

LIFE16 NAT/FR/000593
2017-2022

GUIDE DE GESTION

DES HABITATS LITTORAUX MÉDITERRANÉENS
ET DES ESPÈCES ASSOCIÉES

Projet Européen LIFE Habitats Calanques

Ce guide de gestion des habitats littoraux méditerranéens et des espèces associées est édité dans le cadre du projet européen LIFE HABITATS CALANQUES (LIFE16 NAT/FR/000593) : « Gestion intégrée du littoral périurbain des Calanques en lien avec le sud de l'Europe » par l'Agence régionale pour la biodiversité et l'environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Coordination :

Agence Régionale pour la Biodiversité et l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur

04 42 90 90 90

contact@arbe-regionsud.org

s.labat@arbe-regionsud.org

Gestion conservatoire :

Parc national des Calanques : 04 20 10 50 35

samuel.ayache@calanques-parcnational.fr

antonin.dupin@calanques-parcnational.fr

Suivi de la restauration des habitats :

Aix-Marseille Université : 04 13 94 49 38

laurence.affre@imbe.fr

Conservatoire Botanique National Méditerranéen : 04 98 04 34 92

j.ugo@cbnmed.fr

Citation

Affre L., Dumas E., Dupin A., Labat S., Miché L., Panzani L., Ugo J., 2022. Guide de gestion des habitats littoraux et des espèces associées. LIFE16 NAT/FR/000593. Agence Régionale pour la Biodiversité et l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur. 188 p.

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui se sont investies dans ce projet européen

les partenaires techniques :

Aix-Marseille Université, Conservatoire Botanique National Méditerranéen, Naturoscope, Parc national des Calanques, Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône et Ville de Marseille,

les partenaires financiers :

Commission européenne, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence-Alpes-Côte d'Azur, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur,

les autres partenaires français et européens avec qui nous avons collaboré, ainsi que tous les stagiaires et bénévoles.

L'engagement et la complémentarité de toutes et tous ont permis d'atteindre les objectifs visés.



SOMMAIRE

Avant-propos	6
■ Contexte et enjeux	7
Description du territoire	8
Habitats et espèces	14
Menaces identifiées	20
Le projet LIFE Habitats Calanques	24
■ Canalisation de la fréquentation par la gestion des sentiers	29
Enjeux et objectifs	30
Études préparatoires	31
Gestion conservatoire	42
Suivi et évaluation	50
Retours d'expérience LIFE	55
■ Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes	59
Enjeux et objectifs	60
Études préparatoires	62
Gestion conservatoire	71
Suivis	83
Retours d'expérience LIFE	85
■ Renforcement de populations de plantains subulés	89
Enjeux et objectifs globaux	90
Études préparatoires	91
Gestion conservatoire	92
Suivi et évaluation	97
Retours d'expérience LIFE	99
■ Renforcement et (ré)-introduction de populations d'astragales de Marseille	103
Enjeux et objectifs globaux	103
Études scientifiques préparatoires	106
Gestion conservatoire	114
Suivis	126
Retours d'expérience LIFE	127
■ Communication et sensibilisation	131
Enjeux et objectifs	132
Étude préparatoire : élaboration de la stratégie de communication	132
Actions de communication	134
Retours d'expérience LIFE	155
■ Évaluation	161
Contexte et enjeux	162
Évaluation de l'impact socio-économique des actions	162
Évaluation services écosystémiques	168
■ Bibliographie	173
■ Remerciements	181



AVANT-PROPOS

Un territoire atypique, des acteurs, des usagers, des volontés d'unir les énergies et les compétences, pour innover et agir ensemble, une belle aventure humaine et institutionnelle...

Riches de ses multiples patrimoines exceptionnels, qu'ils soient naturels ou culturels, de ses habitants, ses usagers et ses décideurs, de son histoire, le territoire du Parc national des Calanques a, dès sa genèse et sa création, été confronté à la pression extrême subie par la biodiversité unique qu'il abrite.

Au début des années 2000, des scientifiques ont été alertés sur la dégradation des habitats littoraux péri-marseillais. La persistance des populations de certaines plantes devenait très préoccupante, surtout pour les trois espèces végétales emblématiques de la phrygane : l'astragale de Marseille, la thymélée tartonraire et le plantain subulé. L'urbanisation du milieu environnant et, à un moindre effet, la sur-fréquentation touristique et de loisirs, représentent des causes importantes de la destruction des habitats littoraux et de la fragmentation des populations végétales.

Dès lors, de nombreux travaux scientifiques ont été menés pour caractériser ces habitats littoraux, leurs espèces végétales, les interdépendances écologiques et les enjeux socio-écologiques grâce d'une part aux collaborations de chercheurs d'Aix-Marseille Université (Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie), permettant de couvrir l'écologie au sens large, et d'autre part aux soutiens financiers de plusieurs programmes de recherche nationaux ou locaux (ministère de l'Écologie, Agence Nationale de la Recherche, Initiative d'excellence d'Aix-Marseille Université, Région Sud).

Parallèlement, les partenariats constants avec le cogestionnaire des espaces naturels littoraux, le GIP Calanques, puis le Parc national des Calanques à partir de 2012 ont permis de développer ces études main dans la main et avec efficacité, pour comprendre et préserver ces habitats littoraux méditerranéens remarquables. Il aura fallu attendre le démarrage du projet européen LIFE Habitats Calanques pour envisager de véritables opérations de conservation, de restauration et de sensibilisation à la hauteur de l'urgence et des enjeux.

