



'ECOPLANTMED'

UTILISATION **ÉCOLOGIQUE** DES **PLANTES** INDIGÈNES POUR
LA RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE
DANS LA RÉGION **MEDITERRANÉENNE**

« **GUIDE DES BONNES PRATIQUES DE
RESTAURATION DES HABITATS MEDITERRANEENS** »

EcoplantMed



Project funded by the
EUROPEAN UNION



**ENPI
CBCMED**
CROSS-BORDER COOPERATION
IN THE MEDITERRANEAN

Clause de non-responsabilité: Cette publication a été produite avec l'aide financière de l'Union européenne dans le cadre du Programme IEVP CT Bassin Maritime Méditerranée. Le contenu de cette publication est la seule responsabilité du CIHEAM – Institut Méditerranéen Agronomique de Chania et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union européenne ou celles des structures de gestion du Programme.

L'Union européenne est constituée de 28 États membres qui ont décidé de mettre graduellement en commun leur savoir-faire, leurs ressources et leur destin. Ensemble, durant une période d'élargissement de plus de 50 ans, ils ont construit une zone de stabilité, de démocratie et de développement durable tout en maintenant leur diversité culturelle, la tolérance et les libertés individuelles. L'Union européenne est déterminée à partager ses réalisations et ses valeurs avec les pays et les peuples au-delà de ses frontières.

Reproduction autorisée par fournir la source.

Citer comme suit: Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guide des Bonnes Pratiques de Restauration des Habitats Méditerranéens. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED.

Editeurs:

Antoni MARZO (CIEF), Raquel HERREROS (CIEF), Christophe ZREIK (CIEF).

Auteurs:

Gianluigi BACCHETTA (UNICA-CCB), Daniel BALLESTEROS (UNICA-CCB), Khaoula BEN BAAZIZ (INRGREF), Magda BOU DAGHER KHARRAT (USJ-LSGC), Bouchra DOUAIHY (USJ-LSGC), Kaouther EL HAMROUNI (INRGREF), Perla FARHAT (USJ-LSGC), Christine FOURNARAKI (CIHEAM-MAICh), Panagiota GOTSIOU (CIHEAM-MAICh), Dany GHOSN (CIHEAM-MAICh), Raquel HERREROS (CIEF), Abdelhamid KHALDI (INRGREF), Marwa KHAMMASSI (INRGREF), Ali EL KHORCHANI (INRGREF), Adamantia KOKKINAKI (CIHEAM-MAICh), Antoni MARZO (CIEF), Francesca MELONI (UNICA-CCB), Faten MEZNI (INRGREF), Rosangela PICCIAU (UNICA-CCB), Joelle SAAB (USJ-LSGC), Ramy SAKR (USJ-LSGC), Marco SARIGU (UNICA-CCB), Salma SAY (INRGREF), Issam TOUHAMI (INRGREF), Christophe ZREIK (CIEF).

Remerciements :

Les auteurs tiennent à exprimer leur profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont plaisamment collaboré avec eux dans l'édition de cette publication, et surtout les directeurs et techniciens des projets de restauration soumises.

Paco ALBERT, José Antonio ALLOZA, Daniel ARIZPE, Ricardo BARBERA, William COLOM, Jordi CORTINA, Vicent CERDÀ, Maria Antonietta DESSENA, Sela HUESCA, Miquel IBANEZ, Petros KAKOUROS, Emilio LAGUNA, Eduardo MARTÍNEZ, Jesús MARTÍNEZ-LLISTÓ, Marcello MIOZZO, Martino ORRÚ, Rafael PAULO, Giorgos PETRAKIS, Silvia PINNA, Gloria ORTIZ, Carlos PEÑA, Aruca SEBASTIÁN, Sales TOMÁS, Alberto VILAGROSA, Antonio VIZCAÍNO.

Le projet ECOPLANTMED tient à remercier l'Union européenne et le Programme IEVP CT Med pour leur soutien.

Le design du première page:

Nayla FERZLI et Clément TANNOURI.

Présentation

La création d'un Guide de Bonnes Pratiques de restauration des habitats méditerranéens est une initiative qui est née de la collaboration entre les banques de semences, les instituts de recherche et les institutions chargés de la conservation et de la gestion des plantes indigènes, qui a abordé la nécessité d'utiliser le matériel génétique des plantes indigènes dans les actions de restauration.

Le Bassin Méditerranéen, étant le troisième plus important point de la diversité végétale dans le monde entier, est un domaine où la conservation des espèces végétales et la restauration écologique des habitats sont d'une importance majeure pour le développement durable. Les pratiques de restauration utilisant des espèces végétales indigènes adaptées aux conditions locales et présentant une diversité génétique intraspécifique suffisante, peuvent contribuer à la protection à long terme et à la valorisation du patrimoine naturel et culturel de la Méditerranée ainsi qu'à la protection du paysage, sa gestion et sa planification. En outre, l'utilisation de plantes indigènes peut augmenter la résilience des écosystèmes au changement climatique et lutter contre la prolifération des plantes exotiques envahissantes. Dans le cas des habitats à haute valeur de conservation, les pratiques de restauration appropriées sont encore plus cruciales.

Le Guide des Bonnes Pratiques de restauration est une compilation des recherches bibliographiques sur la restauration écologique et les habitats méditerranéens. Il contient une sélection de 15 Bonnes Pratiques de restauration impliquant des plantes indigènes qui ont été identifiées pour les différents habitats méditerranéens, ainsi qu'une description de deux sites pilote de restauration. Il s'adresse à tous ceux qui participent à des activités concernant la conservation des habitats, l'écosystème et la restauration du paysage, y compris les décideurs politiques. Le Guide considère que l'utilisation du matériel génétique végétal local est nécessaire aux activités de restauration, complétant ainsi la conservation de la diversité végétale dans le Bassin Méditerranéen.

L'édition du Guide et des deux actions pilotes de restauration décrites au sein de celui-ci ont été rendues possibles par le projet **ECOPLANTMED**: "utilisation écologique des plantes indigènes pour la restauration de l'environnement et le développement durable dans la région méditerranéenne". Le projet vise à diminuer la perte de la biodiversité et à promouvoir un modèle de développement durable dans la région méditerranéenne en améliorant la conservation des plantes indigènes et la promotion de leur utilisation dans la restauration des habitats et dans le secteur de la production végétale. Le Guide, ainsi que le Manuel pour la propagation des plantes indigènes (Ballesteros *et al.*, 2015), également produit par le projet, sont appelés à devenir des outils utiles pour la planification et la mise en œuvre de l'action de restauration dans tous les pays du Bassin Méditerranéen.

Le projet ECOPLANTMED a un budget total de 1.050 millions d'euros et il est financé, pour un montant de 0.945.000 euros (90%), par l'Union européenne dans le cadre du Programme IEVP CT Bassin Maritime Méditerranée 2007-2013. ECOPLANTMED est l'un des 95 projets financés dans le cadre de ce programme, une initiative de coopération transfrontalière multilatérale financée par l'Instrument Européen de Voisinage et de Partenariat (IEVP), qui implique 14 pays.

Le programme, sous la direction de la Région autonome de Sardaigne comme autorité de gestion, vise à promouvoir un processus de coopération durable et harmonieuse au niveau du bassin méditerranéen en

relevant les défis communs et en valorisant le potentiel endogène de la région et dispose d'un budget total de 200 millions d'euros (www.enpicbmed.eu).

Durée du projet ECOPLANTMED: Janvier 2014 – Décembre 2015

Pour plus d'informations sur ECOPLANTMED, visiter le lien <http://www.ecoplantmed.eu/>.

Partenaires du projet ECOPLANTMED

Coordinateur

CIHEAM - Institut Agronomique Méditerranéen de Chania

Unité de Conservation des Plantes Méditerranéennes (CIHEAM – MAICH)

Crète, Grèce

www.maich.gr



Partenaires

Université de Cagliari

Centre de Conservation of de la Biodiversité (UNICA - CCB)

Sardaigne, Italie

www.ccb-sardegna.it



Université Saint Joseph

Laboratoire de Germination et de Conservation des graines (USJ)

Liban

www.usj.edu.lb



Ministère régional des infrastructures, du Territoire et de l'Environnement

Centre de la recherche forestière appliquée (CIEF)

Valence, Espagne

www.cma.gva.es



Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts

Laboratoire de Gestion et Valorisation des Ressources Forestières (INRGREF)

Ariana, Tunisie

www.inrgref.agrinet.tn



Index

Présentation	2
Préambule.....	Error! Bookmark not defined.
Index	6
1 LES HABITATS MEDITERRANÉENS	7
1.1 Introduction.....	7
1.2 Les descriptions générales	8
2 RESTORATION ÉCOLOGIQUE.....	14
2.1 Concept	14
2.2 L'importance des espèces indigènes dans la restauration écologique.....	14
3 L'UTILISATION DE LA FLORE INDIGÈNE: APERÇU DU CADRE RÉGLEMENTAIRE	Error!
Bookmark not defined.	
3.1 Éviter les espèces exotiques	17
3.2 L'utilisation des matériaux de qualité: assurer l'identité, la qualité phénotypique, une large base génétique	19
3.3 L'utilisation de matériaux de provenance locale.....	Error! Bookmark not defined.
4 TECHNIQUES POUR LA RESTORATION DES HABITATS	Error! Bookmark not defined.
4.1 Forêts	25
4.2 Habitats d'eau douce	Error! Bookmark not defined.
4.3 Habitats côtiers/dunaires	32
4.4 Systèmes arides / semi-arides	35
5 LES BONNES PRATIQUES.....	38
5.1 Méthodologie utilisée pour identifier et sélectionner les Bonnes Pratiques	38
5.2 Selected Good Practices	44
6 EXEMPLES DE RESTAURATION DU PROJET ECOPLANTMED	Error! Bookmark not defined.
6.1 Site pilote d' ECOPLANTMED au Liban.....	Error! Bookmark not defined.
6.2 Site pilote d' ECOPLANTMED en Tunisie	Error! Bookmark not defined.
7 BIBLIOGRAPHIE.....	Error! Bookmark not defined.
ANNEX: REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES PRACTIQUES ECOLOGIQUES POUR LES HABITATS MEDITERRANÉENS	Error! Bookmark not defined.

LES HABITATS MÉDITERRANÉENS

1.1. Introduction

La région méditerranéenne s'étend sur environ 3800 kilomètres de l'Est à l'Ouest, à partir de la fin du Portugal au Liban, et environ 1000 km du Nord au Sud, de l'Italie et la Libye au Maroc (Sundseth, 2010). Le concept de « Région Méditerranéenne » peut être compris à travers deux points de vue différents: l'approche géographique la définit comme étant un groupe de territoires qui entourent la mer Méditerranée, ce qui sous-entend: y inclus les côtes dans la mer. En contrepartie, l'approche biogéographique considère également les conditions climatiques et géologiques ainsi que la distribution des espèces de plantes, définissant une zone dont les limites sont légèrement différentes que les premières, mais un territoire plus congruent. Par conséquent, dans le contexte du projet ECOPLANTMED, le concept « Région Méditerranéenne » est utilisé dans le sens biogéographique. Il couvre les territoires de 3 continents et 24¹ pays (Sfenthourakis & Svenning, 2011), la totalité ou en partie (cf. figure 1).

Le climat méditerranéen est caractérisé par une forte saisonnalité dans la distribution de la température et des précipitations. En général, l'été est chaud et sec, créant un stress hydrique remarquable, caractéristique des espèces dans les écosystèmes méditerranéens, et l'hiver est frais et humide. Toutefois, ce schéma général change en raison de la topographie variée et contrastée, de la distance par rapport à la mer qui introduit un degré variable de continentalité et de la rigueur du climat (Valladares, 2007). La haute intra et inter imprévisibilité, avec des averses torrentielles soudaines ou des épisodes de vents forts à différents moments de l'année, est également une caractéristique des milieux méditerranéens, présentant ainsi une grande variété du type de végétation et des paysages: montagnes élevées, côtes rocheuses, maquis impénétrable, forêts de feuillus, zones humides côtières ou plages de sable fin ne sont qu'un échantillon parmi la grande mosaïque de paysages. Le climat méditerranéen est prédominant dans la région méditerranéenne, mais il existe également dans les régions de l'Afrique du Sud, en Australie, en Californie et au Chili (cf. figure 2). Dans le contexte de ce guide, les habitats méditerranéens sont ceux qui se développent dans un climat méditerranéen, inclus dans la région méditerranéenne. Dans ce concept, il

¹ Number of territories involved in Mediterranean region can vary depending on data source.

peuvent également être considérés des habitats qui pourraient être définis comme «habitats de transition», comme par exemple ceux qui, dans la représentation la plus caractéristique, sont déjà plus typiques d'autres régions plus sèches ou plus froides, mais qui, néanmoins, sont représentés dans les territoires de la région, montrant une nette influence du climat méditerranéen, traduit par une composition floristique plus au moins peu éloignée du modèle typique. Toujours dans une certaine mesure, les habitats avec le même climat dans d'autres régions biogéographiques ont été considérés (voir chapitre 5): les problèmes découlant du climat que nous partageons -malgré d'autres menaces mondiales communes- pourraient nous amener à utiliser des méthodes similaires pour résoudre ces limitations; au même temps, les réponses adaptatives des plantes, semblables à un certain degré dans toutes les régions à climat méditerranéen, représentent les clés écologiques avec une application dans la restauration de l'habitat.

Un trait caractéristique des écosystèmes de la région méditerranéenne est leur richesse biologique élevée. Le Bassin Méditerranéen est l'une des régions représentant la biodiversité la plus élevée et le troisième plus important point chaud de la diversité végétale dans le monde entier avec 25.000 espèces de plantes, plus de la moitié ne se trouvent nulle part ailleurs dans le monde (Myers et al., 2000).



Figure 1. Biogéographie de la Région Méditerranéenne (adapté de Udvardy, 1975; Médail & Quézel, 1999; et Rivas Martínez et al., 2004).



Figure 2. Les zones disjointes avec le climat méditerranéen (adapté de Dicastri et al., 1981).

La région méditerranéenne est également connue pour être l'un des territoires les plus menacés de la planète, étant le 4^{ème} point chaud de la biodiversité la plus significativement altérées de la planète (Mittermeier *et al.*, 2004) et le 2^{ème} en ce qui concerne la perte en superficie des habitats.

Des milliers d'années d'occupation humaine et la modification de l'habitat ont nettement modifié la végétation. Les impacts les plus importants de la civilisation humaine ont été la déforestation-habituellement aux fins de l'expansion des terres agricoles ou pour le ramassage du bois, le pâturage intensif et les incendies, ainsi que le développement de l'infrastructure, qui a été augmenté en particulier, et de façon intensive, dans les zones côtières comme conséquence du tourisme mondial. Les activités humaines ont conduit à la perte des habitats et à la dégradation; principale cause de menace pour les espèces du bassin méditerranéen et les événements climatiques extrêmes tels que les incendies ou les sécheresses, devraient augmenter potentiellement la menace (Cuttelod *et al.*, 2008).

Une reconsidération générale concernant le statut de la Méditerranée dans la conservation des habitats, montre que seulement 5% de l'étendue de la zone sensible reste avec une végétation relativement intacte. En outre, il est prévu que près de 19% de ses espèces seront menacées d'extinction d'ici 2050. Tout cela

fait clairement savoir qu'il faut, non pas seulement conserver, mais aussi restaurer les habitats. La restauration des habitats est devenue une priorité dans les programmes et stratégies nationales et internationales en cours, parmi celles-ci est à noter le Plan stratégique de la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique de 2011 à 2020, qui stipule, à travers la cible 15, que d'ici 2020, au moins 15 pour cent de toutes les terres dégradées devraient être restaurées. De même, le Défi de Bonn, entraînée par le Partenariat mondial sur la restauration des paysages forestiers, a l'aspiration globale à restaurer 150 millions d'hectares de terres dégradées et déboisées du monde d'ici 2020.

1.2. Les descriptions générales:

La Région de la Méditerranée abrite plus de la moitié des types d'habitats énumérés dans la directive Habitats de l'UE. Parmi ceux-ci, 37 se présente seulement dans cette région. Ce grand nombre ne reflète pas seulement le climat chaud de la région, la géologie et la topographie complexe avec de nombreuses zones isolées, mais aussi due du fait qu' une grande partie de la région a échappé des effets dévastateurs de la dernière période glaciaire, qui s'est propagée à travers l'Europe.

Les forêts méditerranéennes sont souvent fortement disposées à la lumière, donnant place à des couches d'arbustes, résultant en une structure verticale complexe. Forêt, « scrubs » et « heathlands » apparaissent souvent en étroite interconnexion et peut fusionner l'une dans un autre. Les forêts méditerranéennes sont très diverses dans la composition des espèces. On estime que plus de 100 espèces d'arbres contribuent aux différents types de forêts. Les forêts sont principalement de feuillus, mais encore il existe des conifères qui sont présent dans des sites montagneux avec des sols peu profonds, ou comme (sous forme de plantations) des plantations (*Pinus pinaster* et *Pinus halepensis*). Les espèces feuillues dominantes sont en majorités des sclérophylles (feuillage persistant avec des feuilles coriaces): chêne-liège (*Q. suber*), le chêne vert (*Quercus ilex* et *Q. rotundifolia*), Alep chêne (*Q. infectoria*), le chêne kermès (*Q. coccifera*) et le chêne de la Palestine (*Q. calliprinos*). Ces forêts sont généralement riches en plantes grimpantes (*Clematis* sp., *Lonicera* sp., *Smilax* sp. Et *Rubia* sp.), et en arbustes et petits arbres à feuilles larges avec des « lauroid leaves », souvent simple, à feuilles persistantes et coriaces (*Arbutus*, *Viburnum*, *Myrtus* et *Laurus*) dans les zones plus humides et mésophiles.

Au cours des deux - trois dernière millénaires, ces forêts de chênes ont progressivement remplacé les autres chênes à feuilles caduques (*Q. brachyphylla*, *Q. canariensis*, *Q. congesta*, *Q. faginea*, *Q. ichnusae*, *Q. pyrenaica*, *Q. virgiliana*), qui sont maintenant, plus ou moins trouvé à des altitudes plus élevées ou dans des zones avec des sols profonds et à une humidité plus élevée.

Les forêts des montagnes méditerranéennes contiennent aussi de nombreuses espèces de conifères de *Abies*, *Pinus*, *Juniperus* et *Taxus*. Certains d'entre eux sont des arbres endémiques, comme le cèdre du Liban (*Cedrus libani*) qui est particulièrement connu pour son bois, qui été utilisée depuis des milliers d'années et maintenant il occupe une place d'honneur sur le drapeau libanais. En outre, il existe quelques espèces de palmiers indigènes à l'Europe et présents dans le bassin méditerranéen, comme le palmier nain Méditerranée (*Chamaerops humilis*) et le palmier dattier Crète (*Phoenix theophrasti*).

Les forêts ont été très dégradées par plusieurs facteurs on peut citer : le surpâturage, l'exploitation du bois de chauffage et à la suite des incendies. Ces zones forestières peuvent devenir des forêts secondaires avec plusieurs sous-étages, mais s'ils ne sont pas correctement gérés, ils peuvent se transformer en « dry scrubs » ou dans certaines régions en « heathlands », ou se transformer en zones à végétation clairsemée. Ils restent quelques zones forestières, très limitées, sans l'influence des activités humaines. Ces parcelles sont fragiles et sous haute pression. Ils comprennent des zones avec de vieux chênes, de pins et d'oliviers sauvages tels que les formations de chêne en Sardaigne et l'archipel toscan, et les formations de sapins méditerranéens dans les zones réglementées dans le sud et sud-ouest de la région. En Sicile, y reste très peu d'individus du sapin sicilien, espèce en danger critique d'extinction (*Abies nebrodensis*) ca. Il existe 20 individus matures de cette espèce et les replantations ont eu un succès limité.

Mediterranean heathlands, scrubs, grasslands, and arid lands. «The bush and dwarf-shrub » occupent une partie importante du paysage de la région méditerranéenne. Le maquis méditerranéen ubiquitaire présente une variété de formes et de tailles, et est nommé comme matorral, maquis, garrigue et phrygana en fonction de leur localisation géographique, l'altitude, l'exposition, le type du sol, le degré de dégradation, l'utilisation humaine et la composition des espèces. Mais en réalité, ces types d'habitats se confondent souvent dans l'autre pour former une mosaïque encore intrinsèquement mobiles complexes à travers le paysage.

La hauteur des arbustes peut parfois être utilisée comme une simple règle de pouce. Par exemple les maquis, ils tend à former des fourrés denses et impénétrables 1-4 mètres de haut et est généralement dominé par de petits arbres comme l'arbousier (*Arbutus unedo*), le lentisque (lentisque), l'olivier sauvage (*Olea europaea* var. *Sylvestris*) ou le myrte (*Myrtus communis*), ou moins fréquemment genièvre et laurier. D'autre part la garrigue est plus ouverte et la végétation atteint à peine la hauteur des genoux. Encore, les plantes à feuilles coriaces comme les cistes (*Cistus* sp.) et les arbustes aromatiques comme *Lavandula* sp., *Teucrium* sp., *Thymus* sp. et *Rosmarinus*. sont présent remplissant l'air de leur parfum. Phrygana, représenté principalement dans la partie orientale de la Méditerranée, généralement le long de la côte, est la forme la plus basse de Scrub et est composé de coussin épineux (par exemple *Sarcopoterium spinosum*, *Satureja thymbra*) formant des buissons et des arbustes rampants. Ces habitats contiennent de nombreux types d'espèces adaptées à la lumière et à la sécheresse (par exemple *Anthyllis hermanniae*, *Genista acanthoclada*).

La structure complexe de la végétation rend les garrigues exceptionnellement riches en biodiversité. Elles sont dominées par des espèces de broussailles qui fleurissent intensivement, beaucoup étant aussi très aromatique: *Artemisia*, *Ciste*, *Genista*, *Helichrysum*, *Phlomis*, *Salvia*, *Teucrium*, *Thymus*, etc. Autres fleurs colorées typiques de garrigue méditerranéenne sont géophytes comme les tulipes sauvages, narcisses, crocus et alliums ainsi que d'*Ophrys* miroir. Ensemble, ils présentent à chaque printemps un paysage de fleurs spectaculaire, mais peuvent faner en été. Ces zones sont très vulnérables à l'érosion et à la nouvelle régénération de plantes, si les racines profondes pénétrant vont protéger la végétation existante établie depuis

longtemps. Les genres de plantes caractéristique montrent souvent un grand nombre d'espèces, bien que beaucoup ait limité la répartition géographique.

D'autres parties de la Méditerranée sont tout simplement trop sec pour que les arbres ou une végétation dense survient et sont, à la place, couverts de vastes étendues de prairies. A première vue, ces zones steppiques semi-arides peuvent apparaître sans vie, mais plus profondément, ils révèlent une biodiversité aussi riche. Les prairies sèches méditerranéennes Wintergreen (classe Lygeo-Stipetea) sont constituées de caespitose pérenne, de stolonifère et des graminées cespitueuses. Cette végétation est largement distribuée à partir du niveau de la mer jusqu'à 2000 m d'altitude, souvent comme un étage série liée à la dégradation des forêts et de maquis. Par exemple, les prairies sèches dominées par *Stipa tenacissima* (dites «espartales» dans la péninsule ibérique) constituent l'une des formations les plus caractéristiques des zones semi-arides de la Méditerranée occidentale. Les steppes à *Stipa tenacissima* sont principalement distribuées dans une frange de latitude mince en Afrique du Nord (Libye, Tunisie, Algérie et Maroc) et dans la partie sud de la péninsule ibérique. En Sardaigne, en Sicile, et dans la péninsule ibérique, les prairies caractérisées par la domination de *Brachypodium retusum*, avec d'autres espèces de graminées (*Hyparrhenia hirta*, *Ampelodesmos mauritanicus* et *Lygeum spartum*), sont assez répandus. Actuellement, la région méditerranéenne renferment des zones peu nombreux qui sont trop arides qui font partie du climat pré-désertique ou désertique, par exemple dans l'Espagne, le Portugal, la Sicile, la Turquie, la Tunisie et d'autres pays du Maghreb.

Les eaux douces de la Méditerranée comprennent une variété d'écosystèmes tels que les rivières, les ruisseaux, les lagunes, les diverses zones humides et les étangs temporaires. Beaucoup de rivières méditerranéennes ont un faible volume annuel et des régimes irréguliers. Le régime fluvial prédominant est caractérisé par une large période estivale d'eau faible ou absente. En raison du déficit en eau dans la plupart de la région, les zones humides telles que les bourbiers, marais et les tourbières sont naturellement limitées. Néanmoins, il y a dans la région, des zones humides très spectaculaires et d'une importance écologiquement élevé.

Un tiers de la superficie du lac Ichkeul en Tunisie est couvert par plusieurs espèces de plantes submergées qui sont des types de potamot tels que *Potamogeton pectinatus* qui est la principale espèce consommée par les populations hivernantes de canards. Lorsque l'eau est salée, le potamot de l'étang est remplacé par « tassel-weeds » (*Ruppia sp.*), Tandis que dans les zones qui restent sec pendant plus d'un mois, sont localisées des communautés d'eau peu profondes comme les « stoneworts » (*Chara sp.*) qui peuvent résister la sécheresse estivale.

Parmi les grandes macrophytes émergentes de marais d'eau douce domine *Phragmites australis*. Cette espèce pousse où les conditions restent humides pendant à peu près toute l'année. Dans les zones qui sont inondées de façon permanente, il peut former des masses flottantes. Quand le pâturage est intensif, les roseaux peuvent être remplacés par des graminées comme *littoralis Aeluropus*, ou par *Scirpus maritimus* qui tolère plus le sel, et pousse dans les zones légèrement pâturées, souvent sur les rives de lacs profonds. Les exemplaires les plus importants se trouvent dans la zone humide Daimiel dans le centre de l'Espagne et dans les marais de la Crau en Camargue.

La plupart des forêts fluviales (forêts riveraines et des forêts alluviales) ont disparu des plaines d'inondation européennes, bien que dans certains deltas, quelques fragments demeurent, comme cela est le cas de Nestos, en Grèce, où il reste soixante hectares de forêt de feuillus saisonnièrement inondées, ou dans le delta de l'Ebre où existe des peuplements de peupliers (*Populus sp.*), des aulnes (*Alnus sp.*), et de saules blancs (*Salix alba*). En raison du caractère torrentiel de la plupart des rivières méditerranéennes, la végétation riveraine de la Méditerranée intègre un environnement saisonnier de stress hydrique. Les communautés végétales dans ces écosystèmes sont structurellement similaires, avec une couche développée d'arbustes, quelques arbres dominants, et une mosaïque irrégulière d'herbacée, arbustive dominée, et écotypes couvert fermé qui sont associées à des reliefs géomorphologiques distinctes et / ou des régimes d'humidité du sol. Les genres de plantes communes le long des forêts riverains de la Méditerranée comprennent *Celtis*, *Fraxinus*, *Nerium*, *Populus*, *Salix*, *Tamarix*, *Ulmus* et *Vitex*. La composition des diverses communautés végétales varie le long de la localisation géographique, l'altitude, l'exposition, le sol-composition et le débit du fleuve. Ces habitats contiennent de nombreux types d'espèces adaptées à la lumière et la sécheresse. Certaines différences existent au sein du bassin méditerranéen, par exemple, il y a une plus grande présence de *Platanus*, *Elaeagnus*, *Pterocarya* et *Cercis* dans la partie orientale du bassin. Des exemples de relique taxons au sein des communautés riveraines comprennent *Rhododendron ponticum* dans le bassin occidental (Portugal, Espagne) et *Liquidambar orientalis* dans le bassin oriental.

Les mares temporaires constituent l'une des communautés végétales les plus distinctifs. Un grand nombre de diverses plantes, notamment plusieurs espèces de quillwort (*Isoetes sp.*) et d'autres ptéridophytes (par exemple *Marsilea sp.*, *Pilularia minuta*), ne peuvent être trouvés que dans cette région.

Les habitats côtiers méditerranéens sont très diverses, avec des étirements rocheuses et plages de sable graveleux et criques, y compris les habitats tels que des rochers, des falaises, des dunes de sable, des grottes, des lagunes et les deltas. De vastes étendues de dunes et des zones humides ont totalement disparu.

Posidonia oceanica est une plante marine endémique de la mer Méditerranée. Il forme des denses prairies sous-marines, à une profondeur qui peut atteindre 40 mètres. Comme les prairies qui se trouve sur les terres, ces herbiers de posidonies sont exceptionnellement riches en faune et jouent un rôle clé dans la protection du littoral. Plus que la moitié des herbiers de posidonies ont régressé ou disparu dans la Méditerranée au cours des 30 dernières années même s'ils sont sous une protection stricte.

Les dunes jouent un rôle majeur dans la préservation des plages et dans la protection des forêts, les communautés et des équipements situés derrière eux biologiques. Toutefois, seuls quelques secteurs restent intacts. Dunes sont l'habitat exclusif de nombreuses espèces végétales et animales endémiques. Un tiers de la flore des dunes est endémique de la Méditerranée.

De nombreuses espèces de dunes sont des espèces végétales pionnières, qui aident à coloniser ou à réparer les substrats de sable, comme *Eryngium maritimum*, *Pancreas maritimum*, *Cakile maritima*, *Silene* sp., *Malcolmia* sp., *Matthiola* sp. Diverses communautés côtières herbacées comprennent des espèces comme *Ammophila australis*, *Elymus farctus*, and *Euphorbia terracina*. Les dunes côtières sont souvent colonisées par des pins méditerranéens thermophiles (*Pinus halepensis* et *P. pinea*), ou il sont les habitats de diverses micro forêts de *Juniperus* sp. (par exemple, *J. macrocarpa* and *J. phoenicea* subsp. *turbinata*), conduisant à des habitats uniques où l'on trouve diverses espèces. La végétation indigène des dunes est aussi menacée dans cette région par l'invasion d'espèces exotiques, qui se sont échappés de jardins privés, comme *Carpobrotus* sp ou *Acacia* sp. La déchéance des dunes de la Méditerranée a été sévère: plus de 70% sont estimés être perdus depuis 1900. La plupart des anciennes zones de dunes ont été détériorées par l'urbanisation, à des fins touristiques, ou ils ont été plantés pour stabiliser les sables en mouvement et ont été progressivement transformés en forêts sèches, souvent couverts des pins et / ou *Acacia* sp.

Les herbiers marins sont trouvés sur les bords des lagunes, où les deux types d'environnements mélangent. Dans les zones intertidales, la végétation est généralement dominée par la zostère *Zostera* sp., qui est généralement remplacé par *Ruppia* sp. dans les étangs salés calmes, clos où les eaux sont plus chaudes. Sur les rives, dans les zones marécageuses qui sont inondées de façon saisonnière se situent les espèces halophytes annuelles et vivaces qui germent dans la saison sèche lorsque l'eau se retire en dessous de la surface du sol; en particulier, *Salicornia*, *Arthrocnemum*, et les herbes de marais saumâtres qui résistent à la fois les inondations de l'hiver et le pâturage intensif. *Salicornia* (salicorne) occupent de vastes zones de marais saumâtres dans le bassin méditerranéen), en particulier dans les deltas, sur les bords de lagunes, et autour des lacs de sel en Afrique du Nord. Ils aident à maintenir ces structures en capturant les sédiments, ce qui conduit à l'émergence d'une forme de terres caractéristique parsemée de monticules. D'autres communautés de plantes halophytes prolifèrent sur les bords de marais, comme les joncs (*Juncus* sp.), qui peut se propager à quelques mètres de large autour de la périphérie des étangs, à la limite supérieure des zones qui sont inondées en hiver, juste avant le tamaris (*Tamarix* sp.), qui font place à des prairies humides quand vous vous éloignez de la rive.

Tout au long des côtes on peut fréquemment percevoir: des paysages rocheux avec des falaises, des passages, des grottes et des clives. Ils présentent des conditions de vie extrêmes pour les plantes et les animaux qui existent dans cette zone ainsi que la végétation sont rares. Les falaises et les gorges sont couvertes par des plantes de falaise et un certain nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes nains et cela est dû au déficit en eau et en nutriments, comme le genévrier de Phénicie (*J. phoenicea* subsp. *Turbinata*), *Genista* gr. *acanthoclada*, *Anthyllis barba-jovis* ou *astragale* gr. *massiliensis*. Les étroites crevasses servent de micro-habitats pour un grand nombre d'espèces endémiques (*bellium* sp., *Silene* gr. *Mollissima*, *Limonium* sp.).

LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE

2.1. Concept

La restauration écologique représente un processus holistique qui vise à réparer entièrement la structure de l'écosystème, la fonction et la fourniture de biens et services. Il fournit un cadre conceptuel où le lien entre la nature et la culture est particulièrement inspirant. Il est une approche de gestion importante qui peut contribuer à des objectifs généraux de la société pour soutenir une planète saine et procurant des avantages essentiels aux personnes (SCDB, 2010), en renouvelant les possibilités économiques, le rajeunissement de pratiques culturelles traditionnelles et l'amélioration de la résilience écologique et sociale aux changements environnementaux (Keenleyside *et al.*, 2012).

Selon le Primer International sur la Restauration Écologique (SER, 2004), la restauration écologique est le processus d'aide au rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit. Un écosystème à récupérer - et est restauré - quand il contient des ressources biotiques et abiotiques suffisantes pour poursuivre son développement sans aide ou subvention, il se maintient structurellement et fonctionnellement, démontre la résilience face aux plages normales de stress environnemental et aux perturbations et interagit avec les écosystèmes contigus en termes de flux biotiques et abiotiques et les interactions culturelles.

Différents termes ont été utilisés dans la littérature pour définir les activités qui peuvent être effectuées pour gérer les écosystèmes dégradés, tels que la réhabilitation, la récupération, l'atténuation, la réaffectation, l'assainissement, la végétalisation, et aussi le boisement, le reboisement et autres. Ces concepts ont été utilisés pour faire référence à des activités qui diffèrent de la restauration, mais ils ont également été utilisés pour décrire les différents niveaux de la récupération à partir d'un état dégradé à un état restauré (van Andel et Aronson 2012). En outre, ils ont été favorisés dans les différentes régions du monde (Clewel & Aronson, 2007). En conséquence avec SER (2004), la restauration englobe une partie du travail sous cette terminologie: les actes peuvent être qualifiés de restauration écologique s'ils satisfont les attributs des écosystèmes restaurés. Depuis, la restauration écologique a gagné l'acceptation de la communauté scientifique et technique, la plupart des travaux préalablement définis comme la réhabilitation, le reboisement, etc., sont maintenant identifiés comme la restauration.

La restauration écologique est une activité intentionnelle visant à remettre un écosystème à sa trajectoire historique. La trajectoire historique d'un écosystème gravement touché peut être difficile ou impossible à déterminer avec précision. Néanmoins, la direction générale et les limites de cette trajectoire peuvent être établies en combinant les connaissances sur l'ancienne structure de l'écosystème, sa composition et son fonctionnement, les comparaisons avec les écosystèmes moins dégradés, et les informations de référence sur le contexte écologique, culturel et historique. Ces sources combinées de l'information permettent aux conditions de trajectoire ou de références historiques d'être cartographiées à partir de données écologiques

de base et de modèles prédictifs, et son émulation dans le processus de restauration devrait aider dans le pilotage de l'écosystème vers l'amélioration de la santé, l'intégrité et la durabilité (SER, 2004).

Fréquemment, un écosystème qui nécessite une restauration, est un écosystème dégradé, endommagé, transformé ou entièrement détruit comme conséquence directe ou indirecte des activités humaines. Des exemples de ces résultats sont la pollution, le surpâturage, l'érosion des sols ou le compactage, le drainage, les dommages structurels, l'exploitation forestière de haute qualité et l'invasion des espèces exotiques. Dans certains cas, les impacts sur les écosystèmes ont été causés ou aggravés par des facteurs naturels tels que les incendies de forêt, les inondations, les tempêtes ou une éruption volcanique. Un écosystème peut atteindre un point où il ne peut pas récupérer son état de pré-perturbation ou sa trajectoire historique de développement. Par conséquent, « la restauration écologique », comme définie ci-dessus, n'est pas toujours possible d'atteindre. En effet, dans le domaine de l'écologie de la restauration, il est généralement admis que le retour au passé est impossible. Cela implique que la notion d'un système de références historiques, représentant les conditions préalables à la perturbation, ne devrait pas être conçue d'une manière étroite ou limitée à une situation idéalisée du passé. Un système de référence peut changer au fil du temps et peut en fait être développé comme une série d'états successifs de référence ou de systèmes (Van Andel & Aronson, 2012).

L'importance des espèces indigènes dans la restauration écologique

Un écosystème restauré contient un assemblage caractéristique des espèces qui se produisent dans l'écosystème de référence et qui fournissent une structure communautaire appropriée (SER 2004).

Depuis que la restauration écologique des écosystèmes naturels a tenté de récupérer un état historique, l'utilisation d'espèces indigènes et la réduction ou l'élimination des espèces exotiques sur les sites du projet de restauration est hautement souhaitable.

L'augmentation de l'utilisation d'espèces indigènes dans les activités de restauration fournit des avantages environnementaux et de subsistance réels. Quatre avantages importants sont les suivants (Bozzano *et al.*, 2014.):

- (1) Elle contribue à la conservation des espèces elles-mêmes et de leur diversité génétique.
- (2) Si le matériel de plantation ne représente pas seulement une espèce indigène, mais provient de sources locales au site de plantation de semences, il aura évolué ensemble avec d'autres flore et faune de la région natale. Il devrait donc être bien adapté pour faire face à l'environnement local et devrait soutenir la biodiversité indigène et la résilience des écosystèmes à une plus grande mesure que celle du matériel de plantation introduit (exotique).
- (3) Les espèces indigènes peuvent être moins susceptibles, soit pour devenir envahissantes ou pour succomber aux ravageurs introduits ou indigènes, plus que les espèces exotiques.
- (4) Les espèces indigènes peuvent correspondre mieux aux préférences de la population locale, et les chances sont plus élevées pour que les populations locales détiennent les connaissances ethnobotaniques et ethnoécologiques de ces espèces, ce qui facilitera leur utilisation dans des projets de restauration.

