cause de leur dégradation, la plupart des écosystèmes ne peuvent revenir à un état antérieur, lorsqu'ils ont franchi un certain seuil (disparition génétique, changements climatiques, érosion du sol et disparition des habitats) (Vallauri, 2000).

Il est donc essentiel dans le cas d'une étude portant sur les indicateurs écologiques de tenter d'établir, pour les indicateurs choisis, les valeurs des seuils de passage d'un état de dégradation à l'autre, ainsi que le seuil d'irréversibilité. En pratique, une fois les descripteurs (indicateurs potentiels) élaborées, il faut tenter de déterminer quels sont les paliers

repérables marquant les étapes d'une séquence dans l'évolution de la situation et la gravité des phénomènes.

Cette dernière étape essentielle permettra de valider définitivement les descripteurs en tant qu'indicateurs. Il est possible de définir trois types d'indicateurs en fonction du seuil retenu (ROSELT/OSS, 2004):

- 1° Indicateur d'alerte, signalant l'avancée du phénomène et la nécessité de le freiner. Dans ce cas, la restauration passive est privilégiée ;
- 2° Indicateur d'alarme, qui sous-tend que la restauration sera longue et/ou la réhabilitation coûteuse à mettre en œuvre ;
- 3° Indicateur d'urgence, perturbations prolongées et répétitives. Dans ce cas, la réaffectation est préconisée.

3. DEMARCHES METHODOLOGIQUES

L'écologie de la restauration représente une interface importante entre l'écologie de la conservation et le développement durable (Clewel & Aronson, 2006). Il s'agit d'entreprendre des interventions à long terme, afin d'affiner, d'une part, une méthodologie adéquate de suivi et d'évaluation des réponses des écosystèmes aux tentatives de restauration et, d'autre part, une meilleure capacité de prédiction.

La restauration est donc une démarche en plusieurs étapes (i) analyse de l'état de départ avant perturbation, (ii) caractéristiques de l'état final (ou actuel) et (iii) définition du système de référence. Le suivi-évaluation de la restauration nécessite un certain nombre de descripteurs (indicateurs).

3.1. Etat de départ et état final (actuel)

Suivre la dynamique de la végétation dans le sens d'estimer le degré du rétablissement nécessite une combinaison de connaissances sur la structure préexistante de l'écosystème endommagé, sa composition et son fonctionnement. L'analyse de l'état de départ doit donc permettre d'améliorer la connaissance de l'écosystème de départ avant toute intervention afin de conforter les constats préalables et de mieux cerner les objectifs de l'action restauratrice. L'état actuel reflète les résultats de cette entreprise (Triolo, 2005).

Bangirinama (2010) est par exemple parti d'un ensemble de jachères d'âge différent et qui se sont mises en place depuis les années 1993. Pour suivre le processus de restauration de ces écosystèmes, il a regroupé les jachères inventoriées en trois stades d'évolution selon l'âge d'abandon cultural soient 0-2 ans comme état initial de la restauration, 3-5 ans pour le stade intermédiaire et plus de 5 ans comme le stade actuel.

3.2. Définition du système de référence

L'évaluation de l'atteinte de résultats escomptés requiert une mise en place d'un système de référence. Cette étape consiste à définir l'état souhaitable choisi parmi plusieurs états alternatifs, possibles et accessibles (Le Floch & Aronson, 1995). Le choix d'un système de référence est fonction de l'état des ressources de l'écosystème et des usages qu'on aimerait adopter (Donadieu, 2002). Il doit tenir compte des avantages que l'on espère rétablir, écologiques, touristiques ou socio-économiques. Cette étape permet de choisir le type d'intervention (active ou passive) compte tenue des objectifs que l'on s'est fixés.

D'après Aronson (2002), cet état de référence doit être identifié afin de (i) caractériser la cible (écosystème originel ou choisi) par sa composition, sa structure et son fonctionnement, par rapport à l'existant,

(ii) déterminer les facteurs de la dégradation ou transformation, (iii) définir ce qui doit être fait pour restaurer, réhabiliter ou rajeunir l'écosystème et (iv) choisir les critères ou indicateurs à mesurer pour évaluer le succès des traitements ou expérimentations entreprises.

Cet état de référence est alors idéalement l'état dans lequel se trouvait l'habitat avant qu'il soit modifié directement (destruction et prélèvements) ou indirectement (invasions biologiques) par l'homme. Cet état idéal est souvent difficile voire impossible à atteindre si l'écosystème a subi des dommages irréversibles comme l'extinction de certaines espèces et la modification profonde du sol (Bouzillé, 2007). De plus, l'état originel dans lequel se trouvait l'écosystème est généralement très difficile à déterminer par manque de données historiques fiables et quantitatives sur leur composition, leur structure et leur dynamique. Cependant, dans certains cas, l'état idéal peut être défini grâce à la proximité d'écosystèmes similaires pas ou très peu modifiés par l'homme

A titre indicatif, Bangirinama (2010) a choisi comme référence dans son étude les écosystèmes reflétant la structure, la composition et le fonctionnement du noyau des aires protégées prospectées, lequel est resté relativement intact au cours du temps. Ces écosystèmes pourraient donc constituer l'état final de ce qui devrait être le résultat de l'action restauratrice.