Le périmètre de ce projet cumule en effet toutes les contraintes liées aux pressions naturelles (climat aride, embruns maritimes, fortes précipitations, ...) et anthropiques : fréquentation extrême d'usagers randonneurs ou citoyens pour lesquels le passage d'un espace urbanisé à un espace naturel protégé et extrêmement sensible n'est pas marqué. Ainsi, les menaces sont fortes : divagations, pollutions, usage de véhicules motorisés sur des espaces et espèces sensibles conduisant sur le long terme à des dégradations extrêmes.

Une équipe de partenaires s'est alors constituée à l'initiative du Parc national et a été coordonnée par l'Agence Régionale pour la Biodiversité et l'Environnement, avec l'implication significative du Conservatoire Botanique National Méditerranéen, du Naturoscope, de la Ville de Marseille, du Conseil départemental des Bouches-du-Rhône et d'Aix-Marseille Université.

Un dispositif opératoire sans précédent a été créé et des propositions d'actions concrètes ont pu être faites à la Commission Européenne, fortement soutenues par le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires ainsi que par la Région Sud et en lien étroit avec les propriétaires, les associations locales et les acteurs économiques.

Renforcements de populations de plantes locales protégées, promotion des plantes locales, gestion des espèces végétales exotiques envahissantes, protection de la biodiversité par l'aménagement de sentiers, régulation de la fréquentation piétonne et motorisée, communication, participation de tous, ... sont quelques axes de cet important travail conduit pour la première fois en réseau, dans une relation de confiance et de manière coordonnée. Ces forces vives de partenaires institutionnels, de scientifiques, d'associations, toutes unies autour d'un objectif commun ont permis d'expérimenter des actions concrètes pour que la biodiversité exceptionnelle de ce territoire puisse être préservée tout en permettant aux usagers de parcourir ces milieux en les respectant.

Les résultats et les retombées en termes de gestion conservatoire sont présentés dans ce guide.

CONTEXTE ET ENJEUX

- Description du territoire
- Habitats et espèces
- Menaces identifiées
- Le projet LIFE Habitats Calanques

DESCRIPTION DU TERRITOIRE

■ Périmètre du projet

Le périmètre d'intervention du projet LIFE s'étend sur une surface de 105 hectares et se situe dans le sud-est de la France, sur le territoire des communes de Marseille et de la Ciotat, dans le département des Bouches-du-Rhône, région Provence-Alpes-Côte d'Azur.



CARTOGRAPHIE DU SITE NATURA 2000 ET DE LA ZONE DU PROJET LIFE « HABITATS CALANQUES »



Légende :

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|---|
|  DIRECTIVE HABITAT - FR9301602 | PARC NATIONAL DES CALANQUES : |  Cœur terrestre |  Aire d'adhésion |
|  ZONE ÉTUDES LIFE | |  Cœur marin |  Aire maritime adjacente |

Périmètre du projet LIFE Habitats Calanques (en rouge), à l'intérieur du site Natura 2000 « Calanques et îles Marseillaises - Cap Canaille et Massif du Grand Caunet » et en cœur terrestre du Parc national des Calanques
© PNCAL, 2017

Le périmètre est divisé en quatre entités distinctes :

- › bordée par la ville de Marseille, la partie ouest comprend le massif littoral de Marseilleveyre (du Mont Rose à la calanque de Podestat) et le littoral du massif du Mont Puget (Morgiou, Sugiton, Pierres Tombées). Ces massifs sont les chaînons calcaires situés le plus au sud du territoire métropolitain. Ils constituent une porte d'entrée principale de la ville vers l'espace naturel et sont desservis par des transports en commun. Le secteur le plus à l'ouest est traversé en bord de mer par une route (route des Goudes) qui se termine à Callelongue, départ d'un chemin de Grande Randonnée (GR). Il présente de faibles pentes et un accès facilité à la mer entraînant une importante fréquentation périurbaine.
- › la partie insulaire regroupe deux archipels : (i) l'archipel du Frioul constitué de deux îles principales assez plates et qui représente pour les Marseillais l'accès à l'insularité depuis le port de Marseille et (ii) plus au large, l'archipel de Riou dont les trois îles principales ont un relief accidenté. Cet archipel est préservé depuis 2003 de la fréquentation par la réglementation de l'ancienne Réserve Naturelle Nationale, avant d'être intégré au Parc national des Calanques.
- › la partie est, constituée par le massif de la Gardiole et le massif littoral du Cap Canaille, est principalement marquée par un relief abrupt. Elle regroupe les Calanques profondes calcaires d'En Vau, Port-Pin et Port-Miou et celles sur poudingues siliceux de Sainte Fréouse, Figuerolles et Bec de l'Aigle.
- › la sablière d'Anjarre est le seul site du projet qui ne soit pas en situation littorale. Cette sablière est une incursion continentale très originale par la présence de sables marins dans lesquels se trouvent encore des fossiles d'origine marine. C'est le mistral qui a poussé ce sable marin sur le massif de Marseilleveyre. Sur ce substrat s'est développée une garrigue littorale primaire à romarin (1240-3) et se sont installées des espèces végétales du littoral pour la plupart protégées (ex : astragale de Marseille, thymelée tartonraire, héliantheme à feuilles de lavande). Ce site exceptionnel est bordé par des habitations et de nombreux usages périurbains non organisés s'y pratiquent.