La mise en place réussie et la survie des espèces indigènes dans les projets de restauration écologique dépendent de la façon et de la manière par lesquelles les semences sont récoltées. Il est important d'utiliser des semences adaptées localement, non seulement parce que les populations locales montrent souvent des avantages dans l'habitat natal, mais aussi parce que les génotypes non-locaux peuvent être inadaptés aux

conditions environnementales locales (Vander Mijnsbrugge *et al.*, 2010) ou peuvent même causer la contamination génétique des populations locales. En outre, pour aboutir à un écosystème fonctionnel et résistant, il est important que le matériel de plantation génétiquement adapté utilisé pour établir une communauté végétale, représente un niveau minimum de diversité intra-spécifique pour assurer que sa descendance sera à son tour viable et en mesure de produire une descendance viable. Mis à part la qualité initiale et la diversité génétique du germoplasme, et son aptitude pour le site de plantation, la mesure du flux de gènes à travers des paysages au fil des générations subséquentes est également d'une importance capitale pour le succès de la restauration à long terme. Cet ensemble de qualités génétiques est nécessaire pour fournir les fonctions, les biens et les services souhaités (Bozzano *et al.* 2014).

Des projets de restauration écologique ont besoin d'une fourniture effective de graines d'espèces indigènes. L'obtention de graines d'espèces spontanées est un défi important pour la restauration à l'échelle locale ou régionale, et encore plus pour la restauration à l'échelle du paysage. Des facteurs tels que la disponibilité des semences, les connaissances techniques, la formation et l'octroi de licences aux collectionneurs de semences, le coût des semences, la connaissance biologique et technique nécessaire pour traiter, stocker, lever la dormance et de fournir correctement des semences aux sites de restauration, causent une insuffisance de l'offre des graines (Bozzano *et al.* 2014). Par conséquent, la banque de semences d'espèces indigènes est un maillon essentiel dans la chaîne de restauration.

L'unification de la connaissance de semences à base scientifique avec l'infrastructure pour soutenir la gestion des semences à grande échelle et le développement de relations de travail efficaces entre les scientifiques des semences, les spécialistes de la restauration, l'industrie commerciale de semences et la communauté locale assureront des graines qui seront utilisées à leur plein potentiel pour des fins de restauration écologique (Bozzano *et al.* 2014).

3

L'UTILISATION DE LA FLORE INDIGÈNE: APERÇU SUR LE CADRE RÉGLEMENTAIRE

À l'heure actuelle, il y a de nombreuses références par rapport à l'importance de la conservation de la biodiversité - et donc la diversité génétique au sein des espèces (inter-populations et intra-population) -, dans les politiques et les conventions aux niveaux international, national et local. Parmi ceux-ci sont à noter la Convention sur la diversité biologique², signée par tous les pays méditerranéens, et les résolutions de la Conférence ministérielle sur la protection des forêts (Forest Europe³) liées à l'utilisation et la conservation des ressources génétiques forestières. La diversité génétique joue un rôle critique dans la capacité des ressources pour s'adapter aux changements environnementaux et leur résistance aux parasites, aux maladies et à d'autres contraintes, etc.

Toutefois, sur un plan pratique, ces principes ne sont pas toujours appliqués, et au lieu d'utiliser les espèces indigènes localement adaptées dans les actions de restauration des habitats naturels, les espèces exotiques ou de provenances inappropriées sont parfois utilisées. Cela se produit, en partie, par une connaissance insuffisante de l'importance de la conservation de la diversité génétique ou par un manque de connaissances, mais aussi parce qu'il n'y a pas toujours des règlements adéquats régissant ces questions.

Du point de vue de la gestion des ressources génétiques et de la pratique de la restauration, l'utilisation appropriée⁴ signifierait: 1) Utiliser les espèces indigènes, éviter les espèces exotiques; 2) Utiliser des

² <https://www.cbd.int/>

³ <http://www.foresteurope.org/>

⁴ Réglementations spécifiques pour les espèces / zones protégées ou celles visant à lutter contre les ravageurs et les maladies sont hors de la portée de ce chapitre.

matériaux de qualité: origine certifiée, qualité phénotypique adéquate et large base génétique; 3) Utiliser des matériaux de provenance locale (ou de matériaux adaptés localement).

3.1. Eviter les espèces exotiques

Une espèce autochtone (native ou indigène) peut être définie comme une espèce existant au sein de son terrain de répartition naturel et sa gamme de dispersion. Inversement, une espèce exotique (ou étrangère) n'est pas originaire de la région dans laquelle elle se produit, elle est introduite par l'homme dans une région soit intentionnellement ou non.

Dans les pays de Partenariat, les règlements actuels pour éviter l'utilisation d'espèces exotiques dans la nature n'englobent pas l'ensemble de l'extension de la signification des espèces exotiques: Habituellement, seules les espèces exotiques qui sont envahissantes ou potentiellement envahissantes sont expressément réglementées, sauf pour certaines zones spécifiques protégées, telles que les sites *Natura 2000*, réserves naturelles, etc., qui tendent généralement à éviter l'utilisation de toutes les espèces exotiques.

Le règlement général a été fait pour arrêter l'importation de certaines espèces exotiques dans tout le territoire de la Tunisie⁵, et pour éviter également l'hybridation, comme c'est le cas de la famille des *Palmaceae* et des *Rutaceae* (en particulier les *Citrus* genus), etc. bien que cette loi vise principalement la lutte contre les ravageurs et les maladies.

Des mesures très limitées sont prises au Liban pour renforcer l'utilisation des espèces indigènes. Elles ont interdit l'introduction de semences exotiques, des semis et des plants du genre *Cedrus* genus⁶ pour éviter la pollution génétique, mais elles n'ont pas développé des règlements spécifiques pour la délivrance des espèces envahissantes. Cependant, le ministère de l'Environnement a mis en œuvre, depuis 2002, le plan national de reboisement, visant à la réhabilitation et la restauration des zones forestières libanaises dégradées, et dans ce cadre, l'utilisation d'arbres forestiers indigènes dans les activités de reboisement a été autorisée avec interdiction spécifique de l'utilisation des espèces introduites (MoE, 2009).

En Espagne, la réglementation nationale pour les espèces envahissantes (ou potentiellement envahissantes)⁷ précise, pour chaque espèce dans le catalogue, son profil (importation, commerce, transport et utilisation à l'état sauvage) dans l'ensemble du territoire ou seulement dans une partie de celui-ci. La réglementation⁸ locale (Communauté Valencienne) existe aussi, contenant plus d'espèces que celles prévues par le catalogue et différents types de limitations espagnoles pour eux, plus ou moins divers selon le cas.

En Italie, «La flore vasculaire exotique et envahissante de l'Italie » a été publiée en 2010, mais il n'y a pas de lois spécifiques qui régissent l'utilisation des espèces de plantes exotiques dans la restauration des habitats. Inversement, ils sont souvent considérés comme des éléments de valeur économique pour la forêt,

⁵ Journal officiel de la république Tunisienne N°45, 8 Juin 2012, p1403- 1404

⁶ قرار 1/108، الصادر بتاريخ 1995/9/12، منع إستيراد أو إدخال كل بذور و شتول الأرز، وزارة الزراعة

⁷ Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras

⁸ Decreto 213/2009, de 20 de noviembre, del Consell, por el que se aprueban medidas para el control de especies exóticas invasoras en la Comunitat Valenciana

comme dans la loi actuelle en vigueur pour les forêts⁹. Quelques recommandations pour éviter l'utilisation d'espèces exotiques envahissantes sont faites à travers les nouveaux plans et stratégies aux niveaux national et régional, comme le « Plan régional de la Forêt et de l'Environnement » (PARPP) de la Sardaigne, mais pas de restrictions spécifiques. Les espèces exotiques ne sont qu'indirectement réglementées en Italie par l'application du Décret Législatif 19 Août 2005, n. 214¹⁰ qui est la mise en œuvre de la directive 2002/89 / CE¹¹ concernant des mesures de protection contre l'introduction et la propagation dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux.

En Grèce, les révisions les plus récentes du droit relevant de la conservation de la biodiversité¹² et des forêts¹³ stipulent l'obligation de restaurer les habitats naturels avec des plans de restauration approuvés et de prendre des mesures pour restaurer les impacts des espèces exotiques envahissantes sur la biodiversité, mais ne comprennent pas les règlements spécifiques pour les espèces végétales utilisées. Il y a des règlements spécifiques uniquement pour la restauration des mines¹⁴, qui stipulent que les plantes utilisées pour la restauration doivent appartenir à l'écosystème environnant et l'introduction d'espèces exotiques doit être évitée. En ce qui concerne la gestion des espaces verts publics¹⁵, la loi stipule que les espèces végétales utilisées doivent principalement être des espèces indigènes ou des espèces de climat méditerranéen. Cependant, il n'y a pas de réglementation spécifique interdisant la plantation de certaines espèces exotiques.

Un règlement important qui pourrait actuellement être appliqué à tous les membres de l'Union Européenne, est la nouvelle réglementation sur les espèces exotiques envahissantes¹⁶ qui a été publiée en Novembre 2014. Ce règlement établit des règles visant à prévenir, réduire et atténuer les effets négatifs de l'introduction et de la propagation, délibérée et accidentelle, d'espèces exotiques envahissantes sur la biodiversité et les services écosystémiques connexes, ainsi que sur d'autres domaines d'importance économique et sociale. À cette fin, la Commission Européenne a établi une liste ouverte des espèces exotiques envahissantes de préoccupation, qui est périodiquement révisée et actualisée. Les espèces mentionnées dans la liste ne peuvent pas être introduites délibérément dans l'Union Européenne, elles ne peuvent pas être conservées, élevées, transportées, commercialisées, cultivées ou rejetées dans l'environnement à partir ou au sein de l'Union non plus.

⁹ Regio decreto-legge 30 dicembre 1923, n. 3267. Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani

¹⁰ Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 214. Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali

¹¹ Directive 2002/89/EC, of 28 november 2002, on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community

¹² Νόμος 3937/2011 (ΦΕΚ 60 Α/31.03.2011), Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις

¹³ Νόμος 4280/2014 (ΦΕΚ 159 Α/08.08.2014), Περιβαλλοντική αναβάθμιση και ιδιωτική πολεοδόμηση – Βιώσιμη ανάπτυξη οικισμών Ρυθμίσεις δασικής νομοθεσίας και άλλες διατάξεις

¹⁴ Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ10/Φ68/οικ. 4437/01.03.2001 (ΦΕΚ 244 Β/08.03.2001), Προδιαγραφές και χρονοδιάγραμμα ειδικής μελέτης αποκατάστασης (άρθρο 7 παρ. 1 εδαφ. β Ν.2837/2000)

¹⁵ Υπουργική Απόφαση 125837/726/03.06.2013 (ΦΕΚ 1528 Β/21.06.2013), Προδιαγραφές Σύνταξης των Μελετών Διαχείρισης Κοινόχρηστων χώρων πρασίνου

¹⁶ Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species

3.2. Utiliser des matériaux de qualité: assurer l'identité, la qualité phénotypique et la large base génétique

La Directive Européenne 1999/105 / CE¹⁷ vise à améliorer la transparence sur le marché du matériel des plantes de reproduction (graines, fruits, parties de plantes, plantes) et des principales espèces utilisées dans le reboisement et la restauration, et de veiller à ce qu'elles soient de qualité génétique et phénotypique adéquate. Les mécanismes de contrôle dans les processus de production et de commercialisation peuvent garantir l'identité et la mise en place de certaines exigences qui doivent être respectées par les matériaux (en termes d'âge, taille, système racinaire et autres) destinés à la commercialisation et garantiront la qualité phénotypique adéquate. Les exigences pour les régions ayant un climat méditerranéen sont fournies spécifiquement. L'obligation d'utiliser un matériel de base approuvé uniquement pour la production des matériaux forestiers de reproduction destinés à être commercialisés garantira la qualité génétique, en mettant en place les conditions au sein de ces matériaux de base, parmi eux, seulement pour certains matériaux de base, un nombre suffisant d'individus est nécessaire pour assurer l'inter-pollinisation adéquate et d'éviter les effets défavorables de la consanguinité.

Elle introduit le concept de « région de provenance », qui est défini comme « zone ou groupe de zones soumises à des conditions écologiques suffisamment uniformes dans lesquelles sont situées des peuplements ou des sources de graines présentant des caractères phénotypiques ou génétiques similaires ». Les États membres devraient établir des listes et dresser des cartes des régions de provenance. Ce concept est particulièrement intéressant car il représente un aspect fondamental pour une gestion rationnelle-écologique, permettant d'atteindre l'adaptation (y compris l'adaptation génétique) des matériaux dans les sites où ils seront mis en œuvre.

L'Espagne, l'Italie et la Grèce ont impliqué l'intégration complète de la présente directive à travers les différents décrets des états^{18,19,20}, assurant ainsi l'identité de la reproduction de matériel forestier et la qualité génétique et phénotypique adéquate d'un nombre d'espèces forestières largement utilisées dans les restaurations, pour la production et la commercialisation. Les régions de provenance sont également définies pour les espèces énumérées dans chaque cas. Ces règlements, cependant, ne considèrent pas la réglementation dans le sens ordinaire de l'utilisation de ces matériaux (exemple : ils ne conditionnent pas la décision d'utiliser l'un ou l'autre dans un site particulier), ce qui constitue sa principale limite. Les matériaux sont certifiés, l'origine et la qualité sont garanties; mais une utilisation appropriée de ceux-ci n'est pas assurée.

En Tunisie, la loi N ° 99-42 du 10 mai 1999²¹ sur les semences, les plants et les nouvelles variétés de plantes, établit les conditions pour le contrôle, la production, la propagation ainsi que les normes générales de stockage, de conditionnement et d'étiquetage pour le marketing afin de garantir la qualité des semences et des plants.

Au Liban il n'existe pas de réglementation analogue.

¹⁷ Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material

¹⁸ Real Decreto 289/2003 (modificado por el Real Decreto 1220/2011), de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción

¹⁹ Decreto Legislativo 10 novembre 2003, n. 386. Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione

²⁰ Προεδρικό Διάταγμα 17/2003 (ΦΕΚ 14 Α/27.01.2003), Δασικό πολλαπλασιαστικό υλικό, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 1999/105/Ε.Κ.

²¹ Loi N° 99-42 du 10 mai 1999 sur les variétés de graines, de semences et des nouvelles plantes

3.3. Utilisation des matériaux de provenance locale

En Espagne, ce type de réglementation n'existe pas à un niveau national. Dans la région de Valence, le décret 15/2006²² contient les lignes directrices concernant l'origine et les caractéristiques des matériaux forestiers de reproduction et l'expansion par 40, le nombre d'espèces déjà établies par le Décret Royal national. Pour ces espèces, le même système de contrôle et les mêmes exigences sont applicables dans leur série de répartition régionale, que celles établies par la loi²³ de l'Etat, sauf par l'émission des matières de base; puis, les matériaux des nouvelles espèces inscrites peuvent, en fait, être recueillis dans des zones sans exigences spécifiques étant en risque de perdre la qualité génétique. Particulièrement intéressant est l'article 19, qui stipule explicitement que les matériaux forestiers de reproduction à utiliser dans le reboisement ou la restauration devraient provenir de la même région où le reboisement ou la restauration va être mis en œuvre, c'est-à-dire assurer l'adaptation du matériel forestier de reproduction aux conditions écologiques où le reboisement / restauration sera mis en œuvre par l'obligation d'utiliser des sources locales. Pour mettre en œuvre ces tâches, des subdivisions spécifiques des provenances nationales sont faites au sein de cette législation régionale, et en plus, des provenances différentes et spécifiques pour certaines espèces riveraines sont fournies.

En Tunisie, en Grèce et au Liban il n'y a pas de réglementation spécifique indiquant l'obligation de l'utilisation de sources locales où la restauration écologique sera effectuée. Cependant, en Tunisie, un Atlas spécifique existe et il définit pour chaque forêt et écotype le lieu de provenance des semences, la période de récolte, etc. Pratiquement, les graines récoltées peuvent être réutilisées dans la même région.

En Italie, ils ne disposent pas de ce genre de réglementation non plus, même si des efforts ont été faits pour répondre à cette question: l'PFAR de Sardaigne vise à utiliser des sources locales de matériaux forestiers de reproduction à travers la réorganisation de la pépinière régionale, mais le PARPP ne dispose pas encore d'un règlement d'application complet et approuvé.

En outre, l'Italie est en train d'élaborer un «plan national sur la biodiversité», qui n'a pas encore été approuvé, et qui vise à réglementer la production, le stockage, la commercialisation, la distribution et (surtout) l'utilisation de tout type de matériel pour la propagation et la conservation de la diversité génétique de la vie sauvage et domestiquée en Italie.

²² Decreto 15/2006, de 20 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se regula la producción, comercialización y utilización de los materiales forestales de reproducción

²³ Real Decreto 289/2003 (modificado por el Real Decreto 1220/2011), de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción

4

LES TECHNIQUES DE LA RESTAURATION DE L'HABITAT

Bien que les écosystèmes méditerranéens présentent généralement une résistance élevée aux perturbations naturelles qui les ont affectées périodiquement au fil du temps, et que ses espèces ont développé des réponses adaptatives à celles-ci, ils sont très vulnérables à des facteurs anthropiques et leur capacité d'auto-récupération peut être limitée ou même devenir appauvrie.

Les projets de restauration doivent être prévus pour restaurer la structure et la fonction des écosystèmes; un des plus grands défis est de décider quelles sont les interventions nécessaires pour atteindre cet objectif.

Selon le niveau de dégradation, les interventions peuvent être plus ou moins complexes: dans les écosystèmes légèrement dégradés, les pratiques de gestion visant à éliminer les facteurs de stress peuvent être assez pour récupérer la fonctionnalité du système et pour prévenir la dégradation. Dans d'autres cas, en plus de l'élimination des facteurs de dégradation existants, il peut être nécessaire de réaliser une modification biologique pour la restauration des conditions d'environnement physiques et / ou chimiques, ou les deux. Dans les cas les plus extrêmes, la couverture végétale, le sol et la morphologie d'origine peuvent être détruits en tout ou en partie, par conséquent, des travaux visant la reprise de la morphologie antérieure et la restitution de la terre doivent être entrepris.

Les types d'intervention requis dépendront des conditions initiales des zones dégradées: celles concernant le statut de la biocénose (état du sol de la banque de semences, proportion des semences survivantes après la dernière perturbation, nombre d'individus reproducteurs, présence de la faune dispersive, ...) , ainsi que ceux visés aux paramètres abiotiques (régime de précipitations et de températures, état du sol et ses caractéristiques, niveaux d'érosion ..), et aussi les menaces actuelles, les facteurs de risque potentiels et

même les conditions environnantes (le degré d'isolement de l'habitat perturbé va influencer les phénomènes de migration des deux diasporas végétales et des diffuseurs de faune et / ou des prédateurs).

Des difficultés techniques conditionneront également le processus de restauration. Ces difficultés peuvent découler des conditions défavorables topographiques, l'accessibilité, la nature du substrat, le manque de disponibilité des installations appropriées et des semences (absence ou peu de diversité des espèces dans le marché et manque de sources locales), peu de connaissances sur la capacité des plants des espèces à introduire et sur les techniques de culture dans les pépinières qui le favorisent.

À son tour, le contexte socio-économique dans lequel se déroulera le projet peut influencer la planification, la mise en œuvre et le suivi du projet, et donc son succès. Donc il faut tenir compte des attentes de la communauté autour du projet et des moyens financiers disponibles.

Un projet de restauration est aussi une bonne occasion pour promouvoir la rétroaction entre la pratique et la science écologique. Par exemple, les projets à l'échelle locale pourraient être utilisés pour comparer différentes approches pour résoudre les contraintes spécifiques, de nouvelles techniques pourraient être testées dans un contexte réel et la recherche sur les questions écologiques quiempiètent sur le projet, pourraient également être mises en œuvre.

Les projets de restauration écologique doivent être adaptatifs, ils doivent avoir la capacité de permettre des variations dans leurs mises en œuvre selon l'évolution du système dans lequel des actions sont menées. Les premiers systèmes de surveillance sont nécessaires, appuyés par des indicateurs spécifiques qui rendent compte des écarts possibles par les résultats attendus.

Les projets de restauration peuvent couvrir un large éventail d'objectifs. Il y a des projets de restauration où il est conseillé qu'ils soient complétés par d'autres activités *ex situ* ou *in situ* visant à assurer (ou du moins favoriser) la viabilité à long terme de l'habitat restauré. Les activités de communication, d'éducation ou de sensibilisation environnementales peuvent aider les gens à trouver des valeurs, de la motivation et de la responsabilité en ce qui concerne l'amélioration de la qualité et la durabilité des écosystèmes. La gestion passive ou active de l'habitat, en développant, par exemple, des plans de gestion à réaliser après les actions de restauration, ou par la promotion de réglementations pour prévenir les activités nuisibles ou pour protéger la région, contribuera à empêcher le retour à un état dégradé. Le stockage dans des banques de semences des espèces menacées, rares ou endémiques, ou encore le développement de protocoles de germination et de culture, sont des tâches reconnues comme un complément indispensable à des fins de restauration. Enfin, le renforcement des relations avec d'autres initiatives parallèles en rapport avec la protection de l'écosystème et la restauration, tels que l'infrastructure verte, est également recommandé.

Dans tous les cas, les projets de restauration doivent considérer à la fois les connaissances disponibles sur les habitats présents dans la zone dégradée et l'expérience précédente réparatrice et son efficacité. Tenant

compte du fait que les états et les contextes hétérogènes sont la règle, les exigences de réussite ne sont pas claires et absolues, et dans ce sens, des projets de restauration ne doivent pas être « copiés et collés », mais les projets déjà mis en œuvre -y compris les réussites mais aussi les échecs- peuvent être utiles pour aller de l'avant.

Beaucoup de techniques de restauration de l'habitat ont été développées de manière empirique ou sur la base d'initiatives de recherche. Dans ce chapitre, une compilation de quelques techniques appropriées qui ont été utilisées avec succès dans des projets de restauration développés et dans les types d'habitats sélectionnés dans le projet ECOPLANTMED, est fournie.

Un accent particulier a été mis sur les questions liées à la re-végétalisation, car c'est le principal sujet du projet ECOPLANTMED, mais aussi parce que ce phénomène est une partie importante de la plupart des projets de restauration. Certaines structures de protection nécessaires ou complémentaires à la réintroduction de plantes ont été incluses, telles que les structures de lutte contre l'érosion ou de protection pour créer le site adéquat pour les plantes pour leur survie et leur croissance; les méthodes de construction proposées sont respectueuses de l'environnement et esthétiquement attrayantes.

4.1 Les forêts

Principales pressions humaines	Conséquences	Stratégies	Techniques
<ul style="list-style-type: none"> • Changements dans les régimes de feu dans les forêts • Conversion de l'utilisation des terres (agriculture, urbanisation) • Surexploitation des ressources (surpâturage, le bois de chauffage, le bois, etc.) • Exploitation minière • Infrastructures de transport • Ravageurs et maladies (principalement aucune espèce indigène) • Boisement sans espèces ou provenances indigènes 	<ul style="list-style-type: none"> • La réduction de la surface des forêts • La perte de sol et la désertification • La perte de la biodiversité • La fragmentation de l'habitat • L'introggression génétique 	<ul style="list-style-type: none"> • Restauration du régime de feu naturel • Conception de plans de gestion • Lutte contre les parasites et les maladies • Stabilisation des pentes pour prévenir l'érosion des sols • Protection contre le pâturage • Récupération des champs pour augmenter la superficie forestière et la connectivité • Revégétalisation 	<ul style="list-style-type: none"> • La prévention des incendies • Le boisement et le reboisement avec des plantes indigènes • La stabilisation des pentes avec des structures de matériau naturel • La clôture ou d'autres mesures visant à prévenir le surpâturage • La mise en œuvre des pratiques sylvicoles adéquates

L'augmentation de la fréquence des feux de forêt peut être la pression anthropique la plus dramatique dans les forêts méditerranéennes, suivie dans certains pays par le surpâturage et la surexploitation. Outre les stratégies et les mesures de gestion des incendies et de contrôle de la surexploitation, les politiques faisant face à la restauration des habitats incluent presque toujours les plans de reboisement -reforestation et afforestation-.

Le reboisement: Les espèces indigènes de provenance locale devraient être choisies pour la plantation. Les forêts mono-spécifiques de pins dans les pays méditerranéens ont été largement plantées en raison de leur taux de survie élevé et de leur croissance relativement rapide. À l'heure actuelle, il est également recommandé d'utiliser d'autres arbres et arbustes ligneux (comme par exemple, les espèces capables de régénération, comme par exemple les espèces de *Quercus.*, ou celles qui produisent des fruits charnus, par exemple le *Juniperus*). De cette façon, la résilience aux perturbations, principalement le feu, et l'interaction des espèces sont promues. Les espèces exotiques ou le matériel génétique sélectionné doivent être limités aux plantations à des fins de production.

Les plantes à racines nues ont été largement utilisées dans le passé en raison de leur coût de production relativement faible. Cependant, il a été prouvé que les plantes cultivées en conteneurs réussissent mieux que celles des stocks à racines nues, en grande partie grâce à la protection des systèmes racinaires dans le

sol jusqu'à l'heure de la plantation; d'ailleurs, la période de semis est plus longue pour les plantes dans un récipient. Quoi qu'il en soit, les plantes à racines nues pourraient être utilisées dans des zones sans limitation d'eau. Dans les deux cas, les stocks de plantes de haute qualité et de provenances locales devraient être utilisés. Concernant le semis direct, cette technique a montré une faible efficacité dans de nombreuses expériences dans les conditions méditerranéennes.

Lors de la croissance des plantes, il faut prendre soin de la gestion dans la pépinière pour produire des plants adaptés, capables de faire face à la sécheresse comme facteur critique (type de conteneur, type de nutriments, arrosage et régime de fertilisation, entre autres).

Le matériel végétal âgé d'un an est généralement planté dans le site. Les plantes âgées de deux ans peuvent être utilisées pour certaines espèces à faible croissance.

La préparation du site joue également un rôle important pour améliorer l'approvisionnement en eau et les propriétés physico-chimiques du sol. La technique appropriée devrait être choisie en tenant compte des caractéristiques du sol, du degré de la pente, de l'impact sur le paysage, de la taille de la zone à boiser, mais aussi des contraintes économiques. La préparation du site pourrait être limitée à la transplantation en creusant manuellement ou mécaniquement à l'aide d'une perceuse ou d'une excavatrice. Pour la préparation linéaire du site sur les pentes de moins de 35%, le ripper pourrait être utilisé en descendant linéairement jusqu'à 35-60 cm. Les lignes doivent suivre les courbes de niveau pour prévenir l'érosion du sol. Cette méthode permet la préparation d'une grande zone tout en réduisant les coûts par rapport au creusement manuel. En outre, elle améliore les propriétés physiques du sol pour assurer la survie des plantes et limite l'impact négatif sur le paysage. D'autres méthodes existent pour la préparation linéaire du site avec différents types de machines et de résultats, comme par exemple la création de terrasses ou de bermes. La préparation mécanique de toute la surface est également possible, mais il n'est pas recommandé si le risque d'érosion existe ou si la couverture végétale naturelle existe.

Dans le climat méditerranéen, lors de la plantation manuelle dans le récipient, des fossés d'au moins 40-45 cm de profondeur doivent être préparés. Le temps adéquat de plantation est au cours de la période de dormance. La fin de l'automne, la fin de l'hiver et le début du printemps sont recommandés prenant l'avantage du régime de précipitations méditerranéen. Les racines ne devraient pas être tenues ou recourbées vers le haut dans les trous pour les plantes à racines nues lors de la plantation. Il faut prendre soin d'enterrer la plante droite et légèrement au-dessus du collet et de compacter suffisamment le sol lors du remplissage pour assurer un bon contact de la racine avec celui-ci. Les petits fossés ou talus pourraient être créés autour des plantes après la plantation pour retenir l'irrigation des précipitations. Les plantes pourraient également être entourées par du paillis pour prévenir la perte d'eau et la concurrence des mauvaises herbes.

Les abris individuels bien conçus sont utiles pour réduire la mortalité des arbres par la sécheresse et le pâturage. Cependant, ils pourraient produire des tiges anormalement allongées pour certaines espèces. Si c'est possible économiquement, des clôtures de bornage pourraient être établies dans de petites zones boisées quand il y a un danger d'intrusion et des dommages causés par les animaux au pâturage. Les protecteurs individuels de plantes spontanées sont également utilisés pour empêcher le pâturage des animaux. La protection doit être retirée lorsque les plantes atteignent une certaine hauteur.

Le reboisement doit être surveillé à l'automne au cours des premières années après la plantation, pour évaluer le succès de la restauration. La replantation est recommandée pour remplacer les plantes mortes.

La forme de protection contre l'érosion: dans les sites où l'érosion est en stade avancé et où les ravins ont été creusés par les eaux de ruissellement, le reboisement pourrait être complété par des structures d'atténuation, comme les canisses, la fascine, les murs de soutènement ou des secs géotextiles dans de petites zones. Ces techniques pourraient également être utilisées après les incendies de forêt afin d'éviter la perte de sol.

Quelques références recommandées

Bautista S, Aronson J, Vallejo R (eds.). 2009. Land restoration to combat desertification: Innovative approaches, quality control and project evaluation. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Paterna.

Foret Méditerranéenne. URL: <http://www.foret-mediterraneenne.org/fr/publications>

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. URL: <http://www.ceam.es/GVAceam/programas/FORESTAL/forestal.htm>

Mansourian S, Vallauri D, Dudley N. (eds.). 2005. Forest Restoration in Landscapes. Beyond planting trees. Springer, New York.

Peman García J, Navarro Cerrillo RM, Nicolás Peragón JL, Prada Sáez MA, Serrada Hierro R (eds.). 2012. Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Tomo I. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Peman García J, Navarro Cerrillo RM, Nicolás Peragón JL, Prada Sáez MA, Serrada Hierro R (eds.). 2013. Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Tomo II. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Piotto B, Di Noi A (eds.). 2001 Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea. ANPA, Rome.

Schiechti HM. 1985. FAO watershed management field manual. Vegetative and soil treatment measures. FAO Conservation Guide 13/1, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

4.2 Habitat d'eau douce

Principales pressions humaines	Conséquences	Stratégies	Techniques
<ul style="list-style-type: none"> • Lutte contre les inondations (digues, barrages) • Canalisation (digues et stabilisation des berges) • Conversion de l'utilisation des terres (agriculture, urbanisation) • Dérivations d'eau et pompage de l'eau souterraine • Pollution • Infrastructures de transport (routes, ponts) • Extraction de gravier • Piétinement du bétail 	<ul style="list-style-type: none"> • Incision de la manche et déstabilisation des rives • Détérioration de la qualité de l'eau (physique, chimique et biologique) • Perte de la biodiversité • Fragmentation de l'habitat • Espèces envahissantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre du régime d'écoulement de l'environnement • Améliorer la connectivité riveraine et la continuité • Contrôle de la pollution diffusée • Revégétalisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Récupération de terres pour agrandir les plaines inondables • Élimination de l'infrastructure transversale (ou la substitution ou complétées par les passes à poissons dans les zones riveraines) • Élimination de la canalisation • Contrôle des espèces envahissantes • Stabilisation des berges avec des matériaux naturels • Réintroduction des plantes et espèces indigènes • Clôture de la Banque

Le principal impact sur les riverains et les habitats méditerranéens humides est la modification des régimes d'écoulement ou de la disponibilité de l'eau. Dans le contexte des politiques et des plans de gestion, la pertinence de ces facteurs sur le biote impose la prise en considération la qualité et la dynamique de l'eau. Pour concilier ces deux aspects, l'eau à usage humain et la conservation de l'habitat, un régime d'écoulement de l'environnement devrait être adopté. Outre la gestion de l'eau, la restauration hydrologique peut inclure la création de structures pour prévenir l'érosion du sol et la récupération de la banque de végétation à court terme. Un certain nombre de méthodes de bio-ingénierie, pour la réalisation de la stabilisation de la rivière ou des rives des lacs et la revégétalisation et l'intégration visuelle des paysages en même temps, pourrait être utilisé dans de nombreuses circonstances. Lorsque la végétation vivante comme le matériel d'ingénierie ne suffit pas à stabiliser les berges, d'autres techniques à faible impact doivent être utilisées, en les combinant avec la végétation si c'est possible (comme par exemple Enrochements végétalisés). Certaines de ces méthodes de bio-ingénierie actuellement utilisées sont décrites de façon concise.

Les fascines vives: des faisceaux cylindriques (d'un diamètre de 30-50 cm et 3-4 m de longueur), des branches (d'un diamètre minimal de 3 cm et d'une longueur minimale de 2 m), des espèces ligneuses faciles à s'enraciner (les espèces de *Salix* ou *Tamarix*) attachées ensemble avec du fil galvanisé sont construits. Ils

sont immédiatement placés le long du pied du talus au moyen de piquets de bois ou de tiges d'acier d'une longueur minimale de 60 cm.

Clôture avec des caroncules vivantes: des piquets de bois (0,5 à 1 m de longueur) sont entraînés verticalement dans le sol à environ 50 cm de distance. Les branches flexibles des espèces faciles à s'enraciner sont ensuite tressées autour des enjeux, tout en enterrant d'abord sa fin dans le sol. Les clôtures sont remplies de terre à l'arrière pour empêcher le matériel végétal de se dessécher.

Matelas de brosse vivants: une banque nivelée est couverte par des poteaux ou des branches ramifiées d'espèces ligneuses faciles à s'enraciner, dont les extrémités de fond se prolongent dans l'eau. Ils sont maintenus en place par des fils d'étirement entre les piquets en acier ou les piquets vivants ou morts. Le matelas est légèrement recouvert de terre.

Un *Cribwall* (mur) de bûches végétalisé: Une excavation avec une légère pente inverse est faite. Des *cribwall* simples ou à double parois sont construits de bûches (d'un diamètre minimum de 20 cm). Tout en remplissant le *cribwall* avec du sol, des branches, des boutures ou des plantes enracinées d'espèces ligneuses vivantes sont insérées vers l'extérieur.

Enrochements végétalisés: sur les banques de pente douce, des boutures d'espèces ligneuses faciles à s'enraciner (d'un diamètre de 1-5 cm et d'une longueur de 30 cm à 1,5 m) sont entraînées verticalement ou, plus souvent, dans un certain angle dans le sol.

Textiles: Une grande variété de géo-tissus et textiles organiques peut être utilisée pour fournir une couche temporaire jusqu'à ce qu'une couverture de la végétation naturelle soit établie.

Le contrôle des plantes envahissantes: les espèces envahissantes doivent être enlevées manuellement ou mécaniquement autant que possible avant la plantation. La lutte chimique est utilisée si d'autres méthodes ne sont pas possibles ou s'il y a un risque de déstabilisation de la banque; les herbicides, avec un faible impact négatif sur l'environnement doivent être utilisés. *Arundo donax*, comme d'autres espèces intolérantes à l'ombre, peut être contrôlée dans une certaine mesure par la création d'un couvert forestier. Le développement des espèces exotiques doit être contrôlé aussi dans la maintenance pour éviter la concurrence après la plantation par des espèces indigènes.

La revégétalisation: les espèces indigènes de provenance locale devraient être choisies pour la plantation. Les matières végétales comprennent généralement des boutures d'espèces indigènes riveraines faciles à s'enraciner, comme les peupliers, les saules ou les tamaris. Elles pourraient être collectées à partir d'un site donneur proche ou obtenues auprès d'un fournisseur de plantes. La première option est la meilleure façon, si aucun contrôle de provenance n'est garanti par la pépinière. Dans tous les cas, il faut veiller à la collecte afin d'obtenir un matériel des deux sexes à la fois et pour empêcher la propagation de seulement quelques génotypes. Les boutures vivantes ou les sections de la tige d'au moins 40 cm de long et 1,5 cm de largeur

prélevées à partir de bois jeune vigoureux environ, trois quarts de leur longueur est enfoncé dans le sol pendant la fin de l'hiver, en période de dormance, mais lorsque les risques de gel sont plus faibles. Les boutures de branches de 1-3 m de long et 4-15 cm de diamètre pourraient être utilisées lorsque la nappe d'eau sous la plantation est profonde, comme par exemple pour les hautes pentes raides. Pour ces espèces faciles à déraciner, elles ne devraient pas être rejetées pour produire des plantes à partir de graines et promouvoir la diversité génétique dans les populations nouvelles.

D'autres plantes d'espèces arbustives ou boisées riveraines sont aussi couramment installées dans la deuxième rangée de la végétation le long des rives et dans les plaines inondables (comme par exemple pour les cendres, l'aulne ou ormes dans l'habitat riverain). Ces espèces sont cultivées dans des conteneurs et plantées comme des plants âgés de 1-2 ans; cependant, des plants de plus grandes tailles ont également été utilisés. Des trous proportionnels à la taille du réservoir de l'usine sont creusés manuellement. En climat méditerranéen le meilleur moment pour planter est à la fin de l'hiver et au début du printemps, lorsque les plantes sont déjà en dormance et le sol est assez humide; il est également possible de planter en fin d'automne. Les plantes doivent être arrosées immédiatement après la plantation pour améliorer l'adhérence des racines au sol.

Pour certaines végétations aquatiques, telles que les espèces du genre *Chenopodium*, *Typha*, *Phragmites* ou *Iris*, les sections de rhizomes peuvent être utilisées. Les rhizomes sont coupés en morceaux, répartis sur la surface de la banque près de l'eau et légèrement recouverts de sol immédiatement. Il est conseillé de le faire au début de la période végétative. La transplantation à l'extérieur de ces rhizomes dans l'environnement aquatique nécessite des conteneurs spéciaux pour empêcher le substrat de culture de s'écrouler ou des conteneurs flottant en contact avec l'eau. Les récipients biodégradables, tels que des boîtes en bois ou les palettes ou les conteneurs de tourbe pressée à laquelle une couche de gravier est ajoutée sur le dessus, pourraient être utilisés. Les espèces aquatiques sans attachement à la boue pourraient être cultivées en pépinière et libérées sur la surface de l'eau.

