



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



PRÉVENTION DES INONDATIONS GRÂCE AU GÉNIE VÉGÉTAL

1998 - 2013



© Freddy Rey (INRAE)

CARTE D'IDENTITÉ

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Bassin versant de la Durance,
Provence Alpes Côte d'Azur

ENJEU(X) D'ADAPTATION VISÉ(S)

- Érosion
- Inondation

MILIEU(X) CONCERNÉ(S)

Milieux aquatiques continentaux

TYPE(S) DE SAFN

Restauration d'écosystèmes

PORTEUR(S) DU PROJET ET PARTENAIRE(S) ASSOCIÉ(S)

- INRAE
- Partenaires associés (cf. financeurs)

FINANCEURS ET BUDGET

- Ministère de l'Agriculture (37%)
 - EDF (8%)
 - Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (8%)
 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (8%)
 - Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (3%)
 - Union européenne (36%)
- Budget total : 1 470 000 € TTC

CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE DU PROJET

GEMAPI (Gestion des milieux
aquatiques et prévention
des inondations)

LES OBJECTIFS DU PROJET

- **Pour l'adaptation aux changements climatiques** prévenir le risque d'inondation et répondre aux problématiques d'érosion et de sédimentation sur le bassin versant de la Durance.
- **Pour la biodiversité** favoriser le retour d'une biodiversité associée à ce milieu grâce au génie végétal, via des actions de restauration écologique de terrains dégradés.



CONTEXTE ET ENJEUX

Le bassin versant de la Durance, dans les Alpes du Sud, est marqué par une forte variabilité annuelle de la ressource en eau entre l'amont (ressources abondantes et régulées par de grands barrages) et l'aval (ressources faibles et demande forte). Ce contraste spatial est accentué par une problématique d'alternance d'excès d'eau et de sécheresses sur des terrains érodés, exacerbée par les changements climatiques. De plus, l'excès de sédiments fins dans les rivières est responsable de la dégradation des milieux naturels ainsi que de l'accroissement du risque d'inondation.

La mise en œuvre de la compétence GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) appelle aujourd'hui à des solutions devant permettre d'accorder la prévention des inondations avec la gestion intégrée des milieux aquatiques. Des utilisations innovantes de ce type de solution ont été développées en particulier dans le bassin versant de la Durance, en vue d'augmenter la sécurité face au risque d'inondation, la résilience des écosystèmes et la préservation des biocénoses aquatiques.



Début des travaux
© Freddy Rey (INRAE)

ACTIONS MISES EN ŒUVRE

Afin de réduire les apports de sédiments fins tout en initiant un processus de restauration écologique de ces milieux dégradés, une utilisation innovante du génie végétal a pu être réalisée, à travers son rôle de contrôle de l'érosion et de la sédimentation, au sein du bassin de la Durance. Il s'agit de laisser l'érosion se produire sur les versants et de stopper les matériaux érodés avant qu'ils n'atteignent la rivière Durance et ses affluents, en intervenant le moins possible. Des ouvrages de génie végétal sont placés dans les lits des ravines érodées et constituent des obstacles végétaux efficaces pour piéger et retenir les sédiments marneux érodés.

Afin de mieux définir les règles d'ingénierie écologique à entreprendre sur ces milieux, des tests et des opérations pilotes grandeur nature ont été menées depuis 1998, avec la construction (étalée sur 10 ans) de 1 578 ouvrages de génie végétal, permettant le développement d'une couverture

végétale sur des terrains dénudés, correspondant à un linéaire de lit de plus de 1000 km. Les ouvrages de génie végétal utilisés sont à base essentiellement de boutures (Saule pourpre, Saule drapé, Peuplier noir). Ils sont disposés en cascade dans le lit des ravines, afin de diminuer l'énergie des crues grâce aux seuils, et de multiplier la capacité totale du dispositif pour le piégeage des sédiments.

Les résultats des recherches ont été repris pour le développement de recommandations devant permettre la réplique du projet à l'échelle du territoire du grand bassin de la Durance, et pour un outil interactif destiné aux praticiens, gestionnaires et décideurs, afin de déterminer la solution la plus rentable économiquement (rapports coûts-avantages) pour un piégeage efficace et durable des sédiments.

CALENDRIER

VIE DU PROJET

1998 à 2009	Expérimentation du contrôle de l'érosion des versants de marnes noires.
2010 à 2013	Étude pour l'utilisation innovante du génie biologique pour le contrôle de l'érosion et de la sédimentation dans les bassins versants du Bouinenc et de la Durance. Identification d'espèces végétales permettant la végétalisation de ravines marneuses érodées exposées au Sud et test de la résistance des ouvrages de génie biologique dans des ravines de taille supérieure à 1 ha. Test grandeur nature d'application du génie biologique, en se plaçant à l'échelle d'un bassin versant pluri-kilométrique (Bouinenc, 40 km ²). Plan d'action et d'évaluation pour la réhabilitation écologique de ravines marneuses érodées pour une rétention durable des sédiments à l'échelle du bassin versant de la Durance.