■ Environnement

Climat

Situé dans une position très méridionale, le périmètre du projet est placé dans l'étage bioclimatique méditerranéen tempéré. Le territoire se situe dans la zone climatique la plus aride du département, où les précipitations annuelles sont très faibles (< 600 millimètres d'eau). La période de sécheresse estivale s'étale sur les mois de juin à septembre, soit en moyenne quatre mois, pendant lesquels le cumul moyen des précipitations atteint à peine 60 à 80 millimètres d'eau. À cette sécheresse estivale s'ajoute également une période de sécheresse hivernale. Ces deux périodes tendent à s'étendre en raison du changement climatique. La partie ouest ainsi que les archipels sont soumis à un important déficit hydrique (330 mm/an au Frioul). Au Cap Croisette a été enregistrée une précipitation moyenne de 360 mm/an, comparable à la pluviosité des confins algéro-sahariens.

La température moyenne annuelle est de 14.5°C, mais elle peut varier de 12 à 15°C selon les lieux, en fonction de l'altitude et de l'exposition. Les moyennes mensuelles montrent un hiver relativement doux, avec un minimum en janvier, et un été très chaud.

Les vents dominants sont :

- » le Mistral (de secteur nord - nord-ouest), il accentue le froid en hiver et augmente l'évapotranspiration des végétaux en été ;
- » les vents d'est et de sud-est, chauds et humides, à l'origine de la majeure partie des précipitations.

Pour les archipels, des brises de mer et de terre battent également tous les jours les îles. La moyenne annuelle d'insolation à Marseille est de 175 jours ensoleillés. Toutefois, la nébulosité est assez fréquente sur le massif des Calanques, notamment le long du littoral sud où elle compense les effets asséchants du Mistral sur la végétation.

Biodiversité

Le bassin méditerranéen est reconnu au niveau mondial comme un réservoir de biodiversité du fait notamment de l'importance des espèces présentes compte tenu de sa taille : 0,8 % de la superficie des océans et mers du globe pour 7 % des espèces connues dans le monde, dont 13 000 espèces endémiques. De même, si le bassin méditerranéen ne représente que 1,6 % de la surface terrestre, il compte à lui seul 10 % de la biodiversité végétale mondiale. Cette incroyable richesse fait de lui l'un des 25 « hotspots » de biodiversité de la planète (Myers, 2000), c'est-à-dire un lieu qui concentre à la fois un nombre très important d'espèces rares, mais également de fortes pressions d'origine anthropique sur les écosystèmes.

Sur plus de 900 espèces végétales recensées dans le périmètre du Parc national, 38 sont protégées et 43 reconnues remarquables. On dénombre également une centaine d'espèces terrestres animales protégées au sein du Parc national des Calanques.

Géodiversité

L'histoire géologique, en lien étroit avec la mer, a abouti à un paysage de grandes barres calcaires blanches ou de roches sédimentaires rouge-orangé, de plateaux bordés par des falaises abruptes et profondément entaillées par des vallées terrestres : les calanques. Le site est riche d'éléments géologiques relatifs à la tectonique (flexure de Sugiton), la sédimentologie (falaises Soubeyranes), la géomorphologie et tectonique (calanques), la paléontologie et l'hydrogéologie (Port-Miou). Ces sites ont fait l'objet de fiches descriptives dans le cadre de l'inventaire du patrimoine géologique régional en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le site du Cap Canaille est d'un très grand intérêt paléogéographique. Les formes d'érosion du poudingue y sont spectaculaires avec deux types de formations remarquables : les « parpelles » dans lesquelles les couches plus résistantes sont en fort relief, et les « taffoni », vastes abris sous roche en fort surplomb, excavés dans la falaise.

Sols

Une spécificité importante du littoral, très majoritairement constitué de substrats calcaires, est la régénération extrêmement lente du sol. La capacité des substrats calcaires à fabriquer du sol peut être évaluée par un simple calcul de dissolution par la pluie des résidus contenus dans la roche : il faudrait dans le meilleur des cas, avec 10 % de résidus dans la roche, 20 000 ans pour fabriquer un litre de terre dans les conditions actuelles. Dans le cas du calcaire urgonien, cette régénération est tout à fait inexistante, suite à l'absence de résidus dans la roche.

Insularité

Les îles de Marseille constituent des atouts importants qui renforcent la valeur du territoire. Elles abritent une importante richesse floristique et faunistique dont la conservation constitue un réel enjeu aussi bien au niveau local qu'à l'échelle nationale ou européenne. En effet, l'insularité couplée aux conditions naturelles les plus exposées du littoral provençal (Riou est à 3 km du continent) ont contribué à la différenciation d'espèces.

La végétation des archipels marseillais est rase, halophile ou halorésistante. Les îles présentent des habitats en mosaïque où alternent rochers à *Limonium*, falaises maritimes nues, fruticées et mattorals à lentisques, pelouses littorales, phryganes et zones rudérales. Les rares arbres, pins d'Alep, oléastres et figuiers sont isolés et anémomorphosés. L'intérêt avifaunistique de ces îles est majeur, car elles constituent des sites de reproduction des oiseaux marins pélagiques.

Le caractère commun à toutes les îles est la fragilité de leurs communautés face aux perturbations, appelée aussi « syndrome d'insularité », due à la formation de réseaux trophiques simples et à l'absence de certains groupes responsables d'une structure incomplète. En outre, les îles possèdent souvent un fort taux d'espèces endémiques, exceptionnelles pour la biodiversité mondiale, résultant de faibles flux d'individus et de leur isolement génétique. Elles jouent donc un rôle refuge fondamental pour la faune et la flore.