La distribution des plantes dans la région devrait tenir compte du fait que la végétation dans les zones humides et les cours d'eau occupent habituellement une position différente par rapport à l'eau. Il est conseillé de prendre en compte un stand bien conservé près de la zone à revégétaliser comme référence. Un modèle de plantation conçu sur une base modulaire pourrait conduire à une végétation floristiquement et structurellement diversifiée: chaque module ou stand comprend une ou deux espèces d'arbres et quelques arbustes, différents des autres modules. Ces petits peuplements sont répétés au hasard le long des rives, adaptés aux caractéristiques de la topographie et des sols.

L'ensemencement à la main ou mécaniquement avec des espèces des zones humides herbacées indigènes est aussi une pratique courante pour la stabilisation de la plaine inondable et de la banque des sols, principalement pour réduire la perte de sol immédiatement après la remise en végétation, les arbres et les

arbustes prennent du temps à se développer; cela pourrait être fait en liaison avec le placement des textiles. Des précautions doivent être prises pour éviter les semences herbacées, comme elles sont préparées normalement avec des espèces non indigènes.

Les plantes doivent être arrosées régulièrement pendant les périodes sèches tout au long de la première année après la plantation. Des clôtures individuelles temporaires ou protectrices de plantes doivent être utilisées s'il y a une menace de bétail ou de pâturage des animaux ou une pression récréative.

Quelques références recommandées

European Centre for River Restoration. URL: <http://www.ecrr.org/Publications/tabid/2624/Default.aspx>

González del Tánago M & García de Jalón D. 2007. Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos. Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Griggs FT. 2009. California Riparia Habitat Restoration handbook. River Partners.

Roni P & Beechie T (eds.). 2012. Stream and Watershed Restoration: A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Wiley-Blackwell

Rutherford D, Jerie K & Marsh N. 2000. A Rehabilitation Manual for Australian Streams. Volume 2. Land and Water Resources Research and Development Corporation. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, Canberra – Clayton.

The River Restoration Centre (Manual on river restoration techniques) URL: <http://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>

4.3 Habitat Côtier / Dunaire

Principales pressions humaines	Conséquences	Stratégies	Techniques
<ul style="list-style-type: none"> • Urbanisation • Infrastructure côtière • Agriculture • Pollution • Surpâturage • Extraction aride • Loisirs de plein air • Boisement dans certains cas 	<ul style="list-style-type: none"> • Changements dans la dynamique des dunes • Augmenter l'érosion côtière • Changements dans le flux naturel des sédiments • Perte de biodiversité • Fragmentation de l'habitat • Espèces envahissantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Élimination de l'infrastructure • Reconstruction et / ou protection des barrières de dunes • Revégétalisation • Élimination des espèces envahissantes • Réduction de la pression récréative 	<ul style="list-style-type: none"> • Clôtures de sable • Réintroduction de plantes et espèces indigènes • Contrôle des espèces envahissantes • Paillage • Clôtures de châssis et de passerelles • Elimination progressive des forêts artificielles inadéquates

L'influence de l'homme sur les dunes côtières de la Méditerranée est importante, principalement en raison de l'urbanisation et des activités côtières de loisirs. La reconversion des zones déjà construites semble être irréaliste. À ce stade, la récupération et la conservation des dunes côtières moins ou peu perturbées devraient avoir une considération majeure dans les politiques environnementales régionales. D'autres stratégies à adopter, la reconstruction des systèmes dunaires en plaçant des barrières artificielles pour réduire la vitesse du vent et pour piéger le sable soufflant s'avère une pratique courante. Elle est souvent complétée par la réintroduction de communautés de plantes indigènes afin de récupérer les dynamiques naturelles et de la biodiversité. Des barrières spécifiques permettant de protéger les zones récemment plantées et la végétation en développement, pourraient également être installées.

Les clôtures perméables de sable: elles devraient être construites avec des matériaux naturels placés perpendiculairement au vent dominant. Elles pourraient être faites de branches et de rameaux des arbustes, comme, par exemple, les espèces de *Tamarix*, ou de paille d'une végétation feuillue, par exemple l'espèce *Spartina versicolor* utilisée en Espagne ou encore de lattes de bois. Pour la restauration du système des dunes sur les rives de la Méditerranée, un vide solide de 40-60% est suffisant pour que les clôtures soient efficaces.

Au fil du temps, elles seront couvertes de sable et de la pourriture, et disparaissent, atteignant un aspect tout-naturel des dunes ayant un âge de 6-7 ans. Sous le vent, les palissades prennent plus de temps à disparaître. Le suivi et l'entretien régulier doivent être pris pour réparer les clôtures et enlever les débris qui peuvent être capturés le long de la clôture.

Lors de la conception de l'emplacement de la dune bordière, il est nécessaire d'établir des limites de vague run-up (de plage sèche) pour prévenir l'échec du projet. Dans la pratique, ces distances peuvent être

estimées dans les systèmes de référence près de la zone à restaurer. Lors de la conception de la reconstruction de dunes géomorphologiques, il est important de tenir compte des pentes exposées au vent et sous le vent (30% et 40% respectivement). Si une régénération de sable provenant de sources extérieures est nécessaire, le sable d'une grosseur de grain minimale de 0,2 mm doit être utilisé.

Les enceintes de clôture et les passerelles: des clôtures pour atténuer les processus de pression menaçant comme le pâturage du bétail ou les activités de loisirs, principalement sur les zones récemment plantées, pourraient être installées. Il est préférable d'utiliser des clôtures faites de matériaux naturels (bois, cordes) et de les retirer dès que les menaces disparaissent. L'installation de passerelles en bois pour les visiteurs est une Bonne Pratique pour éviter le piétinement spontané des dunes.

Les récipients géotextiles: De grands récipients remplis de sable ont été utilisés comme éléments de structure à la place du béton ou enrochement pour protéger la zone côtière où le contrôle de l'érosion des berges est nécessaire.

Le contrôle des espèces envahissantes: le contrôle des espèces exotiques doit être inclus dans le cadre de la préparation du site et réalisé à la main à petite échelle ou mécaniquement sur de grandes surfaces, s'il n'y a pas de risque de perdre la structure des dunes; l'application d'herbicides pourrait être nécessaire dans certains cas. Le contrôle est également nécessaire dans l'entretien pour éviter la concurrence après la plantation.

La revégétalisation: Une sélection des espèces indigènes de provenance locale basées sur des systèmes de référence existants, moins dégradés, tout en tenant compte des différents secteurs de la dune (vent, sous vent, crête et dune embryonnaire) est la meilleure option.

Les plantes de haute qualité, élevées en pépinière d'origine connue, devraient être utilisées, mais l'ensemencement à la place de la plantation ne pouvait pas être effectué pour certaines espèces; le coût du projet pourrait être considérablement réduit. Le semis direct est conseillé pour les espèces à croissance rapide (comme par exemple celles appartenant aux familles des légumineuses ou des crucifères), en particulier si les bonnes plantes de qualité ne sont pas disponibles. La plantation à haute densité pour promouvoir la couverture végétale rapide et réduire les espaces ouverts pour les espèces envahissantes pourrait également être une bonne stratégie.

Pour les espèces qui tendent à produire une racine développée, comme les espèces de graminées, il est conseillé d'enterrer les plantes presque entièrement, exposant uniquement les 10 derniers cm de la partie aérienne, ce qui signifie que le collet des plantes sera à une profondeur de 15 à 25 cm, et non au niveau de la surface, comme il est connu dans d'autres types de plantations. Cette pratique entraîne souvent des problèmes phytosanitaires pour les plantes d'autres habitats, mais pas pour celles adaptées aux dunes.

Bien que cette pratique implique un effort physique plus important lors de la plantation, les racines vont prendre d'avantage de l'humidité du sol et ça empêche le vent de déterrer les plantes.

Les boutures doivent être d'environ 20-30 cm, plantées verticalement, et en exposant la partie supérieure à 5 cm.

Lorsque les palissades sont construites, les graines peuvent être enterrées à une profondeur égale à deux fois son diamètre. S'il y a des vents forts, ils peuvent être déterrés et traînés sur le bord de la clôture, qui ne constitue pas un problème: d'abord, il y aura une distribution non-naturelle, mais avec le temps cet effet va disparaître.

La plantation devrait être exécutée manuellement; le terrain déconseille toute autre technique. Les petites machines avec des chenilles en caoutchouc peuvent être utilisées pour la distribution des plantes et des outils à l'intérieur du champ de dunes.

Idéalement, la plantation serait effectuée dès les premières pluies de l'automne et à la fin de l'hiver, mais elle peut être étendue au mi-printemps sans trop de désagrément. Une couche de copeaux d'écorce, coquille de noix de coco ou autre matériel naturel comme le paillis pourrait aider à maintenir l'humidité du sol et contrôler les mauvaises herbes autour des plantes.

Quelques références recommandées

Clark JR. 1996. Coastal Zone Management Handbook. CRC Press LLC, Boca Ratón

Dune Restoration Trust of New Zealand Restoration of Coastal Sand Dunes Using Native Plants, a Technical Handbook.URL: <http://www.dunestrust.org.nz/resources/publications/>

Ley Vega de Seoane C, Gallego Fernández JB & Vidal Pascual C. 2007. Manual de restauración de dunas costeras. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas, Madrid

Ley de la Vega C, Favennec J, Gallego-Fernández J & Pascual Vidal C (eds.). 2012. Conservation des dunes côtières. Restauration et gestion durables en Méditerranée occidentale. UICN, Gland – Málaga

Martínez ML & Psuty N (eds). 2004. Coastal Dunes: Ecology and Conservation. Springer-Verlag, Heidelberg

Ministère de l'Ecologie. 2010. La gestión du trait de côte. Editions Quae, Paris

Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino. 2008. Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación. Ficha de la tecnología. Restauración de sistemas dunares. URL: http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/0904712280145028_tcm7-19567.pdf

Quellenec RE. 1989. The Corine Coastal Erosion Project: identification of coastal erosion problems and data base on the littoral environment of eleven European countries. Coastal Zone'89, 4594-4601

4.4 Systèmes Aride / Semi-aride

Principales pressions humaines	Conséquences	Stratégies	Techniques
<ul style="list-style-type: none"> • Élevage à haute densité • Surexploitation du bois de chauffage • Conversion de l'utilisation des terres (agriculture, urbanisation) • Exploitation minière • Activités récréatives • Changements dans le régime de feu 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation des sols et désertification • Perte de la biodiversité • Fragmentation de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des terres pastorales • Revégétalisation • Amélioration des caractéristiques du sol • Augmenter la disponibilité locale de l'eau • Promouvoir la durabilité de l'utilisation de plantes autochtones 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilisation des sols et des amendements • Réintroduction des plantes autochtones • Redistribution de l'eau • Mise en œuvre ou exclusion de la gestion de l'élevage • Gestion de la biomasse comme source d'énergie • Prévention des incendies

Ces habitats fragiles ont été largement influencés par les activités humaines ou la surexploitation, conduisant à la perte de la végétation et à la dégradation des propriétés physico-chimiques du sol et de sa structure. Outre la suppression des causes (comme par exemple, la gestion de l'élevage et la fourniture de sources d'énergie alternatives, en particulier dans certaines zones rurales de la Méditerranée) dans les zones où le seuil pour un rétablissement naturel a été transgressé, la méthode durable principale est d'améliorer les conditions du sol et de rétablir une couverture végétale. Les actions dans ce sens sont difficiles à réussir parce que les contraintes abiotiques entravent la désertification. À l'heure actuelle, certaines techniques de faible technologie liées à la redistribution et la concentration de la disponibilité de l'eau dans les microsites ont été développées et pourraient être utilisées pour promouvoir la plantation avec succès dans les actions de revégétalisation.

La revégétalisation: un mélange d'espèces de plantes indigènes, de provenances locales, sélectionnées pour leur rôle écologique pertinent et complémentaire pour promouvoir les interactions naturelles et la biodiversité, doit être utilisé dans les actions de réintroduction. Par exemple, la plantation d'espèces à fruits charnus renforcerait la relation de mutualisme plante-animal, et contribuera ainsi à semer la dispersion de la couverture végétale naturelle et à l'accélération de la récupération. D'autres espèces peuvent améliorer les conditions pour l'établissement des semis, comme les espèces de légumineuses, ce qui tend à augmenter la concentration d'azote et de matières organiques dans le sol.

La revégétalisation en utilisant des plantes dans des conteneurs est une pratique courante, car elles sont plus appropriées pour faire face à des conditions difficiles que les plantes à racines nues ou à semis direct. La qualité des semis devient un facteur clé dans ces habitats, donc une attention particulière doit être prise par les pépiniéristes pour sélectionner et gérer les conditions de croissance des plantes (type de conteneurs, irrigation et régimes de fertilisation, etc.).

Bien que les grandes caractéristiques, comme le substrat rocheux, l'angle et l'orientation de la pente soient généralement considérées dans la planification des actions de végétalisation, à petite échelle, l'hétérogénéité spatiale joue un rôle majeur dans la réussite de la plantation dans les conditions arides. L'environnement physique, principalement en raison des caractéristiques du sol (topographie micro-échelle, la texture du sol et sa structure, la profondeur du sol, etc.), doit être pris en compte. De la même manière, la facilitation par les plantes déjà établies qui créent des conditions environnementales appropriées pour le repeuplement est une question pertinente, comme il est le cas par exemple entre *Stipa tenacissima* et les espèces méditerranéennes arbustives transplantées.

La préparation du site pour la plantation affecte également considérablement la survie des plantes. Des puits plus grands que le volume de l'emballage d'au moins 30 cm de profondeur doivent être préparés étant donné que la profondeur du sol est pertinente pour la croissance des racines et de la survie. La préparation mécanique par le défeutrage linéaire à 50-60 cm de profondeur pourrait également être utilisée dans les plaines et les pentes douces, principalement dans les sols compactés autrefois, utilisés pour l'agriculture et le pâturage. Il est fortement conseillé de conserver la végétation naturelle existante autant que possible durant la préparation de la surface. Les caractéristiques du sol pourraient être améliorées par l'ajout d'engrais, car ils améliorent la croissance des plantes.

En outre, après l'arrosage des plantations (si possible), la mise en œuvre des techniques appropriées pour améliorer la disponibilité de l'eau pourrait aider les plantes à surmonter les contraintes environnementales. Les micro-bassins versants traditionnels altérant la topographie du site autour des plantes sont adéquats pour la récolte et pour rediriger l'eau de pluie. Ils pourraient aussi être considérés comme des puits de ressources, car ils peuvent conserver les semences et les matières organiques. En plus, d'autres techniques, telles que la mise en place d'une couverture plus ou moins imperméable (pierres, paillis organique, géotextiles) autour des plantes ou la création de petits trous remplis de pierres (puits secs) à proximité des racines, pourraient aider à retenir l'humidité dans le sol. L'irrigation en goutte à goutte est plus chère, mais elle pourrait être utilisée pour les petites surfaces, s'il n'y a pas de contrainte budgétaire. Cependant, cette méthode a tendance à augmenter la teneur en sel dans le sol. Dans les zones de précipitations extrêmement faibles mais fréquentes, des filets receveurs ont été utilisés pour condenser l'eau pour l'irrigation.

Dans les zones où la pression de pâturage par le bétail ou les animaux sauvages est élevée, la protection de nouvelles plantations est recommandée. Le système de protection approprié est sélectionné sur la base de la source des risques et des contraintes économiques (abris individuels contre les clôtures du périmètre, type d'abri ou de clôtures, etc.).

Les fascines: Dans les pentes raides, et surtout dans les sols mobiles, où l'érosion des précipitations tend à produire des ravines, il est recommandé de construire les fascines avec des matières organiques (textiles biodégradables laminés, journaux, faisceaux de branches). Cette technique convient également dans les pentes rocheuses pour le piégeage et la tenue du sol, créant un endroit approprié pour l'établissement des plantes naturelles, ainsi que pour le repeuplement.

Quelques références recommandées

Bainbridge DA. 2007. Guide for Desert and Dryland Restoration. New hope for arid lands. Island Press, Washintong DC.

Cortina J, Amat B, Castillo V, Fuentes D, Maestre FT, Padilla FM & Rojo L. 2011. The restoration of vegetation cover in the semi-arid Iberian southeast. *Journal of Arid Environments* 75: 1377-1384

Cortina J, Ruiz-Mirazo J, Amat B, Amghar F, Bautista S, Chirino E, Derak M, Fuentes D, Maestre FT, Valdecantos A & Vilagrosa A. 2012. Bases para la restauración ecológica de espartales. UICN, Gland y Málaga.

Desert Restoration Hub. Arid lands restoration and combat of desertification. URL: <http://desertrestorationhub.com/>

Global Restoration Network. URL: <http://www.globalrestorationnetwork.org/ecosystems/desert/>

Vallejo VR, Allen EB, Aronson J, Pausas JG, Cortina J & Gutiérrez JR. 2012. Restoration of mediterranean-type woodlands and shrublands. In: *Restoration Ecology: The New Frontier* (van Andel J & Aronson J (eds.)). Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

5

LES BONNES PRATIQUES

5.1 La Méthodologie utilisée pour identifier et sélectionner les bonnes Pratiques

Une Bonne Pratique est définie comme une initiative (par exemple, des méthodologies, des projets, des processus et des techniques) qui a déjà fait ses preuves avec la possibilité d'être transférée à une zone géographique différente. Dans le contexte de ce guide, les Bonnes Pratiques sont des projets de restauration qui ont fourni des résultats tangibles et mesurables pour atteindre un objectif précis, comme conséquence des méthodologies appropriées utilisées pour son développement. Les pratiques auront la possibilité d'être transférées à d'autres régions sachant que les actions se déroulent dans des territoires qui posent les mêmes problèmes et partagent une végétation similaire, de sorte que les solutions optimales trouvées dans un cas peuvent guider les mesures prises dans un autre.

Dans ce cadre, au cours du projet ECOPLANTMED, 31 Bonnes Pratiques ont été initialement identifiées, pour atteindre une sélection finale de 15 Bonnes Pratiques, grâce à une série de critères convenus entre les partenaires du projet, comme suit:

Les critères utilisés pour identifier les Bonnes Pratiques:

Les critères utilisés étaient exclusifs, ce qui signifie que, dans le but d'identifier un projet de restauration comme une Bonne Pratique, le projet devrait satisfaire à tous ces cinq critères. Le non-respect d'un critère signifiait que le projet ne pouvait être accepté.

1) Les projets de restauration concernant les habitats méditerranéens

Les projets de restauration ont été identifiés seulement dans les habitats méditerranéens selon les critères suivants:

i) Les « habitats méditerranéens » considérés, étaient les habitats de climat méditerranéen (*cf.* chapitre 1), principalement inclus dans la région méditerranéenne (minimum 25 cas), mais aussi dans d'autres régions biogéographiques avec le même type de climat (maximum 5 cas).

ii) La recherche pour l'identification des Bonnes Pratiques a couvert tous les territoires avec le type de climat méditerranéen. Ces territoires ont été divisés en 6 groupes, à partir de chacun d'eux un nombre minimum de 5 cas de restauration d'habitats méditerranéens a été identifié :

- a. Grèce, Turquie, Balkans, Moyen-Orient
- b. Italie, Malte, France
- c. Liban, Chypre, Syrie
- d. Espagne, Portugal
- e. Tunisie, Egypte, Maroc, Algérie
- f. Les régions non-méditerranéennes avec le climat de type méditerranéen (Australie, Californie, Chili et Afrique du Sud)

2) Les projets de restauration concernant différents types d'habitats

Les projets de restauration identifiés de chaque groupe géographique, couvrent différents types d'habitats (cf. chapitre 1) avec au moins une Bonne Pratique choisie parmi chacun des éléments suivants:

- a. Les forêts
- b. Les habitats d'eau douce (zones humides, systèmes riverains, etc.)
- c. Les habitats côtiers / dunaires
- d. Les systèmes arides et semi-arides (prairies, garrigue, maquis, steppes, etc.)

Il est possible pour un projet de couvrir une zone plus large, comprenant plus d'un type d'habitat.

3) Les projets de restauration utilisant les espèces indigènes

Les projets de restauration identifiés comprenaient une ou plusieurs actions de l'utilisation d'espèces indigènes.

4) Les projets mis en œuvre représentant "la restauration dans la pratique"

Tous les projets identifiés ont inclus des actions de restauration mises en pratique.

5) Les projets de restauration avec des informations disponibles

Tous les projets identifiés devraient contenir le maximum d'informations possibles concernant les critères utilisés pour les évaluer et pour permettre la sélection finale des pratiques.

Les critères utilisés pour évaluer les Bonnes Pratiques:

Six critères concernant la conception, la mise en œuvre et le suivi du projet de restauration, avec un accent particulier sur la gestion des ressources génétiques des plantes, ont été identifiés grâce à l'échange

d'expériences entre les partenaires ECOPLANTMED. Ces critères constituent la base technique sur laquelle les projets de restauration devraient être développés, et devraient tenir compte de l'état de dégradation de l'écosystème et de l'ampleur du projet de restauration. Ainsi, ces critères sont en mesure de couvrir les cas de diversité et d'hétérogénéité qui peuvent être trouvés dans le cadre de la pratique de la restauration.

Les projets ont été évalués en termes de pertinence selon les directives générales décrites dans chacun des critères énumérés ci-dessous. Considérant le cadre général du projet ECOPLANTMED, relativement plus d'intérêt a été donné au critère numéro 4.

1) Caractérisation du site à restaurer

Une fois la nécessité pour la restauration a été identifiée pour une région particulière, la caractérisation du site à restaurer doit être menée, visant à fournir des informations essentielles sans lesquelles il n'y aura pas de mise en œuvre réussie du projet.

Les projets doivent recueillir des informations sur un certain nombre de caractéristiques du site. Ceci inclue les paramètres généraux (limites, superficie, usages et valeurs historiques, etc.) ainsi que les caractéristiques du site qui vous aideront à déterminer le type de végétation appropriée pour la restauration. Ces caractéristiques sont l'altitude (maximum-minimum), la pente (maximum-minimum), l'orientation, les conditions climatiques (précipitations, température, durée de la période de sécheresse, etc.), les informations édaphiques (lithologie, profondeur du sol, pH du sol, granulométrie, etc.) et la végétation actuelle. Un nombre important de ces paramètres peut être directement extrait de diverses sources de la littérature ou de la cartographie, mais les échelles disponibles ne sont parfois pas appropriées au besoin. Chaque fois que possible, il est souhaitable de vérifier l'information avec des études de terrain. Les puits d'essai de la chaussée ou la réalisation d'inventaires floristiques sont des œuvres généralement plausibles qui peuvent améliorer de manière significative les actions ultérieures.

Les contraintes légales doivent également être pris en compte: la propriété de la terre; actuelle utilisations des terres et des plans d'utilisation des terres; présence d'espèces protégées ou individuelles (rares, endémiques, menacées) de la flore et de la faune; statut de protection de la zone (SCI, Parc Naturel, SPA, etc.).

L'analyse de l'ensemble des facteurs qui ont conduit le site à son état de dégradation actuel, ainsi que l'identification des facteurs de risque potentiels, est essentiel pour répondre à un diagnostic précis du site à restaurer - considérant toujours le reste des paramètres précédemment cités - et aidera à trouver des solutions de restauration optimales entre d'autres différentes solutions disponibles.

2) Les objectifs spécifiques du Projet

Les objectifs du projet sont définis compte tenu de tous les éléments ci-dessus, ainsi que des facteurs économiques et sociaux. Il est important de différencier entre l'objectif ou le but général, et les objectifs spécifiques. Ceux-ci devraient être clairement définis -synthétique, explicite- et être en accord avec la méthodologie appliquée et les résultats prévus. La définition des objectifs viables est une étape essentielle pour donner l'ordre et la cohérence aux actions du projet et voir s'il contribuera ou non à résoudre le problème.

3) Les stratégies et les techniques de restauration de l'habitat

D'après les résultats de diagnostic et les objectifs du projet, les stratégies et les techniques à développer au cours du projet doivent être identifiées, ces techniques constituent la manière dont les stratégies sont appliquées pour optimiser les résultats. Elles pourraient être destinées à la gestion de la composante biotique (une seule espèce / population ou à l'ensemble des composants de la végétation), ou peuvent être adressées à améliorer l'environnement physique. Dans tous les cas, des techniques appropriées devraient être très efficaces et à faible impact environnemental.

Le chapitre 4 présente une sélection de techniques appropriées utilisées dans la restauration de différents types d'habitats méditerranéens.

4) Caractéristiques du matériel végétal utilisé pour la restauration

4.1) Sélection des espèces

Traditionnellement, la sélection des espèces a été réalisée grâce à des facteurs climatiques et édaphiques, complétés par une connaissance de la phytosociologie. Au fil du temps, d'autres critères de type écologique ont été incorporés, et tentent d'intégrer d'autres facteurs qui influencent la dynamique des écosystèmes, tels que les interactions entre plantes ou entre plantes-animaux.

Quand un écosystème de référence est disponible, une approche simple pour la sélection des espèces peut être faite par l'étude de la base structurelle de l'habitat (Ferrer, 2007). Il a été défini comme étant composé de trois fractions de la composante de végétation: structurelle, fonctionnelle et individuelle, qui ne sont pas à l'exclusion mutuellement les unes des autres. Les mêmes auteurs fournissent des systèmes quantitatifs pour l'évaluation de chacune de ces fractions, qui est une étape importante vers l'objectivité du catalogage.

- Les taxons structurels sont ceux ayant des valeurs d'abondance et un degré de couverture relativement élevé, et donc ils contribuent de manière significative à façonner la physiologie de l'habitat (morphologie structurelle, apparence) et son environnement physique, en raison de sa forte production de biomasse, ils sont capables de moduler les ressources disponibles pour d'autres espèces. Les taxons structurels ont une grande valeur pour la caractérisation de l'habitat,

et donc coïncident souvent largement avec ceux définis comme typiques ou caractéristiques de l'habitat.

- Les taxons fonctionnels sont ceux qui montrent un rôle important ou utile dans l'écosystème. Ce sont des taxons définis en tant que facilitateurs, espèces génies, taxons-clés, etc., avec une influence dominante dans les processus écologiques, dont la présence dans l'écosystème affecte l'organisation, la configuration et la composition de la communauté végétale dans une plus grande mesure que leur abondance et / ou de la biomasse. Des exemples de caractéristiques fonctionnelles sont: la participation dans les processus de facilitation (par exemple *Stipa tenacissima*, *Pinus halepensis*; *Juniperus sabina*, *Rives uva-crispa* et *Juniperus communis*); la contribution à la résilience de l'habitat (production de rejets des espèces telles que *Chamaerops humilis*); la protection et l'amélioration des conditions du sol, la fixation des terres et le retardement de l'érosion due au développement de la partie souterraine (*Crataegus monogyna*) (légumineuses fixatrices d'azote); interactions avec dispersion de la faune: c'est-à-dire la capacité de fournir des abris, de la nourriture, de la nidification et des perchoirs (les espèces avec des fruits charnus sont potentiellement oiseaux-attracteurs, ce qui est utile pour la dispersion des graines naturelles).
- Les taxons individuels sont ceux qui montrent un certain degré d'endémicité, de rareté ou de menace. Ce sont des éléments très précieux du point de vue conservation, car ils sont généralement présents en très petites populations et sont donc très vulnérables à la destruction et à la modification de leurs habitats. Les actions de restauration devraient envisager cette composante de la végétation singulière, afin d'assurer sa permanence, la promotion de la récupération de la population ou de motiver leur retour à des zones auparavant habitées.

L'interprétation de la base structurelle d'un habitat est un outil utile et pratique dans l'élaboration des listes prioritaires d'identification et de sélection des espèces qui peuvent potentiellement être utilisées dans des projets de restauration. Elles peuvent également aider à optimiser la collecte de matériel de reproduction dans ces institutions impliquées dans la gestion des habitats naturels et à faciliter les travaux d'économie dans les phases ultérieures.

4.2) Aborder l'hétérogénéité spatiale

Les taxons doivent être choisis en tenant également compte des différents micro-environnements qui pourraient être présents dans le système à restaurer. Par conséquent, l'étude de la base structurelle de l'habitat devrait envisager différents inventaires floristiques pour les différents micro-environnements.

4.3) Origine du matériel reproductif

Comme expliqué dans le chapitre 2, l'origine du matériel reproductif à utiliser pour la restauration est un élément clé à prendre en considération pour garantir l'adaptation de la plante dans le site à restaurer. La

flore indigène et les ressources locales devraient être utilisées comme la meilleure option pour des fins de restauration. Les plantes de la même espèce sont souvent réparties sur une vaste zone, mais développent des modèles d'adaptation locale, ce qui signifie qu'elles deviennent adaptées aux conditions spécifiques de la région. Cela signifie que les plantes ont une meilleure chance de survivre si elles sont adaptées localement à la zone dans laquelle elles sont plantées. En outre, en utilisant les ressources locales pour la restauration, les problèmes de contamination génétique des populations existantes et / ou voisines sont évités. La question des provenances n'est pas toujours abordée et il est parfois recommandé d'utiliser des espèces indigènes (au sens large, en se référant à des limites administratives), à condition qu'elles survivent et qu'elles soient attrayantes. Ce conseil ne devrait pas être suivi dans des projets de restauration.

4.4) Collectes appropriés

Les matières à utiliser pour la restauration doivent être collectées (et traitées) utilisant des protocoles standards pour assurer une base génétique large et pour éviter l'érosion génétique (collecte d'un nombre suffisant d'individus choisis au hasard, quantité équilibrée de graines par plante, etc.). Bien sûr, la collecte des semences ne devrait pas en aucune façon menacer les populations fragiles et les espèces rares et menacées. Une sélection de Bonnes Pratiques peut être trouvée dans le manuel ECOPLANTMED pour la propagation d'espèces de plantes indigènes (Ballesteros *et al.*, 2015).. Si les matériaux de reproduction sont obtenus auprès d'un fournisseur, les pépinières devraient être en mesure de garantir l'approvisionnement génétique et fournir des matériaux certifiés, si possible.

4.5) Identification des méthodes de propagation efficaces

Il est inutile de recueillir une grande quantité de semences de certaines espèces si la germination et les exigences croissantes ne sont pas connues. Pour la conception d'une action de restauration, cette question ne devrait pas être prise à la légère, car elle pourrait conduire à une situation d'effondrement du projet où l'introduction prévue de certaines espèces ne peut être exécutée en raison d'une connaissance insuffisante de leurs exigences en matière de germination et de croissance. En outre, les méthodes de multiplication végétative devraient être évitées, et si cela est le seul moyen possible, il devrait être fait pour le minimum possible d'individus.

4.6) Qualité des plantes

Le moment critique dans le processus de restauration est la phase de préparation des semis. Les plantes doivent dépasser le stress post-plantation et redémarrer l'activité photosynthétique et la colonisation du sol, en surmontant l'interface pépinière substrat / sol. Cette phase critique peut être minimisée par l'optimisation de la qualité des semis (santé, morphologie et physiologie): l'expérience montre que les plantes utilisées doivent répondre à une série d'attributs visant à maximiser leur survie, la croissance et le potentiel de leur reproduction. Pour certaines espèces, il existe des règlements spécifiques qui définissent les normes

externes-morphologiques, la qualité qui se rapporte à la santé, la viabilité et la qualité physiologique, établissant une série d'exigences qualitatives (les plants doivent être sans blessure, ne devraient pas montrer des signes de pourriture, la racine ne doit pas être endommagée, etc.) et quantitatives (tels que l'âge, la taille, ou le diamètre du collet). Dans certains cas, certaines caractéristiques de culture appropriée sont également considérées comme spécifiées (comme par exemple, le volume minimal du réservoir). La qualité de la plante utilisée influence fortement le résultat des actions de restauration, il est donc important d'atteindre les exigences croissantes visant à produire des plantes de qualité dans la pépinière et ensuite utiliser uniquement des plantes de qualité.

5) la conception de Plantation

Le motif à sélectionner pour la conception de la plantation ne doit pas être symétrique, et devrait être basé sur des facteurs écologiques. Bien que pour le moment il n'est pas aussi commun, jusqu'à relativement récemment -et principalement dans des projets de reforestation productive-, des motifs linéaires qui ont donné un aspect naturel aux habitats restaurés, et qui ne sont pas clairement intégrés dans le paysage environnant, ont été utilisés. Pour la conception des plantations appropriées, il n'est pas seulement nécessaire de suivre un modèle plus ou moins aléatoire et non symétrique, mais aussi de tenir compte de la présence de micro-habitats favorables à l'établissement de l'espèce et de la distance par rapport aux menaces.

6) Plan de surveillance

Un système de suivi et d'évaluation efficace est reconnu comme une composante essentielle d'un projet de restauration réussie, permettant un bon progrès et plus précisément, aide à identifier les actions correctives et les modifications qui pourraient être nécessaires.

Un grand nombre de descripteurs et d'indicateurs à différents niveaux (population, communauté, écosystème, paysage) sont possibles, et beaucoup ont été décrits dans la littérature technique. La portée du système de surveillance devrait respecter les objectifs du projet ou aider à les rediriger. Alors il faut se mettre d'accord sur un ensemble d'indicateurs pertinents, testé pour refléter les progrès de restauration.

Dans un large éventail de projets, le système de surveillance est absent ou ne considère qu'un suivi pendant le temps où les principales actions de mise en œuvre ont lieu (intra-surveillance). Mais un système de surveillance approprié doit continuer après la fin du projet, étant donné que les résultats des actions de restauration sont généralement des processus à long terme.

5.2 Les Bonnes Pratiques sélectionnées

Après l'identification initiale d'un total de 31 Bonnes Pratiques concernant les critères obligatoires 1-5 et autant d'aspects que possible pour les critères techniques 1-6, une évaluation a été réalisée pour la sélection de 15 Bonnes Pratiques pour être incluses dans ce guide. La disponibilité de l'information

présentée dans les projets identifiés, notamment les points forts et faibles trouvés (autres que ceux couverts par les critères prévus) ont également été utilisés pour évaluer les projets.

Au cours des 15 cas sélectionnés, 5 se réfèrent aux forêts, 3 aux côtes / dunes, 3 aux habitats semi-arides / arides et 4 aux habitats d'eau douce:

Forêts

- La gestion intégrée des bosquets de chêne vert méditerranéen (Chênaie verte).
- TUCAP - Conservation des Hêtraies des Apennins à *Abies alba* dans SIC Pigelleto - M. Amiata
- Restauration des forêts de *Pinus nigra* sur le mont Parnonas (GR2520006) à travers une approche structurée, Acronyme: *Pinus*
- Projet GIFMA: gestion intégrée des forêts du Moyen Atlas au Maroc
- Renvoyer la richesse botanique de la forêt de Jarrah dans les mines de bauxite restauré en Australie occidentale

Habitats d'eau douce

- **Algemesi Réserve** (Llacuna del Barranc): restauration des zones humides pour la récupération de la faune et de la flore
 - Restauration et interprétation environnementale de la forêt riveraine de Nestos Delta
 - Restauration et gestion des Oroklini lac SPA (CY6000010) à Larnaka, à Chypre.
- Intervention pilote de la banque et de la protection de la pente dans le bassin du Rio Gutturreddu avec des techniques de bio-ingénierie.

Les habitats côtiers / Dunaires

- Dunas Albufera - Modèle de restauration des habitats dunaires dans "L'Albufera de Valencia"
- «Actions pour la conservation des dunes côtières à *Juniperus* spp. en Crète et à la mer Egée du Sud "(Grèce), l'acronyme: Junicoast
- PROVIDUNE: conservation et rétablissement des habitats dunaires dans les sites des provinces de Cagliari, Matera et de Caserte.

Systèmes semi-arides/arides

- Projet de démonstration de lutte contre la désertification: Régénération et plan de gestion des zones semi-arides dégradées à Albaterra.
- Manuel méditerranéen pour la réhabilitation des carrières: apprendre de l'expérience Holcim.
- GRAVINE - Sauvegarde Thero-Brachypodietea habitat SCI 'Espace delle Gravine'

Dans cette section, nous allons résumer chacune des Bonnes Pratiques sélectionnées.

La gestion intégrée des bosquets de chêne vert méditerranéen (Chênaie verte)

Référence: LIFE96 NAT/F/003200

Habitat: Les forêts méditerranéennes, les éboulis méditerranéens, les prairies et les habitats rocheux. En particulier, les habitats de l'UE: 9340 « forêts des *Quercus ilex* et *Quercus rotundifolia* » ; 5210 « matorral arborescent à espèce de *Juniperus* » ; 8130 « Méditerranée occidentale et éboulis thermophiles » ; 6220* « pseudo-steppe de graminées et plantes annuelles du Théron-Brachypodietea ; 8219 « pentes rocheuses calcaires avec végétation chasmophytique » ; 8310 « Grottes non ouvrables au public »

Durée: 01/01/1997-30/06/2002

Superficie de la zone couverte: 11,500 hectares

Coût total: 816,125.85 €

Organisateur : Office National des Forêts, Direction Régionale Languedoc-Roussillon

Type de l'organisation: Entreprise publique

Partenaires:

1. Groupe de Recherche et d'Information sur les Vertébrés et leur Environnement (GRIVE)
2. Conservatoire National botanique de Porquerolles
3. LPO-Aude
4. Conservatoire des espaces naturels du Languedoc-Roussillon
5. Centre ornithologique du Gard (COGARD)
6. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)

Lieu de l'étude de cas: SPA « Montagne de la Clape » et SPA « Gorges du Gardon », Languedoc-Roussillon (France)

Contact:

Georges De Maupeou, Coordinateur du Projet. Hervé Llamas, Administrative contact.
L'office National Des Forêts pour le Languedoc-Roussillon.
505, rue de la Croix-Verte. Parc Euromédecine. F-34094 Montpellier Cedex 5
Telephone: +330467046699-Fax: +330467046688.
Email: georges.de-maupeou@onf.fr



Vue panoramique des Gorges du Gardon

Introduction

Un des complexes écologiques les plus largement distribués dans le bassin méditerranéen est le bois de chênes verts, composé de diverses étapes dynamiques (de la prairie à la forêt). La Montagne de la Clape, un petit massif calcaire grandissant entre la bande côtière et la plaine Aude, et les gorges du Gardon, dans le Nord-Est de Nîmes, sont deux bois de chêne à feuilles persistantes représentatifs de la Méditerranée française. Les deux sites désignés comme SPA et pSIC accueillent plusieurs espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire, tels que l'aigle (*Hieraetus fasciatus*) de Bonelli, ainsi que des espèces de l'Annexe II de la Directive d'Habitats et divers types d'habitats sur l'Annexe I comme la pseudo-steppe *Thero-Brachypodietea*, et classés habitats prioritaires. Un document cadre élaboré avant le projet pour chacun de ces complexes naturels, devait être utilisé comme un instrument de référence pour la gestion des forêts de ces types d'habitats et comme un outil pédagogique pour aider les collectivités et les propriétaires privés dans l'adoption de formes de gestion conformes aux exigences de *Natura 2000*. Ce document devait également agir comme un plan de gestion fixant les mesures à effectuer dans le cadre du projet LIFE.