3.3. Etablissement des descripteurs ou indicateurs

La définition de l'état de référence permet d'orienter les travaux et les pratiques, mais également de déterminer des indicateurs qui serviront à évaluer les résultats de la trajectoire adoptée (Aronson *et al.*, 2002). Un écosystème restauré contient un ensemble caractéristique d'espèces de l'écosystème de référence qui procure une structure communautaire appropriée. En effet, un écosystème restauré devrait finalement imiter les attributs de la référence. Cette dernière représente un point d'évolution avancé qui se situe quelque part le long de la trajectoire de restauration attendue (Triolo, 2005). Un écosystème restauré fournit l'ensemble de services écologiques, socio-économiques, culturels et touristiques de l'écosystème de référence (ROSELT/OSS, 2004).

Pour mesurer l'existence de ces différents services, il convient d'envisager une méthodologie qui intègre la mesure des changements et qui permet de distinguer les apports des manipulations de celles des évolutions naturelles ou sous influence de facteurs anthropiques externes au site. Il convient ainsi d'établir un certain nombre d'indicateurs. Ces derniers doivent être pertinents et relativement simples pour être efficaces et facilement mesurables (Bouzillé, 2007).

Les indicateurs définis pour un projet de restauration doivent être complémentaires et fournir aux gestionnaires un bon tableau de bord pour leur permettre un suivi de gestion durable à l'échelle spatio-temporelle (Chauvin & Vallauri, 2002). Plusieurs scientifiques préconisent d'utiliser des indicateurs liés à la biodiversité, bien qu'ils soient conscients de la nécessité de développer également des indicateurs socio-économiques (Chapuis *et al.*, 2002).

La richesse spécifique est l'indice de diversité le plus souvent utilisé, car il est généralement simple à récolter et facile à manipuler. Cependant, il ne s'agit pas d'un indice suffisant pour analyser le fonctionnement d'un écosystème. Rappelons tout de même l'hypothèse formulée par Mac Arthur (1955) qui prévoit qu'une augmentation de la richesse spécifique conduit à une plus grande stabilité de l'écosystème.

Hormis la richesse et la diversité spécifique, les indicateurs les plus couramment utilisés sont l'abondance de toutes ou d'une partie des espèces présentes, leur degré de rareté, la superficie de l'habitat, le degré de naturalité ou de représentativité des espèces ou des communautés, la phytomasse, la β diversité, les spectres des formes de vie, la biomasse microbienne, les groupes fonctionnels d'espèces, ainsi que diverses caractéristiques liées aux usages (valeur touristique ou culturelle et halieutique) (Aronson *et al.*, 1993 ; Chauvin & Vallauri, 2002).

Bangirinama (2010) a retenu comme indicateurs le spectre des traits biologiques, les groupements végétaux, la dominance des différentes formes de vie (herbacées annuelles, bisannuelles et pérennes, les arbustes et les arbres) et le degré de naturalité par rapport aux écosystèmes de référence (Tableau 1).

Tableau 1. Exemples d'indicateurs potentiels et mesurables retenus pour assurer le suivi du processus de la restauration écologique des stations de quatre aires protégées du Burundi (Bangirinama, 2010).

Caractéristiques	Indicateur potentiel et mesurable
Physionomie et structure	Diversité floristique
	Groupements végétaux
	Spectre des formes de vie et des types foliaires
Colonisation et dispersion	Spectre des types de diaspores
Naturalité et maturité	Spectre des types phytogéographiques
	Proportion d'espèces endémiques
Représentativité	Proportion d'espèces indigènes
Invasion biologique	Proportion d'espèces exotiques
Persistance de perturbations	Proportion d'espèces pyrophiles
	Proportions de graminées pérennes
	Proportion d'adventices

3.4. Evaluation

Le suivi permet de réaliser une évaluation de l'action restauratrice et d'adopter les mesures correctives nécessaires pour atteindre l'objectif fixé. L'évaluation d'une action de restauration peut conduire à deux grands types de constats : confirmation de la réussite de la restauration ou blocage du processus (Guénaud & Beaudoux, 1996).

La confirmation peut être partielle et cela signifie que l'écosystème actuel a atteint un stade intermédiaire plus avancé. Dans ce cas, on dira que l'écosystème a été réhabilité.