Archipel de Riou, vu depuis le continent

■ Statuts de protection

Parc national des Calanques

L'intégralité du périmètre du projet LIFE se situe en cœur terrestre du Parc national. Ce dernier a été créé par décret le 18 avril 2012. Au cœur de la Métropole Aix-Marseille-Provence, il est à la fois terrestre et marin : il est le seul en Europe à être périurbain et, en Méditerranée, le seul à être terrestre (continental et insulaire) et marin.

Le territoire du Parc national des Calanques présente trois grandes zones bénéficiant de statuts de protection et de gestion différenciés:

- › **le « cœur »** : 8 500 hectares à terre répartis sur 3 communes (Marseille, Cassis et La Ciotat) et 43 500 hectares en mer, où s'applique la réglementation spéciale du Parc national afin d'assurer une protection renforcée des patrimoines ;
- › **l'« aire d'adhésion »** : 2 630 hectares à terre, répartis sur 3 communes (Marseille, Cassis et La Penne-sur-Huveaune), elle constitue le territoire, en solidarité écologique et continuité géographique avec le cœur, sur lequel les communes s'engagent volontairement pour y favoriser le développement durable, avec l'appui du Parc national. Les règles de protection de l'environnement y sont celles du droit commun ;
- › **l'« aire maritime adjacente »** : 97 800 ha en mer, il s'agit également d'une zone de transition où le Parc ne réglemente pas les activités mais appuie ses partenaires en vue de la réduction des pollutions et d'une organisation cohérente des usages.

Le Parc national des Calanques est un projet de territoire partagé, matérialisé par la charte du Parc national qui détaille les objectifs à atteindre à l'horizon 2027. Sous la tutelle du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, l'établissement public du Parc national des Calanques, anime cette charte et la met en œuvre avec les collectivités, en associant les parties prenantes : habitants, professionnels, usagers, associations...

Les principales missions du Parc national sont de :

- › protéger les patrimoines naturel, paysager et culturel ;
- › contribuer à la connaissance, pour répondre aux grands enjeux méditerranéens ;
- › accueillir les publics et transmettre la connaissance ;
- › contrôler les activités et faire respecter la réglementation ;
- › concourir au développement durable et au rayonnement du territoire.

Natura 2000

Le périmètre du projet LIFE s'inscrit également dans les sites Natura 2000 « FR 9301602 - Calanques et îles Marseillaises - Cap Canaille et Massif du Grand Caunet » (Zone Spéciale de Conservation) et « FR 9312007 - îles Marseillaises - Cassidaigne » (Zone de Protection Spéciale).

Ce site Natura 2000 présente à la fois des milieux naturels continentaux, insulaires et marins et a été initialement divisé en 3 secteurs : le secteur « archipel du Frioul », le secteur « Cap Canaille et Grand Caunet » et le secteur « Calanques et archipel de Riou ». L'ensemble du site couvre 14 215 hectares, répartis en 10 288 ha de terre continentale, 333 ha de terre insulaire (archipels de Riou, archipel du Frioul et île verte) et 3 593 ha en mer, soit environ 1/4 en mer et 3/4 sur le continent.

Le projet LIFE s'inscrit donc de fait dans un projet de territoire préexistant, la charte du Parc national, et sur des espaces naturels soumis à une réglementation spécifique.

Usages

Les usages recensés sur le périmètre du projet LIFE sont nombreux et concernent principalement les activités de loisirs : bronzage, promenade, randonnée, escalade, spéléologie, kayak, VTT, parapente, accès au littoral pour les activités marines (pêche depuis le bord, baignade, plongée, etc.).

On estime la fréquentation du Parc national des Calanques entre 1,5 et 2 millions de visiteurs par an, en prenant en compte les passagers des navettes de transports et plaisanciers et les usagers qui pratiquent différents loisirs et sports ou qui vont à la plage. Une étude quantitative sur les activités terrestres pratiquées, réalisée sur la partie ouest des Calanques (Mont Rose, Cap Croisette, Callelongue, Marseilleveyre), montre que 60 % des usagers habitent à proximité des calanques et que le Mont Rose est le site le plus fréquenté (Le Mire-Pêcheux, 2013). Les principales activités sont le bronzage ou la baignade et la balade à pied. À Callelongue, 39 % pratiquent une randonnée. En activité nocturne, on peut ajouter les pêcheurs du bord de mer. Pour l'ensemble du littoral, la marche et l'escalade sont les activités principales, les autres activités telles que le vélo, la spéléologie, le parapente ou l'équitation sont marginales.

L'archipel du Frioul est essentiellement fréquenté par des visiteurs en provenance de l'agglomération marseillaise, caractéristique de la situation périurbaine de ce territoire. D'après une étude réalisée en 2000, la fréquentation annuelle serait comprise entre 400 000 et 600 000 visiteurs par an, plaisance autour du Frioul comprise. En ce qui concerne la fréquentation terrestre stricto sensu, jusqu'à 2 500 personnes peuvent arriver par navette les jours de forte fréquentation auxquelles s'ajoutent les plaisanciers débarqués sur le liseré côtier. Jusqu'à 1 600 personnes peuvent être présentes simultanément sur l'espace naturel et près de 1 200 personnes sur le liseré côtier.



Diversité des usages du littoral, ici à Port-Miou

HABITATS ET ESPÈCES

■ Habitats d'intérêt communautaire ciblés

Les habitats littoraux de la zone de projet présentent un intérêt patrimonial exceptionnel du fait de leur richesse floristique spécifique, le caractère original de la composition floristique de certaines de ces formations et la présence de très nombreuses espèces remarquables.