Dégradation

Les espèces et les habitats visés par le projet sont actuellement menacés par les changements dans l'utilisation des terres: (1) l'abondance du pâturage et de la foresterie, qui conduit progressivement à la disparition des zones ouvertes et des espèces, et (2) l'expansion des activités de loisirs (activités touristiques) qui perturbent certaines espèces sensibles et dégradent les environnements fragiles.

Objectifs

But: L'objectif général de ce projet était de mettre en œuvre, en tant que mesure de démonstration, une stratégie pour la gestion intégrée de l'écosystème de bois de chênes verts sur les deux sites du Gardon et la Montagne de la Clape.

Objectifs spécifiques: l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt pour le projet; la restauration de la forêt de chênes à feuilles persistantes et des forêts riveraines afin de permettre la reprise des diverses espèces animales et la création d'un système de sauvegarde de l'espèce *Centaurea corymbrosa*.



Activité touristique à la Gorges du Gardon

Méthodologie

- Elaboration des travaux de recherche diversifiés qui fonctionnent sur le statut de conservation de l'aigle de Bonelli et d'autres rapaces, le castor et *Centaurea corymbosa*, ainsi que diverses études sur l'impact de la fréquentation touristique et de l'état des habitats naturels dans les zones sélectionnées.
- Les activités de restauration et de gestion des zones (à partir des résultats de la recherche de travaux):
 - (1) Détour des sentiers de randonnée et élimination des voies d'escalade pour éviter de perturber les aigles,
 - (2) Entretien mécanique des zones ouvertes (pelouse de *Brachypodium*) pour favoriser les *Thero-Brachypodietea* ; espèces clés de la pseudo-steppe,
 - (3) Les plantations de saules et l'élagage de peupliers le long de la forêt riveraine de la rivière Gardon afin de réhabiliter l'habitat lui-même mais aussi pour améliorer la qualité de la recherche de nourriture des ressources pour le *Castor fiber* ou le Castor d'Europe.
 - (4) La gestion des forêts de pins d'Alep (nettoyage et ouverture pour éviter les incendies),
 - (5) Le renouvellement du chêne vert (*Quercus ilex*) en coupant des taillis, pour promouvoir la croissance en diamètre des arbres restants, et la compensation des bosquets de chênes pour permettre le renouvellement de la biodiversité (espèces de garrigue),
 - (6) La collecte *ex situ* de semences de *Centaurea corymbosa* ainsi que l'élaboration d'un plan de propagation de l'espèce.
- La création d'un plan de gestion pour les habitats pour assurer la mise en œuvre des mesures correctes pour leur conservation à long terme.

Résultats

Les principaux résultats du projet sont les suivants:

- Une meilleure connaissance des espèces et des habitats sur les deux sites du projet. La zone couverte par les différents types d'intérêt communautaire en matière d'habitat est maintenant bien définie; la population de la plante endémique de la montagne de Clape, *Centaurea corymbosa*, a été exactement comptée et ses risques d'extinction ont été évalués. Les menaces qui pèsent sur les sites de reproduction des trois paires d'aigles de *Bonelli* ont été identifiées.
- Protection des sites de reproduction des aigles de *Bonelli*: Certains chemins et sentiers, qui étaient trop près des nids et pourraient générer des troubles, ont été fermés. Les sites et sentiers d'escalade ont été supprimés et déplacés vers d'autres endroits où il n'y a pas de risques d'aigles inquiétants.

- 30 hectares (de la Clape) et 50 hectares (Gorges du Gardon) de l'habitat prioritaire de la pseudo-steppe de *Thero-Brachypodietea* ont été restaurés.
- Régénération de la forêt riveraine du Gardon. Cependant, une grande inondation en Septembre 2002 a entraîné une diminution de plus de 20% de la surface de cet habitat. La zone actuellement identifiée sur le site est de 51 hectares et la réévaluation de sa gestion et de restauration est en cours.
- La régénération des arbres et des bosquets de chênes verts. Les techniques expérimentées permettent le rajeunissement de la forêt et l'augmentation de la diversité végétale.
- Autres actions, comme la fermeture des grottes des chauves-souris et le découpage du chêne vert brûlé, ont également été menées.
- Des graines de l'espèce *C. corymbosa* ont été recueillies et son habitat a été nettoyé pour de futures actions de réintroduction.
- Deux plans de gestion ont été produits et le projet LIFE a mis en œuvre une partie des actions de ces plans.

Toutes ces mesures ont été mises en œuvre en étroite collaboration avec les intervenants, les grimpeurs et les chasseurs en particulier. Ce partenariat a été un bon moyen d'accroître la sensibilisation de la population locale de leur patrimoine naturel. Les résultats de ces actions intégrées devaient être diffusés à travers des programmes de formation et de publication d'une brochure de synthèse.



Centaurea corymbosa, plante endémique en voie d'extinction du Massif de la Clape



Castor fiber

Leçons apprises

À partir de ce travail et de l'expérience de l'Office National Des Forêts en Languedoc-Roussillon, nous pouvons tirer quelques conclusions:

- La méthode optimale pour le renouvellement de chêne vert (*Quercus ilex*) était la taille des arbres (coupe rase des taillis ou de nouvelles jeunes branches). Faire pousser des plantes à partir de graines est difficile et nécessite une bonne terre. La plantation de chênes truffiers (mycorhizés) est actuellement largement pratiquée, mais elle nécessite des soins importants. Les oiseaux assurent une propagation naturelle, mais plutôt lente (en particulier dans la reconquête des forêts de pins d'Alep par le chêne vert).
- L'amincissement de la forêt de chêne accélère la croissance en diamètre des arbres restants, quel que soit l'âge de la colonie, mais il fallait que cette opération soit faite correctement (exemple : la forêt doit rester fermée pour éviter la haute évapotranspiration dans les arbres isolés).
- La suppression des chênaies (éclaircissage) permet le renouvellement de la biodiversité: le développement des espèces héliophiles (*Arbutus*, *Cistus*, thym, etc.) qui disparaissent dans la forêt de chêne fermée.



Suivi de la végétation aux Gorges du Gardon

Perspectives

Le Jardin botanique de Porquerolles effectué, après le projet LIFE, a connu la réintroduction de *Centaurea corymbosa* par le processus suivant: (1) La collection de graines dans La Clape à partir de plantes non-hybrides. (2) La conservation *ex situ* de ces graines et de la culture des plantes dans le jardin botanique. (3) La production de nouvelles semences dans des chambres d'isolement anti-hybridation à long terme et la préservation *ex situ*. (4) La réintroduction dans la Clape dans les zones écologiquement favorables (sur les falaises).

Le site des « Gorges du Gardon » a été considéré comme réserve de la biosphère par l'Unesco en Juin 2015. De nouvelles actions de restauration pour rajeunir les forêts de *Quercus* et accroître la biodiversité sont mises en œuvre (complétant celles effectuées dans le projet LIFE). L'écologie détruite / recolonisée de la forêt riveraine est en cours d'évaluation après les inondations de 2002 et les actions de restauration sont prévues si nécessaire (car il a été observé que la forêt riveraine récupère dans les zones non perturbées par la pression humaine).

Les points forts / faibles

- Les points forts: le plan global pour les animaux et la conservation des plantes dans les habitats sélectionnés. Utiliser du matériel génétique indigène pour la régénération des habitats. Améliorer les plans de gestion des forêts et accompagner les nécessités et les pratiques actuelles du XX e siècle, qui comprenaient l'utilisation du matériel végétal indigène d'origine locale.



Le paysage d'Armissan du Parc Naturel Régional de la Narbonnaise

TUCAP – Conservation des Hêtraies des Apennins à *Abies alba* dans SIC Pigelleto – M. Amiata

Référence: LIFE04 NAT/IT/000191

Habitat: habitats de l'UE 9220 « forêts de hêtres des Apennins à *Abies alba* et hêtraies à *Abies nebrodensis* », 9210 « forêts de hêtres Apennine à *Taxus* et *Ilex* », 92A0 Forêts « *Salix alba* et *Populus alba* galleries », et 9180 «forêts Tilio-Acerion de pentes, éboulis et les ravins ».

Durée: 01/10/2004-31/12/2007

Superficie de la zone couverte: 1312 hectares

Coût total: 700,000 €

Organisateur: Comunità Montana Amiata Val d'Orcia

Type de l'organisation: Autorité locale

Partenaires:

1. Cooperativa Abies Alba scrl.
2. Dipartimento di Scienze Ambientali « G. Sarfatti » - Università di Siena
3. Dipartimento di Biotecnologie Agrarie - Università di Firenze
4. D.R.E.Am. Italy co-operative society
5. Cooperativa « La Querce »

Lieu de l'étude de cas: SCI « Foreste del Siele e del Pigelleto di Piancastagnaio »- Toscana (Italy).

Contact:

Marcello Miozzo, Technical Coordinator
D.R.E.Am. Italia. Via Garibaldi, 3 - 52015 Pratovecchio (Arezzo), Italy
Téléphone. +390575529514-Fax: +390575529565
Email: miozzo@liferesilfor.eu
<http://www.lifepigelleto.it/>



Les deux zones de réintroduction d' *Abies alba* dans les bois de hêtres (Auteur: Sisto Ghinassi)

Introduction

Les forêts de hêtres des Apennins (*Fagus sylvatica*) avec sapin indigène (*Abies alba*) couvraient autrefois la zone de Monte Amiata à la plaine de la Maremme en Italie occidentale. Aujourd'hui, en Toscane l'habitat est limité à de petites zones isolées, à des altitudes comprises entre 600 et 900 mètres. Un site d'importance communautaire (SIC) dans la région, l'*Foreste del Siele e Pigetello di Piancastagnaio*, est le lieu de l'une des dernières forêts de hêtres avec sapin autochtone, et les forêts de hêtres avec *Taxus baccata* et de houx (*Ilex aquifolium*), constituent un autre habitat qui est rare dans les Apennins. Cependant, plusieurs facteurs menacent ces forêts, qui rendent urgente la nécessité de la mise en place de programmes de gestion et de restauration.

Dégradation

Le manque d'entretien des forêts de hêtres avec *Abies alba* a permis la diffusion de champignons pathogènes, tels que *Heterobasidium* et *Armillaria*, qui ont affecté les conifères et réduit leur régénération naturelle. En outre, la présence de sapins blancs exotiques, récemment plantés dans la région, a créé un risque sérieux d'érosion génétique de la population autochtone de reliques de cette espèce. L'habitat a également été menacé par la surexploitation des forêts de hêtres. Enfin, *Salamandrina terdigitata*, l'un des amphibiens mentionnés dans la Directive des Habitats, a récemment été reconnu dans la région, où il est menacé par la réduction de son habitat de reproduction.

Objectifs

But: Conservation et restauration des noyaux autochtones d'*Abies alba*, croissance de l'intérieur du bois de hêtre de la SCI, augmentation de la prévalence de *Taxus baccata* à l'intérieur des forêts de hêtres, protection de la population de la salamandre à lunettes (*Salamandrina terdigitata*), et entretien à long terme des habitats et des espèces ciblées par le projet.

Objectifs spécifiques: la collecte de l'information naturaliste supplémentaire de la SIC, l'identification d'un régime conservateur stricte (réserve intégrale) pour la protection des patchs à la plus ancienne forêt, le développement des techniques de multiplication végétative de *Taxus baccata*, le développement des techniques de protection à faible coût des sites de reproduction de la salamandre, la sensibilisation des populations locales pour la conservation de la nature et de la connaissance des caractéristiques spécifiques de la SIC.



Réserve Naturelle de Pigelletto
(Auteur: Alfredo Bresciani)



Zone de réintroduction d'*Abies alba* du projet ReSilFor, qui a continué les actions du projet TUCAP (Autor: Marcello)

Miozzo)

Méthodologie

- Actions préliminaires dans le but d'accroître l'information naturaliste et génétique de la SCI et les espèces cibles. Préparation des plans de gestion pour les forêts ciblées, et l'achat de terres pour soutenir plus fortement la constitution d'une réserve et les soumettre à une protection spéciale au sein de la SCI.
- Réaliser des travaux sylvicoles spécifiques, visant l'élimination des plantes malades, la réduction du risque de nouvelles infections et le rétablissement de conditions appropriées pour favoriser la régénération naturelle de l'espèce telles que: l'éclaircie de feuillus larges dans les forêts de hêtres et de sapins indigènes pour favoriser le passage d'une partie des jeunes plants de sapins indigènes de la couche inférieure à la couche intermédiaire de la couche arable de la forêt; l'élimination des conifères exotiques par boutures claires mineures afin de donner de l'espace pour les arbres qui contribuent à la régénération du sapin autochtone et l'élimination progressive des populations exotiques de sapin, également par boutures claires mineures, pour réduire le risque de pollution génétique.
- Reproduction du sapin indigène par greffage utilisant 6 clones à partir de différentes plantes mères (dont au moins 2 ont montré une grande plasticité phénotypique aux conditions climatiques). Cette action a été répétée 5 fois pour obtenir au moins 30 plantes. Reproduction *ex situ* d'au moins 3000 plantes de *Taxus baccata*, et de leur plantation ultérieure comme micro-collections à l'intérieur du bois. La reproduction était initialement prévue par la germination des graines, mais plus tard elle a changé et c'était par la reproduction végétative (expliquée ci-dessous).
- Production de feuillus à larges semis par la reproduction végétative des plantes locales (*Sorbus torminalis*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*).
- Réalisation de petits travaux pour ralentir l'écoulement de l'eau dans les ruisseaux de la région et pour restaurer de vieilles gouttières et des sources d'eau potable abandonnées, pour la re-création des habitats appropriés pour *Salamandrina terdigitata*.
- Activités de sensibilisation des populations locales afin de diffuser les résultats, et les sensibiliser sur les principaux enjeux des forêts de hêtres des Apennins avec le sapin indigène.



Plantules dans la pépinière
(Auteur: Alfredo Bresciani)



Plantules dans la pépinière pendant la période estival
(Auteur: Alfredo Bresciani)

Résultats

Le projet a atteint tous les objectifs prévus:

- L'information naturaliste sur le SCI a été augmentée; et l'analyse génétique effectuée a permis de comprendre l'origine des sapins au sein de la SCI et de concevoir leur reproduction et la gestion optimale.
- Sept hectares de forêt mature avec sapin indigène et bois de feuillus mésophiles ont été achetés, rendant possible de soutenir plus efficacement la création d'une réserve pour la protection spéciale au sein de la SCI.
- La province de Sienne a déclaré la zone avec l'espèce indigène *Abies alba* comme zone spéciale de conservation (SCA). Un plan de gestion pour les sites, où il faut prendre certaines mesures, a été élaboré et approuvé par la Comunità Montana. Le plan comprend des détails sur les actions à mener jusqu'en 2027.
- L'état de la forêt de hêtres des Apennins avec *Abies alba* dans une zone de 36,7 hectares a été amélioré grâce à des interventions sylvicoles appliquées. 32 hectares de forêt de hêtres des Apennins avec *Abies alba* ont été reconstitués. 18 hectares de populations de conifères artificiels et de *Abies alba* allochtones ont été restaurés avec des plantes indigènes (pour éliminer la pollution génétique de la forêt). 20 hectares de forêts de hêtres des Apennins à *Taxus* et *Ilex* ont été restaurés par la plantation de 3000 espèces européennes de *Taxus baccata* et 3000 plants d'arbres à feuilles larges.
- Recréation de huit habitats appropriés pour *Salamandrina terdigitata* en utilisant des techniques à coût réduit.
- Fourniture d'informations à la population locale sur les principaux enjeux et la promotion des résultats sur le site du projet, où nous pouvons trouver: le rapport technique final; travaux de l'atelier tenu en Avril 2005; rapports sur l'enquête naturaliste et sur l'enquête génétique sur la population indigène de sapin; la base de données de l'enquête naturaliste; les rapports de synthèse en italien et en anglais ainsi qu'un résumé des aspects technico-scientifiques du projet.



Eclaircissement progressivement la couverture en faveur d'*Abies alba* (Auteur: Enrico Meazzini)



Plantation des plants greffés d'*Abies alba* (Auteur: Alfredo Bresciani)

Leçons apprises

Les méthodes de reproduction des plantes initialement prévues pour *Taxus baccata* (par la germination des semences) ont dû être changées, et la reproduction végétative a été employée. Cette décision a été prise en raison du court délai imparti pour l'action de restauration financée dans ce type de projets (programme UE-LIFE) et la longueur de temps pour les protocoles de germination standard des semences de l'espèce cible.

Ce projet peut être considéré comme un exemple positif des actions visant la conservation de la nature, réalisé de manière à ce qu'elles peuvent affecter à la fois les tendances naturelles et culturelles qui, étant durables, conduiraient à la disparition d'écotypes, espèces et habitats. Quelques exemples comme: la nouvelle gestion des anciens reboisements qui ne sont plus considérés comme des ressources forestières, mais comme des domaines autochtones à réhabiliter; la gestion des hautes forêts de feuillus matures qui ne sont ni considérées comme culture à régénérer par l'utilisation des forêts, ni comme culture à travers l'éclaircissage, mais comme des forêts contenant des parties à valeur plus importante et la gestion des zones humides, aussi par des œuvres mineures de la bio-ingénierie, afin de rendre possible la reproduction d'une espèce donnée.

Perspectives

Les actions de restauration réussies et effectuées dans TUCAP ont également été appliquées dans d'autres forêts de hêtres et de sapins dans les Apennins Toscan Marches à travers le LIFE08NAT du projet LIFE / IT / 000371, ReSilFor (<http://www.liferesilfor.eu/>): La restauration des forêts de hêtres et de sapins dans les Apennins Toscan Marches. ReSilFor, a été approuvée et cofinancée par l'Union Européenne en Septembre 2009, a suivi et complété les actions de restauration qui ont eu lieu dans TUCAP.

Les points forts / faibles

- Points faibles: l'utilisation de la production végétative des plantes pour la plantation de certaines espèces (par exemple *Taxus Bacata*, *Ilex aquifolium*) en raison de l'échec des protocoles de germination optimaux.
- Points forts: l'analyse génétique de la composition de la forêt de sapin afin de concevoir la gestion de la plantation et de la forêt la plus appropriée.



Une journée avec des étudiants pour mettre l'accent sur la dissémination d'*Abies alba*
(Auteur: Marcello Miozzo)

La restauration des forêts de *Pinus nigra* sur le mont Parnonas (GR2520006) à travers une approche structurée, Acronyme: Pinus

Référence: LIFE+ NATURE LIFE07 NAT/GR/000286

Habitat: habitat prioritaire de l'UE 9530* "(sub-) forêts méditerranéennes de pins noirs endémiques"

Durée: 01/01/2009-30/06/2013

Superficie de la zone couverte: 631 hectares

Coût total: 3,035,791 €

Organisateur: Goulandris Natural History Museum/Greek Biotope-Wetland Centre (Greece)

Type de l'organisation: Institution à but non lucratif

Partenaires:

1. Decentralized Administration of the Peloponnese - Western Greece & Ionian Sea
2. Decentralized Administration of Macedonia - Thrace
3. Management Body of Mount Parnon and Moustos Wetland

Lieu de l'étude de cas: SCI « Oros Parnonas (and Malevi area) »- Peloponnese (Greece)

Contact:

Dr. Petros Kakouros, Project Manager

Telephone: +302310473320 (int. 303)

Email: petros@ekby.gr

<http://www.parnonaslife.gr/en>



Paysage caractéristique de la forêt de pins noirs brûlés de mont Parnonas.

(Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

Introduction

Le type d'habitat prioritaire 9530 * « (sub-) de forêts méditerranéennes de pins noirs endémiques » a une distribution fragmentée autour de la région de la Méditerranée. Mont Parnonas (1935 m) se trouve dans la partie Sud-est du Péloponnèse, au Sud de la Grèce et les populations de pin noir (*Pinus nigra*) sont plus au bord Sud par rapport à leur répartition géographique naturelle.

Les forêts de pins noirs sont l'habitat de nombreuses espèces importantes de plantes et d'animaux, jouant un rôle important dans la protection des sols contre l'érosion, et ayant une importance économique en raison de leur forte productivité du bois. Bien que le pin noir soit adapté à la faible intensité des feux, il est menacé par les grands feux de cime, qui apparaissent de plus en plus ces dernières années. En cas de feux de cimes, la régénération naturelle des forêts de pins noirs est très précaire en raison des caractéristiques particulières de l'espèce *Pinus nigra*, qui, contrairement au pin d'Alep et au pin de Calabre, ne maintient pas de cônes dormants.

Dégradation

La Grèce et d'autres pays méditerranéens ont subi au cours de l'été de l'année 2007 des incendies dévastateurs qui ont causé des pertes importantes à plusieurs écosystèmes méditerranéens, y compris les forêts de pins noirs. Sur le site d'importance communautaire (SIC) GR2520006 « Oros Parnonas (et de la zone Malevi) » du mont Parnonas, les forêts de pins noirs couvrent 5350 hectares. Les incendies de forêt ont détruit un grand pourcentage de la superficie de la forêt (près de 36%) dans les limites du site.

Objectifs

But: étudier les effets de l'incendie de 2007 et améliorer la planification de l'incendie après la restauration des forêts de pins noirs.

Objectifs spécifiques:

- Le développement et la démonstration d'une approche structurée pour restaurer les zones brûlées de type d'habitat prioritaire « forêts de pins méditerranéens avec le pin noir endémique » (9530 *),
- La restauration de 290 hectares de l'habitat prioritaire 9530 * dans la SCI GR2520006 « Oros Parnonas (et de la zone Malevi) ».



Parcelle non brûlée de pins noirs. Ces parcelles sont importantes pour la régénération naturelle de l'habitat du pin noir (Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

Méthodologie

- Analyse de l'impact des incendies

L'évaluation a été basée sur la cartographie détaillée des zones brûlées, l'évaluation des impacts du feu sur la végétation, la flore et la faune, et la cartographie de toutes les « îles » ou des arbres sains dispersés au sein de la zone brûlée, que ceux-ci agissent comme des sources de dispersion des graines pour la régénération naturelle, qui est la meilleure façon de restaurer la forêt. Les techniques utilisées étaient la télédétection, les systèmes d'information géographique et le travail sur le terrain.

- le développement et la démonstration d'une approche structurée pour la restauration des forêts de pins noirs.

L'approche développée permet de définir les priorités pour la restauration des zones affectées. Elle comprend l'évaluation des risques à court terme de l'érosion, des inondations, etc., qui doivent être traités immédiatement selon un processus étape par étape pour hiérarchiser et sélectionner les zones les plus appropriées pour la restauration, et en précisant les techniques de restauration. L'hiérarchisation et la sélection des zones appropriées sont obtenues en appliquant les critères d'exclusion, les critères d'éligibilité en termes de paramètres abiotiques et les critères techniques. L'approche comprend des mesures qui assurent sa mise en œuvre immédiate, comme l'entretien des stocks de semences, la cartographie détaillée de flore et de faune, et le suivi de l'efficacité des mesures de restauration.

Dans la démonstration de l'approche pour Mt. Parnonas, les critères d'exclusion étaient (i) le potentiel de régénération naturelle et (ii) le potentiel de faible taux de survie des individus plantés. Ensuite, les domaines ont été classés en fonction de (1) la représentativité du type d'habitat, (2) l'inclusion de sites en vertu de l'état de conservation, (3) la présence d'espèces importantes, (4) la nécessité de re-création de la connectivité des forêts, et (5) les variables abiotiques des domaines potentiels afin de choisir ceux qui ont le plus fort potentiel de succès du reboisement. La dernière étape a été la prise en compte des ressources disponibles et le coût par hectare et par méthode de restauration (de semis ou des plantations) afin de déterminer la superficie totale qui serait rétablie.

- Les actions de revégétalisation

Des semis de *Pinus nigra* de qualité certifiée ont été plantés dans des trous de mine ouverts avec des outils manuels; ils ont été produits avec des graines recueillies auprès de Parnonas après l'incendie de 2007.



Plantules de pin noir de la pépinière forestière de Organi, prêtent pour le transport vers la zone de restauration de mont Parnonas
(Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)



Plantation de pins noirs
(Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

- Suivi et évaluation de la restauration

Le système de surveillance a visé l'évaluation du progrès de la régénération naturelle, de l'efficacité de la planification, de la restauration et de la réussite de la restauration. Les parcelles de suivi ont été marquées de façon permanente.

- Diffusion de la communication

L'approche structurée et les actions de restauration mises en œuvre ont été fortement encouragées. Il est à noter en particulier, la tenue d'une conférence internationale « Nouvelles approches pour la restauration des forêts de pin noir », la publication de lignes directrices (Kakouros & Dafis 2013) concernant la mise en œuvre d'une approche structurée pour la restauration de pin noir et le film « Le voyage de la semence » (<http://www.paronaslife.gr/en/the-travelling-seed>) qui présente l'ensemble du processus de la restauration de la collection de graines et de la planification de la restauration, à la production de plants et des semis.

Résultats

- Restauration de 290 hectares de forêts de pins noirs brûlés, 450.000 plants ont été plantés et de plantes desséchées ont été reconstituées.
- 341 hectares ont été régénérés naturellement avec le pin noir ou la végétation de feuillus à feuilles persistantes jusqu'à 2013.
- Un réseau de 33 sites de surveillance permanents a été installé pour surveiller à la fois la régénération naturelle et la restauration.
- Le projet a conçu les bases pour la restauration de 250 hectares de plus de la forêt brûlée lorsque le financement supplémentaire est devenu disponible.

Leçons apprises

- Les données numériques nécessaires au format adéquat, telles que les cartes de l'habitat, les cartes géologiques, les cartes des sols et les données numériques sur la distribution des espèces devraient être disponibles dans les services de la forêt pour leur utilisation en cas d'urgence, de sorte que le processus de planification de la restauration peut être effectué rapidement et avec précision.
- Une quantité suffisante de semences pour chaque forêt de *Pinus nigra* devrait être disponible dans le stockage central des semences du Service Forestier Grec, car la collecte de semences pourrait être entravée par de nombreux facteurs tels que la faible production de cônes, le petit nombre d'arbres survivants, les difficultés pour atteindre des endroits avec des arbres survivants, le manque de ressources adéquates et leur pénurie.



La régénération naturelle du pin noir le long d'un micro-abri créé par un tronc d'arbre tombé
(Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

Perspectives

Depuis 2011, la régénération naturelle est devenue difficile parce que la végétation est sous la concurrence des jeunes arbres qui parviennent à germer, alors que quelques graines parviennent à aller au-delà des zones où la régénération naturelle se produit déjà. Lorsque les jeunes arbres commencent à produire des graines, de grandes quantités de semences se dispersent, dans de nombreux cas dans les régions où le développement des semis ne peut pas se faire en raison des mauvaises conditions du sol. La production de semences est prévue à partir de 2025 pour les arbres dans les peuplements ouverts et de 2030 pour les arbres dans les peuplements plus denses. Enfin, il est prévu que, après 70-100 ans les peuplements mûrs de pins noirs seront formés dans une zone d'environ 880 hectares. En raison des taux de survie faibles de plantations à plus basse altitude de 1000 m, les populations seront probablement plus ouvertes qu'avant l'incendie, au moins pour les premières décennies.

Les points forts / faibles

- Point fort: Le projet est un excellent exemple d'une approche structurée de restauration.



Pente Restauré avec des pins noirs 2 ans après la plantation.

(Auteur: EKBV / Petros Kakouros ©)

La gestion intégrée des forêts du Moyen Atlas au Maroc (GIFMA)

Référence: Rapport final des résultats de restauration écologique aux forêts de l'Atlas. Youssef Melhaoui, assistant technique du projet GIFMA

Habitat: Forêts du Moyen Atlas (*Juniperus oxycedrus-thuya*, *J. oxycedrus* et *Cedrus atlantica-Quercus rotundifolia*)

Durée: 2010-2014

Superficie de la zone couverte: 71617 hectares

Coût total: 3,110,745 US\$ (United States dollars)

Organisateur: Haute Commission pour les Forêts et les Eaux et pour la lutte contre la Désertification (HCEFLCD) (Maroc)

Type de l'organisation: Gouvernement Marocain

Partenaires:

1. United Nations Development Program (UNDP)
2. Social Development Agency (ADS)
3. Global Environment Fund (GEF)
4. World Wide Fund for Nature (WWF)
5. PCV: US Peace Corps Volunteers

Lieu de l'étude de cas: Guigou and Itzer forests- Skoura et les communes de Tanourdi (Morocco)

Contact:

Youssef Melhaoui, Technical assistant of GIFMA project; President of the Moroccan association of support and sustainable management of forests (AMAGDF)

BP 511, ENFI Tabriquet Salé

Téléphone: +00212674535353

Email: youssefmelhaoui@yahoo.fr



Forêt itzer (Auteur: Youssef Melhaoui)

Introduction

Les forêts marocaines sont l'une des régions les plus riches en biodiversité dans le bassin méditerranéen. Environ 5,7 millions d'hectares sont couverts par les forêts avec 80% des forêts de feuillus (*Quercus suber*, *Quercus rotundifolia*, *Argania spinosa* ...) et 20% des forêts de conifères (*Cedar*, *Thuja*, *Juniper*, *Pinus*...). La flore endémique marocaine est représentée par 800 espèces et sous-espèces qui se réfugient dans les montagnes du Rif et de l'Atlas. La mi-Atlas contient à elle seule environ 237 espèces endémiques. Il y a aussi des forêts rares et menacées comme celles à *Abies maroccana*, *Pinus nigra mauretanica*, *Pinus pinaster hamiltonii maghrebiana* et *Juniperus thurifera*.

Dégradation

Les principales causes de la dégradation des forêts de l'écosystème du Moyen Atlas sont:

- Le surpâturage (80% des forêts touchées chaque année)
- La coupe de bois de chauffage
- Les incendies (2700 hectares affectés chaque année)
- L'exploitation irresponsable et irrationnelle des ressources forestières (la compensation, la coupe illégale, la conversion des forêts pour la culture de cannabis ...)

Objectifs

L'objectif général du projet était la création d'un processus de restauration de l'écosystème de la forêt dégradée dans deux sites pilotes expérimentaux (dans les forêts de *Guigou* et *Itzer*). Les objectifs spécifiques du projet étaient:

- Conservation de la biodiversité et des ressources naturelles
- Maîtrise des techniques de culture et de production de plantes indigènes dans les pépinières
- Diffusion des techniques de reproduction des espèces indigènes développées par les pépinières (semis, coupe ...)
- Formation qui porte sur les actions de restauration écologique et leur surveillance
- La capitalisation et l'application du concept de restauration écologique à une plus grande échelle
- Implication de la population locale dans des actions de restauration



Dégâts causés sur les genévriers par le pâturage
(Auteur: Youssef Melhaoui)



La surexploitation des chênes
(Auteur: Youssef Melhaoui)

Méthodologie

Après la sélection des deux sites pilotes dans les forêts de *Guigou* et *Itzer* et les pépinières (en Tadout et Ait Oufella) pour la production de plantes indigènes, les mesures de restauration ont été effectuées en deux composantes:

A) La propagation des plantes indigènes dans des pépinières

- Sélection des espèces indigènes pour être produites dans les pépinières. Des espèces indigènes ligneuses et herbacées ont été sélectionnées à partir de la littérature phyto-sociologique et de l'écosystème spécifique.
- Étude sur la phénologie et le calendrier de la fructification des espèces sélectionnées.
- Récupérer les graines des forêts de *Guigou* et *Itzer* et stocker des semences de plantes indigènes dans une chambre froide.
- Mise en place d'un calendrier de semis pour les différentes espèces.
- Tests de germination des graines collectées.
- Propagation des espèces indigènes sélectionnées dans les pépinières (en semis ou par multiplication végétative)

B) Mise en œuvre du plan de restauration dans les deux sites pilotes

- Étude de la couverture végétale à l'intérieur du site pilote
- Suggestion de pratiques de restauration adéquates
- Élaboration d'un plan de gestion pour chaque parcelle expérimentale

Les pratiques de restauration utilisées étaient les suivantes:

1 / Fermeture par une clôture de fil barbelé pour éviter le surpâturage et d'autres facteurs de dégradation (repos biologique)

2 / Plantations:

- Ouverture des tous de plantation: 30x30x30 cm
- Densité: 50 à 100 plantes en fonction de la densité existante
- Les plantations ont été effectuées à l'ombre (sous la protection des plantes-nurses) et dans les clairières

3 / Semis

- Le semis est effectué dans des parcelles de 3 m² à l'ombre (plantes-nurses) et dans les clairières et le desserrement du sol a été effectué au milieu de la parcelle à une profondeur de 10 cm.

4/ Pratiques de culture:

- Élagage: cette pratique consiste à couper les branches à partir du 1/3 de la base des arbres du Genévrier de Phénicie, *Juniperus oxycedrus*, *Pinus halepensis* et *Tetraclinis articulata* de plus de 2m de longueur.

- Couper les arbres endommagés, du *Juniperus* et de *Pinus halepensis* morts ou infestés, et les remplacer par des plantes intactes de *Juniperus articulata* et *Tetraclinis*.



Travaux de plantation (Auteur: Youssef Melhaoui)

Résultats

Au moment de la vérification à mi-parcours, le projet GIFMA avait atteint les résultats suivants:

- 1) La sélection et la clôture de 2700 hectares dans les forêts des municipalités pilotes pour un repos biologique.
- 2) La collecte de semences indigènes et la production ultérieure de plantes dans deux pépinières.
- 3) La création d'un comité de suivi et des accords de partenariat avec tous les intervenants.
- 4) Ensemencement des espèces indigènes sélectionnées sur des sites pilotes en fonction de l'écosystème:
 - Écosystème de *Juniperus oxycedrus-thuya*: 1225 plantes divisées en 11 espèces (*Juniperus phoenicea*, *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Medicago arborea*, etc.) étaient produites.
 - Écosystème de *Juniperus oxycedrus*: 1211 plantes indigènes divisées en 13 espèces (*Cistus salviifolius*, *Medicago arborea*, *Atriplex numularia*, *Teucrium polium* subsp. *purpurascens*, *Phillyrea angustifolia*, etc.) ont été produites.
 - Écosystème de *Cedrus atlantica- Quercus rotundifolia*: 1038 plantes indigènes divisées en 6 espèces (*Cedrus atlantica*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosa canina*, *Crataegus laciniata*, *Quercus ilex*, *Fraxinus dimorpha*) ont été produites.
- 5) Assurer l'élevage des plantes et le suivi des parcelles pilotes.

Les résultats des plantations sont encourageants:

- Presque toutes les espèces indigènes plantées ont montré des résultats satisfaisants. Le taux de survie des autres espèces était de plus de 80% à l'exception de *Pistacia lentiscus*,
- Le succès de *Rosmarinus* est satisfaisant à la fois dans les terrains en pente ou non.



Régénération naturel de *Cedrus atlantica*
(Author: Youssef Melhaoui)



Régénération naturel de *Quercus rotundifolia*
(Author: Youssef Melhaoui)

Leçons apprises

- La mort des espèces de plantes de *Thuya* et du *Juniper* est due à la mauvaise qualité du sol.
- Les plantes gardées à l'ombre étaient plus vigoureuses que celles plantées dans les clairières.
- 3 espèces à retenir pour les plantations dans des clairières : *Juniperus phoenicea*, *Tetraclinis articulata* et *Rosmarinus officinalis*
- Les pluies estivales sont bénéfiques pour les plantes établies.
- L'élagage et le découpage permettent la création et l'établissement de nouveaux semis.

Perspectives

- Continuer avec les activités dans les forêts d'Itzer et de Guigou et reproduire le modèle sur une plus grande échelle dans d'autres villes à mid-Atlas.
- L'implication des groupes communautaires dans les actions de restauration.
- Améliorer le savoir-faire des gérants des forêts.



La pépinière de Taddout (Auteur: Youssef Melhaoui)

Points forts/faibles

- Points forts: le projet a développé, de manière adaptative et implicite, un modèle de gestion participatif intégré pour l'espace « agronomique-forestier-pastoral » fondé sur la participation de trois types de parties prenantes, locales et régionales.
- Points faibles : l'expérience de la GIFMA montre que le profit économique découlant de la participation des utilisateurs dans la gestion de l'écosystème des forêts, devrait être moins ambitieuse, comme les obstacles législatifs nationaux ne peuvent pas être résolus au cours du projet.

Restituer la richesse botanique de la forêt de Jarrah dans l'exploitation minière de bauxite restaurée, à l'ouest de l'Australie.

Références :

1. Global Restoration Network.
2. Alcoa's Mining and Restoration Process in South Western Australia (Koch, 2007)

Habitat: forêt de Jarrah.

Durée : 1991-jusqu'à présent.

Superficie de la zone couverte : 500-600 hectares par an

Coût total : 34,000/hectares AU\$ (dollars australiens)

Organisateur : Alcoa World Alumina Australia (Alcoa)

Type de l'organisation: compagnie privée.

Partenaires : la plupart des activités de recherche et de restauration sont financées et effectuées uniquement par Alcoa, bien que certains projets aient été réalisés avec la participation des universités et d'autres organismes de recherche.

Le lieu de l'étude de cas : Les mines de Huntly et Willowdale, Plateau Darling Range (Australia).

