

Génie biologique contre l'érosion torrentielle

Freddy Rey



Génie biologique contre l'érosion torrentielle

Freddy Rey

Éditions Quæ

Collection Guide pratique

La Flore d'Île de France
Philippe Jauzein, Olivier Nawrot
2011, 972 p.

Reconnaître et décoder les traces d'animaux
Manuel d'ichnologie
Muriel Chazel, Luc Chazel
2011, 192 p.

Microscopie des plantes consommées par les animaux
Jocelyne Rech
2011, 312 p.

Les invertébrés marins du golfe de Gascogne à la Manche orientale
Jocelyne Martin
2011, 300 p.

Locust Control Handbook
Tahar Rachadi 2010, 168 p.

Manuel de lutte antiacridienne
Tahar Rachadi
2010, 176 p.

Estimation de l'aléa pluvial en France métropolitaine
Patrick Arnaud, Jacques Lavabre
2010, 158 p.

Les requins. Identification des nageoires
Pascal Deynat
2010, 380 p.

Cactus et plantes succulentes du monde
Francis Bugaret
2010, 240 p.

Toutes les photographies du guide ont été prises par l'auteur Freddy Rey.

© Éditions Quæ, 2011 / ISBN 978-2-7592-1661-1 / ISSN 1952-2770

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Remerciements

L'auteur remercie plus particulièrement toutes celles et ceux qui ont pris le temps de répondre à ses sollicitations et ainsi permis d'enrichir le guide de leurs connaissances de terrain.

- Les agences et services RTM de l'Isère (38), des Alpes-de-Haute-Provence (04) et des Hautes-Alpes (05), les rédacteurs des comptes-rendus d'étude de l'Action 8 du Plan Durance multi-usages, les collègues du Cemagref, centre de Grenoble (UR EMGR et ETGR);

- Les relecteurs :
Yves Crosaz (AGéBio), Mélanie Burylo, Sophie Labonne, Nicole Sardat (Cemagref);

- Les financeurs de la phase de conception du guide :
Cemagref (Institut national pour la recherche en sciences et technologies de l'environnement et de l'agriculture), MAAPRAT-DGPAT (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire/ Direction générale de la planification et de l'aménagement du territoire);

- Les financeurs ayant contribué à l'édition du guide : EDF, la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, l'Agence de l'eau Rhône, Méditerranée et Corse, l'Union Européenne (l'Europe s'engage en région PACA avec le Fonds européen de développement régional);

- Nicole Sardat, pour l'infographie et l'ensemble de l'iconographie.



Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Remerciements | 3 |
| Introduction | 7 |
| Ouvrages de génie biologique | 19 |
| Matériel végétal : types et installation | 21 |
| Les boutures | 21 |
| Les plants | 23 |
| Ouvrages | 26 |
| Rôle principal de résistance aux processus érosifs et hydrologiques | 27 |
| Fascines | 27 |
| Clayonnages | 32 |
| Palissades | 35 |
| Rôle principal de contrôle de l'érosion et de la sédimentation | 39 |
| Garnissages | 39 |
| Cordons | 42 |
| Bouturage simple | 44 |
| Plantation simple | 46 |
| Combinaisons d'ouvrages biologiques | 49 |
| Génie biologique sur ouvrages inertes de génie civil | 50 |
| Ajout d'autres constituants | 53 |
| Diagnostics | 55 |
| Enjeux | 57 |
| Détermination | 57 |
| Localisation | 59 |

Notion d'unité fonctionnelle d'aléa (UFA)

| | |
|-----------------------|----|
| Définition et intérêt | 60 |
| Morphologie | 60 |
| Cartographie | 61 |
| Typologie d'UFA | 64 |

Couverture végétale

| | |
|--|----|
| Caractérisation et cartographie | 66 |
| L'érosion est-elle maîtrisée par la végétation à l'échelle d'une UFA ? | 66 |

Autres paramètres à diagnostiquer 70

Stratégies 71

Déterminer le type de protection recherchée et la finalité de l'intervention 73

| | |
|--|----|
| Protection active ou protection passive contre l'érosion ? | 73 |
| Quelle finalité de l'intervention ? | 73 |