Dans le cas de blocage du processus, il convient de définir certaines modalités d'intervention pouvant remettre la succession sur la trajectoire de restauration. On peut également conclure que l'écosystème qu'il a déjà dépassé le seul d'irréversibilité et recourir à une simple réaffectation ou réallocation l'écosystème à d'autres usages (Aronson *et al.*, 1993 ; Triolo, 2005 ; Bouzillé, 2007) .

4. Conclusion

L'explosion démographique, la surexploitation des ressources naturelles, l'urbanisation galopante et le réchauffement climatique ont, depuis une centaine d'années, largement contribué à ravager notre environnement (Clewel & Aronson, 2010). Les principes de la restauration écologique proposent des alternatives de gestion durable (réhabilitation et réaffectation) pour réparer les écosystèmes endommagés ou détruits même au delà du seuil d'irréversibilité. Les partisans de la restauration écologique sont convaincus qu'il est urgent d'aider la nature à se remettre sur la trajectoire de la restauration écologique si nous voulons qu'elle continue à nous soutenir. En plus de la conservation des rares écosystèmes climaciques existants, on doit s'imaginer actuellement les stratégies de recréer à l'identique les écosystèmes dégradés ou tout au moins en créer d'autres capable d'offrir les services vitaux.

5. Bibliographie

Aronson J., 2002.- *Improving academic achievement: Impact of psychological factors in education.* SanDiego, Academic Press.

Aronson J., C. Floret, E. Le Floc'h, C. Ovalle & R. Pontanier, 1993.- Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the south. *Restoration ecology* 1 : 8-17.

Aronson J., E. Le Floc'h, H. Gondard, F. Romane & Z. Shater, 2002.- Gestion environnementale en région méditerranéenne : références et indicateurs liés à la biodiversité végétale. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, supplément 9 : 225-240.

- Bangirinama F., 2010.- *Processus de la restauration écosystémique au cours de la dynamique post-culturelle au Burundi : mécanismes, stratégies et séries écologiques*. Editions Universitaires Européennes, Berlin, 220 p.
- Bouzillé J. B., 2007.- *Gestion des habitats naturels et biodiversité : concepts, méthodes et démarches*. Lavoisier, Paris, 331 p.
- Chapuis J. L., Y. Frenot & M. Lebouvier, 2002.- Une gamme d'îles de référence, un atout majeur pour l'évaluation de programmes de restauration dans l'archipel de Kerguelen. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, supplément 9 : 121-130.
- Chauvin C. & D. Vallauri, 2002.- Indicateurs de restauration écologique de marnes dégradées dans les Alpes du Sud, 120 ans après reboisement. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, supplément 9 : 241-250.
- Clewell A. F. & J. Aronson, 2006.- Motivations for the restoration of ecosystems. *Conservation Biology* 20: 420-428.
- Clewell A. F. et J. Aronson, 2010.- *Restauration écologique*. Actes Sud, 310 p.
- Donadieu P., 2002.- Les références en écologie de la restauration, *Revue Ecologique (Terre Vie)* 9 : 109-120.
- Grouzis M. & P. Milleville, 2001.- Modèle d'analyse de la dynamique des systèmes agro-écologiques. In : Razanaka S., M. Grouzis, P. Milleville, B. Moizo & C. Aubry (éds.), *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar*. Antananarivo, 229-238.
- Guenaud M. C. & E. Beaudoux, 1996.- L'évaluation, un outil au service de l'action. Guide méthodologique. Fond pour les promotions des Etudes préalables, Etudes transversables et Evaluations.
- Holling C. S., 1973.- Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4 : 1-23.
- Le Floc'h E. & J. Aronson, 1995.- Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base, *Natures, Sciences et Sociétés*, hors série : 29-35.
- Mac Arthur R., 1955.- Fluctuation of animal populations and a measure of community stability. *Ecology* 36 : 533-536.
- ROSELT/OSS, 2004.- Indicateurs écologiques. Une première approche méthodologique pour la surveillance de la biodiversité et des changements environnementaux. Collection ROSELT/OSS, Document scientifique 4, Montpellier, 50 p. + annexes.
- Triolo J., 2005.- *Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène*. Saint-Denis, La Réunion, 91 p.
- D., 2000.- Recréer les forêts ? Une vision écologique pour soutenir une stratégie de restauration après les tempêtes. Rapport scientifique, Paris, WWF-France, 24 p.
- Vallauri D. & Ch. Chauvin, 1997.- L'écologie de la restauration appliquée à la forêt. *Revue forestière française* 3 : 195-203.
- Wissel C., 1984.- A universal law of the characteristic return time near thresholds. *Oecologia* 65 : 101-107.
- WWF, 2004.- Recréer des forêts tropicales sèches en Nouvelle-Calédonie. Contribution à une vision pour la restauration. Rapport scientifique, 25 pp. + annexes.