Contact :

Alcoa World Alumina Australia

PO Box 252, Applecross, Western Australia 6953

Telephone: +618 9316 5208 – Fax: +618 9316 5662

Email: alcoaofaustralia@alcoa.com.au

http://www.alcoa.com/australia/en/info_page/mining_homepage.asp



Exploitation minière avant la restauration
(Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)



La même zone avant la restauration
(Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)

Introduction

Alcoa exploite actuellement deux mines de bauxite à Willowdale et Huntly à la forêt de Jarrah au sud-ouest de l'Australie, un habitat de type méditerranéen et un point chaud de biodiversité. Il y a au moins 300 à 400 espèces de plantes en végétation dans la forêt de Jarrah, typiquement minée, au nombre de 163 espèces par 0.1 hectare. Alcoa travaillait sur la restauration de ses mines de bauxite depuis 1966, et depuis 1991 elle s'est engagée à utiliser uniquement les provenances locales et les espèces de plantes indigènes dans ses opérations d'ensemencement et de plantation. En plus, Alcoa est en train de convertir les zones déjà restaurées avec des espèces de plantes non-indigènes, en plantes indigènes propres à Jarrah quand le bois des arbres non indigènes est récolté.

Dégradation

L'extraction de la bauxite se produit dans des points isolés de 1-100 hectares de superficie, avec une moyenne de 10-20 hectares. Après la récolte de bois, la séquence minière implique : nettoyer la végétation restante, enlever la terre, mettre de la dynamite à la couche de bauxite cimenté ou l'enlever avec un bulldozer, et ensuite, supprimer et broyer la bauxite avant de la transporter vers les raffineries.

Objectifs

But : Rétablir un écosystème autonome à la forêt de Jarrah prévu pour améliorer ou maintenir l'eau, le bois, la re-création et les valeurs de conservation après l'arrêt des activités minières dans une zone déterminée.

Objectifs spécifiques :

- Créer un paysage restauré, compatible visuellement avec la forêt indigène voisine.
- Développer la flore, la faune et les caractéristiques du sol de l'écosystème de la forêt de Jarrah, avec un objectif pour un certain nombre des espèces végétales indigènes dans des sites de restauration de 15 mois : former 100% du nombre trouvé dans les sites forestiers représentants de Jarrah et au moins 20% d'espèces dans une liste des espèces prioritaires.
- Produire un écosystème qui peut devenir autonome sans gestion intensive à long terme.

Méthodologie

- Les sondages pré-mines: Une série d'enquêtes est menée très tôt, au premier stade, avant le développement de la mine. Les enquêtes comprennent la cartographie de la végétation, la surveillance de la faune et la cartographie de la maladie de dépérissement à la forêt de Jarrah (causée par *Phytophthora cinnamomi*).



Suivi de la richesse botanique (Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)

- Aménagement et pré-ripping (préparation du sol): les bulldozers baisseront les parois de la fosse et esquisseront les mines de façon à se fondre dans la topographie des forêts environnantes. Le plancher de la fosse est profond, fendu à 1,6 m pour briser son compactage.
- Remettre la couverture du sol et la couche arable : avant l'exploitation minière, le sol est coupé ou divisé en 2 couches ; la couche arable (15 cm) et la couche en dessous, avec une moyenne de 40 cm de profondeur, stockée à proximité de la zone minée. En utilisant les grattoirs, on étale en premier la couverture stockée, ensuite la couche arable fraîche, puisée généralement d'une fosse à proximité, étant préparée pour l'exploitation minière, durant la saison sèche. Cette couche arable « directement remise » contient une grande partie de la banque de semence forestière, des nutriments et l'activité microbienne du sol, ce qui permet un retour plus rapide des espèces végétales et active les procédés pédologiques. Si un retour direct des couches est inenvisageable, une certaine partie de la couche arable fraîche sera jalonnée ou dépistée alors pour éliminer une grande partie du gravier inerte, et une petite partie concentrée en graines sera ensuite étalée sur les parois de la fosse. Les graines contenues naturellement dans le sol sont le meilleur moyen de

rétablissement pour plusieurs espèces pour lesquelles il est souvent impraticable de collecter les semences ou c'est encore très coûteux, voire impossible.

- Couper le contour : la zone est coupée à nouveau à une profondeur de 0.8 m sur le contour par un bulldozer utilisant 3 dents afin de dégager la compaction causée par l'opération du retour du sol et de produire des sillons sur le contour pour permettre l'infiltration de l'eau et procurer une protection contre l'érosion du sol jusqu'à ce que la végétation se développe.
- Retourner les troncs et les pierres pour l'habitat de faune initiale: les déchets et résidus du bois, ainsi que les roches, sont placés dans les zones restaurées pour fournir un habitat pour les vertébrés et les invertébrés de la faune.
- Ensemencement : les zones sont plantées avec un mélange de 78-113 espèces y compris les deux arbres dominants, Jarrah (*Eucalyptus marginata*) et Marri (*Corymbia calophylla*), et d'autres arbres et plantes sous terraines. La collecte des graines se fait dans une zone de 20 km de chaque exploitation minière pour s'assurer que le matériel génétique local est bien utilisé. Les graines sont semées par l'intermédiaire d'un semoir pneumatique attaché à un bulldozer équipé d'un dispositif de ripage durant la saison sèche. Les procédés de germination (comme par exemple l'eau chaude ou la fumée) sont appliqués à chaque espèce avant le semis.



La couche arable est projetée pour obtenir un mélange riche utilisé pour maximiser la croissance des semences dans les zones restaurées (Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)



Fournir des abris et des sites de nidification aux animaux par les troncs et des pierres retournés au site (Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)

- La plantation : les espèces qui ne se trouvent pas initialement dans la couche arable, figurent dans une liste d'espèces prioritaire. Plus de 28 espèces sont propagées à travers

les boutures, des quantités de semences rares ou à travers la culture tissulaire. Les graines sont plantées manuellement en hiver. De nombreuses espèces sont des joncs arides et du carex qui produisent peu de graines viables, et sont fortement broutées par les kangourous. Ces petites plantes sont protégées par des petits sacs en filet.

- La fertilisation : la fertilisation par le di-ammonium de phosphate avec des engrais de potassium et des oligo-éléments est appliquée à 280 kg / hectare par hélicoptère pour les zones nouvellement restaurées à la fin de l'hiver. C'est une opération qui s'applique une fois.
- La surveillance : chaque année au mois de mars, quand les zones restaurées ont 9 mois, elles seront surveillées pour s'assurer que le nombre de plantes établies correspond au but visé. Les zones d'érosion ou les mauvaises herbes sont également traitées si nécessaire. Le printemps suivant, après le rétablissement (âge = 15 mois), la richesse des espèces de plantes est déterminée à travers 80 à 150 parcelles de 80 m² choisies au hasard. Un sous-ensemble de ces parcelles est marqué de façon permanente et surveillé d'une façon intensive pour faire partie d'un programme de surveillance de la végétation à long terme. Ces parcelles sont surveillées à nouveau à l'âge de 1, 6, 15, 20, 30 et 50 ans.

Résultats

Tous les indicateurs mesurés montrent qu'Alcoa a réussi la restauration de l'écosystème de la forêt de Jarrah et il y a une amélioration continue des résultats de récupération. La manipulation et la synchronisation du mouvement de la couche arable, le développement et l'application des nouvelles technologies ainsi que l'amélioration du mélange des graines et leur mode d'application ont vu une amélioration progressive en ce qui concerne la richesse des espèces dans les parcelles exploitées à plus de 80% en 1995. En améliorant les méthodes de manipulation du sol davantage ainsi que la technologie de la semence des graines, et en plantant des espèces figurant dans la liste prioritaire, l'objectif a été atteint, voire dépassé pour atteindre une valeur de 101.4% en 2001 dans les zones restaurées. Le ripage du sol à la fin de la saison des pluies n'a pas donné de bons résultats en 2002 et 2003. En 2004 le résultat était positif de 96% puis ça a chuté à 90% à cause de la fermeture d'une zone d'exploitation minière et le manque d'opportunités pour

remettre directement la couche arable. En 2010, la richesse était plus basse parce que c'était l'année la plus sèche. Pour les autres années la richesse en espèces était aux alentours de 100%.

Le taux de survie des espèces de jarrah était élevé, indépendamment de la présence de *P. cinnamomi*.



La pépinière Marrinup fournissant des plants de la liste des espèces prioritaires pour la plantation des mines en cours de restauration (Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)



Un petit carex protéger contre le surpâturage par des kangourous (Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)

Les leçons apprises

- Une année très sèche peut affecter les banques de graines pour les années suivantes. Il en est de même des restrictions logistiques en ce qui concerne le timing du ripage du sol et le retour de la couche arable.
- Rendre et remettre la couche arable directement augmente la richesse botanique.

Perspectives

- Restaurer la richesse des espèces jusqu'à l'objectif de 100% reste une grande priorité.
- Les zones restaurées sont encore jeunes (la plupart ont moins de 30 ans) et une restauration complète de l'écosystème peut prendre des siècles. Toutefois, les blocs et les processus de construction sont en place pour réussir à rétablir l'écosystème de la forêt de Jarrah.

Les points forts/faibles

- Un point fort : la technologie de restauration est continuellement améliorée. Alcoa et des chercheurs collaborateurs ont développé de nouvelles pratiques innovatrices et de nouvelles technologies pour le traitement des graines, la manipulation de la couche arable, la planification des exploitations minières et la propagation des plantes indigènes.



Diversité maximale des espèces de la première année après l'accomplissement de la restauration grâce à la variété de méthodes et des travaux établie
(Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)



Quatre ans plus tard, cette même zone est devenue la jeune forêt de jarrah
(Auteur: Alcoa World Alumina Australia ©)

Restauration des zones humides pour la récupération de la faune et de la flore dans la réserve d'Algemesí (Llacuna del Barranc).

Références : Le Centre de Conservation des Espèces d'eau douce de Valence (CCEDCV) <http://www.agricultura.gva.es/web/biodiversidad/centro-de-conservacion-de-especies-dulceacuicolas-de-la-cv-flora>

Habitat: Zones humides. Les habitats prioritaires de l'UE 1150 * «lagunes côtières» et 7210 * "Marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces *Caricion davallianae*.

Durée : 08/01/1996-jusqu'à présent.

Superficie de la zone couverte : 1.2 hectares.

Coût total : 351,000 € (coût estimé).

Organisateur : Le gouvernement régional de Valence – Conseil Municipal d'Algemesí (Espagne).

Type de l'organisation: autorités publiques.

Partenaires : Aucun.

Le lieu de l'étude de cas : Parc Naturel de L'Albufera de Valence, la Réserve d'Algemesí, (Llacuna del Barranc)- Algemesí-Valence- Communauté de Valence (Espagne).

Contact :

Le Centre de Conservation des Espèces d'eau douce de Valence, Service de la faune, Gouvernement regional de Valence.

Telephone: +34961620247

Email: centre_palmar@gva.es



La première étape de la restauration de la réserve d'Algemesí (Auteur: CCEDCV)



Six ans après le début des travaux de restauration dans la réserve d'Algemesí (, Auteur: CCEDCV)

Introduction

Le projet « Llacuna del Barranc » c'est le cas d'une restauration intégrale des zones humides d'une rizière complètement opérationnelle après la signature d'un accord de coordination entre la municipalité d'Algemésí – qui a acheté le terrain et qui sera en charge de la maintenance de la zone- et le Gouvernement Régional de Valence – qui sera en charge de l'exécution de l'adéquation de la région et de la réintroduction de la faune aquatique et des espèces de la flore.

Le lagon a été restauré avec un but initial qui consiste à établir une réserve pour la réintroduction du poisson endémique menacé, le *Valencia hispanica*, « *samaruc* », ainsi que la restauration des eaux libres et de la végétation riveraine.

Dégradation

L'envasement des différents domaines du lagon d'Albufera pour la culture du riz depuis les anciens temps, plus particulièrement au cours des XVIII-XIX siècles, et des activités ultérieures, comme le drainage et le déversement des déchets, sont estimés comme les principales causes de dégradation des habitats. En plus, la faune et la flore exotiques introduites, ont une grande influence sur la régression des populations des plantes indigènes comme par exemple l'*Arundo* ou le *Gambusia holbrooki* qui agissent respectivement comme des espèces en compétition pour les halophytes et les espèces riveraines ainsi que pour le poisson *Valencia hispanica*.

Objectifs

But : La restauration des zones humides (habitats aquatiques et terrestres) et l'établissement d'une faune et d'une flore essentielle d'une grande biodiversité et pour garantir la conservation à long terme.

Objectifs spécifiques : la reconstruction géomorphologique du lagon, le rétablissement de la faune et de la flore, y compris les espèces indigènes en voie de disparition, la sensibilisation et l'éducation du public.

Méthodologie

- La géomorphologie consiste à approfondir les rizières avec des pelles rétrocaveuses pour repositionner les matériaux extraits afin de générer le périmètre extérieur ainsi que les différents reliefs et formes internes souhaités, formant différents îlots et canaux entre eux. Des petites fentes sont forgées dans la majorité du périmètre intérieur pour faciliter l'établissement des espèces halophytes sélectionnées. Au contraire, pour le périmètre extérieur, des pentes plus raides avec une bordure supérieure forment le reste des collines intérieures pour empêcher l'entrée de l'eau lors des grandes inondations potentielles. Certaines rizières ont été explorées pour choisir une qui pourrait alimenter une eau de bonne qualité de l'aquifère, nécessaire

pour le poisson endémique « *samaruc* ». L'eau provenant du système limitrophe ne convient pas comme c'est un système de culture intensive sous pollution par eutrophisation.



Un des îlots établi dans la zone humide (Auteur: CCEDCV)



La construction d'un mur avec des matériaux naturels pour soutenir la pente dans le canal externe de la zone humide (Auteur: CCEDCV)

- Plantations : certaines sources naturelles et canaux à côté de cette zone ont été utilisés comme systèmes de référence pour sélectionner des espèces de flore. La production végétale a été réalisée dans le CCEDCV par des graines collectées dans les zones voisines pour assurer la variabilité et l'origine génétique des plantes. Dans certains cas, des techniques de coupe, des divisions des rhizomes ou fragmentation ont été utilisées.

Différentes méthodes sont utilisées selon le besoin en eau des espèces :

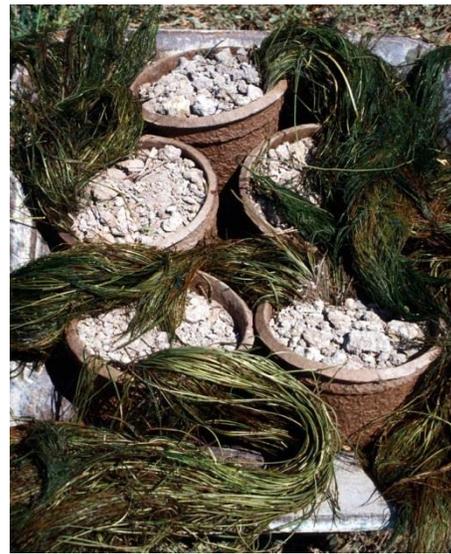
(1) Planter dans des environnements aquatiques avec hydrophytes nécessite des récipients spéciaux : une couche de gravier devrait être ajoutée à la surface pour éviter la fuite du substrat quand il est en contact avec l'eau, et ils doivent être biodégradables comme ils seront toujours au milieu.

(2) Les plantations avec hélophytes et qui ne nécessitent pas d'eau sont effectuées sur le rivage et dans certains cas au début de la nappe d'eau : des espèces comme *Alisma plantago-aquatica* ou *Scirpus tabernaemontani* ont été plantées avec leur système de racines complètement submergé par la nappe d'eau. Les plantes riveraines qui ont le moins besoin d'eau, ont été placées verticalement à une distance de 0 à 100 cm de l'eau, selon les espèces. Dans certains cas, elles ont été plantées à même le niveau d'eau pour assurer leur survie comme c'est le cas de l'espèce *Kosteletzkya pentacarpa* qui pousse dans la plupart des cas dans leur milieu naturel, juste au bord de l'eau. D'autres plantations ont été faites un peu plus loin, comme *Lonicera biflora* plantée à 120 cm au-dessus du niveau de l'eau parce que leurs besoins en eau sont minimes.

- De grandes plantations ont été effectuées en 1996, 1997 et 1999. Depuis l'année 2000, de petites plantations, comme le renforcement ou l'introduction de nouvelles espèces ont été effectuées. En total, 29523 jeunes arbres de 43 espèces différentes de la flore aquatique ont été plantées.
- Plusieurs espèces de la faune ont été libérées dans le lagon inondé, et principalement des poissons et des tortues (*Valencia hispanica*, *Aphanus iberus*, *Emys orbicularis*, *Gasterosteus aculeatus*, etc.)
- En plus, une clôture a été installée pour limiter l'accès libre à la région et certaines pratiques telles que la pêche et la chasse ont été interdites.
- Des campagnes de sensibilisation et une éducation sur l'environnement : un sentier avec des panneaux de signalisation a été fait dans la nature, il y a eu également des expositions et des documentaires, du matériel pour les écoles pour l'éducation des enfants, etc.



Umbraculum avec des piscines d'eau pour la production de macrophytes
(Auteur: CCEDCV)



Potamogeton pectinatus dans des conteneurs biodégradables en carton pressé, avec une couche de gravier (Auteur: CCEDCV)

Résultats

- Une analyse des résultats jusqu'en 2013 a montré que dans la « *Llacuna del Barranc* », il y a eu une stabilité naturelle de l'écosystème où la flore réintroduite a été développée avec succès, en colonisant naturellement la zone entière de la réserve et recréant un écosystème aquatique avec un haut niveau de biodiversité qui représente une unité de protection importante de ces habitats qui sont en voie de disparition dans plusieurs endroits.

On a remarqué que le développement de la végétation n'a été satisfaisant qu'après 4 ans de la restauration du lagon. Les hélrophytes et les plantes riveraines se sont développées plus vite que les macrophytes. Les espèces les plus réussies sont *Scirpus tabernaemontani*, *Kosteletzkya pentacarpa*, *Cladium mariscus*, *Iris pseudacorus*, *Sparganium erectum* ou *Hydrocotyle vulgaris*. Le problème majeur des macrophytes était la présence de nombreuses écrevisses et poissons herbivores qui les mangeaient juste après la plantation. Ensuite, des cages ont été installées autour des plantes très tôt, au cours des premiers stades du développement de la plante. D'autres plantes ont été aussi introduites. Finalement, de bons résultats ont été obtenus. Les espèces les plus représentées sont *Myriophyllum verticillatum*, *Myriophyllum spicatum* et *Nymphaea alba*.

- Les populations d'espèces de faune ciblées ont été fortement stimulées.
- Le nombre des campagnes de sensibilisation a augmenté pour atteindre un grand nombre du public : étudiants, associations culturelles, des groupes de techniciens, etc.



L'installation de différents types de cages de plantation
(Auteur: CCEDCV)



La culture d'*Iris pseudacorus*
(Auteur: CCEDCV)

Leçons apprises

- La géomorphologie, la profondeur et la rhéologie (espèces rhéophiles capables de vivre dans un fort courant ou aiment évoluer dans les zones de courant) sont des aspects très importants à prendre en considération lors de la création de nouvelles zones humides, ainsi que la qualité et la quantité de l'eau : il est important et vital pour l'établissement de certaines espèces et pour empêcher certaines d'autres plantes non désirables de pousser. Par exemple, dans certaines zones du lagon caractérisées par une eau très peu profonde avec écoulement lentique (lent) et où l'eau se renouvelle très rarement, il a été impossible de faire une colonisation par les macrophytes, même avec les espèces qui ne demandent que peu d'eau.

- Il est aussi important de maintenir l'endroit avec le temps, compenser par des espèces nitrophiles, espèces à croissance opportunistes ou très vigoureuses et renforcer également par des plantations d'espèces plus délicates et exigeantes.

Perspectives

Il est prévu que la ville d'Alghemesi achète de nouveaux terrains adjacents pour agrandir la zone. Dans ce cas, le Gouvernement Régional de Valence continuera ses activités de récupération de la végétation et de la faune, à l'instar de ce qui a été déjà fait au cours du projet actuel.

Continuer la surveillance, les campagnes et actions de sensibilisations ainsi que le maintien des zones restaurées.

Points forts/faibles

- Points forts : (1) La création de nouvelles zones humides à partir d'un champ de culture actif s'est avérée une idée innovante comme il n'y avait pas d'expériences antérieures dans la zone. (2) Le projet constitue un bon exemple de restauration intégrale avec le maintien de la faune et de la flore.
- Points faibles : (1) L'entrée de la faune indésirable n'a pas été complètement contrôlée : certaines espèces ont été introduites intentionnellement, et le système de débordement nécessaire installé dans la zone restaurée, permet dans une certaine mesure, l'échange de l'eau et des organismes vivants avec le système environnant. (2) la géomorphologie initiale a permis l'établissement d'espèces capables de pousser vigoureusement, provoquant un engorgement du bassin par leurs racines et la régénération du sol en perdant des espèces rhéophiles et la réduction de la nappe d'eau courante, ce qui implique un entretien régulier en nettoyant et dégagant les espaces.



Vue partielle de la réserve d'Alghemesi en 2015
(Auteur: CCEDCV)



Activités de sensibilisation avec des étudiants
(Auteur: CCEDCV)

Restauration et interprétation environnementale des forêts riveraines de Nestos Delta

Référence : <http://www.ekby.gr/nestos/>

Habitat : Forêts riveraines. Habitats de l'UE, 91E0 forêts alluviales avec « *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* » (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*), 91F0 « forêts riveraines mixtes de *Quercus robur*, *Ulmus laevis* et *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* ou *Fraxinus angustifolia*, le long des grands fleuves (*Ulmenion minoris*) », 92A0 « aleries *Salix alba* et *Populus alba* », 92D0 « galeries et bosquets riverains méridionaux (*Nerio-Tamaricetea* and *Securinegion tinctoriae*) ».

Durée: 2005-2009

Superficie de la zone couverte: 280 ha

Coût total: 1, 652,388.79 €

Organisateur: Forest Service of Kavala

Type de l'organisation: autorité publique.

Partenaires:

1. Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY)

Lieu de l'étude de cas: région de Nestos Delta- Région de la Macédoine Orientale et Thrace (Grèce)

Contact:

Dr. Petros Kakouros, Forester PhD, Greek Biotope/Wetland Centre
PO Box 60394
57001 Thermi, Grèce
Téléphone: +302310473320 (int 303)-Fax: +302310471795
Email: petros@ekby.gr
<http://www.ekby.gr>



La rivière Nestos avec une partie de la forêt riveraine secondaire (Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

Introduction

Le delta Nestos couvre 55,000 hectares et est désigné comme un site Ramsar, Site d'Importance Communautaire du réseau *Natura 2000*, et d'une zone de protection spéciale. Au début du 20^{ème} siècle, les forêts riveraines du Delta Nestos ont couvert 12,000 hectares. C'était un des plus grands types du genre dans la zone de méditerranée. Au début du projet, bien que les forêts riveraines de Nestos aient été restreintes à 150 hectares de forêts dispersées le long des deux bords de la rivière, c'était toujours la plus grande forêt riveraine en Grèce.

Dégradation

Nestos a subi des modifications dramatiques de son hydrologie et les écosystèmes au cours du 20^{ème} siècle. Les changements ont commencé dans les forêts riveraines du delta avec une grande demande des terres agricoles après 1930, ce qui a causé la dégradation progressive de la forêt, le redressement de la rivière, la construction des digues et un barrage d'irrigation. Une partie de la forêt a été remise aux Services Forestiers pour faire pousser des peupliers et aussi aux fermiers. La dégradation et l'avilissement de la forêt a été arrêté en 1970 quand le reste des forêts vierges a été mis sous protection afin de pouvoir sauvegarder les dernières populations du faisan commun en Grèce. Toutefois, les changements se sont poursuivis avec la construction de deux barrages hydroélectriques au milieu du cours de la rivière. Les grandes plantations de peupliers et la cessation d'inondation naturelle ont provoqué une baisse rapide de la fertilité des sols qui a limité la survie de la végétation de la forêt et une végétation limitée à des espèces annuelles. Les niveaux d'eau souterraine ont chuté entraînant un stress hydrique accru pour les arbres pendant la période estivale sèche. L'ampleur de la pression a été ajustée plus tard, quand la compagnie d'électricité a été obligée de permettre un débit d'eau minimal à partir des barrages hydroélectriques tout au long de l'année. Cela a permis une reprise partielle des niveaux des eaux souterraines à proximité de la rivière.

Objectifs

But : restaurer la végétation naturelle et valoriser les forêts riveraines du Delta Nestos en but de promouvoir le tourisme durable.

Objectifs spécifiques :

- Mettre à jour le plan de gestion de la forêt riveraine.
- Restaurer 280 hectares des espèces de plantes indigènes et réduire la fragmentation de la forêt.
- Développer un plan de gestion des visiteurs, des infrastructures qui respectent l'environnement et du matériel d'information.



Chaine de rivière au sein de l'ancienne forêt préservée (Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

Méthodologie

- Un plan de gestion global des forêts riveraines pour mettre à jour les études précédentes de 1998 a été développé. Le plan a pris en compte les changements du cadre législatif relatif à la région et de nouvelles informations concernant les espèces, la végétation et l'écologie de la zone (région).
- Une étude exécutive de restauration de la végétation a été mise en place en tenant compte des interventions précédentes dans la région, évaluant les tentatives précédentes en proposant de nouvelles zones pour la restauration et de nouvelles espèces à planter tout en spécifiant tous les travaux et les tâches nécessaires. Les éléments de conception de base pour la restauration étaient:
 - matériel de plantation des espèces de flore indigènes produites avec des matériels de reproduction récoltés dans la forêt riveraine,
 - la sélection d'espèces qui devraient être plantées sur chaque surface en tenant compte de la nature du sol,
 - la préparation du sol (abattage des plantations de peupliers, le déracinement, le travail du sol, fraisage, etc.),
 - planter dans des trous très profonds pour faciliter l'accès rapide du système des racines des plantes jusqu'aux couches les plus humides.
 - Se débarrasser de la végétation abondante par fraisage, en créant des trous peu profonds autour des plantes, etc.
 - Mettre des clôtures autour des zones plantées pour éviter les pâturages au premier stade de vie des plantes ou pour favoriser la régénération naturelle.
 - L'irrigation des zones plantées par le moyen de réservoirs d'arrosage pour assurer une hydratation et humidité suffisantes au sol.

- Un programme pour surveiller de près les progrès achevés en restauration et une gestion efficace a été élaboré et mis en place. Des mesures des facteurs biotiques et abiotiques ont été utilisées pour évaluer la réalisation des objectifs de gestion et de restauration. En particulier, pour évaluer la restauration de la composition des plantes et de sa structure par rapport à celle de la forêt vierge restante, le système a consigné: le succès de la plantation de chaque espèce et le site de qualité, la croissance des plantes ainsi que la vitalité des plantes.
- Un plan de gestion des visiteurs a été élaboré pour montrer les meilleures voies d'accès et de circulation des visiteurs. Des infrastructures pour l'information, des activités ludiques et de loisirs ont été développées et les forêts riveraines et la rivière Nestos ont été élues des zones à intérêt écologique, esthétique et de loisirs. Le projet a été diffusé largement, surtout en ce qui concerne la coopération avec des organisations éducationnelles et scientifiques.



Préparation des plantations : abattage des plantations de peupliers (Auteur: Forest Service de Kavala / Dimitris Filiadis ©)



Sol prêt pour les plantations et les clôtures sont installées pour la protection du pâturage (Auteur: Forest Service de Kavala / Dimitris Filiadis ©)

Résultats

- La végétation naturelle dans la Forêt Riveraine de Nestos a augmenté de 280 hectares : 80,000 trous environ ont été creusés dans le sol pour planter des peupliers, peuplier blanc (*Populus alba*), peuplier noir (*Populus nigra*), aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), le saule blanc (*Salix alba*), saule fragile (*Salix fragilis*), frêne (*Fraxinus angustifolia*), chêne pédonculé (*Quercus robur. pedunculiflora*), etc.
- 14 parcelles de surveillance permanentes ont été créées; les résultats de la surveillance indiquent que le succès des semis était d'environ 50% et la croissance des plantes est satisfaisante.
- La valorisation de la forêt riveraine et les infrastructures de loisirs contribuent à la création d'un développement durable dans une zone plus large.

Leçons apprises

- Une cartographie plus détaillée des conditions de sol aurait dû être réalisée avant la restauration.
- Le contrôle de l'abondance de la végétation exige des efforts et des fonds considérables.

Perspectives

Les perspectives sont positives comme on s'attend à ce que les arbres en croissance doivent commencer à se régénérer naturellement. Il est particulièrement positif que le taux de survie à la fois des espèces ligneuses à bois tendre (*Populus sp.*, *Salix sp.*, etc.) et les espèces ligneuses dures (*Quercus sp.* et *sp Fraxinus*) était relativement élevé. L'expansion de la forêt naturelle est certainement bénéfique à la faune locale, en particulier les espèces qui ont besoin de grands arbres pour la nidification et une grande forêt à l'intérieur.



Plantes prêt pour la plantation
(Auteur: Forest Service de Kavala / Dimitris Filiadis ©)



Populus alba et *Populus nigra* deux ans après la plantation
(Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

Le grand succès des plantations dans les sites les plus humides soulève la question de l'étude de la capacité des parties à inondation des anciens lits de rivières dans la forêt. Cela contribuerait à l'augmentation de l'infiltration de l'eau douce dans les parties du Delta, avec une forte salinité en créant également des habitats appropriés pour une large gamme d'espèces telles que les poissons, les amphibiens, etc.

Sachant que le projet a développé un réseau complet d'infrastructures pour la diffusion des informations, la région est capable de devenir un lieu de travail naturel pour la restauration écologique des forêts et des systèmes riverains.

Points forts/faibles

- Point fort : le projet n'a pas uniquement atteint ses objectifs mais il a aussi produit des connaissances et a permis à un grand nombre de scientifiques et techniciens d'acquérir une expérience précieuse.
- Point faible : le programme de surveillance ne fonctionne pas comme il faut en raison du sous-financement.



Exposition sur les machines utilisées dans la plantation de peupliers
(Auteur: EKBY / Petros Kakouros ©)

Restauration et gestion du lac Oroklini à Larnaka (OROKLINI)

Référence : LIFE10 NAT CY 000716.

Habitat : Zones humides, lac

Durée : 01/01/2012-31/12/2014

Superficie des zones couvertes : 57 hectares

Coût total : 797,070 €

Organisateur : *Game and Fauna Service* (Ministère de l'Intérieur)

Type de l'organisation : autorité nationale

Partenaires :

1. BirdLife Cyprus
2. Département de l'Environnement (Ministère de l'Agriculture)
3. Département des Forêts (Ministères de l'Agriculture)
4. Conseil Communautaire de Voroklini

Lieu de l'étude de cas : SPA/SCI lac d'Oroklini, Larnaka (Chypre)

Contact :

Nikolaos Kassinis, Directeur du projet

Tel: +35722867786-Fax: +35722867780

Email: Lemosos.thira@cytanet.com.cy

<http://www.orokliniproject.org/>



Le paysage du lac Oroklini (Auteur: M. APOSTOLIDOU ©)

Introduction

Le lac d'Oroklini est l'une des rares zones humides naturelles présentes à Chypre. En 2009, le site a intégré le réseau « Natura 2000, réseau des zones protégées ». Le lac a été classé zone de protection spéciale (ZPS) sous la Directive des Oiseaux de l'UE en raison de l'imbrication de 2 oiseaux, Echasse blanche (*Himantopus himantopus*) et Vanneau éperonné (*Vanellus spinosus*). En outre, il a été classé site d'importance communautaire (SIC) et une zone spéciale de conservation grâce à la présence d'espèces halophiles.

Dégradation

Les troubles et perturbations causés par les humains représentaient la plus grande menace pour le site, en particulier l'accès non contrôlé, où les gens entrent généralement avec leurs véhicules et leurs chiens, affectant la reproduction des oiseaux. En outre, l'absence de gestion de l'eau, a affecté la reproduction des oiseaux à cause des inondations ou de la sécheresse selon les mois de l'année. Du reste, de nombreux autres facteurs conduisent à la dégradation du site, nous en citons: la création du marché aux puces dans la région, la présence d'espèces envahissantes et le ruissellement des zones urbaines et agricoles sur le site.

Objectifs

But : restaurer et gérer le lac d'Oroklini pour aboutir à un état de conservation favorable en ce qui concerne les espèces pour lesquelles le site a été sélectionné.

Objectifs spécifiques : apporter un équilibre écologique au lac pour les fonctions de l'écosystème à long terme; assurer la stabilité des populations d'espèces et d'habitats, en particulier pour conserver les deux espèces de qualification du site: le Vanneau éperonné et l'Echasse blanche.



Lac Oroklini, Février 2012. Le marché aux puces en arrière-plan de la figure
(Auteur: C. Papazoglou ©)

Méthodologie

Le projet comprenait des actions préparatoires, des actions concrètes de conservation ainsi que des actions de sensibilisation.

- Un travail préparatoire a été effectué comprenant: un atelier de travail et un compte rendu sur les valeurs de référence favorables (FRVs), la détermination du contour du lac, la permission de construire une clôture, l'élaboration de certaines études du site comme: la topographie, les caractéristiques hydrologiques, l'état ichtyologique du lac, l'analyse des pressions et des impacts sur la qualité des eaux de ruissellement, l'élaboration d'un plan de gestion (plan d'action).
- Une clôture a été placée tout autour du site pour limiter les troubles et les dérangements des humains. Du reste, des travaux de gestion de l'eau ont été effectués. La gestion de l'eau permet de contrôler des phénomènes extrêmes, surtout les inondations et les crues. Le bon fonctionnement des structures de contrôle de l'eau permet de creuser des bas niveaux d'eau pour éviter la destruction des nids, comme il a été bien documenté dans le passé. Ces menaces d'inondation ont été traitées par des actions de gestion de l'eau mises en œuvre au cours du projet LIFE Oroklini. Par exemple: le barrage a été restauré après l'avoir débarrassé de la végétation, des éraflures et les îlots ont été créés et reliés au collecteur principal pour servir de nidification et d'alimentation pour de nombreuses espèces d'oiseaux. Par ailleurs, deux structures de contrôle de l'eau ont été installées pour la gestion de l'eau sur le site. De plus, des passages pour les anguilles ont été fixés pour aider la migration des anguilles de la mer sur le lac pour augmenter les possibilités d'alimentation des oiseaux.
- Les espèces envahissantes ont été retirées du site (principalement les acacias) en coupant les arbres et en injectant des pesticides dans la tige ou en les étalant sur la souche (en fonction de la taille des arbres). Ensuite, arbres et arbustes indigènes ont été plantés (principalement des arbres *Tamarix*) dans les zones où existaient des espèces envahissantes, pour minimiser la possibilité de ré-régénération de ces espèces. En outre, les espèces végétales indigènes ont été plantées à la frontière de la zone pour fournir un écran naturel pour le lac et les principales zones de reproduction. Du reste, des plantes indigènes *Salicornia* et d'autres végétations halophiles indigènes ont été plantées.
- Le marché aux puces illégal a été restauré par l'enlèvement des déchets, de béton et de gravier pour étendre l'habitat de reproduction pour les oiseaux.
- Des balises diurnes ont été installées sur les lignes électriques qui traversent le site afin de réduire le risque de collision des oiseaux.
- La sensibilisation et l'intérêt du public ont été augmentés par: la construction d'un kiosque d'information avec une plate-forme d'observation, mise en place de panneaux d'information, la création d'un poste d'observation de la nature contenant des panneaux de signalisation portant sur les oiseaux qui peuvent être

observés sur le site, l'organisation d'ateliers de travail, de production de dossiers pédagogiques, des activités avec les écoles, des albums photos, des vidéos, des brochures et des autocollants pour le site.

- Enfin, le plan de surveillance a été mis en place, en tenant compte de plusieurs paramètres tels que: le contrôle des prédateurs associé à la surveillance de la réussite de la nidification, la surveillance des fonctions de contrôle de l'eau, les niveaux de l'eau, la protection des habitats, des espèces de plantes envahissantes, la population de l'anguille, l'infrastructure de surveillance et l'état des lucioles de câbles électriques.



Travaux de clôture
(Auteur: M. APOSTOLIDOU ©)



Enlever les arbres d'Acacias (Auteur: M. APOSTOLIDOU ©)

Résultats

Des mises en œuvre pour atteindre les objectifs du projet ont été réalisées, telles que: l'installation de la clôture, le retrait d'espèces envahissantes, la plantation d'arbres et d'arbustes indigènes, la gestion de l'eau, la construction d'un kiosque pour les visiteurs et la construction d'îlots. En outre, des résultats positifs ont été atteints, nous mentionnons:

- En 2013, le Vanneau éperonné (espèce de désignation SPA) et le Pierre-courlis (*Burhinus oedicanus*) ont niché dans le domaine restauré pour la première fois.
- En 2014, au moins deux « Gravelots à collier interrompu » (*Charadrius alexandrinus*) ont niché dans cette région après 7 ans d'absence alors que le petit Gravelot (*Charadrius dubius*) a niché où les gens et les voitures passaient avant la construction de la clôture. En outre, une colonie de reproduction de 45 hérons garde-bœufs (*Bubulcus ibis*) nichés dans Oroklini pour la première fois. En hiver, un des plus grands

troupeaux d'hiver de « Vanneau éperonné » a été enregistré sur le site avec 85 oiseaux. Ce nombre a été le plus élevé sur l'île pour la durée du projet de 3 ans. De même, les « Vanneaux éperonnés » ont niché avec succès sur les îlots construits.

- Le public a montré un grand intérêt pour la restauration du lac d'Oroklini à travers des ateliers de travail, du volontariat ainsi que des visites du lac. Ainsi, dès le début du projet, environ 10,000 personnes ont eu la chance de connaître le lac d'Oroklini et on prévoit la visite de 100 personnes environ chaque mois.