Définir les zones d'interventions prioritaires (ZIP) à différentes échelles spatiales 76

Installer les ouvrages dans l'espace et dans le temps à l'échelle d'une UFA 79

| | |
|--|----|
| Surface d'intervention | 79 |
| Installation sur les versants ou dans les lits | 80 |
| Disposition spatiale des ouvrages les uns par rapport aux autres | 81 |
| Installation dans le temps | 82 |
| Parachèvement, confortement, entretien | 84 |

Choisir les ouvrages de génie biologique et les espèces végétales adaptés 85

| | |
|--|----|
| Quelles fonctions rechercher pour les ouvrages ? | 85 |
| Contrôle de l'érosion et de la sédimentation | 87 |
| Choix des ouvrages | 88 |
| Choix des espèces végétales | 91 |
| Végétalisation passive | 91 |

Bibliographie 95

A close-up photograph of several golden-brown grass heads on thin, dry stems, set against a background of dark, textured mulch. A semi-transparent green rounded rectangle is centered in the image, containing the word "Introduction" in white text.

Introduction



Contexte, problématique et objectifs

L'érosion constitue un phénomène naturel aux conséquences préoccupantes dans beaucoup de régions du monde, y compris en France. Elle peut se manifester dans différents contextes, aussi bien dans les milieux semi-naturels comme les bassins versants torrentiels ou les berges de rivières, que les milieux anthropisés tels que les talus, les zones agricoles, les carrières ou encore les pistes de ski.

Parmi les différentes formes d'érosion, l'érosion torrentielle représente l'une des plus problématiques. Sévissant dans les bassins versants à fortes pentes où les écoulements sont temporaires, elle peut être responsable de dommages d'ordres social, économique et écologique. Le contrôle de l'érosion torrentielle représente alors un défi majeur sur les espaces où se localisent des enjeux à protéger (collectif, sous presse).

Pour cela, le génie biologique peut représenter une solution intéressante et adaptée. Ce terme désigne l'ensemble des techniques et stratégies utilisant les végétaux pour le contrôle ou la gestion des phénomènes érosifs. De manière plus large, il peut également répondre à différents objectifs de restauration, de réhabilitation ou encore de renaturation de milieux dégradés (AGéBio, 2009).

Le recours au génie biologique requiert un certain savoir et savoir-faire. Le choix des espèces et des ouvrages à utiliser, ainsi que leur dimensionnement et leur implantation sur les terrains érodés, doivent être réalisés à partir de connaissances les plus solides possibles. Pour cela, les guides peuvent permettre d'aider aux bonnes pratiques dans ce domaine.

Des guides de génie biologique pour le contrôle de l'érosion existent, principalement en anglais (tableau 1). Certains répertorient les techniques, sous forme de catalogues et de dictionnaires multilingues (Oplatka *et al.*, 1996; Zeh, 2007). D'autres constituent des guides techniques de construction des ouvrages (Schiechtel, 1973, 1980; Schiechtel et Stern, 1996, 1997; Gray, 2003; Zeh, 2007). Enfin certains guides, au-delà de la description des ouvrages, proposent des éléments de diagnostic et de stratégie pour la réalisation des opérations de génie biologique, avec principalement une application aux berges de rivières (Lachat, 1994; Adam *et al.*, 2008), aux pentes et talus (Gray et Sotir, 1996) ou à l'ensemble de ces milieux (Coppin et Richards, 2007).



| Références | Dictionnaires | Manuels de construction | Diagnostics & Stratégies | Domaines | | |
|----------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|----------|---------------|------------|
| | | | | Berges | Talus, pentes | Torrentiel |
| Oplatka et al. (1996) | | | | | | |
| Zeh (2007) | | | | | | |
| Gray (2003) | | | | | | |
| Schiechtel et Stern (1997) | | | | | | |
| Schiechtel et Stern (1996) | | | | | | |
| Schiechtel (1973, 1980) | | | | | | |
| Coppin et Richards (2007) | | | | | | |
| Adam et al. (2008) | | | | | | |
| Lachat (1994) | | | | | | |
| Gray et Sotir (1996) | | | | | | |

Tableau 1. Les guides existants de génie biologique et leurs principales caractéristiques.