Le périmètre du projet regroupe une végétation de la zone de l'étage bioclimatique « semi-aride », adaptée aux conditions supra-littorales qui combinent : sécheresse résultant de très faibles précipitations, associée à des températures élevées (végétation xérophile) ; salinité par une forte exposition aux embruns (végétation halo résistante), vents violents dont l'effet dessiccateur s'accompagne d'une action érosive sur le sol et la roche (végétation anémomorphosée) et sols squelettiques. Les habitats où se concentrent le plus d'espèces protégées et une biodiversité élevée se situent sur le littoral. Alors que la végétation des Calanques est calcicole, celle du Cap Canaille est silicicole suite à l'incursion de poudingues siliceux. De plus, la position bioclimatique du Cap Canaille permet l'installation d'espèces de l'étage thermo-méditerranéen comme le palmier nain, l'oléastre, le caroubier et le myrte qui est en limite d'aire occidentale.

Un gradient de salinité, traduit géographiquement en distance à la côte, structure les communautés végétales du littoral depuis les rochers littoraux à *Limonium* au plus près de la mer jusqu'aux pinèdes à l'intérieur des terres. Les surfaces mentionnées pour chaque habitat présenté ci-après sont celles comprises dans la zone de projet. Le LIFE Habitats Calanques intervient sur 7 habitats d'intérêt communautaire terrestres, soit 38 % de la surface totale des habitats littoraux d'intérêt communautaire du site Natura 2000.



Pinède littorale - Pierres Tombées

La pinède de pins d'Alep [9540-3.1 ; 29,3 ha = 28 % de la zone] (Mont Rose, Marseilleveyre, Morgiou, Sugiton, En Vau, Port-Pin) correspond à un peuplement thermophile installé sur les versants littoraux en exposition Sud et sur sol squelettique. Les arbres, souvent beaucoup plus âgés que leur petite taille ne le laisse supposer (plus de 180 ans), sont anémomorphosés et poussent dans des conditions pédologiques extrêmes, infiltrant les racines dans les nombreuses fissures des formations karstiques. Ces pins « accrochés aux rochers » sont un élément emblématique du littoral calcaire provençal.

Les rochers littoraux à *Limonium* spp. endémique [1240-1 et 1240-2 ; 22 ha = 22,2% du périmètre LIFE]. Cet habitat est présent sur l'ensemble du linéaire côtier. Sur substrat essentiellement minéral (fissures rocheuses et micro-vires) calcaire ou siliceux, il se développe sur la partie inférieure des rochers et des falaises calcaires. Il est soumis aux embruns marins et à une extrême sécheresse. La végétation, composée d'espèces herbacées halophytes, est dominée par *Crithmum maritimum* et *Limonium pseudominutum* (protection nationale, LC-UICN FR). Pour les archipels, certaines formations végétales n'ont jamais été décrites quant à leur appartenance phytosociologique du fait de conditions micro-stationnelles originales. Les compositions floristiques sont très originales et contribuent à l'intérêt patrimonial local.



Rochers à *Limonium* - *Crithmum maritimum* et *Limonium pseudominutum*

La garrigue littorale primaire à romarins [1240-3 ; 14 ha = 13,8% de la zone] constitue une zone de transition entre les phryganes et les garrigues continentales. Située dans la zone d'influence maximale du vent et des embruns, elle se développe sur sol sec et très superficiel, généralement assez caillouteux ou sableux et très pauvre en matière organique. Les espèces pérennes, telles que le romarin, souvent anémorphosées au plus proche de la mer ou le lentisque dans les conditions plus favorables, assurent des fonctionnalités écologiques essentielles comme le maintien du sol.



Garrigue littorale – Cap Croisette

La phrygane [5410-1 ; 9,6 ha = 9,2 % de la zone] est incontestablement l'habitat le plus en danger en raison de sa disparition progressive.

Les formations végétales des phryganes littorales correspondent à l'association phytosociologique *Astragalo tragacanthae-Plantaginetum subulatae* Molin. 1934 (Noble & Baret, 2019). Cette caractérisation est toujours en vigueur selon la Directive « Habitat » de l'Union Européenne et relève du type d'habitat 5410 : « West- Phryganes des falaises méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; European Commission, 2013) auquel appartiennent différentes plantes rares et protégées comme *Astragalus tragacantha* L. (Fabaceae), *Thymelaea tartonraira* (L.) All. subsp. *tartonraira* (Thymelaeaceae), *Plantago subulata* L. (Plantaginaceae), *Limonium pseudominutum* (Plumbaginaceae), *Senecio leucanthemifolius* subsp. *crassifolius* (Asteraceae), *Silene sedoides* (Caryophyllaceae), *Helianthemum syriacum* (Cistaceae), *Sedum litoreum* (Crassulaceae), *Anthemis secundiramea* (Asteraceae), *Teucrium polium* subsp. *purpurascens* (Lamiaceae), ce qui souligne l'importance de cet habitat sur le littoral péri-marseillais et notamment dans le Parc national des Calanques.