Des visiteurs jouissant de surveiller les oiseaux d'Oroklini avec des télescopes et des jumelles (Auteur: M. APOSTOLIDOU ©)

Leçons apprises

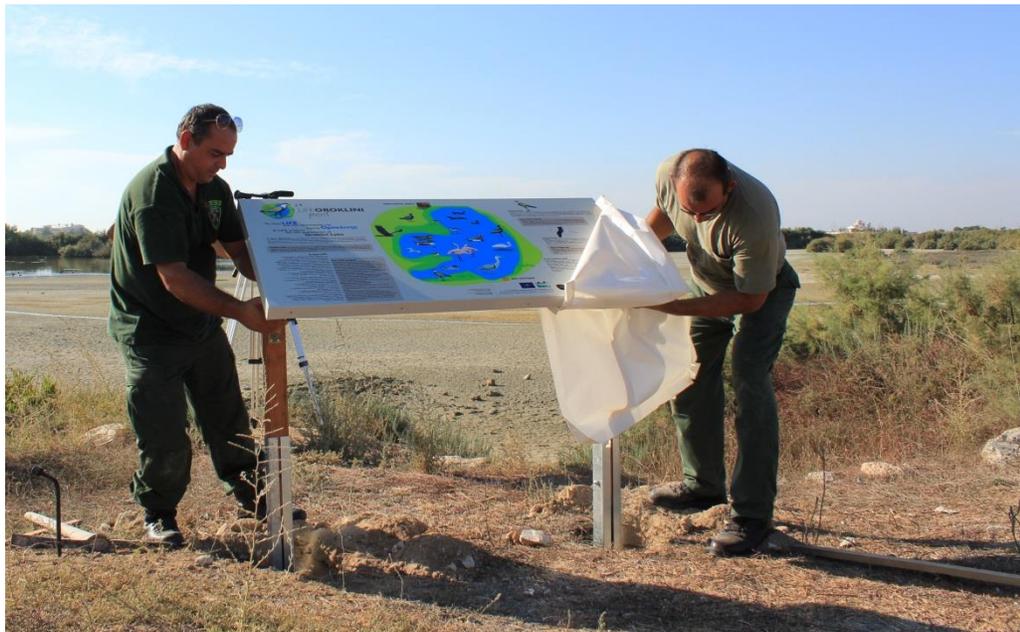
Avant d'entamer les travaux de restauration, de grandes études sur les nombreuses caractéristiques écologiques ont été effectuées conduisant à une meilleure gestion de la restauration. En outre, les méthodes utilisées par le projet pour augmenter la sensibilisation du public ont été très efficaces. Ainsi, plus les techniques pour augmenter la sensibilisation du public sont diversifiées, plus le public sera attiré. Il a été également révélé que la création d'un kiosque d'information sur le site est une bonne technique d'attraction du public.

Perspectives

Une surveillance du site à long terme sera effectuée.

Points forts/faibles

- Points forts :
 - Des espèces de plantes indigènes du pays ont été plantées pour remplacer les espèces envahissantes.
 - La haute visibilité des actions du projet a été respectée (site web, des ateliers et le kiosque d'information).
 - Des paramètres divers ont été pris en considération pour les activités de surveillance.



Les agents du "Game and Fauna Service" mettent le premier panneau de conseil sur le site
(Auteur: M. APOSTOLIDOU ©)

La protection d'un territoire par l'ingénierie écologique dans une zone de chalandise

Référence: Projet PROGECO: Protection du territoire par le biais du génie écologique à l'échelle de bassin versant (ou zone de chalandise). REF. 2003- 03-4.3-I-058, au sein du programme « Cooperation Program Interregg III B Medocc ».

Habitat: Eaux douces, rivière Méditerranée. En particulier, les habitats 5210 de l'UE « matorral arborescent à espèces de *Juniperus* », *91E0 «forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) », et 92D0 « Galeries et bosquets riverains du Sud (*Nerio- Tamaricetea* et *Securinegion tinctoriae*) ».

Durée: 01/05/2004-30/09/2006

Superficie des zones couvertes: 0.049 hectares

Coût total: indisponible

Organisateur: Ente Autonomo del Flumendosa (EAF) de la région de Sardaigne

Type de l'organisation: Organe de l'administration régionale

Partenaires: PROGECO partenaires du projet en Italie:

1. Institut National des Montagnes (National Institute for Mountains (IMONT))
2. Programmes de services pour la Direction de l'aménagement du territoire, de l'Environnement et de l'Infrastructure de la Région Ombrie.

Le lieu de l'étude de cas : Rio Gutturreddu, SCI "Foresta di Monte Arcosu"- Province de Cagliari- Région de Sardaigne (Italie).

Contact: Maria Antonietta Dessena.

Servizio Qualità Acqua Erogata. Ente acque della Sardegna (Enas) Via Mameli, 88. 09123 Cagliari

Téléphone: +3907060211

Email: mantonietta.dessena@enas.sardegna.it



Rive droite de la rivière Gutturreddu (Auteur: Enas)

Introduction

PROGECO était un projet qui a impliqué plusieurs partenaires méditerranéens (Italie, Portugal, Grèce et Tunisie). Son objectif principal était le développement des Bonnes Pratiques pour l'application de l'ingénierie naturaliste sur les cours d'eau et les zones humides dans le bassin méditerranéen avec un fort impact humain. Plusieurs études de cas ont été développées, y compris cette étude présentée ici.

Le site sélectionné en Italie était la rivière Gutturreddu qui fait partie de la forêt de *Monte Arcosu* « Foresta di Monte Arcosu », propriété de WWF-Italie. La région constitue une partie de réseau *Natura 2000* et comprend un Site d'Intérêt Communautaire (SIC) et une zone de protection spéciale (ZPS). Le site a été sélectionné grâce à sa grande valeur naturelle, mais aussi en raison de la forte influence des phénomènes de modification géomorphologique par d'intenses épisodes de pluie sporadique et saisonnière, qui affectent à leur tour (inondations) les parties inférieures de cette rivière et d'autres rivières en dessous (rivières *Santa Lucia et Gutturumannu*).

Dégradation

- Anthropique: la déforestation passée de forêts matures entourant les rives du fleuve ont changé la végétation qui produit un effet protecteur plus important sur la rivière; et la déforestation récente des bords de la rivière pour la production de bois de chauffage a diminué la végétation riveraine naturelle.
- Naturelle: fortes pluies saisonnières typiques de la Méditerranée sont en train de modifier la géomorphologie des rives en raison de l'absence ou de la modification de la végétation riveraine naturelle.

Objectifs

But : l'objectif principal du projet était de développer et de faire des tests sur différents environnements du bassin méditerranéen, l'efficacité et l'usage potentiel de l'ingénierie naturaliste pour la protection hydrogéologique et la restauration de l'habitat naturel.

Objectifs spécifiques : dans la région sélectionnée de Sardaigne, l'objectif était l'évaluation des techniques de restauration diversifiées sur diverses régions de la rivière *Gutturreddu* caractérisée par l'absence ou la forte dégradation de la végétation indigène à cause des grandes érosions des marges de la rivière.



Vue 3D de la zone étudiée (Auteur: Enas)



Simulation 3D Flood (temps de retour de 5 ans) et inondation naturelle de Décembre 2004 (Auteur: Enas)

Méthodologie

- Trois sites ont été sélectionnés au bord de la rivière *Guttureddu*: un tronçon de la rive droite avec une érosion apparente au pied (Site A); une partie des berges de la rivière ainsi qu'une partie du lit de la rivière au milieu d'un méandre (site B) sur un affluent de la *Guttureddu*; la rive gauche de la rivière dont les berges ont été érodées par un chemin de terre créé sur le bord la rivière (site C).
- Études primaires des sites sélectionnés: analyses hydrauliques et hydrologiques, analyse de la végétation, estimation de la fonctionnalité de la rivière, caractérisation SIG et GPS des lits des rivières et des rives.
- Actions de restauration : Site A : la protection de la base de la rive a été assurée par des gabions et des blocs de pierre, la consolidation et la protection des pentes de la berge de la rivière ont été assurées par des filets métalliques, des treillis de jute, du bois et de petits canaux pour retenir l'eau de pluie et l'utilisation de semis et des boutures racinées de plantes indigènes pour créer une strate vivante au-dessus de la strate abiotique. Site B: remodelage du lit de la rivière, protection du bord de la rivière avec des pierres locales et renaturalisation avec des espèces indigènes (natives). Site C: Protection de la base de la rive avec des gabions et des blocs de pierre, remodelage du bord et plantation de semis et de boutures racinées.



Site A: plantation au sein de la structure de cellules en bois
(Auteur: Enas)



Site C: plantation de plantules et boutures racinées
(Auteur: Enas)

- Plusieurs pratiques de gestion de la végétation ont été utilisées: (1) Lors des travaux de nettoyage, la rénovation et la protection par des géogrilles et des biomatériaux des rives des sites A et C, l'arrachage de la végétation saine et épaisse a été évitée. Les bosquets de lauriers roses, de saules et d'autres espèces (telles que le caroubier et le genévrier) qui ont été laissés intacts, ont joué un rôle important pour protéger les nouvelles plantes plantées d'une exposition excessive au soleil et au vent. (2) Les plantes ont été produites à partir de matériel génétique collecté et cultivé localement. (3) Les espèces de plantes ont été plantées sur les pentes des rives selon leurs caractéristiques éco-physiologiques et leur capacité à protéger divers environnements (par exemple, la base de la rive a été plantée avec des semis et des boutures racinées d'espèces, telles que le laurier-rose, qui créent un système de racines longues consolidant le sol,

et permettant de résister aux forts courants d'eau); les rives ont été plantées d'espèces locales herbacées et arbustives sous forme de plantes racinées à l'intérieur de structure des cellules de bois. (4) Les plantes ont été disposées sur les pentes de la rive en prenant en considération leurs besoins en eau (les cellules de la partie inférieure ont été plantées avec des espèces hydrophiles et les cellules de la partie supérieure avec des plantes qui tolèrent un environnement plus sec).

- Suivi individuel des plantes réintroduites durant l'année et suivi de l'ensemble du système restauré pendant les 4 ans.

Résultat

Les effets positifs de l'intervention ont été observés après l'événement d'inondation de janvier 2006 qui a gravement affecté plusieurs bassins hydrographiques au sein de la Sardaigne: Site A : La partie amont du site restauré a bénéficié de l'inondation qui a causé la sédimentation de matériaux (sable et gravier) entre le pied et les blocs de protection ; par contre, l'aval a été négativement affecté par l'impact du flux avec un débit plus élevé, il a contourné le bloc de sécurité, a érodé la base de la lixiviation de la grille du revêtement du sol et a emporté certains jeunes plants. Les plantes placées à l'intérieur de la grille de bois ne sont pas affectées et elles sont toutes en bonne santé. Après les événements de janvier 2006, certaines mesures ont été mises en œuvre pour renforcer le site A, afin de fixer et de consolider principalement les blocs de protection au pied et de remplacer certaines plantes qui avaient été emportées par le déluge. Site B : la défense de blocs a bien résisté, mais a érodé les rives derrière la défense de blocs près de la nouvelle berge. Site C : l'extrémité de l'épi de rivière créé pour protéger la berge a été rénovée par le courant, créant une situation encore plus favorable puisque la rivière a déposé des matériaux durs et rugueux (blocs et grosses pierres) derrière l'épi lui-même, créant des conditions naturelles qui permettent à la rivière de préserver l'étang naturel existant. Cette redistribution naturelle des sédiments a amené la rivière à occuper en permanence le côté hydraulique droit, et à ne pas envahir, sauf dans des conditions exceptionnelles de haut débit, le côté gauche. Pendant la crue, le canal a dépassé la barrière de rochers et a inondé la pente avec une hauteur moyenne de 70 cm, le long de 3,50 m de la première défense de blocs. En tout cas, l'intervention technique de la bio-ingénierie a bien résisté, dépassant toutes les fonctionnalités attendues, car il n'y a pas eu de dégâts aux blocs ni aux espèces de plantes.

Après 4 ans de surveillance : le Site A a été complètement restauré, la végétation a couvert les rives et l'érosion a été évitée. Le Site B n'avait plus de végétation et la restauration physique n'était pas bonne. Le Site C a été partiellement restauré et l'érosion évitée. La restauration physique est restée partiellement en bon état et la végétation plantée qui la couvre est devenue vigoureuse.



SiteA: état de l'art, Septembre 2005 (Auteur: Enas)

Leçons apprises

Il était important de planter les graines dans les périodes de sécheresse, et la pluie était utile pour laver et arroser les graines semées. Il était également important de calculer et de garder une bonne proportion de graines de différentes espèces qui veulent être utilisées, sinon une espèce dominera les autres. L'irrigation est nécessaire (obligatoire) le long du premier mois après la plantation pour une bonne réussite de la restauration biotique (la croissance des racines avant les fortes pluies), même si les plantes sont de matériel génétique local et cultivées dans les conditions locales. Il est très important de planter durant la saison optimale, par exemple, dans ce travail, les plantations étaient plus efficaces lorsqu'elles ont été réalisées en octobre au lieu de juin. Pour des plantations réussies, les plantes utilisées doivent être choisies en fonction de la pente de la zone à planter, en tenant compte des caractéristiques structurelles du système des racines.

Perspectives

La méthodologie réussie, utilisée dans cette restauration, a été appliquée avec succès également dans un autre système fluvial de la Méditerranée, au sein de la Sardaigne (par exemple la rivière de *Flumendosa*).

Points forts/faibles

- Points faibles : le succès des actes de restaurations n'était pas homogène entre les sites, pour dire que la méthode n'a pas bien marché pour tous les sites sélectionnés. Pas de nouvelles actions de renforcement prévues pour restaurer les sites où la méthode n'a pas fonctionné.

- Points forts : en 2006, PROGECO était le projet qui a reçu le prix des « meilleures pratiques » parmi tous les projets du programme de coopération territoriale européenne *Interreg* menés au cours de la période de 2004-2006.



Les sites choisi de la rivière Gutturreddu (Auteur: Enas)

Modèle de la restauration des habitats des dunes dans « L'Albufera de Valencia » (DUNAS ALBUFERA)

Référence: LIFE00 NAT/E/007339

Habitat: système de dunes maritimes, première frange de dunes

Durée: 01/01/2001-30/06/2004

Superficie des zones couvertes: 13.5 hectares

Coût total: 1,951,482 €

Organisateur: Conseil municipal de Valence (Service Devesa-Albufera) (Espagne)

Type de l'organisation: autorité locale

Partenaires: pas de partenaires,

Lieu de l'étude de cas : Devesa de la Albufera-Valencia-Région de Valence (Espagne)

Contact:

Antonio Vizcaíno, Directeur du projet

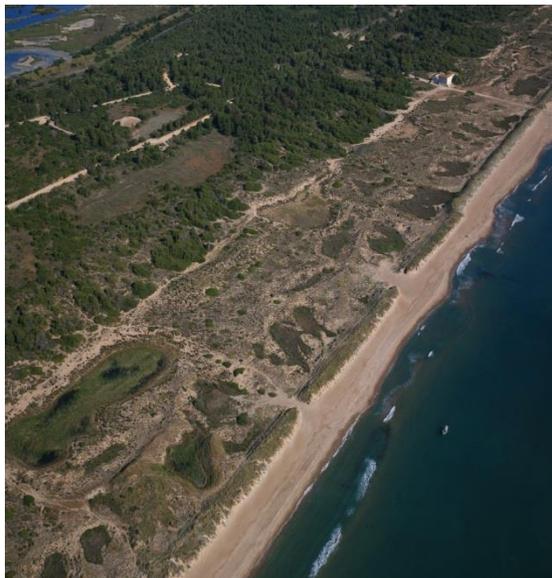
Téléphone: +34961610021-Fax: +34961610037

Email: odevesa@albufera.com

Web: <http://albuferadevalencia.com>



Site du projet avant restauration (Auteur: Devesa-Albufera Service)



Site du projet en 2012 (Auteur: Devesa-Albufera Service)

Introduction

Le parc naturel de « l'Albufera de Valencia » comprend la dernière enclave dans la région de Valence où il y a encore un bon exemple de végétation des dunes à grand intérêt biologique et paysager. Entre le lac d'Albufera et le littoral se trouve la « *Devesa del Saler* », qui consiste principalement en une chaîne de dunes mobiles et fixes. Une flore et une faune remarquables existent dans le parc, comme le genévrier piquant (*Juniperus macrocarpa*), deux espèces de poissons menacées, cyprinodonte ibérique (*Aphanius iberus*) et cyprinodonte de valence (*Valencia hispanica*) ainsi que les populations d'oiseaux des familles *Ardeidae* et *Laridae*.

Dégradation

La pression urbaine a été pendant des décennies la principale menace pour le site. Une forte opposition publique a bloqué un projet de développement urbain commençant dans les années 1960 le long du littoral *Devesa*. Cependant, la construction de certaines infrastructures, comme une promenade de front de mer, des parkings et un réseau routier, a provoqué la formation de certaines dunes sur le site et la destruction de leur végétation ainsi que l'envasement de certaines mares temporaires typiques de la région, ce qui a affecté les populations des deux espèces de poissons en voie de disparition.

Objectifs

But : la restauration des habitats dunaires et la diffusion du projet pour les citoyens et les communautés scientifiques.

Objectifs spécifiques : reconstruction géomorphologique des dunes, restauration de la couverture végétale, adapter les zones restaurées aux visiteurs, campagnes de sensibilisation, récupération de la faune.

Méthodologie

- La reconstruction des dunes a été entreprise en utilisant des équipements lourds pour le terrassement ainsi que des cartographies anciennes et des photographies aériennes pour récupérer les dernières caractéristiques géomorphologiques.



Démolition de l'infrastructure précédente
(Auteur: Devesa-Albufera Service)



Construction des systèmes de palissades
(Auteur: Devesa-Albufera service)

- Le sable a été obtenu à partir du site, mais aussi d'une région à proximité du port de Valence, où il s'accumule en excès par l'effet de barrière. Dans ce dernier cas, le sable a une granulométrie plus fine que celle trouvée dans la région à restaurer, alors il a été déposé à l'intérieur de la dune et a été revêtu d'une couche de sable de plus gros grain, offrant ainsi une plus grande stabilité de la dune face au vent. Ayant gagné la morphologie adéquate, un système de palissade biodégradable a été créé. Ce système retient le sable accumulé et capture du nouveau sable. Dans ce cas les deux espèces ; *Arundo donax* et *Spartina versicolor* sont utilisés avec une perméabilité de vent de 40-50%. Au fil du temps, cette palissade sera couverte par le sable (2ème-3ème année), par la pourriture (4ème-5ème année), et disparaît après la 6ème et 7ème année. Dans le vent, les palissades prennent plus de temps à disparaître.
- Plantations: 27 espèces de plantes (psammophytes autochtones) ont été utilisées (*Pancratium maritimum*, *Elymus farctus*, *Ammophila arenaria*, *Calystegia soldanella*, *Lotus creticus*, etc.). les graines ont été collectées (les vergers à graines ont été délibérément évités) à partir des populations les plus proches et du plus grand nombre d'individus possible. Dans quelques cas où la multiplication végétative a été nécessaire, les mêmes considérations ont été abordées.
- Les espèces ont été sélectionnées dans le cadre des systèmes de référence existants moins dégradés, en tenant compte des différents secteurs de la dune (vent, sous le vent, la crête et dune embryonnaire). Des modules de plantation pour chaque secteur ont été effectués (une combinaison d'espèces et le nombre d'individus pour chaque 100 m²), et ont été mis en œuvre de façon manuelle: les conditions de terrain contre d'autres types de technique. Des petites machines avec des chenilles en caoutchouc pour la distribution des plantes et des outils à l'intérieur du champ de dunes sont utilisées.



Palisades réalisée (Auteur: Devesa-Albufera Service)



La restauration d' une des lagunes côtières
(Auteur: Devesa-Albufera Service)

- Adapter la zone restaurée aux visiteurs. La région régénérée a été temporairement fermée par une clôture de bâtons, et des affiches ont été placées pour avertir les gens et leur interdire, d'une façon temporaire, de passer à l'intérieur de la zone repeulée. Les accès depuis le parking de la plage ont été ajustés en créant des passerelles en bois qui évitent le transit par la zone restaurée.
- Des campagnes de sensibilisation : la campagne a été menée par le moyen de brochures et des posters qui expliquent le but du travail entrepris.
- La récupération de la faune: l'introduction de deux nouvelles espèces menacées de poisson à travers la création de conditions adéquates d'habitat dans l'un des lagons restaurés, où une section inondée de façon permanente a été créée.

Résultats

Le projet a atteint tous ses objectifs. L'état de conservation du site a été amélioré peu après. Nous citons certaines réalisations au cours du projet:

- La démolition des anciennes infrastructures (promenades de mer, routes, etc.) et la construction d'autres nouvelles qui sont conformes aux objectifs de restauration (des chemins pour les véhicules sans moteurs, des passerelles en bois, etc.)
- La restauration de 2,100 mètres du premier cordon dunaire où 2 millions de plantes et 27 espèces ont été utilisés. En plus, 52,618 individus appartenant à 7 espèces ont été sauvés dans la zone restaurée avant de commencer les travaux.
- Régénération de 15,600 m² (c. 1.5 hectares) des lagunes côtières (« malladas »).
- Stimulation de deux espèces menacées de poissons (*Valencia hispanica* et *Aphanius iberus*) d'une façon remarquable.
- Des campagnes de sensibilisation pour atteindre un grand nombre du public visé.

Le contrôle effectué par le Service *Devesa-Albufera* après le projet et jusqu'à présent, a confirmé que la restauration de la première frange de dunes a largement effacé les effets du développement urbain passé dans le site *Natura 2000*: le système restauré a récupéré son aspect naturel, avec une couverture végétale pratiquement identique à des systèmes adjacents qui ont été utilisés comme référence. La plupart des plantes introduites survivent et se reproduisent de manière autonome, et il n'était pas nécessaire d'utiliser des mesures supplémentaires pour assurer la conservation de l'habitat.

Les travaux ont bénéficié directement aux types d'habitats de l'UE perdus ou modifiés après la destruction de la première frange de dunes: 2210, 2220, 2230, 1410, 1420 1430 et 2260.

Leçons apprises

Lorsque les dunes reconstituées de sable provenant de mares temporaires de terre artificielle, on a observé une croissance vigoureuse des plantes, supérieure à la normale, et une fréquence accrue des plantes nitrophiles indésirables. C'est soupçonné être à cause d'une mine de nutriments plus élevés que dans le substrat d'habitude, en raison de la recharge en matière organique retenue par le sable quand il a été colonisé par les prairies après avoir artificiellement couvert les mares temporaires. Cependant, les éléments nutritifs disparaissent progressivement, et après 2 ou 3 ans, les dunes retrouveront leur physiologie normale et la présence de plantes nitrophiles est considérablement réduite.

Pour l'extraction de sable pour la reconstruction des lagunes côtières, des pelles excavatrices sans dents doivent être utilisées; sinon, il y aura une croissance différentielle des plantes dans et entre les rainures (qui demeure à long terme), ce qui laisse un aspect artificiel.



Les plantes qui poussent dans la région, où des restes de palissades peuvent être distingués (Auteur: Devesa-Albufera Service)



Suivi dans l'une des lagunes côtières restauré (Auteur: Devesa-Albufera Service)

Perspectives

Le bénéficiaire a reçu un cofinancement LIFE- 2004 pour la restauration de l'habitat prioritaire 2250 (Dunes littorales avec *Juniper*) le long de la deuxième frange de dunes, ce qui a amélioré la re-naturalisation du site et les objectifs de tourisme durable. Même si aujourd'hui les stations de vacances restent une menace active dans la région.

Il faut également poursuivre la surveillance, les campagnes de sensibilisation, l'entretien de la zone (nettoyage des déchets, se débarrasser des plantes exotiques quand il le faut, etc.)

Points forts/faibles

- Points forts : bonne compilation de la zone d'étude de fond, qui mène à une action fortement justifiée. Le projet constitue un bon exemple de processus de restauration intégrale. Haute visibilité de l'action, pendant et après projet. Le projet détaille méticuleusement les aspects liés à la conservation des espèces de la diversité génétique, et justifie suffisamment les actions qui pourraient être controversées (l'utilisation de la multiplication végétative uniquement dans quelques cas nécessaires; l'utilisation de la machinerie lourde juste pour la démolition des infrastructures passées et pour la reconstruction des dunes, de sorte à ne pas affecter la flore et la faune). Le projet est construit selon des actions précédentes de restauration des écosystèmes, offrant un point de départ imbattable.



Des campagnes de sensibilisation: l'activité de plantation
(Auteur: Devesa-Albufera Service).

Des actions pour la conservation des dunes côtières avec le *Juniperus* à Crète et au Sud de la mer d'Égée (JUNICOAST)

Référence: LIFE+ LIFE07 NAT/GR/000296

Habitat: habitat prioritaire de l'UE type 2250* « dunes côtières avec des espèces de *Juniperus*»

Durée: 01/01/2009-31/08/2013

Superficie des zones couvertes: 239.31 hectares

Coût total: 1,501,210 €

Organisateur: Institut Agronomique Méditerranéen de Chania, (MAICh) (Grèce)

Type de l'organisation: institution de recherche.

Partenaires:

1. National and Kapodistrian University of Athens, Faculty of Biology, Department of Botany
2. Decentralized Administration of Crete, Forest Directorate of Chania, Forest Directorate of Lasithi, Regional Development Fund of Crete

Lieu de l'étude des cas: Gavdos, Kedrodasos, Chrysi et Falasarna - Crète (Grèce)

Contact:

George Kazakis, Directeur du projet.

Institut Agronomique Méditerranéen de Chania, (MAICh) (Grèce)

Département de Géo-information dans la gestion de l'environnement

Alsyllo Agrokepiou, P.O. Box 85

Chania 73100, Crète, Grèce

Téléphone: +302821035000 (ext. 577) -Fax: +302821035001

Email: kazakis@maich.gr

<http://www.junicoast.gr>



L'habitat dans Gavdos (Auteur: MAICh ©)

Introduction

Les dunes côtières avec le *Juniperus* sont répandues le long des côtes de sable de 8 pays de l'Europe méridionale et occidentale, principalement sur les côtes de l'Atlantique et de la Méditerranée ainsi qu'au Danemark. En Grèce, ils peuvent être trouvés principalement dans 17 sites de *Natura 2000* dans l'ouest et le sud de la Grèce, les îles de l'Egée et la Crète. Cet habitat rare et beau a été classé « habitat prioritaire » (code 2250*) par la Directive Européenne 92/43 de l'Habitat qui signifie le type d'habitat en danger ou en voie de disparition et pour lesquels la Communauté a une responsabilité particulière pour la conservation.

Dégradation

Au cours des dernières décennies, les dunes côtières de *Juniperus* ont été soumises à des pressions anthropiques et naturelles graves et sont principalement menacées par une croissance incontrôlée du tourisme (c.-à-d. activités récréatives non durables), le manque de sensibilisation du public, les feux de forêt, le pâturage et la navigation ainsi que les ordures et la régénération naturelle restreinte des espèces *Juniperus*. En outre, le changement climatique pourra affecter tous les écosystèmes naturels y compris les dunes côtières à *Juniperus*.

Objectifs

But : le but du projet JUNICOAST était de promouvoir la conservation à long terme des dunes côtières à *Juniperus* en Grèce.

Objectifs spécifiques :

- Contribuer à la consolidation et à la dissémination d'une base de connaissance pour la protection, la restauration, la surveillance et l'évaluation de l'habitat.
- Comprendre et minimiser les menaces naturelles et anthropiques qui contribuent à la dégradation à long terme de l'habitat.
- concevoir et mettre en œuvre des actions pour la protection de l'habitat et sa restauration à long terme,
- apporter le soutien nécessaire pour une meilleure gouvernance environnementale dans les sites *Natura 2000*.



Juniperus macrocarpa (Auteur: MAICh©)



Juniperus phoenicea (Auteur: MAICh©)

Méthodologie

Les données scientifiques sur les facteurs abiotiques et biotiques qui influencent l'habitat ont été recueillies et analysées afin de développer des spécifications de protection et de restauration propres à chaque site pour 4 sites crétois (Gavdos, Kedrodasos, Chrysi et Falasarna). Les spécifications ont été développées selon les caractéristiques de l'habitat. Les problèmes et pressions identifiés sur chaque site ont été fournis sous une forme complète afin d'être facilement applicables, évaluées et souples. Suite à ces travaux préparatoires et la cartographie de tous les sites, des actions concrètes de conservation et de restauration ont été mises en œuvre dans les 4 sites, ciblant dans chaque cas, les principales menaces naturelles et anthropiques identifiées:

- matériel de graines/plantes de *Juniperus macrocarpa*, *Juniperus phoenicea* (genévrier de Phénicie) et de 30 espèces clés ont été recueillis à partir de tous les sites et stockés pour une utilisation future de restauration dans la banque de semences du MAICh.
- Des protocoles pour la collecte, la manipulation et le stockage des graines, ainsi que la germination des graines des espèces récoltées ont été développés.
- Des matériaux de graines/plantes de *Juniperus macrocarpa* et de grandes espèces clés de tous les sites crétois ont été propagés afin d'être utilisés pour accroître la régénération du *Juniperus* et la restauration de la composition floristique de l'habitat 2250*.
- Les espèces de *Juniperus* qui poussent naturellement et celles plantées très jeunes ont été clôturées.
- La composition floristique a été restaurée en plantant et en clôturant plusieurs espèces clés (*Pancratium maritimum* et *Centaurea pumilio*), en plantant des espèces femelles de *Juniperus macrocarpa* pour équilibrer le ratio femelles/mâles parmi les sous-populations de *Juniperus macrocarpa* et en éradiquant manuellement les espèces envahissantes.
- La restauration des dunes bordières a été réalisée par l'installation de clôtures qui attrapent le sable, perpendiculairement aux vents dominants, afin de réduire l'érosion éolienne, inhiber l'enlèvement du sable et de soutenir la formation des dunes embryonnaires.



Clôtures de piégeage de sable pour la création de dunes embryonnaires à Chrysi (Auteur: MAICh ©)



Petite clôture pour l'amélioration de la régénération (Auteur: MAICh ©)

- Des protocoles pour surveiller l'habitat à long terme ont été établis. Les indicateurs comprennent le nombre des branches et des plantes cassées d'espèces de *Juniperus*, le pourcentage de couverture du sol et l'exposition des racines de *Juniperus*, le nombre total d'espèces de plantes et la présence d'espèces envahissantes.
- Démarcation de l'habitat, des informations sur panneaux, trottoirs de bois, chemin de délimitation, des bancs, des tables et des poubelles ont été mis en place pour réduire les impacts négatifs des visiteurs.
- La structure de gouvernance et le statut juridique de l'habitat protégé ont été étudiés.
- Les actions de diffusion telles que des ateliers de formation et d'information, la sensibilisation du public et des campagnes d'éducation environnementale ont ciblé les visiteurs et les communautés locales.

Résultats

- Amplès connaissances à propos de la géomorphologie et l'écologie de l'habitat et à propos des espèces *Juniperus* et la flore restante de l'habitat également.
- Sensibilisation accrue du public concernant les dunes côtières à *Juniperus*.
- Elaboration des spécifications de protection et de restauration propres à chaque site, des lignes directrices de la protection et la restauration de l'habitat et des protocoles de surveillance à long terme de l'habitat (*Junicoast* livrables DA.8, DD.5 et DA.7; www.junicoast.gr/en/publications/deliverables/),
- Amélioration de l'état de conservation de l'habitat 2250* et la minimisation des menaces et des impacts négatifs sur tous les 4 sites crétois.

Plus précisément :

- La régénération des espèces *Juniperus* a été renforcée dans tous les 4 sites crétois.
- Les espèces de *Juniperus* qui poussent naturellement et celles plantées très jeunes ont été clôturées dans 4 sites crétois.
- La composition floristique (à *Gavdos*, *Kedrodasos* et *Chrysi*) a été restaurée, les espèces femelles de *Juniperus macrocarpa* ont été plantées et clôturées (à *Chrysi*), des espèces clés ont été plantées et clôturées dans les environs de l'habitat (à *Kedrodasos*), les espèces envahissantes, les graines de *Pinus brutia* et *Carpobrotus edulis*, ont été éradiquées à l'intérieur des environs de l'habitat (à *Chrysi* et *Gavdos*).
- La zone de dune embryonnaire de l'habitat a été restaurée (à *Chrysi*); 14 unités de clôtures qui attrapent le sable (200 m de long au total), ont été installées.
- Menaces et impacts négatifs des visiteurs sur tous les 4 sites crétois ont été minimisés.



Une promenade à Chrysi
(Auteur: MAICh ©)



Panneau informatif et un sentier de marche à Gavdos
(Auteur: MAICh ©)

Leçons apprises

- Des impacts physiques indésirables peuvent être réduits si la relation entre l'éco-tourisme et la conservation est symbiotique. Il est nécessaire de poursuivre l'éducation des visiteurs et la sensibilisation du public sur les impacts potentiels associés aux activités de loisirs en milieu naturel.
- La législation nationale et européenne existante n'est pas considérée comme un problème, il s'agit plutôt du manque de son application.

Perspectives

Les efforts continus et l'implication de toutes les parties prenantes sont nécessaires pour permettre la conservation à long terme de l'habitat. De nouveaux plans et programmes de surveillance ont été développés après le plan LIFE, ainsi que des activités de communication et de conservation et une approche de gestion adaptative.

Points forts/faibles

- Points forts :
 - Les résultats du projet et en particulier les «lignes directrices de la protection et de la restauration de l'habitat » fournissent les meilleures techniques pratiques qui peuvent être utilisées comme études et techniques pour d'autres sites de référence dans la région méditerranéenne.

- Le concept du projet en entier a eu un fort caractère innovant comme il a abordé, et pour la première fois, un conflit de longue durée entre la conservation de la nature et les campeurs.
- Une forte visibilité des actions pendant et après le projet.



L'habitat de Kedrodasos (Auteur: MAICh ©)

Conservation et rétablissement des habitats dunaires dans les sites des provinces de Cagliari, Matera et Caserte (PROVIDUNE)

Référence: LIFE07NAT/IT/000519

Habitat: Type Habitat Prioritaire de l'UE 2250* « Dunes côtières avec des espèces de *Juniperus* »

Durée: 01/01/2009-31/12/2014

Superficie des zones couvertes: 1000 hectares

Coût total: 3.352.392 €

Organisateur: Province de Cagliari (coordinateur).

Type de l'organisation: Trois provinces d'Italie (administration publique), une université publique et une association des autorités locales.

Partenaires:

1. Province de Caserta
2. Province de Matera
3. Association Tecla
4. Université de Cagliari: Centre de Conservation de la biodiversité (CCB)
5. Centre de Surveillance des zones côtières et maritimes (OCEANS, de l'Osservatorio Coste e Ambiente Naturale Sottomarino in italian).

Lieu de l'étude de cas : SCI « Porto Campana », SCI « Stagno di Piscinì », SCI « Isola dei Cavoli Serpentara e Punta Molentis », Province de Cagliari, Italie. SCI « Pineta della Foce del Garigliano », Province de Caserta, Italie. SCI « Bosco Pantano di Policoro e Costa Ionica Foce Sinni » Province de Matera, Italie.

Contact:

Mr. Alberto Sanna, Province de Cagliari.
Via Giudice Guglielmo, 46, 09131 Cagliari
Téléphone: +390704092041-Fax: +390704092054.
Email: providune@provincia.cagliari.it
<http://www.providune.eu/>



Des structures pour retenir les sables et la végétalisation des dunes : *Elymus farctus* (Auteur: Martino Orrù)

Introduction

L'habitat prioritaire de l'UE 2250* (dunes côtières *Juniper*), directive du Conseil 92/43/EEC et d'autres habitats caractérisant les côtes sablonneuses de la Méditerranée (2270*; 2230; 2240; 2120; 2210), se distinguent par la biodiversité cénotique élevée et un nombre élevé d'entités endémiques. Ces habitats sont parmi les plus menacés en raison de l'impact anthropique élevé, en particulier la pression touristique.

Dégradation

Les causes majeures de la dégradation des habitats dans cette région de ce projet de restauration étaient les suivantes :

- L'accès incontrôlés des véhicules aux dunes.
- L'accès libre des piétons causant la formation de sentiers et des effets du piétinement sur les dunes.
- L'érosion côtière et une connaissance insuffisante sur les effets de la sédimentologie sur les sites et sur le substrat des habitats.
- La présence et la propagation d'espèces végétales non indigènes, comme *Pinus pinaster*, *Eucaliptus spp.*, *Acacia spp.*, *Agave spp.*, *Carpobrotus spp.*
- L'ignorance des utilisateurs de la valeur et de l'importance des habitats dunaires.

Objectifs

But : appliquer les meilleures pratiques et les actions de démonstration pour protéger et restaurer un des habitats les plus menacés des habitats de l'UE (dunes côtières de *Juniper* 2250) et les habitats connexes des sites de *Natura 2000*.

Objectifs spécifiques :

- Établir une approche collective de la protection à long terme de ces habitats fondée sur la surveillance des caractéristiques biotiques et abiotiques.
- Réduire ou éliminer les menaces qui guettent les habitats dans les sites désignés.
- La restauration physique et biologique des dunes où elles ont disparu pour permettre leur propre régénération.
- Sensibiliser la population locale davantage (étudiants, habitants locaux et touristes) et les parties prenantes sur l'importance de ces habitats, pas uniquement pour la valeur de leur paysages mais aussi comme un moyen pour combattre les effets du changement climatique (par exemple : le niveau de l'eau qui augmente).



Juniperus macrocarpa, l'une des espèces utilisées (Auteur: Gianluigi Bacchetta)



Réintroduire *Panocratium maritimum* (Auteur: Martino Orrù)

Méthodologie

- Des actions préparatoires, y compris les études géobotaniques et sédimentaires pour créer une base de données, faire la cartographie des habitats, mettre en place et surveiller un système télécommandé des phénomènes extrêmes et leur impact ainsi que la conception de futures actions de conservation.
- L'Élaboration de plans de gestion pour les sites diversifiés.
- Des actions de conservation et de restauration concrètes qui incluent :
 - (1) La conservation *ex-situ* des graines des espèces de plantes des dunes.
 - (2) Ensemencement manuel de 3 espèces structurelles : *Pancratium maritimum* (à l'intérieur de 40 clôtures de sable de dunes embryonnaires), *Juniperus macrocarpa* et *Pistacia lentiscus* (sous 12 systèmes de protection biodégradables des dunes fixes).
 - (3) Éradication manuelle des espèces invasives.
 - (4) Systèmes de bio-ingénierie visant à protéger l'habitat, promouvant l'utilisation de matériaux écologiques (tels que le bois certifié, filets de fibres de noix de coco, des cordes et des barres de chanvre) dans les structures non-permanentes avec un faible impact visuel.
 - (5) Création des allées piétonnes et des zones de parking pour les véhicules pour régulariser l'accès.
 - Sensibilisation du public et diffusion des résultats, y compris les touristes, les écoles et les parties prenantes.
 - Surveillance à long terme des actions entreprises.