On remarque ainsi qu'il n'existe pas de guide spécifique, ni en anglais ni en français, décrivant les ouvrages et indiquant des éléments de diagnostic et de stratégie pour leur utilisation dans des bassins versants torrentiels.

L'expérience mondiale dans le domaine torrentiel est pourtant relativement importante et riche (Labonne *et al.*, 2007), notamment en France où elle est essentiellement liée aux activités des services de Restauration des terrains en montagne (RTM). De nombreux livres anciens (par exemple, Demontzey, 1878, 1894) ou plus récents (Poncet, 1995) ont permis de garder une partie de la mémoire de ces activités au passé prestigieux et de retracer l'expérience séculaire de ces services. Cependant, il y a eu peu de retours d'expériences sur les réalisations de génie biologique en France alors qu'elles ont été très nombreuses par le passé (voir les illustrations photographiques dans *Museon Arlaten*, 2004 et Jeudy, 2006).

L'objectif de cet ouvrage est d'offrir un guide pratique et stratégique de génie biologique pour le contrôle de l'érosion torrentielle, qui aide les praticiens à choisir les ouvrages à utiliser et à mettre en place sur le terrain, tout en se basant sur un diagnostic précis des conditions de milieu.

Il a été conçu à partir :

- d'une synthèse bibliographique, tant nationale qu'internationale, des guides de génie biologique existants, quels que soient leurs domaines d'application ;
- de connaissances scientifiques récentes, issues d'activités de recherches et d'expérimentations finalisées, menées notamment par le Cemagref de Grenoble, qui a acquis des compétences fortes et reconnues dans ce domaine, justifiant une synthèse et une diffusion à destination des praticiens ;
- de retours d'expériences sur des réalisations anciennes et récentes en France, dont les réussites et les échecs ont été étudiés (cf. bibliographie en fin d'ouvrage).



Ce guide de savoir-faire se veut un guide pratique, décrivant les ouvrages et leurs modalités d'application, des méthodes de diagnostics et des éléments de stratégies pour le choix des ouvrages à utiliser. Il est appliqué au contrôle de l'érosion dans les bassins versants torrentiels, sans aborder le cas des crues torrentielles et celui des glissements de terrain.

Domaine d'application : les bassins versants torrentiels

Un bassin versant torrentiel est caractérisé par la présence d'un torrent, linéaire de cours d'eau de pente supérieure à 6 %. On distingue deux principaux types de torrents : les torrents à affouillement (figure 1), entaillés dans des roches sédimentaires tendres et les torrents à clappes, incisant des roches dures (Poncet, 1995).



Figure 1. Bassin versant torrentiel à affouillement.

Les torrents peuvent être le siège de crues torrentielles dont les spécificités sont d'une part d'être brutales, suite à des épisodes pluvieux intenses, d'autre part de se manifester sous forme d'écoulements chargés, allant parfois jusqu'à la formation de laves torrentielles (collectif, sous presse; figure 2).

Cette forte charge solide dans les torrents est due à l'érosion torrentielle se produisant plus à l'amont. Cette forme d'érosion de surface réunit tous les processus qui affectent, sur une faible profondeur, les sols, les formations superficielles et/ou le substratum géologique. Elle est essentiellement due à l'action des eaux courantes, appelée aussi « érosion hydrique », qui comprend différentes formes de



Figure 2. Crue torrentielle.

ruissellement et de petites coulées boueuses de quelques centimètres à quelques décimètres d'épaisseur, mais exclut tous les grands mouvements de terrain qui peuvent avoir des profondeurs de plusieurs mètres. L'érosion de surface comprend deux phases qui se succèdent : la première phase correspond à l'ablation du substrat, la deuxième correspond au transport et au dépôt de sédiments (Brochot, 1998 ; Rey *et al.*, 2004).

Dans les bassins versants torrentiels, l'érosion peut se manifester sous deux formes différentes : diffuse ou concentrée (Poncet, 1995).