GOVERNANCE ADOPTÉE

Un comité de pilotage s'est réuni au minimum une fois par an tout au long du projet. Les membres de ce comité étaient des représentants du Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance (SMAVD), de la Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, d'Électricité de France (EDF), de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, du Ministère de

l'agriculture, de la Préfecture de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, du Service de Restauration des terrains en montagne (RTM) des Alpes-de-Haute-Provence, du Syndicat mixte d'aménagement de la Bléone (SMAB), et enfin de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. Ce comité a également fait appel à des praticiens et chercheurs experts dans leurs domaines : Office national des forêts (ONF) des Alpes-de-Haute-Provence, entreprises Géophyte et Zygone et Groupement d'intérêt scientifique (GIS) de Draix-Bléone.

BÉNÉFICES ET APPORTS DU PROJET



BÉNÉFICES FACE AUX ENJEUX D'ADAPTATION VISÉS

- **Érosion** : le suivi de plusieurs centaines d'ouvrages de génie végétal (parmi les 1578 construits) a permis de démontrer leur efficacité pour le piégeage et la fixation des sédiments marneux. Les suivis ont montré qu'une couverture végétale de 20% était suffisante pour stopper quasi-intégralement la production sédimentaire d'une ravine de l'ordre de l'hectare.
- **Inondation** : le piégeage des sédiments fins doit permettre de rééquilibrer leur transit dans la Durance et de diminuer le risque d'inondation.



BÉNÉFICES POUR LA BIODIVERSITÉ

- Les espèces spontanées sont nombreuses : environ 50 espèces ont été dénombrées dès la première année et jusqu'à 65 les années suivantes alors que le terrain était au départ dénudé. Parmi ces espèces spontanées, quatre ont été testées par rapport au piégeage des sédiments. Les espèces feuillues (Lavande et buis) ont montré les meilleurs taux de piégeage devant les conifères (Pin noir et Genévrier).

AUTRES BÉNÉFICES INDUITS

- **Cadre de vie** : ces interventions ont amélioré la qualité paysagère du site parallèlement à son aménagement pour l'accueil du public (pontons, sentiers, passerelles et observatoire), en adoptant une logique d'organisation des espaces autour du « parcours de l'eau ».
- **Apprentissage** : le site constitue désormais un support pédagogique pour les scolaires et les étudiants.



INDICATEURS DE SUIVIS

Adaptation aux changements climatiques

- **Efficacité des ouvrages** : suivi des quantités de matériaux érodés retenus à l'amont des ouvrages (résistance des ouvrages et de la végétation aux crues, capacité de la végétation à piéger et fixer les sédiments marneux).

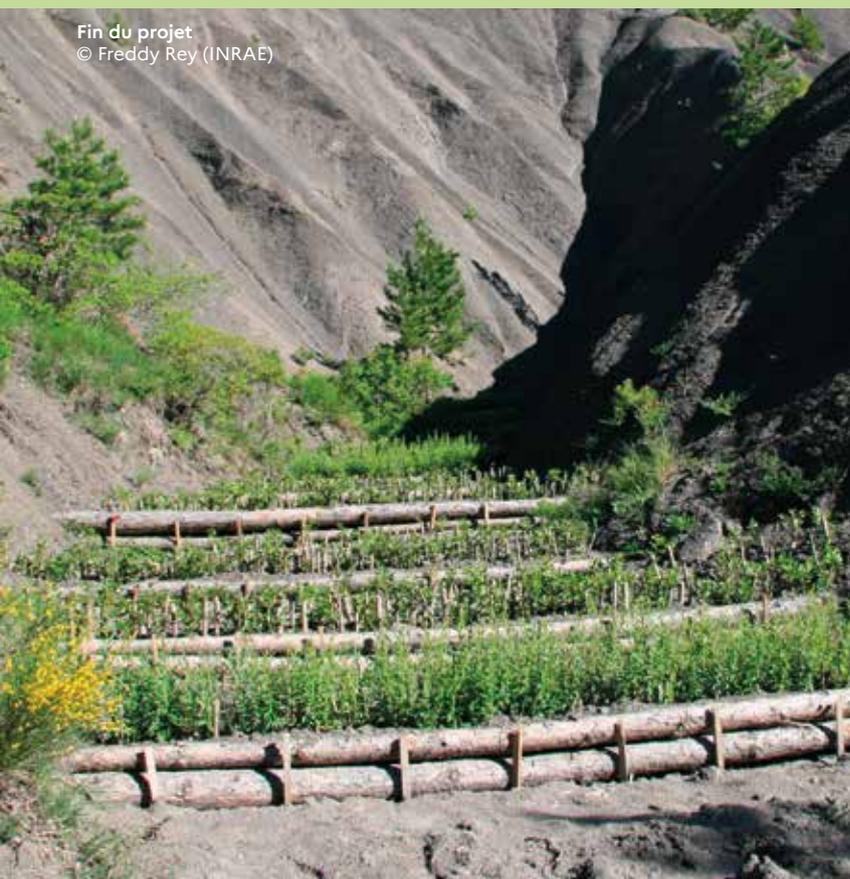
Biodiversité

- **Nombre d'espèces et richesse spécifique** : évaluation conduite sur plusieurs années par des comptages de plants et la détermination de la diversité d'espèces (spontanées) s'installant sur les atterrissements, établis à l'amont de ces ouvrages.