**STATUTS DE PROTECTION ET COTATIONS
DES ESPÈCES STRUCTURANTES DE LA PHRYGANE**

Principales espèces indicatrices de l'habitat	Statut de protection	Cotation liste rouge France (UICN, 2019)	Cotation liste rouge Provence-Alpes-Côte d'Azur (Noble et al., 2015)
<i>Astragalus tragacantha</i>	Nationale	EN	EN
<i>Plantago subulata</i>	Régionale	LC	LC
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>purpurascens</i>	Régionale	VU	VU
<i>Thymelaea tartonraira</i> subsp. <i>tartonraira</i>	Nationale	NT (quasi menacée)	EN

C'est un habitat naturellement restreint. Sur la zone de projet, il est confiné, sur le continent sur une étroite bande littorale de moins de 100 m de largeur et répartie sur près de 10 km de trait de côte (entre le Mont Rose et Podestat) et distribué de manière éparse sur les archipels marseillais.

Les trois espèces végétales structurantes de la phrygane, *Astragalus tragacantha*, *Thymelaea tartonraira* subsp. *tartonraira* et *Plantago subulata*, possèdent des niches écologiques optimales légèrement différentes mais occupent globalement une position intermédiaire sur le gradient de salinité entre la zone d'espèces halophiles et la zone de garrigue.



Phrygane – Mont Rose

Les falaises littorales [8220-19 ; 7 ha = 6,6 % de la zone] (Soubeyranes). En tant que zones refuges, elles sont les sites d'intérêt majeur pour la reproduction de l'avifaune rupestre sédentaire, pour l'alimentation de l'avifaune migratrice hivernante constituée de raretés montagnardes et pour le transit des chiroptères. De nombreuses espèces végétales protégées, rares pour la France ou relictuelles à l'échelle de leur aire de répartition, sont localisées dans ces falaises littorales sauvages, en paroi, en pied de falaise ou sur des vires. Les espèces structurantes de ces milieux n'ont pas été déterminées.

Les pentes rocheuses [8210-1 ; 6 ha = 5,8 % de la zone] (Callelongue, Port-Pin) sont essentiellement exposées au sud, de pente moyenne dans la zone d'étude avec des fissures étroites et peu profondes. Ce milieu est caractérisé par une mosaïque de milieux rocheux et garrigue écorchée, ce qui rend cet habitat très perméable à la fréquentation.

La pelouse littorale [6220-2 (prioritaire) ; 2,3 ha = 2,2 % de la zone] est très rare sur le site. Elle présente un cortège floristique exceptionnel avec de nombreuses espèces annuelles et bulbeuses remarquables, dont au moins cinq sont protégées et rares : *Anthemis secundiramea*, *Allium chamaemoly*, *Hedysarum spinosissimum ssp. spinosissimum*, *Myosotis pusilla* et *Teucrium pollium ssp. purpurascens*. Cet habitat est reconnu prioritaire pour l'Europe. Les espèces structurantes sont *Brachypodium retusum* et *Brachypodium distachyon*.

Les éboulis calcaires [8130] sont peu représentés (0,7 ha) dans la zone de projet, c'est l'habitat principal d'*Arenaria provincialis*.



Falaises littorales – Calanques de Cassis et Cap Canaille

■ État de conservation

À l'échelle de l'Europe considérée avec une maille 10 x 10 km², la France est le seul pays dont l'habitat 1240-« Rochers littoraux à *Limonium* » a une évaluation globale défavorable, alors qu'elle est 3^{ème} en superficie (37,5 km²) après la Grèce et l'Italie et contribue à 9,6 % à la surface de cet habitat d'intérêt communautaire en Europe. La France est également le seul pays dont l'habitat 5410- « Phrygane » a dans son évaluation globale une prévision de statut de conservation défavorable alors qu'elle contribue à 18,7 % à la présence de cet habitat (19,3 km²). Avec l'Italie, ils ont un statut de conservation actuel défavorable. Les actions de gestion du projet LIFE concourent à améliorer l'état de conservation de ces habitats.

La phrygane est à ce titre l'habitat phare du projet, tout autant qu'il est celui du Parc national des Calanques, compte tenu de sa répartition presque exclusivement localisée sur ce site (88 % des effectifs) en France. Cet habitat présente un état de conservation assez inégal sur ce territoire, plutôt en bon état sur l'archipel du Frioul, mais assez nettement dégradé sur le littoral continental ouest des Calanques.

■ Principales espèces structurantes de la phrygane

➤ ASTRAGALE DE MARSEILLE

L'astragale de Marseille (*Astragalus tragacantha* L., 1753), seul astragale piquant du littoral méditerranéen, est une plante pérenne appartenant à la section *Tragacantha* DC. de la famille des Fabaceae. Cette lignée tire son origine du Proche-Orient probablement au Pliocène (5,3 à 2,6 millions d'années avant le présent) et sa diversification s'est produite au Pléistocène (2,6 millions d'années avant le présent) après une large expansion à travers les régions méditerranéennes suivie d'un isolement géographique dans les habitats côtiers et montagneux (Hardion et al., 2010 ; Hardion et al., 2016). L'astragale de Marseille, espèce sténo-méditerranéenne occidentale, présente une distribution très fragmentée sur les caps et les îles du sud-est de la France, nord-est de l'Espagne et sud-est du Portugal (Valsecchi, 1994). En France, elle n'est connue que des départements des Bouches-du-Rhône et du Var. Elle se présente sous forme d'arbuste en coussin, densément ramifié avec des feuilles divisées en 12 à 24 folioles pubescentes et des épines provenant des pétioles lignifiés après la chute des folioles. Les fleurs sont blanches et hermaphrodites et apparaissent de février à début mai. La fructification a lieu de juin à août, et les fruits (gousses) contiennent de 1 à 12 graines.