Résultats

- Des graines de 139 accessions (52 espèces) collectées et stockées *ex-situ* dans une banque des semences BG-SAR.
- 6400 m² de systèmes de dunes ont été semés manuellement avec 3 espèces structurelles.
- Installation de 39,060 m² de systèmes de rétention de sable (plusieurs modèles de clôture) dans des dunes embryonnaires ou de transition.
- Installation de 45,100 m² de systèmes de protection biodégradables pour les dunes fixes.
- L'éradication des espèces exotiques et étrangères afin de favoriser la régénération de 65 hectares de dunes.
- La construction de 976 mètres d'allées en bois pour rallier les plages aux zones de parking, la délimitation de 7148 mètres de dunes pour éviter l'accès et le piétinement des dunes.
- Installation de toilettes publiques et des parkings pour les vélos.
- Installation de 41 panneaux de signalisation et d'information, des campagnes de sensibilisation pour atteindre plus de 40.000 personnes.
- Le développement de 2 plans de gestion pour de SIC.
- Des plans de surveillance sur 5 ans après la fin du projet.



Des structures pour retenir les sables
(Auteur: Martino Orrù)



Suivi de la reintroduction de *Pancretium maritimum* (Auteur:
Martino Orrù)

Les plans de restauration appliqués ont montré des résultats remarquables dans une courte période de temps (<5 ans), les dunes présentent une meilleure santé écologique, de nouvelles dunes se sont formées, elles poussent et sont colonisées par des plantes natives.

Leçons apprises

Le travail avec plusieurs administrations publiques a retardé relativement l'exécution du projet. En réalité, un des partenaires principaux a abandonné, vue son impossibilité d'atteindre les objectifs. Une des causes était le changement répété des directeurs du secteur public.

Au cours et après le projet, il faut absolument entretenir les installations faites et les changer si nécessaire (par exemple les allées, les panneaux d'information...). On a appris que le public ne respectait pas les zones avec d'anciennes installations ou des installations trouvées endommagées, ainsi, leur objectif principal n'a pas été atteint.

Les chercheurs ont montré aux directeurs des administrations publiques à partir d'études pilotes, qu'il ne convient pas d'utiliser des plantes pour les programmes de plantation si elles ne sont pas acclimatées dans les conditions locales et obtenues à partir de matériel génétique local.



Conservation de l'environnement: coir mesh (Auteur: Martino Orrù)

Perspectives

De par les leçons apprises, au moins un autre projet LIFE (RES-MARIS, LIFE13 NAT/IT/000433) a été approuvé pour compléter le travail développé par PROVIDUNE dans l'un des SIC. Les principales mises à niveau sont :

- 1) Agrandissement de la zone d'action (de 3427 hectares à 9281 hectares) et les habitats prioritaires (1120*, 2250*, 2270*) pour une gestion intégrale pour la plage submergée et émergée. Ces changements vont impliquer la gestion de nouvelles plantes indigènes (par exemple *Posidonia oceanica*) et invasives (par exemple *Caulerpa racemosa*).
- 2) Développement des protocoles de germination pour des espèces structurelles pour les habitats prioritaires gérés et l'utilisation de plantations et pour soutenir la restauration des plantes des dunes.

Points forts/faibles

- Points faibles : un ensemencement manuel avec des espèces structurelles a été fait uniquement, et pas d'autres plantations conçues, donc pas de résultats comparatifs existant pour démontrer que la méthode est optimale.
- Points forts : les sites ont été complètement caractérisés avec les actions préliminaires conçues par le projet. Les actions de conservation et de restauration mises en œuvre ont montré un résultat déjà visible comme les dunes présentent déjà une bonne santé écologique. Il y a eu une forte sensibilisation du public qui a compris l'importance de l'habitat et a dénoncé les pratiques incorrectes et inappropriées quand c'était le cas. La collaboration entre les partenaires a créé une relation ferme qui n'existait pas auparavant et qui a encouragé la conception et la préparation de nouveaux projets de restauration. Le développement d'un plan de surveillance après la finalisation du projet assure la bonne exécution à long-terme du projet.



Conservation de l'environnement: les structures pour retenir les sable et les treillis de fibre de coco (Auteur: Martino Orrù)

Un programme de démonstration pour combattre la désertification : un plan de régénération et de gestion pour les zones endommagées et semi-arides d'Albatera.

Référence: les effets de l'hétérogénéité du paysage spatial sur le succès de la restauration des terres arides.

Le rôle combiné des conditions du site et des techniques de reforestation au sud-est de l'Espagne (H. Kribeche *et al.*, 2012).

Habitat: des shrublands thermo-méditerranéennes semi-arides (*Querco-lentiscetum*; *Rhamno cocciferetum*)

Durée: 2003-2004

Superficie des zones couvertes : 24.5 hectares

Coût total: 180,000 €

Organisateur: Direction générale de la Protection et la Conservation de la Nature (Ministère de l'environnement, Espagne) et le Gouvernement Régional de Valence (Services Forestiers d'Alicante)

Type de l'organisation: Organisation publique

Partenaires:

1. Département d'Ecologie de l'Université d'Alicante
2. Le Centre Méditerranéen des études écologiques et environnementales (CEAM)
3. Le Centre de Recherche sur la désertification (CIDE)

Lieu de l'étude de cas : Albatera-Alicante (Espagne)

Contact:

José Antonio Alloza, Directeur du projet.
Alberto Vilagrosa, responsable scientifique
Le Centre Méditerranéen des études écologiques et environnementales.
Tel: +34961318227-Fax: +34961318190
E-mail: jantonio@ceam.es
<http://www.ceam.es>



Le site du projet Albatera en 2014 (Unité du Sud) (Auteur: Alberto Vilagrosa)

Introduction

La zone pilote d'Albatera est un bassin versant de 25 hectares situé dans la province d'Alicante, dans le sud-est de l'Espagne, l'une des zones les plus touchées par la désertification en Europe. Selon le Plan d'Action Terre pour la Prévention des Inondations dans la région de Valence, Albatera-Crevillente, qui comprend la zone pilote, c'est l'un des points chauds le plus à risque d'inondation dans la province d'Alicante. Dans cette zone, des programmes de reforestation précédents en plantant l'espèce *Pinus halepensis* ont obtenu de très pauvres résultats, voire aggravé la situation dans certains cas en ce qui concerne les conditions initiales.

Dégradation

La dégradation des terres locales a été causée par les effets synergétiques d'anciennes actions de gestion et d'exploitation du pâturage, par l'agriculture marginale, la collecte de bois et les conditions environnementales difficiles telles que les précipitations rares et très variables (environ 280 mm an) ainsi que par les sols sensibles à l'érosion. D'autres perturbations anthropiques, tels que le terrassement, l'abandon, les routes et la canalisation de l'eau pour l'irrigation, ont profondément modifié la nature du sol et le paysage. Trois problèmes principaux apparaissent dans la zone: la perte des espèces végétales, l'érosion du sol et les dégâts dus aux inondations.

Objectifs

But : Réparer le fonctionnement de l'écosystème en utilisant les meilleures techniques et stratégies et qu'il sera le projet modèle qui a appliqué toutes ces stratégies au niveau de la gestion et augmente leur visibilité.

Objectifs spécifiques : (1) contribuer à la régularisation du processus de la capture des eaux, des matériaux et éléments nutritifs et à améliorer la productivité générale du territoire. (2) Accroître la diversité de l'écosystème, sa stabilité et sa résistance. (3) Pour éviter des dégradations ultérieures de l'écosystème, du paysage, de l'érosion du sol et des inondations torrentielles.

Méthodologie

Pour atteindre ces buts, la méthodologie utilisée a tenu compte de plusieurs aspects :

- Des stratégies de restauration du site ont été conçues en tenant compte de l'hétérogénéité au sein du site et en concevant des actions et plans spécifiques pour chaque unité. Des unités fonctionnelles différentes ont été conçues, se fondant sur le type de la végétation existante, des précédents travaux de restauration, le degré de dégradation et la typologie du sol : les unités de *River Bed* (lits de rivière), *Water Channel* (canal d'eau), *Head Basin* (bassin principal), *South* (sud), *North* (nord) et *Terrace* (terrasse).
- L'introduction de végétation a été réalisée selon une petite échelle d'hétérogénéité, des formes d'espaces naturels, la végétation potentielle dans la région et la valeur fonctionnelle des espèces :

des arbres et arbustes indigènes à feuilles persistantes avec une couverture potentielle élevée, dotés d'une haute capacité à développer une canopée dense et d'accumuler la litière dans le site. - favorisant la formation « des îles de ressources »-, et une récupération rapide des perturbations ont été sélectionnés, pour conférer une résistance accrue à l'ensemble de l'écosystème. Relativement, un large nombre d'espèces a été planté dans différents habitats identifiés dans le site : *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Nerium oleander*, *Pinus halepensis*, *Ceratonia siliqua*, *Rhamnus lycioides*, *Tetraclinis articulata*, *Retama sphaerocarpa*, *Ephedra fragilis*, *Chamaerops humilis*, *Tamarix africana*, *Salsola genistoides* et *Stipa tenacissima* pour les sols les plus endommagés ou dégradés. Les plants dérivent de matériaux certifiés, assurant que les semences utilisées sont de provenance locale, assez de diversité et capacité de germination prouvée.



Zone hautement dégradée
(Auteur: Alberto Vilagrosa)



Sillons creusés au pied de la pente pour favoriser l'arrivée de l'eau de ruissellement, puis plantés (Auteur: Alberto Vilagrosa)

- Ne pas dégager et nettoyer la végétation existante; favoriser la croissance de la plante spontanée par l'application des amendements de sols organiques.
- Différentes méthodes de séparation de site ont été utilisées pour améliorer les actions de restauration : petits bassins versants pour collecter le ruissellement et l'ajout des restes de paillassons forestiers sur le site de plantation.
- L'utilisation de deux types de protection des plantes, selon les besoins : des filets pour éviter la prédation, ou abris d'arbres opaques pour éviter la prédation et réduire le stress dû à l'exposition au soleil.
- Les murs de pierre (différentes terrasses de reboisement classique) ont été construits comme mesures de contrôle de l'érosion, dans une petite zone érodée à la suite d'un tuyau installé dans le passé.



Les premières étapes de restauration par ajustement des pentes avec de petits murs de pierre
(Auteur: Alberto Vilagrosa)



Des espèces plantées en rangées en alternance, brisant l'eau qui coule pour éviter la formation de ravines (Auteur: Alberto Vilagrosa)

Résultats

Les résultats ont été contrôlés à travers un plan de surveillance mis en place de 2003 à 2007 par CEAM, où la croissance (hauteur et diamètre à la base) et la survie des plantes introduites; couverture végétale et propriétés de la surface du sol, ont été mesurées dans les parcelles d'échantillonnage.

- Après 4 ans et demi ; la hauteur et le diamètre atteints par certaines plantes étaient remarquables, et la moyenne globale de survie est de 54%. Bien que ce ne soit pas une valeur élevée, ça peut être considéré comme un bon résultat, sachant que les actions de reboisement menées précédemment dans le même secteur ont atteint des résultats très défavorables, avec des taux de mortalité proche de 100% dans certains cas. En plus, le régime des précipitations annuelles pour les années après la plantation, peut être considérée comme pauvre, comme il était de 20-30% inférieur à la moyenne historique pour cette région.
- Les améliorations technologiques réalisées ont permis d'améliorer les conditions abiotiques pour les semis. Des meilleurs résultats que dans les expériences précédentes ont été obtenus et même, un taux de survie élevé et une bonne croissance ont été observés dans les régions ensoleillées où un plus grand investissement dans la technologie a été appliqué. Ce n'était pas le cas dans les zones face au nord et les pentes en terrasses (qui, a priori, sont des zones avec moins de stress environnemental).
- Le taux de survie et de croissance parmi les différentes espèces était varié. Celles qui ont bien survécu étaient généralement celles qui avaient le taux de croissance élevé. D'autre part, des espèces très communes telles que *Q. coccifera*, continuent d'avoir des taux de survie faibles, reflétant les problèmes non

résolus. Certaines espèces fleurissent et produisent des fruits pendant la phase de surveillance, ce qui devrait contribuer, de manière significative, à la récupération de la zone.

- La réalisation de micro-bassins versants dans les zones ensoleillées a amélioré la réaction des plantes introduites et a facilité le développement d'autres espèces; cela peut être préjudiciable pour le développement des semis dans certains cas, mais en termes de couverture et de stabilité de la zone de végétation, c'est un avantage.
- L'abri opaque d'arbres (75% de suppression) et l'abri par les filets ont empêché les dommages causés par les lapins de manière très efficace.



Pinus halepensis protégé par un abri d'arbre grillagé (Auteur: Alberto Vilagrosa)



Olea europaea var. sylvestris sur un terrasse individuelle avec un petit bassin et un filet de jute pour éviter l'érosion (Auteur: Alberto Vilagrosa)

Leçons apprises

- En réalisant des petits bassins-versants, il faut prendre certaines précautions : une sortie latérale doit être effectuée afin d'éviter d'importantes accumulations d'eau dans le trou quand il y a de fortes pluies; et d'autre part, dans les zones escarpées avec peu de végétation et un sol nu, il y a plusieurs risques en raison de la faible stabilité de ces pentes.
- Tous les traitements appliqués (bassins versants, des abris d'arbres, amendements visant à rajouter, etc.) ont joué un rôle important dans la restauration, mais le paillis a été celui qui a présenté les effets les moins durables à cause des sédiments qui glissent et trainent.

- L'abri d'arbres opaques stimule la croissance des espèces, qui se tiennent souvent au-dessus, bien que le meilleur moment pour les écarter n'est pas déjà déterminé comme les observations visuelles montrent que certains plants souffrent de niveau de stress élevé en cas de suppression.

Perspectives

Après 2007, une évaluation de l'impact de la restauration sur la fonctionnalité et la diversité de l'écosystème, comparé à d'autres zones semi-arides et non restaurées, a eu lieu.

Points forts/faibles

- Points forts : Les tâches de surveillance menées dans le projet ont détecté une mise en place réussie des plantes introduites et la réduction de l'érosion du sol. Les deux réalisations sont considérées comme signes positifs de l'efficacité de l'action de restauration, en particulier dans les zones dégradées du bassin méditerranéen. Certains pièges ont également été détectés.
- Points faibles : dans certains endroits, des plantes ont été enterrées (et mortes) en raison d'un mauvais étalonnage de l'impact des pluies dans les sites fortement dégradés avec certains types de sols sensibles à l'érosion.



Zone de ravins à Albaterra. Ce genre de zones sont difficiles à récupérer en raison de processus d'érosion actifs (Auteur: José Antonio Alloza)

Manuel de réhabilitation des carrières méditerranéennes: Apprendre de l'expérience de *Holcim*

Référence: CNRS-L/AFDC/IUCN/Holcim. 2014. Manuel de réhabilitation des carrières méditerranéennes ; apprendre de l'expérience de *Holcim*. 71p.

Habitat: garrigue

Durée: 01/01/2012-01/04/2014

Superficie de la zone couverte : 4.62 hectares

Coût total : 255,000 US\$ (dollars américains)

Organisateur: *Holcim* Liban et le bureau régional de l'UICN de l'Asie de l'Ouest (ROWA)

Type de l'organisation: organisation privée

Partenaires :

1. Conseil National des Recherches Scientifiques (CNRS-L) Liban
2. Association pour le Développement et la Conservation des Forêts (AFDC) Liban
3. Abou-Chacra et Frangieh Contracting (AFC) Liban
4. Eco-Med France

Lieu de l'étude de cas : Carrières Holcim, Kfarhazir, Batroun, Liban.

Contact:

Carla Khater

Conseil national des Recherches Scientifiques

Téléphone: +9614409845/6; +9613871539- Fax: +96144098947

Email: ckhater@cnrs.edu.lb



Vue générale de la carrière de la section Low Land
(Auteur: Christine Maksoud - CNRS-L)

Introduction

En raison de l'importance de la restauration écologique des sites dégradés, *Holcim* Liban a choisi à cet effet une carrière située dans le village de Kfarhazir, sur le bord de la plaine côtière d'El Heri dans le centre de la baie de Chekka, au nord du Liban. Le site de la carrière se trouve sur les contreforts du nord des montagnes de Chekka, entouré de garrigues typiquement méditerranéennes.

Dégradation

Les travaux d'excavation en 2006, le pâturage non contrôlé et l'environnement aride ont fait du site l'un des plus dégradés. En outre, ces facteurs ont conduit à l'échec d'une tentative de réhabilitation en 2009, utilisant des pins (*Pinus pinea*).

Objectifs

But : la restauration du site des carrières d'*Holcim* (SCH) à Chekka et l'utilisation des résultats du projet pour d'autres tentatives de restauration.

Objectifs spécifiques : 1- Limiter l'érosion des sols et le ruissellement des eaux tout en réduisant la vitesse de l'eau par l'amélioration de la collecte d'eau et l'augmentation de l'infiltration des eaux de pluie. 2- Améliorer la biodiversité et promouvoir l'intégration du paysage dans la zone environnante à travers la restauration de la composition floristique naturelle de la région et de l'utilisation d'espèces de la flore indigène. 3- Servir à des fins éducatives et de recherche. 4- Développer des directives de gestion et assurer un suivi annuel.

Méthodologie

- Des travaux préparatoires ont été réalisés comme: l'examen des rapports existants sur SCH (évaluations sur la biodiversité, la géologie et l'hydrologie du site), des visites de terrain, deux ébauches préliminaires de restauration, relevé topographique, modèle d'écoulement de l'eau, l'évaluation des coûts de mise en œuvre ainsi que le développement de projets et de descriptions techniques.
- La conception de la structure du projet de restauration a été créée et plusieurs aspects ont été pris en considération, comme la saison de l'intervention, les fonctionnalités écologiques du site, la conception intégrée de l'énergie, le contexte du paysage, les caractéristiques du site, la disponibilité de l'eau sur le site, le choix des plantes, les substrats disponibles, les zones dynamiques naturelles, les outils techniques à utiliser, le budget, le calendrier du projet et les résultats techniques attendus.



Les plantules dans la section highland (Auteur: Alexi Feghaleh)

- La conception de la restauration a été définie comme: « une boucle cachée à travers les terres arides » et est fondée sur la division du site en 5 sous-unités: *High-land* (terre élevée), *Cliff-land* (terre-falaise), *Core-land* (terre de base), *Low-land* (terre basse) et *Rest-land* (terre de repos). Dans le *High-land*, 2 sections ont été créées: gabions plantés d'espèces d'arbustes indigènes et des gabions non plantés. Dans le *Cliff-land*, la zone a été recouverte d'une couche de terre végétale et irrégulière plantée avec des espèces et des arbustes indigènes. Les parties inférieures de la topographie naturelle ont été utilisées comme un (bassin versant) de « *impluvium* » pour retenir sol et graviers. En outre, les structures de gabions ont été installées comme une deuxième ligne de défense. Le *Core-land* représente la «toile d'eau» du site; 3 étangs ont été créés et des unités des substrats-merlon (dénommées «structures S») (roches, graviers et terre végétale mélangés à du compost organique) ont été plantés etensemencés avec des espèces indigènes. Sur le côté gauche du deuxième étang, la zone a été traitée de façon similaire au site *Cliff-land* en ajoutant la couche arable et la plantation, en respectant le bord de la route qui monte vers la *Cliff-land*. Dans le *Low-land*, un mur de pierre de 100 cm a été construit pour retenir le sol et stabiliser la structure; des graviers ont été également ajoutés pour améliorer le drainage de l'eau. En plus, une couche de la terre arable a été ajoutée et plantée avec des espèces indigènes. Finalement, dans le *Rest-land*, l'habitat existant a été réhabilité et équipé de toilettes, de bancs et de corbeilles à ordures. Une structure de haies a été créée autour du logement et des espèces tolérantes adaptées ont été plantées
- Une fois la terre préparée, des graines d'espèces indigènes (*Calicotome villosa*, *Salvia triloba*, *Oreganum syriacum*, *Thymbra spicata*) ont été semées et 1533 plantules appartenant à 9 espèces natives (*Quercus*

calliprinos, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Pinus brutia*, *Ficus carica*, *Pistacia palaestina*, *Pistacia lentiscus*, *Spartium junceum*, *Thymbra spicata*) ont été plantées en proportions différentes dans les terres.

- Finalement, un plan de surveillance et de suivi a été préparé en tenant compte des différents indicateurs (faune, flore et indicateurs de l'hydrologie).



Plantation des terrasses Lowland (Auteur: Christine Maksoud- CNRS-L)

Résultats

- La disponibilité en eau a été améliorée par la création de zones humides dans le site, ce qui améliore les fonctionnalités écologiques du site.
- Une terre structurée et productive a été construite en ajoutant des murs en pierre, une « structure S » de merlon, des gabions et une nouvelle couche de terre arable mélangée à la matière organique et aux engrais.
- La structure de merlon ajoutée au site, a été immédiatement végétalisée.
- Pour les tests de germination des espèces de plantes, les pourcentages en germination étaient : 60% pour *Quercus calliprinos*, 45% pour *Ceratonia siliqua*, 75% pour *Pinus brutia*, 65% pour *Pistacia palaestina*, 90% pour *Spartium junceum*, 80% pour *Salvia triloba*, 50% pour *Oreganum syriacum* et 50% pour *Thymbra spicata*. Cependant, le test de germination pour les espèces de *Rhus caritaria* et *Tamarix* n'a pas réussi, donc ces espèces n'ont pas été plantées dans le site.
- L'ensemencement et la plantation d'espèces indigènes ont été mises en œuvre par la création de patchs végétalisés et non végétalisés.

Leçons apprises

- Les graines doivent être semées après avoir planté les arbres et les arbustes pour éviter d'enfouir les graines très profondément sous le sol.
- La création de mosaïques constituées de patches végétalisés et non végétalisés est importante pour l'amélioration des divers habitats, constituant une biodiversité riche pour l'avenir.
- Pour l'aspect naturel du site, il faut réaliser des couches arables et des structures irrégulières.
- En cas d'inondation causée par les régions environnantes, les structures de gestion de l'eau doivent être créées, même si elles ne sont pas à l'intérieur du site restauré.
- La flexibilité dans l'exécution est la clé du succès : être flexible et créatif aidera mieux à s'adapter aux contraintes.
- Il est important de garder dans la planification un budget pour l'urgence, afin d'être en mesure de s'adapter aux difficultés inattendues.
- Fixer des objectifs et des buts clairs et concis, dès le début du projet, en respectant l'échéancier du projet et, en cas de complications, s'adapter à la réalité tout en tenant toujours compte des priorités. Ce sont des éléments fondamentaux pour parvenir à une mise en œuvre réussie.



La dynamique de la végétation après la restauration dans le lowland

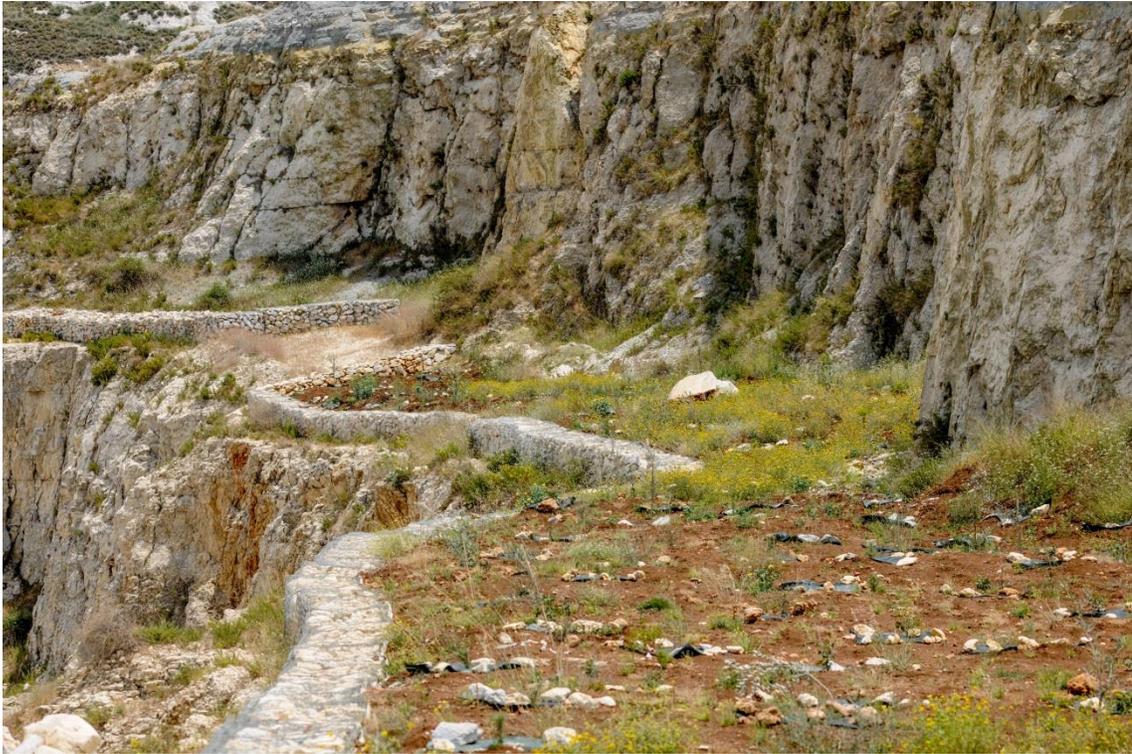
Perspectives

Utiliser le programme de restauration de ce projet comme exemple pour d'autres sites au Liban et dans tout le bassin méditerranéen.

Suivi annuel et à long terme du site, fondé sur une évaluation rapide des espèces clés (indicateurs de la faune et de la flore) et sur l'évaluation des indicateurs de l'hydrologie.

Points forts/faibles

- Points forts : Bonne compilation de la zone d'étude de fond, qui conduit à une action bien justifiée. Les patchs de mosaïques créés améliorent la variété des habitats et enrichissent la biodiversité. La surveillance à long terme du site en choisissant des indicateurs différents.
- Points faibles : la forte visibilité des actions du projet n'a pas été respectée (site web, ateliers de travail, médias...).



La dynamique de la végétation spontanée du Highland au sein de la section de gabion
(Auteur: Alexi Feghaleh)

Protéger l'habitat Thero-Brachypodietea à « l'Area delle Gravine » (GRAVINE)

Référence: LIFE03 NAT/IT/000134

Habitat: Les terres arides (prairies, steppes, éboulis). Habitats de l'UE: principalement 6220 * « pseudo-steppe de graminées et de plantes annuelles de *Théron-Brachypodietea* », mais aussi 9250 « bois de *Quercus trojana* », 9340 « *Quercus ilex* et forêts de *Quercus rotundifolia* », 9540 « forêts de pins méditerranéens avec des pins mésogéens endémiques », 5320 « formations basses d'*Euphorbia* près des falaises » et 8310 « Caves non ouvrables au public ».

Durée: 01/10/2003-01/12/2006

Superficie des zones couvertes: 200 hectares

Coût total: 505,360 €

Organisateur: Commune de *Palagianello* (Province de Taranto, Italie)

Type de l'organisation: autorité locale

Partenaires:

1. Comunità Montana Murgia Tarantina
2. Université de Bari –Musée du Jardin Botanique
3. Université d'Urbino-Faculté des Sciences
4. Ecoazioni snc
5. Terre del Mediterraneo

Lieu de l'étude de cas : SCI « Area delle Gravine » - Commune de Palagianello (Italie)

Contact:

Orazio Milano, Directeur du Projet. Commune de Palagianello

Via M. D'Azeglio 1 – 74018 Palagianello (Taranto)

Tel: +390998434206-Fax: +390998444607

Email: utcpalagianello@libero.it

www.lifenaturagravine.it

www.comune.palagianello.ta.it



Cliffs du ravin

Introduction

Le système « jonic arc ravine » constitue un système environnemental intéressant et complexe. La forme allongée et serrée des ravins génère, sur le bord du ravin, la présence de nombreux habitats écotones, dans la plus grande partie des cas caractérisés par la présence de l'habitat *Thero-Brachypodietea*, considéré comme habitat naturel prioritaire par l'UE. La forme particulière de ce système fournit également une valeur énorme, car il génère des corridors écologiques dans un territoire fortement menacé par les activités anthropiques. « GRAVINE, l'habitat de sauvegarde *Thero-brachypodietea* dans « Zone delle Gravine », SCI » est un projet Life Nature qui a débuté en 2002 à la municipalité de *Palagianello*. Auparavant, les lignes directrices municipales de la conservation pour la « Zone delle Gravine » ont été produites dans le cadre d'un projet antérieur de LIFE-Nature, « réseau Natura 2000 en Italie: des modèles de gestion » (LIFE99 NAT / IT / 006 279).

Dégradation

Une influence anthropique agressive et généralisée a appauvri la biodiversité de l'écologie mosaïque typique des ravins, réduisant l'habitat prioritaire à de petits morceaux substantiels séparés entre eux. Il y a un manque de connaissances sur l'importance de la conservation de la biodiversité entre les propriétaires et les habitants locaux. Les premiers considèrent les habitats prioritaires comme terres cultivables potentielles et les derniers les considèrent inutiles. Un grand nombre d'agriculteurs et d'autres habitants des zones rurales vivent dans la zone du projet, qui a perdu jusqu'à 20 000 hectares d'habitat dans les vingt dernières années, principalement attribuée au surpâturage et les carrières de calcaire. Plus récemment, la croissance du tourisme et des infrastructures a également accru les pressions sur l'environnement de grande valeur.

Objectifs

But : l'objectif principal du projet LIFE était la conservation et la restauration des prairies de *Thero-Brachypodietea* sur une superficie de 200 hectares appartenant à la Municipalité, qui a été renforcée par la restauration des habitats naturels dans trois carrières de calcaire désaffectées.

Objectifs spécifiques : Mettre en œuvre un programme pour la plantation, la récolte et la tonte d'espèces indigènes. Acheter 25 hectares près du même habitat, afin de garantir la continuité de cet habitat. Accroître les connaissances sur les thèmes de la biodiversité au sein de la communauté locale.



Stipa austroitalica, l'une des principales espèces plantées dans la zone d'intervention



Habitat prioritaire pseudo-steppes de Thero-Brachypodietea et des plantes annuelles



Sentiers à restaurer dans la région de Grapevine SCI

Méthodologie

- Recensement de la flore locale et le développement d'un plan de gestion complet de la SIC.
- Mise en place d'une banque de semences pour les espèces locales: la collecte des graines, le nettoyage et la sélection des semences, la déshydratation et la conservation des semences à -20 ° C.
- La restauration de l'habitat de *Thero-Brachypodietea* par :
 - (1) Collecte de semences *in situ*, le nettoyage et la sélection des semences, prétraitement des semis, des tests de germination.
 - (2) Préparation de mélanges de graines provenant de 15 espèces différentes pour la constitution de petits groupes de garrigues ou brousses méditerranéennes. Les espèces de garrigues sélectionnées sont: *Calicotome villosa*, *Cistus incanus*, *C. monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Coronilla emerus*, *Daphne gnidium*, *Helichrysum italicum. italicum*, *Phyllirea latifolia*, *Phlomis fruticosa*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *R. saxatilis. infectorius*, *Rosa sempervirens*, *Teucrium polium* et *Thymus capitatum*.
 - (3) Traitement du sol.
 - (4) Introduction des espèces d'herbacées, arbustives et arborescentes avec un régime de semis soigneusement contrôlé (semis direct) sur les zones d'intervention sous-divisées. Une stratégie de gestion a été préparée pour chacune des espèces plantées dans la zone d'intervention qui comprend des espèces écotypes locales de *Stipa austroitalica austroitalica* (herbe principale pour les prairies), mélange de graines comme indiqué ci-haut, et des éléments arboricoles tels que *Quercus ilex*.
 - (5) Surveillance
 - (6) Entretien.
- Accord de conservation, y compris un plan de pâturage durable, avec un propriétaire privé.
- Restauration de trois carrières de pierre abandonnées en utilisant des techniques d'ingénierie naturelles (comme la mise en œuvre de bio-mats dans les pentes de la carrière) et la plantation d'arbustes typiques du maquis méditerranéen.

- Construction de pépinières d'élevage (didactiques) dans un petit coin de la carrière à restaurer afin de produire des plantes pour les travaux de restauration.
- Nettoyer et fermer les sites de déversement illégaux de la Gravine SCI.
- Régulariser l'accès aux régions sensibles en fermant les voies publiques, en mettant des murs de renforcement et en installant des clôtures.
- Ouvrir un réseau de sentiers dans la nature de la région, y compris des panneaux d'information sur les caractéristiques de l'habitat prioritaire et les actions du projet LIFE.
- Une campagne de sensibilisation a été proposée pour les gens et les administrateurs locaux. Des activités éducatives ont été également proposées pour les enfants des écoles de la région.



Logo du projet Gravine



Campagne de sensibilisation



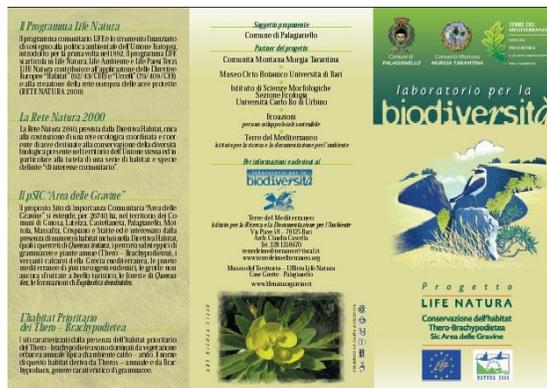
Activités éducatives

Résultats

Le projet a atteint presque tous les objectifs visés, et a apporté des contributions importantes à la restauration des habitats prioritaires pseudo-steppes de *Thero-Brachypodietea* graminées et annuelles. Les résultats de conservation positifs ont été atteints dans l'environnement fragile de Gravine. On peut les résumer comme suit:

- Un inventaire de la flore locale et un plan de gestion complet de la SIC.
- Le semis direct ou de transplantation d'espèces indigènes sur une superficie de 100 hectares.
- Signature d'un accord de conservation, y compris un plan de pâturage durable, avec un propriétaire privé, couvrant une superficie de 30 hectares.
- Mise en place d'une banque de semences qui contient plus de 100 espèces locales.
- Création d'une pépinière didactique, couvrant 3000 mètres carrés dans le Gravine, où les espèces locales sont reproduites pour l'éducation.
- Restauration de trois carrières abandonnées de pierre (2 hectares): les travaux ont consolidé les pistes formées par matériau en vrac qui délimitent les différentes zones de la carrière, à travers la rénovation des pistes et leur stabilisation en utilisant des techniques de bio-ingénierie.
- Contrôler le déversement illégal des déchets dans le Gravine.

- Ouvrir 12 km de réseau de sentiers dans la nature de la région avec des panneaux d'information sur les caractéristiques de l'habitat prioritaire et les actions du projet LIFE ; Création du Laboratoire de Biodiversité ; 20 réunions avec la communauté locale ; 63 ateliers de travail éducatifs avec les écoles ; 42 excursions éducatives ; compétition éducative et culturelle avec 9 écoles et 3 réunions publiques pour présenter le projet.
- Régulariser l'accès aux zones fragiles et délicates en fermant 1.5 km de routes publiques, des murs de renforcement et l'installation de clôtures.
- Un plan de surveillance sur 3 ans conçu pour contrôler le succès des actions de restaurations mises en place.



Brochure du Laboratoire



Gestion de l'accès aux zones sensibles (clôture)

Leçons apprises

La participation de la communauté locale a joué un rôle très important dans la sécurisation des résultats et des efforts voulus pour impliquer les écoles locales, pourrait générer des bénéfices à long terme par le biais du Laboratoire de Biodiversité qui été mis en place durant le projet. Le défi principal du projet était le développement d'un réseau de coopération avec d'autres institutions qui gèrent des habitats similaires.

Perspectives

La durabilité des résultats du projet sera également renforcée par l'inclusion de la zone du projet dans la réserve régionale « Terra delle Gravine », ce qui devrait encore garantir le succès et la poursuite des actions de conservation et de restauration effectuées par le bénéficiaire.

Points forts/faibles

- Points faibles: les espèces graminées, arbustes et d'arbres introduites dans l'habitat *Thero-Brachypodietea* ont reçu directement des semis, et pas de plantations de ces espèces ont été conçues, donc pas de résultats comparatifs pour démontrer que la méthode est optimale.

- Points forts : le développement d'un plan de surveillance ou de suivi après la finalisation du projet démontre la bonne exécution du projet à long terme.



Vue panoramique de Gravine Park - Source: www.bridgepugliausa.it

DES EXEMPLES DE RESTAURATION DU PROJET ECOPLANTMED

Deux actions de restauration ont été mises en œuvre dans deux pays méditerranéens sous le projet ECOPLANTMED; Liban et Tunisie. L'objectif principal de ces deux essais est de restaurer les zones des sites pilotes tout en optimisant économiquement et techniquement les méthodes de restauration afin de les appliquer à l'échelle de la Méditerranée.

6.1 ECOPLANTMED site pilote au Liban

Le site pilote du Liban est situé à Kfardebian, sur les pentes de l'ouest du Mont-Liban, au nord-est de Beyrouth (34°1'4.26"N - 35°53'3.77"E). C'est une propriété publique détenue par la Municipalité de Kfardebiane (cf. Figure 1). Le climat dans la zone d'étude est méditerranéen subhumide avec un hiver très froid et humide et un été sec et tempéré. Le type du sol est argileuse.

Les actions de restauration parrainées par le projet ECOPLANTMED ont débuté en septembre 2014 et plusieurs activités ont été effectuées.

- (1) *Clôture* : Installation d'une clôture par l'ONG locale, [Jouzour Loubnan](#), pour protéger le site du pâturage ;
- (2) *Préparation du Site* : Installation d'un système d'irrigation qui fournira de l'eau au cours des expériences de plantation.
- (3) *Plantation* : La conception et la mise en œuvre de deux expériences de plantation (en utilisant des plantules ou des graines).