Autres

- **Évolution des recouvrements** : évaluation menée grâce à des suivis photos et des relevés de terrain.

Fin du projet
© Freddy Rey (INRAE)



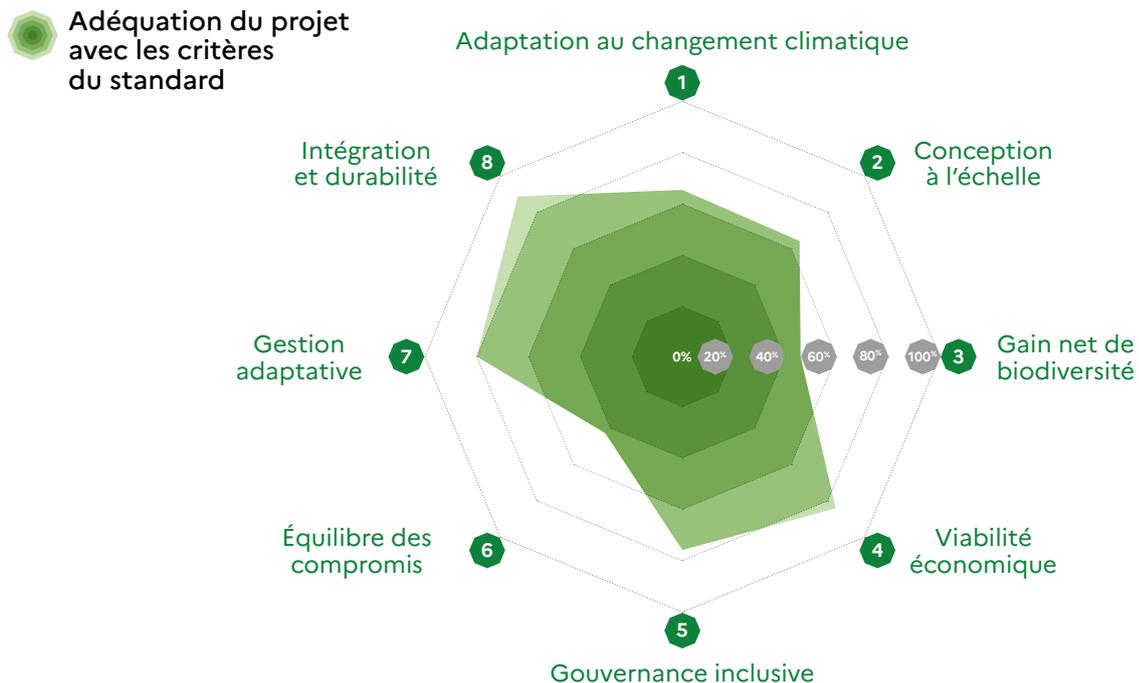
LEVIERS DE RÉUSSITE

- **Compétences techniques** : l'expertise scientifique et technique des spécialistes issus de plusieurs disciplines (Groupement d'intérêt scientifique).
- **Financements** : le projet a bénéficié de nombreux financements complémentaires : INRAE, MTE, MAA, Électricité de France, Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, Région PACA, UE (Fonds européen de développement économique régional).
- **Concertation** : l'investissement des acteurs grâce à un comité de pilotage.

RECOMMANDATIONS

- Évaluer les bénéfices tirés des ouvrages de génie végétal en termes de protection des populations et de gain économique vis-à-vis du risque inondation.
- Mieux tenir compte de l'évolution des paramètres climatiques et de ses conséquences à l'échelle du bassin versant.
- Mettre en place des formations sur le génie végétal à destination des maîtres d'ouvrage.

ANALYSE SELON LE STANDARD MONDIAL DES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE DE L'UICN



POUR PLUS D'INFORMATIONS

- REY, F., 2018. *Restaurer les milieux et prévenir les inondations grâce au génie végétal*. Paris : Quae, 116 p.
- REY, F. et al., 2015. Utilisation innovante du génie végétal pour le contrôle de l'érosion et de la sédimentation à l'échelle du territoire de la Durance. In *Sciences Eaux & Territoires*, n°16, 28-34 pp.
- THE CONVERSATION, 2018. Lutter contre les inondations grâce au « génie végétal » [en ligne]. Disponible sur : <https://theconversation.com/lutter-contre-les-inondations-grace-au-genie-vegetal-83653>

PORTEUR DE PROJET

- **Dr. Freddy Rey**
Directeur de recherche
freddy.rey@inrae.fr
Tél. : 04 76 76 28 03
Unité de Recherche Laboratoire Écosystèmes
et sociétés en montagne (UR LESSEM)
INRAE Lyon-Grenoble - Auvergne-Rhône-Alpes
Site Grenoble : 2 rue de la Papeterie - BP 76
38402 Saint-Martin-d'Hères
Auvergne-Rhône-Alpes

DATE

Janvier 2022

RÉDACTEUR DE LA FICHE

Nicolas Rodrigues