L'érosion diffuse se produit sur les versants drainés par des écoulements en minces filets d'eau, qui arrachent et entraînent des particules fines de sol ou de roche.

Dans les torrents à affouillement, cette érosion a lieu dans des roches sédimentaires tendres, par abrasion et transport de matériaux fins, prépondérants par



Figure 3. Érosion concentrée sous forme de ravine.

rapport aux éléments grossiers. Dans les torrents à clappes, l'érosion se manifeste sur des roches dures, libérant des éléments grossiers avec souvent peu de matériaux fins.

L'érosion concentrée sévit au niveau des lits du torrent et de ses affluents, par sapement des berges et incision du fond du lit. Elle peut également apparaître à partir d'une érosion diffuse, par concentration des filets d'eau de ruissellement. Des rigoles, puis des ravines, peuvent alors se former (figure 3).

L'érosion concentrée peut également être régressive. En effet, dans les lits principaux des bassins versants, les contraintes hydrologiques et érosives sont fortes, notamment au vu des

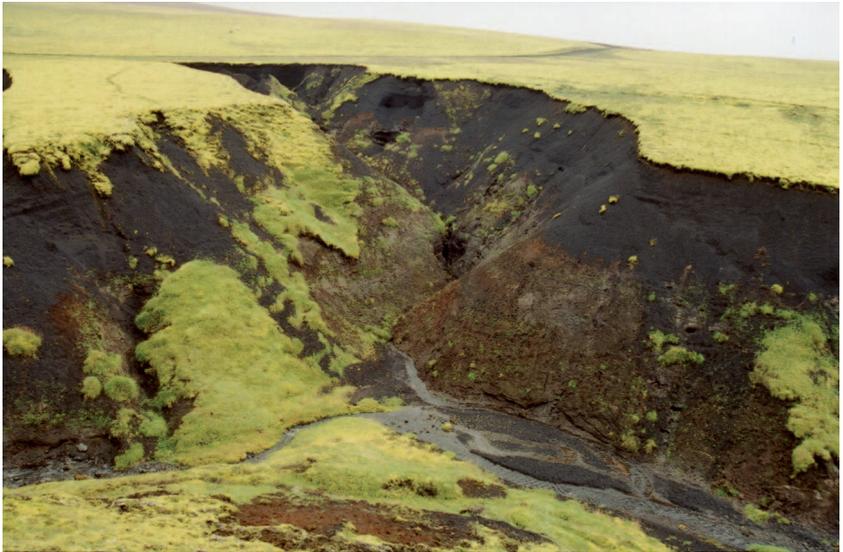


Figure 4. Érosion régressive.



Figure 5. Grand bassin versant creusé dans des roches dures.

vastes surfaces drainées à l'amont. Ces contraintes ont pour conséquences un creusement et un enfoncement des lits ainsi qu'un sapement des berges du torrent. Il en résulte des processus d'érosion régressive. La base des ravines et des versants peut alors être déstabilisée, provoquant un entraînement des matériaux érodés à l'amont. On assiste alors à une progression du ravinement vers l'amont (Cohen, 1998, figure 4).

Au niveau de la morphologie des terrains, dans le cas des roches dures comme les roches cristallines, les grès, les calcaires, les calcaires marneux ou les moraines dures, qui libèrent des éboulis et des formations détritiques, c'est-à-dire dans le cas d'une alimentation des torrents à clappes, les versants présentent généralement peu ou pas d'incision, et constituent plutôt des grands versants de plusieurs dizaines d'hectares, où se produit une érosion essentiellement diffuse (figure 5). Ces terrains fournissent principalement des matériaux érodés grossiers.

Dans le cas des roches tendres comme les marnes, les marno-calcaires, les alluvions, les moraines tendres, les dépôts ou couches d'altération importantes susceptibles d'être facilement entaillés, les bassins versants ont généralement une forme en V, avec une structure de ravines, et peuvent être de tailles variables (figure 6). Ces terrains présentent généralement une érosion marquée et fournissent essentiellement des matériaux fins.