L'expérience avec des semis, afin d'être statistiquement lisible, a été réalisée en 6 parcelles de 1 hectare chacun, choisis au hasard le long du site pilote (cf. Figure 2). Les parcelles ont été séparées les unes des autres de 200 mètres à une altitude allant de 1994 m à 2036 m. Trois d'entre elles ont été exposées à l'est et trois à l'ouest.

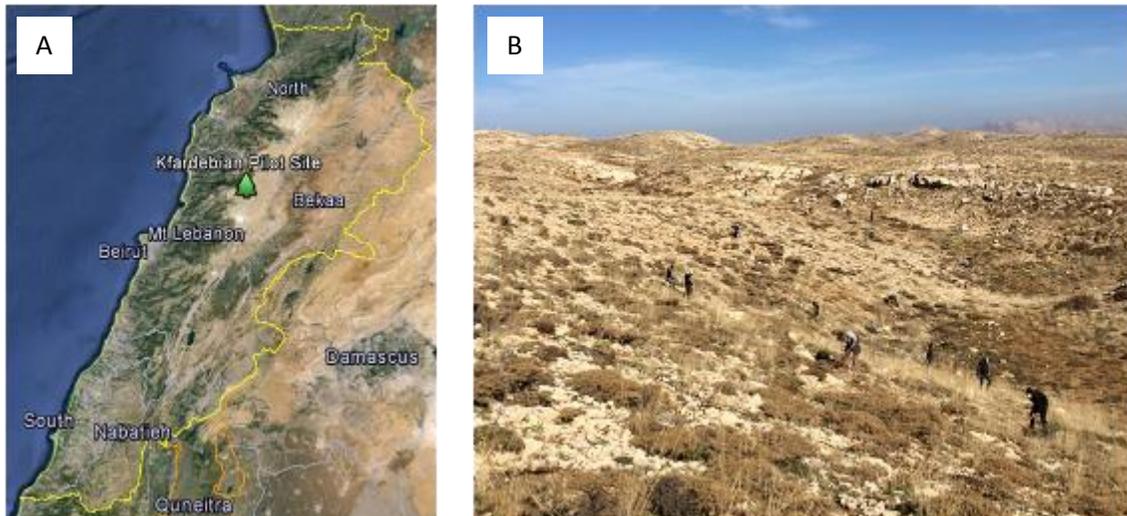


Figure 1: (A) Image par satellite montrant l'emplacement du site pilote sur la carte du Liban (B) terrain du site pilote à Kfardebian



Figure 2: Carte de distribution des parcelles des semis et graines

Cedrus libani (1200 plants) et *Juniperus excelsa* (1200 plants) ont été plantés suivant un modèle expérimental pour étudier trois paramètres écologiques: l'exposition, l'irrigation et l'effet de la plantation sous des plantes spontanément établies dans les parcelles (plante-nurse). Les espèces utilisées comme « plante-nurse » étaient *Astragalus echinus* et *Astragalus cruentiflorus*. Comme le montre la figure 3, dans chaque parcelle, 400 plants ont été plantés (200 plants de cèdres et 200 plants de genévriers), et 4 traitements différents ont été appliqués: 50 plants irrigués plantés dans un espace ouvert, 50 plants non irrigués plantés dans un espace ouvert, 50 plants irrigués plantés sous plantes-nurses, 50 plants non irrigués plantés sous plantes-nurses.

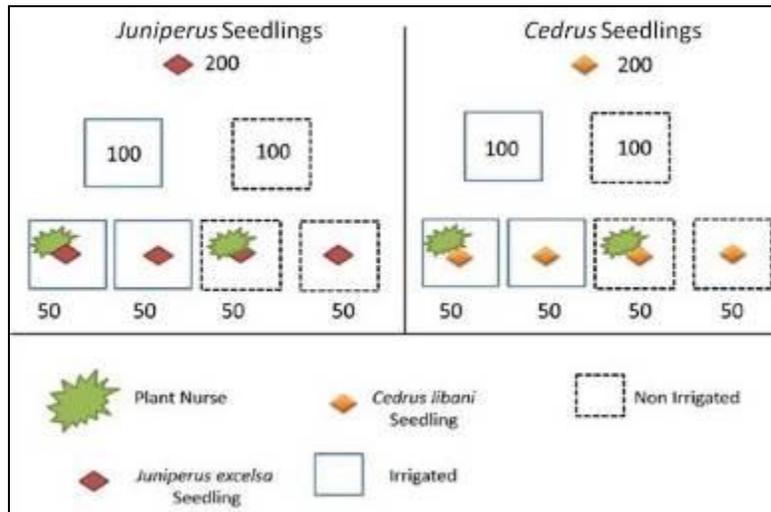


Figure 3: La conception expérimentale des plantations des semis dans chaque parcelle

Chaque plant planté a été marqué par un bâton de bois avec la couleur rouge ou bleue quant à l'état de l'irrigation. En outre, les parties supérieures des bâtons de semis du *Cedrus libani* ont été marquées par une couleur blanche pour suivre facilement l'étude, surtout quand un semis est perdu. (cf. figure 4).

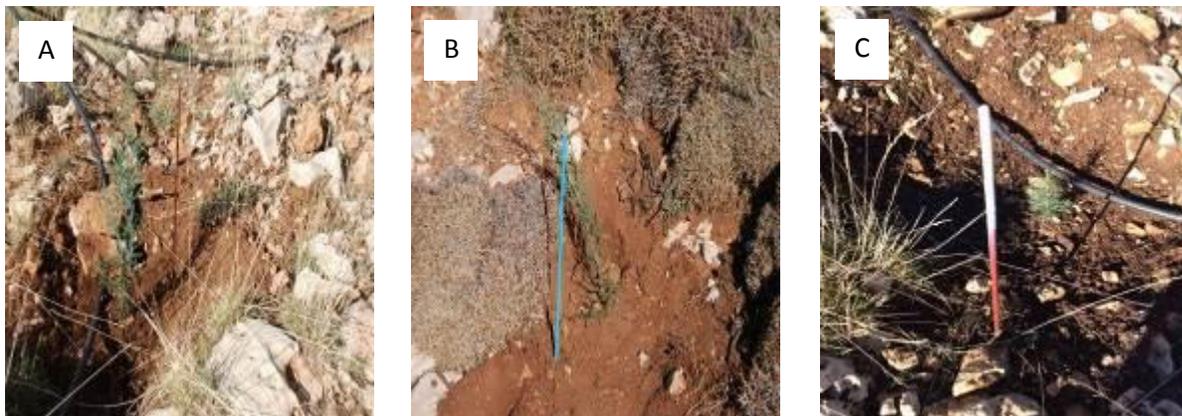


Figure 4: Exemples de plantations de semis: *Juniperus excelsa* (A) avec irrigation sans plante-nurse, (B) sans irrigation avec plante-nurse et (C) *Cedrus libani* avec irrigation sans plante-nurse.

Dans ce projet de restauration, une attention particulière a été accordée à la provenance et la qualité des semences et des plants. Ainsi, les semis d'un an, cultivés dans des récipients "Deepot" ont été achetés des pépinières à proximité du site de la restauration et en utilisant des semences locales certifiées.

L'expérience avec des graines a été réalisée dans deux parcelles, la première avec une exposition au Nord-Est (0,4 hectares) et la seconde avec une exposition Nord-Ouest (0,6 hectares). Des graines de cinq espèces (*Cedrus libani*, *Crataegus monogyna*, *Nummularia Cotoneaster*, *Juniperus excelsa*, et *Rosa canina*) ont été recueillies et semées dans les parcelles, suivant un modèle expérimental pour tester l'effet des plantes-nurses existantes sur la germination des graines (cf. figure 5). Les mêmes plantes-nurses ont été utilisées comme dans les tests de

plantation des semis. Le nombre de graines par endroit varie d'une espèce à l'autre selon le taux de germination précédemment connu (cf. tableau 1). Chaque spot semé a été marqué à l'aide d'un bâton de bois avec une couleur différente en fonction du traitement pour chaque espèce.

Espèces	Des semis sous plantes-nurses	Couleur du bâtonnet	Des semis en plein air	Couleur du bâtonnet	Semis/endroit	Total des semis
<i>Juniperus excelsa</i>	100	Bleu	100	Bleu	7	1400
<i>Cedrus libani</i>	125	Rouge	125	Rouge	3	750
<i>Rosa canina</i>	100	Vert	100	Vert	2	400
<i>Crataegus monogyna</i>	100	Orange	90	Orange	2	380
<i>Cotoneaster nummularia</i>	100	Jaune	100	Jaune	2	400

Tableau 1: Le nombre de graines semées par endroit de semis, le nombre total de graines par espèces et le code couleur du bâtonnet.



Figure 5: semis des graines de *Cedrus libani* et *Rosa canina* avec (B, D) et sans (A, C) protection de la plante nurse

En été 2015, après la fonte des neiges, le suivi du taux de la survie des plants et de la germination des graines sera fait chaque mois. L'état des semis sera classé comme vivant, endommagé, ou mort. Les plants endommagés sont ceux ayant plus de 2/3 de leur tige et aiguilles mortes. Toutefois, certains de ces plants endommagés peut récupérer. Pour évaluer le succès d'action de restauration, la surveillance du site pilote sera exécuté par l'ONG « Jouzour Loubnan », pour 2 ans après la fin du projet ECOPLANTMED.

6.2 Le site pilote d'ECOPLANTMED en Tunisie

Situé au nord-est (36° 56'N, 9° 03'E), Nefza est un petit village avec à peu près, 20,000 habitants et 200 Km loin de la ville de Tunis. La superficie de la forêt s'étend sur 22,398 hectares (DGF, 2005) avec deux forêts gérées ayant deux plans de gestion valides : Bellif et Tabouba. Les forêts de Tabouba incluent les 2 triages de T'baba et M'sid. Le site pilote est situé dans le triage de M'sid, dans une ancienne forêt de chêne-liège, actuellement couverte par des arbustes. Le site pilote est une terre publique détenue par le service forestier et utilisé comme pâturage par les personnes vivant dans le village à proximité de la zone du site (cf. figure 1).

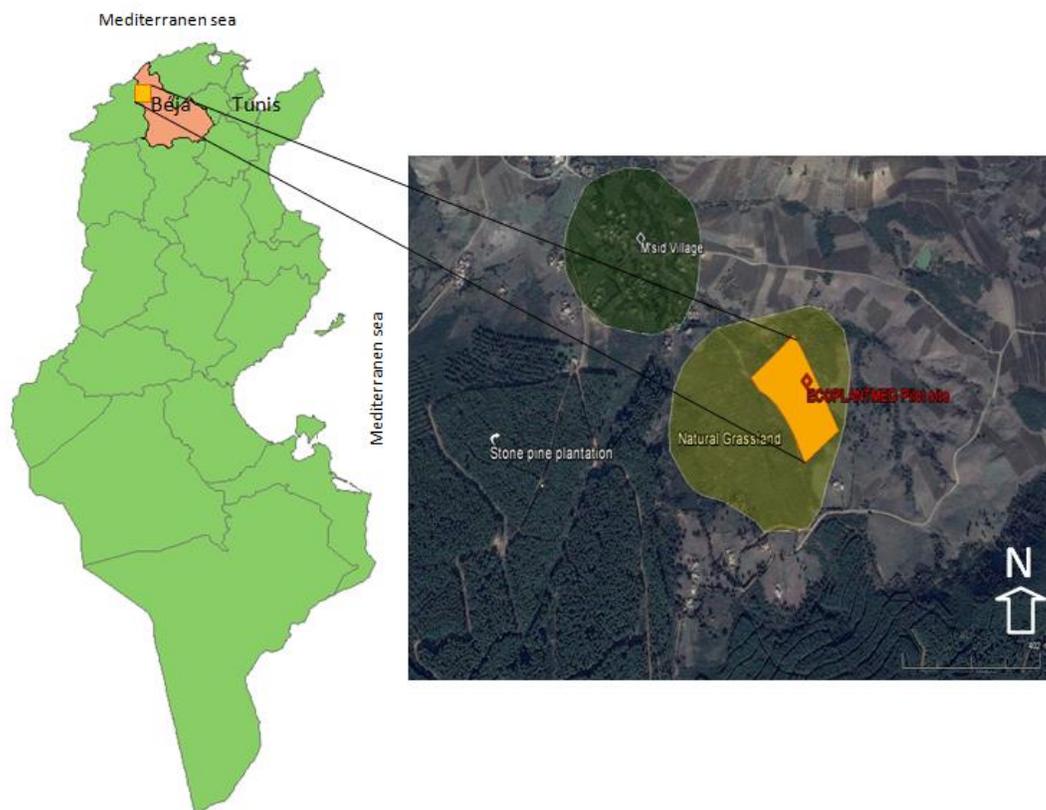


Figure 1 : L'emplacement du site pilote d'ECOPLANTMED

La région de Nefza où se trouve le site pilote, appartient au niveau bioclimatique humide avec un hiver doux. La moyenne annuelle des précipitations est de 922 mm et la moyenne annuelle des températures est de 19.2°C. Le sol est surtout formé d'argile de grès. L'Est et le milieu de la parcelle sont couverts par la marne avec un pourcentage élevé d'argile (35-65%). Les principales espèces ligneuses et herbacées présentes sont : *Cistus monspeliensis*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Myrtus communis*, *Phillyrea media*, *Hedysarum coronarium*, *Scilla maritima* et *Trifolium subterraneum*. Les ressources écologiques tunisiennes (forêts, prairies, steppes, etc.), à l'instar de tous les

pays au sud de la Méditerranée, subissent une dégradation continue pour plusieurs décennies comme par exemple le site pilote (cf. figure 2). Cette situation résulte de l'effet combiné de plusieurs facteurs historiques, socio-économiques, sylvicoles et naturels. Il s'agit de la dégradation causée par l'homme à la recherche de terres agricoles, les incendies répétitifs et le manque de travaux sylvicoles. Plusieurs explications sont données par les forestiers sur les facteurs abiotiques ou biotiques, tels que : (1) l'absence de pratiques sylvicoles adéquates pour promouvoir la production des graines ; (2) la collecte illégale des habitants des graines et du bois ; (3) les dégâts causés par le surpâturage, etc. Dans le site pilote de Nefza, nous allons développer une approche intégrée pour réduire la dégradation et pour promouvoir la réhabilitation des terres (planter des espèces ligneuses et herbacées indigènes selon un schéma polyvalent et selon les besoins locaux).



Figure 2 : le site pilote de Nefza

Les travaux de restauration parrainés par le projet ECOPLANTMED commenceront en septembre-octobre 2015. Ils incluront 4 activités principales :

(1) Clôture : le site pilote est situé près d'un village où les gens sont habitués à faire paître leurs animaux dans les zones avoisinantes. Pour réussir la restauration, la zone sera protégée du pâturage. Une clôture devrait être faite avant les travaux de plantation;

(2) Préparation du sol : le travail est habituellement fait pour garder des bandes de végétation naturelles le long de la courbe de niveau. La largeur de ces bandes est fondée sur la nature de la terre et la topographie de la zone. La technique de plantation a été fondée tout d'abord sur le défrichage et le dessouchage de la végétation, suivi par la préparation de trous de 40x40x40cm en courbe de niveau (ligne de contour);

(3) Planter : les espèces indigènes et les provenances locales sont utilisées pour ce projet de restauration. Pour notre étude de restauration, les graines et les semis sont de bonne qualité et proviennent de pépinières publiques qui utilisent des graines locales certifiées. Les espèces qui devraient être plantées dans le site pilote sont : *Anthyllis*

barbajovis, *Capparis spinosa*, *Celtis australis*, *Ceratonia siliqua*, *Crataegus azarolus*, *Cytisus triflorus*, *Genista cinerea*, *Laurus nobilis*, *Medicago arborea*, *Pinus pinaster*, *Quercus coccifera*, *Rhus pentaphylla* et *Ruta chalepensis*.

La plantation se fera par bandes et la bande passante sera de 25 m. Deux techniques seront testées; la plantation des plantules et le semis direct des graines(cf. figure 3). Pour planter les semis, la préparation du sol nécessite de creuser des trous. Des semis sélectionnés seront délicatement plantés au milieu du trou pour permettre un développement optimal des racines. La distance entre les trous dans la même bande dépendra des espèces. À la fin, le système des racines est couvert et le sol sera, ultérieurement, compacté modérément par les mains ou par les pieds. Le sol sera fait en demi-lune à la base du trou pour retenir les eaux de ruissellement. Pour la plantation de semis directs, le sol devrait être labouré avant de semer les graines;

(4) L'entretien du site : Il est recommandé de poursuivre les plantations au moins jusqu'à la 3ème année. Il a été montré dans des travaux antérieurs que le succès de la plantation est influencé par le binage et le sarclage. Pendant les trois premières années, les semis sont encore jeunes et caractérisés par un taux de croissance relativement lent. Ils ne peuvent pas être directement exposés à la concurrence de la végétation, qui peut germer à nouveau après compensation partielle ou totale. L'opération binage-sarclage offre l'avantage aux semis de se développer facilement dans le nouvel environnement. L'évaluation de l'état de la restauration de ces plantations est essentielle pour leur gestion à long terme. Pour cette raison, la surveillance des semis plantés et les graines semées sera effectuée une fois par mois. Ils seront classés vivants ou morts. Les paramètres de croissance seront également mesurés, comme la hauteur des semis et le diamètre au collet. L'entretien et la surveillance du site pilote après la fin du projet et pour au moins deux années de plus, seront effectués par l'INRGREF en collaboration avec les services forestiers locaux.

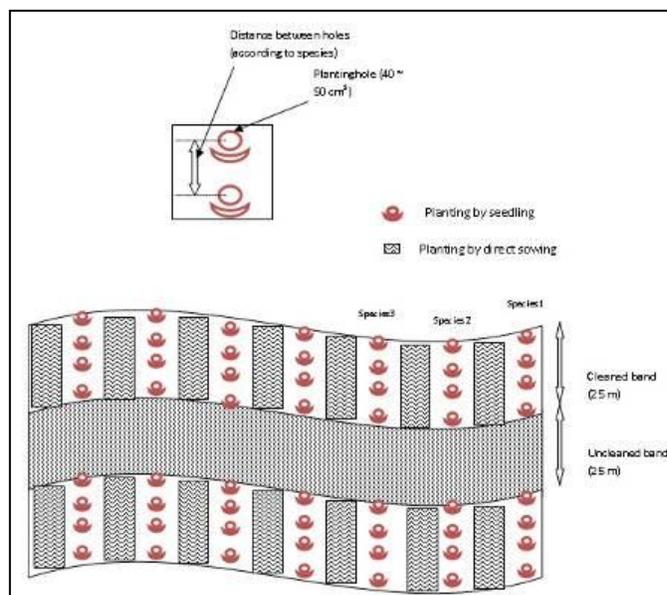


Figure 3: Plan de gestion du site pilote

7 Bibliographie

- Ballesteros D, Meloni F, Bacchetta G (Eds.). 2015. Manual for the propagation of selected mediterranean native plant species. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED.
- Bousaidi N. 2005. Parcours en forêt et risque de dégradation des potentialités pastorales dans la IVème série forestière de Mekna (Tabarka-Tunisie). Mémoire du troisième cycle universitaire. Tunis-Carthage (INAT). 15 pp.
- Clewell AF & Aronson J. 2007. Principles, Values and Structure of an Emerging Profession. Society for Ecological Restoration. Island Press. Washington DC.
- Cramer VA, Hobbs R J & Society for Ecological Restoration International. 2007. Old fields : dynamics and restoration of abandoned farmland / edited by Viki A. Cramer and Richard J. Hobbs. Island Press. Washington DC.
- Cuttelod A, García N, Abdul Malak D, Temple H & Katariya V. 2008. The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. In: Vié JC, Hilton-Taylor C & Stuart SN (eds). The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Gland, Switzerland.
- Débierre F. 1927. Le chêne liège en Tunisie, Tunis, imprimerie centrale. 70 pp.
- Di Castri F, Goodall DW & Specht RL (eds.). 1981. Ecosystems of the World II: Mediterranean-type Shrublands. Edited by F. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam–Oxford–New York: xii + 643 pp.
- Direction Générale des forêts (DGF). 2005. Deuxième Inventaire Forestier et pastoral National. Tunisie. 129 pp.
- Ferrer PP (ed.). 2007. Base estructural de un Hábitat: principios para su definición y diagnosis. Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Generalitat. Valenciana. Valencia.
URL: <http://www.uv.es/elalum/documents/BaseEstructuralHabitat.pdf>
- Kakouros P & Dafis S. 2013. Guidelines for the post-fire restoration of *Pinus nigra* forests through a structured approach. 2nd edition. Greek Biotope-Wetland Centre. Thermi. 56 pp.
URL: http://www.paronaslife.gr/txt/Guidelines_Structured_approach_v2.pdf on 7 July 2015
- Keenleyside KA, Dudley N, Cairns S., Hall CM & Stolton S. 2012. Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices. Gland, Switzerland: IUCN. x + 120 pp.
- Kribeche H, Bautista A, Chirino E, Vilagrosa A & Vallejo R. 2012. Effects of landscape spatial heterogeneity on dryland restoration success. The combined role of site conditions and reforestation techniques in southeastern Spain. *Ecologia mediterranea* Vol 38 (1): 5-17.
- Koch JM. 2007. Alcoa's Mining and Restoration Process in South Western Australia. *Restoration Ecology Journal*, Volume 15, No 4 (Supplement): 11-16.
- Médail F & Quézel P. 1999. Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Basin: Setting Global Conservation priorities. *Conservation Biology* 13 (6): 1510-1513.
- Mittermeier RA, Robles-Gil P, Hoffmann M, Pilgrim JD, Brooks TB, Mittermeier CG, Lamoreux JL & da Fonseca GAB. 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX, Mexico City, Mexico 390 pp.
- MoE. 2009. Fourth National Report of LEBANON to the Convention on Biological Diversity. Lebanon.
URL: <https://www.cbd.int/doc/world/lb/lb-nr-04-en.pdf>
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca, GAB & Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

- Rivas Martínez S, Penas Á & Díaz TE. 2004. Biogeographic Map of Europe.
URL: http://www.globalbioclimatics.org/form/bg_med.htm
- SCBD. 2010. Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Target: Living in Harmony with Nature. CBD Secretariat, Montreal. URL: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf>
- Sfenthourakis S & Svenning JC. 2011. Mediterranean biogeography: where history meets ecology across scales. The International Biogeography Society - Frontiers of Biogeography 3 (1): 7-9.
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. URL: http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser_primer.pdf?sfvrsn=2
- Sundseth K. 2010. Natura 2000 in the Mediterranean. Comisión Europea. Dirección General de Medio Ambiente. Luxemburgo. 12 pp.
- Udvardy M. 1975. A Classification of the Biogeographical Provinces of the World. IUCN Occasional Paper nº 18. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Valladares F. 2007. El hábitat mediterráneo continental: Un sistema humanizado, cambiante y vulnerable. En: Paracuellos M. (coord. de la ed.) Ambientes mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos. Colección Medio Ambiente, 2. Instituto de Estudios Almerienses (Diputación de Almería). Almería.
- van Andel J & Aronson J (eds.). 2012. Restoration Ecology: The New Frontier. 2nd Edition, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Bozzano M, Jalonen R, Thomas E, Boshier D, Gallo L, Cavers S, Bordács S, Smith P & Loo J (eds.). 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study. Rome, FAO and Bioversity International.
- Vander Mijnsbrugge K, Bischoff A & Smith B. 2010. A question of origin: Where and how to collect seed for ecological restoration. Basic and Applied Ecology 11: 300–311.

ANNEXE

REVUE DE LA LITTÉRATURE SUR LES PRATIQUES ÉCOLOGIQUES POUR LES HABITATS MÉDITERRANÉENS

Dans le cadre du projet ECOPLANTMED, 31 Bonnes Pratiques de restauration ont été identifiées et 15 autres ont été sélectionnées pour être publiées dans ce guide quant aux quatre différents types d'habitat accordés précédemment (forêts, eau douce, les habitats côtiers / dunaires et des habitats aride / semi- arides). Comme il a été expliqué dans le chapitre 5, la recherche des pratiques a été limitée au bassin méditerranéen (26 projets), et dans une certaine mesure aussi dans d'autres régions avec le même climat (5 projets).

La base de données et les sites Web du projet LIFE²⁴ ont été principalement utilisés pour repérer des projets de restauration appropriés. C'était la base de données la plus complète et la plus accessible, avec des résumés d'une grande partie des informations nécessaires pour identifier et évaluer les projets. En outre, plusieurs organisations, comme le Réseau Mondial de Restauration de la Société de Restauration Écologique *Society for Ecological Restoration*, et d'autres acteurs impliqués dans les projets de restauration ont été identifiées et contactées afin de recueillir plus d'informations sur les mesures de restauration à l'aide de plantes indigènes de la région. En outre, et au niveau national, les bases de données et des contacts locaux ont été utilisées pour trouver des projets de restauration écologiques. Dans ce cas, les informations ont été principalement assurées, soit par l'autorité nationale compétente, ou directement par l'équipe de travail dans le projet, au cas où il aurait été possible de les contacter.

Généralement, pour les projets LIFE, la plupart des informations requises dans notre guide ont été trouvées dans leurs sites Web et leurs bases de données ou dans les documents y afférant. Pour des projets autres que les projets LIFE, les détails étaient plus difficiles à atteindre par le biais de publications techniques, des rapports ou des sites Web et dans certains cas, il était difficile d'obtenir des informations adéquates. Bien que le contact direct a été souvent tenté, soit il n'y avait pas de réponse ou aucune information n'a été finalement envoyée. Lorsque vous demandez à propos des exemples de projets de restauration à des sociétés ou des groupes spécialisés dédiés à la

²⁴ LIFE is the EU's financial instrument supporting environmental, nature conservation and climate action projects throughout the EU. Since 1992, LIFE has co-financed some 4 171 projects, contributing approximately €3.4 billion euros to the protection of the environment and climate. Source: <http://ec.europa.eu/environment/life/> (19 of June 2015)

restauration de l'habitat, pas assez d'informations ont été obtenues parce que leurs propres bases de données étaient encore en construction ou les informations déjà publiées étaient très limitées.

En raison des difficultés rencontrées quand un partenaire du projet ECOPLANTMED était à la recherche de projets en dehors de son propre pays, dans le bassin méditerranéen, 21 des 2726 Pratiques identifiées sont situées dans les territoires des partenaires. Des contacts locaux et un dialogue interactif ont été nécessaires pour obtenir l'information appropriée : Grèce (5), Tunisie (5), Espagne (5), Italie (4) et Liban (2). Des pratiques dans d'autres pays non-partenaires ont été aussi trouvées : Algérie (1), Maroc (1), France (1) et Chypre (2). Dans des régions non-méditerranéennes qui possèdent des habitats de type méditerranéen, des pratiques adéquates ont été identifiées en Australie (2), Afrique du sud (1), et les États-Unis (2 en Californie), bien que, pour les mêmes raisons exprimées ci-dessus, dans certains cas, une partie de l'information manquait. Après l'évaluation des projets, 15 ont été sélectionnés pour être présentés dans ce guide. Ils sont situés en Italie (4), Espagne (3), Grèce (3), Liban (1), France (1), Chypre (1), Maroc (1) et Australie (1).

Au cours des 31 cas identifiés, 10 se rapportent aux forêts, 6 à des zones côtières / dunaires, 8 à des zones arides / semi-arides et 7 dans les habitats d'eau douce. Certaines pratiques travaillent du point de vue paysage et se réfèrent à plus d'un type d'habitats parmi ceux proposés dans le projet. Les partenaires du projet n'ont pas montré beaucoup de difficultés spéciales dans la recherche de certains types d'habitat, à part le partenaire libanais qui n'a pas été capable de trouver un projet de restauration adéquat en ce qui concerne les habitats côtiers/dunaires. Les pratiques de restauration les plus fréquentes en Grèce et en Espagne étaient pour les habitats forestiers. La plupart des pratiques au sein de la Sardaigne (Italie) étaient sur la restauration des dunes et il était très difficile de trouver des projets de restauration sur les terres arides ou les prairies sèches en Méditerranée. Au Liban (et dans les pays voisins), les types d'habitat les plus travaillés sont les forêts et les zones humides, et les moins, sont les habitats dunaires. En Tunisie, les projets les plus fréquents concernent les systèmes arides et forestiers et les moins travaillés sont les systèmes des zones humides.

Pour les «habitats forestiers», 5 Bonnes Pratiques ont été sélectionnées pour être présentées en détail dans ce guide ; elles concernent des projets de restauration / pratiques de 3 forêts de conifères et 1 bois de chêne qui ont lieu dans les pays méditerranéens, et d'une forêt d'eucalyptus en Australie. Dans la plupart des cas sélectionnés, les causes de la dégradation des habitats étaient des actes anthropiques comme le feu, les incendies, le surpâturage, la culture progressive des surfaces associée à de mauvaises pratiques ou exploitation irrationnelle des ressources. Pour les « habitats côtiers », 3 Bonnes Pratiques ont été sélectionnées, 2 d'entre elles concernent les « dunes côtières » avec les espèces de *Juniperus* et 1 système dunaire maritime (première frange de dunes et de mares temporaires), qui ont lieu dans les pays européens de la Méditerranée. Dans la plupart des cas sélectionnés, les causes de la dégradation de l'habitat étaient des actions anthropiques telles que la pression urbaine et les

incendies, mais aussi des pressions naturelles, comme l'érosion des sols ou la régénération restreinte de certaines espèces, en particulier les espèces de *Juniperus*. Le changement climatique est également un facteur potentiel d'une dégradation future. Toutes les Bonnes Pratiques sélectionnées pour les systèmes semi-arides se produisent dans les pays méditerranéens. Trois ont été sélectionnés, dont 2 concernent les «garrigues» en Espagne et au Liban, avec des problèmes d'inondations, l'érosion des sols, le surpâturage et les activités d'excavation, et 1 site, les prairies de « *Thero-Brachypodietea* » en Italie où la dégradation a été attribuée au surpâturage, aux carrières de calcaire, et plus récemment, à la croissance du tourisme. Enfin, pour les « habitats d'eau douce », 2 projets pour les lacs et 2 pour les systèmes riverains ont été sélectionnés dans des pays européens de la Méditerranée, et dans la plupart d'entre eux, les causes de la dégradation de l'habitat étaient les espèces envahissantes, le drainage, la déforestation, les inondations, l'érosion des sols et d'autres activités comme l'agriculture ou le tourisme.

Parmi les 31 pratiques identifiées, 6 cas de projets durables ou d'anciens projets, à plus de 10 ans, (le *oldstone*, un projet tunisien, qui date de 1953); 19 projets avaient duré de 4 à 10 ans, et 6 sont des projets à court terme, d'une durée inférieure ou égale à 3 ans. Deux des projets à courte durée ont pris fin récemment (2014) et un est toujours en cours. Même ainsi, ces cas à court terme ont déjà fourni des résultats tangibles et mesurables et les données de surveillance sont optimistes. Parmi les 15 projets sélectionnés présentés dans ce guide, 3, 10 et 2 cas avaient respectivement une durée de 3 ans, de 4 à 10 ans et de plus de 10 ans. Il est à noter que les projets LIFE étaient avant des projets à court ou à moyen terme (3 à 5 ans) tandis que les autorités nationales ou locales des projets sont généralement des initiatives à long ou moyen terme (plus de 5 ans).

L'un des critères de base pour identifier les projets de restauration a été l'utilisation de plantes indigènes, ce qui était le cas pour toutes les pratiques identifiées, mais dans 6 d'entre elles, les plantes non indigènes ont été également utilisées. Cela se produit parce que dans certaines régions, et en particulier dans la région sud de la Méditerranée, l'utilisation de plantes non indigènes dans les projets de restauration est encore une pratique répandue. Ainsi, la nécessité d'agrandir l'utilisation des espèces indigènes dans les projets de restauration est soulignée.

Trois solutions principales pourraient être tirées des recherches sur les Bonnes Pratiques pour la restauration d'un habitat naturel :

- Un grand nombre de publications scientifiques traitant des questions écologiques (comme par exemple la facilité des interactions entre les plantes) et aussi des techniques pouvant être appliquées à des projets de restauration peuvent être trouvées. Cependant, de nombreuses pratiques de restauration écologique n'ont pas tiré profit de cette connaissance sur la restauration des habitats. Il semble que ces méthodes sont appliquées dans de très rares cas et la difficulté de transférer les

résultats de la recherche dans des cas pratiques peuvent être l'une des raisons, comme cela se produit dans d'autres domaines de la recherche scientifique.

- Dans la région méditerranéenne, même s'il était possible de choisir des pratiques dans un grand nombre de domaines (tous les territoires impliqués dans cette région), une inaccessibilité générale des informations sur les projets de restauration à travers les médias classiques (papiers, sur les publications en ligne, bases de données en ligne, etc. .) a été détectée.
- Il est nécessaire d'établir des réseaux d'information efficaces. La restauration de l'habitat est un processus très complexe, et de la même manière, nous devons apprendre de nos propres erreurs, il serait souhaitable d'apprendre des autres à travers les résultats et les conclusions tirés de leurs actions de restauration. La présente publication vise à contribuer en quelque sorte à combler cette lacune.

Les 31 Bonnes Pratiques identifiées pour la restauration des habitats de la Méditerranée ²⁵

Forêts

- La gestion intégrée du bosquet de chêne vert méditerranéen (Chênaie verte) *
- Conservation des forêts de hêtres Apennins avec *Abies alba* à SIC *Pigelleto - M. Amiata (TUCAP)**
- Restauration des forêts de *Pinus nigra* au Mont Paronias à travers une structure appropriée (PINUS)*
- Gestion intégrée des Forêts Mid-Atlas au Maroc (GIFMA)*
- La restitution de la richesse botanique des forêts de Jarrah dans les exploitations minières de bauxite restaurées dans l'Australie occidentale.
- Projet de reforestation dans le Parc Naturel de Sierra Calderona en Espagne. Référence : Ministère Régional de l'Infrastructure, du territoire et de l'environnement, Gouvernement Régional de Valence.
- Conservation de la Biodiversité par la restauration et la gestion des mines d'Amiantos-Asbestos dans le parc National Forestier de Troodos à Chypre. Référence : Conservation de la Biodiversité par la restauration et la gestion des mines d'Amiantos-Asbestos dans le parc National Forestier de Troodos à Chypre-CY02- 0001. www.amiandos.eu
- Protection et restauration des terres boisées du Liban, Liban. Référence : MoE/UNDP/GEF (2014). Protection et restauration des terres boisées du Liban, Rapport technique.
- La gestion intégrée des forêts (PGIF) - Deuxième phase, la Tunisie. Référence: Direction générale des forêts (DGF), Ministère de l'Agriculture, Tunisie.
- Projet de restauration *Peniup* (partie de l'initiative Gondwana Link, Fitz-Stirling), Australie. Référence: Gondwana Link (<http://www.gondwanalink.org>).

Habitats d'eau douce

- La restauration des zones humides pour la récupération de la faune et la flore à la Réserve d'Algemesi (Llacuna del Barranc).
- La restauration et l'interprétation de l'environnement des forêts riveraines de Nestos Delta.
- La restauration et la gestion du lac Oroklini à Larnaka (OROKLINI).

²⁵ Les pratiques marquées par un astérisque sont celles sélectionnées.

- La protection d'un territoire par l'ingénierie écologique dans une zone de chalandise (bassin versant).
- Restauration et gestion des zones humides du Canal de Castilla, zone de Protection Spéciale, Espagne. Référence : LIFE06 NAT/E/000213.
- La conservation et la gestion des zones humides d' Amvrakikos, Grèce. Référence : LIFE 99 NAT/GR/006475 (<http://users.hol.gr/~etanam/life/english.htm>).
- Projet de Gestion des Zones Protégées (PGAP) étude de cas : Parc National d'Ichkeul, Tunisie. Référence : Direction Générale des Forêts (DGF), Ministère de l'Agriculture, Tunisie.

Habitats dunaires/côtiers

- Modèle de restauration d'habitats dunaires à « l'Albufera de Valence », (ALBUFERA VALENCIA)*.
- Des actions pour la conservation des dunes côtières à *Juniperus* à Crète et au Sud de l'Égée (JUNICOAST).
- Conservation et récupération des habitats dunaires dans les sites des Provinces de Cagliari, Matera et Caserta (PROVIDUNE).
- La restauration des dunes menacées de LAX, et la récupération de l'habitat d'*El Segundo* papillon bleu en Californie. Référence : Los Angeles World Airports (<http://www.lawa.org/welcomeLAWA.aspx>).
- Combattre la désertification à Menzel Habib (Gabès), Tunisie. Référence : Commission Régionale du Développement de l'Agriculture (CRDA) de Gabès, Tunisie.
- Fixation des dunes côtières à la zone de Nefza, Tunisie. Référence : Service Régional des Forêts de Nefza, CRDA Beja, Ministère de l'Agriculture, Tunisie.

Systèmes arides/semi-arides

- Projet de démonstration pour combattre la désertification : plan de régénération et de gestion des zones semi-arides dégradées à Albaterra*.
- Le Manuel de réhabilitation des carrières en Méditerranée : Apprendre de l'expérience d'Holcim*.
- La protection de l'habitat *Thero-Brachypodietea* à SCI « Area delle Gravine » (GRAVINE)*.

- Projet de restauration Renosterveld, Afrique du Sud. Référence : exécuté par l'Université de Stellenbosch et financé en grande partie par WWF-Afrique du Sud/Table Mountain Fund (ZA5035), étude de cas dans les publications SER (Cramer *et al.*, 2007).
- Projet de gestion des zones protégées (PGAP) étude de cas : Parc Bou-Hedma, Tunisie. Référence : Direction Générale des Forêts (DGF), Ministère de l'Agriculture, Tunisie.
- Contrôle et restauration des espèces invasives des hauteurs, Californie. Référence : Exécutés dans le Starr Ranch Sanctuary par la National Audubon Society (<http://www.starranch.org/invasives.html>).
- Projet algérien Green Dam, Algérie. Référence : Direction des Forêts, Algérie.
- Restauration des exploitations minières de Trachila dans les îles de Milos, Grèce. Référence : S&B Industrial Minerals (<http://www.sandb.gr/>).