Astragale de Marseille en fleu

> PLANTAIN SUBULÉ

Le plantain subulé (*Plantago subulata* L., 1753) est une plante pérenne de la famille des Plantaginaceae. Au sens strict, selon la conception du genre par la flore de Méditerranée française (Tison et al., 2014), elle ne s'observe que sur les rives nord-occidentales de la mer Méditerranée (France, Espagne, Italie). En France, elle n'est connue que des départements des Pyrénées Orientales, des Bouches-du-Rhône et du Var ; une unique mention très ancienne dans les Alpes-Maritimes (Ardoino, 1879) n'a jamais été retrouvée. Le plantain subulé a des feuilles étroites en forme d'aiguilles (1-2,5 mm de large), de petites fleurs jaunes hermaphrodites compactées sur des épis cylindriques. Il fleurit de mai à fin juin et les fruits (capsules biloculaires) se développent en juillet et août.



Plantain subulé en fleur

> THYMÉE TARTONRAIRE

La Thymée, de la famille des Thymelaeaceae, est une espèce sténo-méditerranéenne que l'on retrouve en France, en Espagne, en Italie, en Sardaigne, en Sicile, en Grèce et en Afrique du nord (Danton et Baffray, 1995). C'est un arbrisseau velu à feuilles un peu épaisses largement obovales ou oblongues sessiles et couvertes de poils appliqués. La floraison a lieu de décembre à mai. Les fleurs jaunes sont petites et insérées parmi les feuilles dans la partie supérieure des rameaux. Le fruit ovoïde reste enfermé dans le périanthe persistant. C'est une plante des rochers et rocailles ou des terrains sablonneux secs qui pousse le plus souvent à proximité du littoral mais peut aller jusqu'à 1000 m d'altitude.



Thymée tartonraire

MENACES IDENTIFIÉES

Les habitats littoraux méditerranéens sont naturellement contraints par des facteurs climatiques extrêmes. La sécheresse estivale est un facteur limitant la régénération des espèces végétales. De nombreuses jeunes plantes se dessèchent suite au manque d'eau et à la forte évapotranspiration amplifiée par l'effet dessiccateur des vents violents. Les plantules qui passent le premier été ont un système racinaire en place assez développé pour garantir l'eau et le maintien de l'individu, mais leur croissance sera très lente. Les périodes de pluies sont généralement courtes et très violentes entraînant le lessivage des sols et une érosion des milieux.

À ces contraintes naturelles s'ajoutent des menaces d'origine anthropiques qui présentent un effet cumulatif. Ces pressions ont pour effet de fragmenter les habitats naturels, d'enrayer la viabilité des populations et de dégrader la fonctionnalité des écosystèmes littoraux.

■ Urbanisation

Le littoral marseillais sur pente douce a été largement détruit par les constructions liées à l'urbanisation et aux voies de circulations motorisées. Les habitats littoraux restants et ayant contribué à la désignation du site Natura 2000, sont contraints sur une frange littorale d'une centaine de mètres de large. Cet espace littoral représente donc une scène où se jouent de nombreuses interactions avec la ville.



L'urbanisation représente une perte de larges surfaces d'espaces naturels ainsi qu'une fragmentation des habitats littoraux. Ici, le village des Goudes



Phrygane morcelée par le piétinement et le stationnement des véhicules – Cap Croisette

■ Piétinement de la végétation

Les habitats littoraux sur faible pente présentent naturellement une faible contrainte physique pour la circulation piétonne ou motorisée. Même réduite, cette dernière laisse des traces d'écrasement qu'une végétation rase et à croissance lente a des difficultés à effacer. Le piétinement répété se traduit par une dégradation croissante des individus écrasés et, suite à leur disparition, à une érosion quasi-irréversible du sol superficiel.

En créant un chevelu de sentes, la divagation des usagers dans l'espace naturel génère une fragmentation des habitats : la surface continue d'habitats diminue et les distances entre les fragments d'habitats augmentent, conduisant à l'isolement des tâches d'habitat et au changement des propriétés des milieux qui les séparent. La fragmentation engendre généralement une réduction des effectifs des populations animales et végétales ainsi que des changements de leur distribution spatiale, ce qui perturbe les flux de gènes et menace la fonctionnalité des écosystèmes littoraux.

■ Manque de connaissances des usagers

Les enquêtes sociologiques FHUVEL de 2013 sur la représentation du patrimoine naturel par les usagers montrent, qu'interrogés sur les Calanques, la majorité des usagers évoque un haut lieu de nature sauvage, source de liberté et de tranquillité, à proximité de la ville. La fragilité des milieux naturels des Calanques et des archipels est soulignée ainsi que leur dégradation effective ou menaçante mais les connaissances faunistiques et floristiques des usagers sont faibles ou absentes. Également, lorsque la cause de la menace qui pèse sur la nature est mentionnée, elle tend à être imputée à d'autres que soi. Il y a une rupture entre les « mauvais gestes » de chacun et leurs conséquences sur la nature, sans prise de conscience des effets cumulés liés à l'importante fréquentation.

■ Prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE)

Les EVEE identifiées sur le littoral (*Opuntia spp.*, *Carpobrotus spp.*, *Medicago arborea*, *Agave americana*) sont des plantes crassulescentes ou ligneuses très résistantes à la sécheresse, au vent et aux embruns. Leur capacité exceptionnelle de colonisation et d'invasion peut aboutir à un recouvrement total de la végétation autochtone. Des proliférations d'EVEE sont observées, notamment par l'oponce (*Opuntia sp.*), dans des habitats protégés, déjà dégradés par la divagation. Les EVEE sont, généralement, en situation périurbaine, échappées des jardins ou plantées par les usagers qui « jardinent » la nature dans une démarche d'appropriation de l'espace naturel. On retrouve aussi des stations d'EVEE en situation éloignée des franges urbaines, probablement suite à la dissémination des graines, mais également suite à des plantations « sauvages » délibérées (par exemple à la calanque des Pierres-Tombées).



Massif d'agave (*Agave americana*) et tapis de griffes-de-sorcières (*Carpobrotus spp.*) à proximité d'un cabanon de la calanque de Marseilleveyre

■ Embruns pollués

La pollution des embruns dans les Calanques est très importante du fait du rejet en mer des effluents de la station d'épuration (STEP) de Marseille et 15 communes voisines (1 million d'habitants et de nombreuses activités industrielles). Ces tensio-actifs (dans les produits détergents, industriels ou ménagers, notamment les lessives) rejetés et transportés à la surface de la mer via les embruns sur la végétation littorale terrestre, génèrent des nécroses des feuilles pouvant aller jusqu'à la mort des individus.

Les effets dépendent de l'exposition aux vents dominants et de la nature de la cuticule foliaire, de la surface foliaire, de la phénologie et de la tolérance à la salinité. Certaines espèces semblent très vulnérables : astragale de Marseille, thymélée tartonraire, plantain subulé, saladelle naine mais aussi le pistachier lentisque, le genévrier rouge et le pin d'Alep.

Des actions concrètes visant à améliorer les rejets des tensioactifs et des hydrocarbures dans les eaux usées sont déjà prévues dans les politiques publiques territoriales en réponse au Cadre National (BOE du MEE n°2016/15 du 25 août 2016) et Européen (Directive 2000/60/CE). La STEP gérée par la Métropole Aix-Marseille-Provence, créée en 1987 sur la base d'un traitement physico-chimique, intègre, depuis 2008, un traitement biologique qui a amélioré le traitement des eaux usées, tensioactifs inclus, avec une réduction annuelle moyenne de 95,7 % des détergents en 2015.

■ Nitrophilisation des sols et rudéralisation des habitats insulaires

La croissance démographique exponentielle du goéland leucopnée (*Larus michahellis*) nicheur sur les îles de Marseille de 1980 à 2005 (respectivement 5300 et 20 428 couples nicheurs) est à l'origine d'une perturbation de l'ensemble de l'écosystème insulaire : (i) par le piétinement et l'arrachage des végétaux lors de la confection des nids, (ii) par les déjections qui provoquent un enrichissement du sol en phosphates et nitrates. Ces changements chimiques conduisent à l'apparition de plantes nitrophiles opportunistes aux dépens de la végétation originelle. La principale cause identifiée du développement de la population de goélands est la mise à disposition par l'Homme de ressources alimentaires abondantes via les décharges ménagères. Une étude réalisée par le PNCAL en 2015 montre que les effectifs ont fortement diminué (10 340 couples nicheurs) avec pour hypothèse la modification de gestion des décharges sur la même période par recouvrement, enfouissement et incinération des déchets.

Un des enjeux majeurs, inscrit dans le plan d'actions triennal du Parc national, est de définir un plan de gestion pour limiter les processus de dégradation des habitats liés aux goélands mais aussi aux rats et lapins introduits. Une étude pilotée par le PNCAL, complémentaire au projet LIFE répond à cette problématique.



Nid de goéland leucopnée dans un pied d'astragale nécrosé au Frioul

LE PROJET LIFE HABITATS CALANQUES

■ Programme LIFE

Depuis 1992, la Commission européenne soutient des projets dans le domaine de l'environnement et du climat à travers le programme LIFE : l'instrument financier pour l'environnement. Ce programme vise à financer et à promouvoir des opérations innovantes afin d'enrayer la perte de la biodiversité en Europe. Il est actualisé tous les six ans environ en proposant un nouveau budget et de nouvelles orientations. Un appel d'offre annuel lancé par la Commission européenne permet aux porteurs de projets publics et privés de postuler selon les nouvelles modalités et sous-programmes proposés.

Le LIFE Habitats Calanques est un projet de type « Nature » qui faisait partie du sous-programme « LIFE Environnement ». Ces projets ont pour objectifs de préserver et d'améliorer l'état écologique des habitats naturels du réseau Natura 2000.

■ Objectifs

Le projet est validé par la Commission européenne en mai 2017 et débute sa mise en œuvre dès juillet. Il se fixe pour objectif de :

- › Restaurer les populations d'astragale de Marseille et de plantain subulé,
- › Canaliser la fréquentation par le réaménagement du réseau de sentiers afin de réduire l'impact du piétinement sur la végétation littorale,
- › Gérer les espèces végétales exotiques envahissantes sur des sites prioritaires à plat ou en falaise,
- › Sensibiliser et partager les connaissances depuis les zones périurbaines limitrophes du Parc national des Calanques jusqu'à l'international.

■ Actions

Ces objectifs sont déclinés en cinq grands types d'actions pour un total de vingt-quatre : actions préparatoires, actions de conservation, actions de suivi, actions de communication et de sensibilisation et actions liées au suivi du projet.

A. ACTIONS PRÉPARATOIRES

A1 - Définition d'une stratégie de communication liée à la préservation des habitats littoraux

A2 - Réalisation d'un état de l'art à l'échelle européenne

A3 - Analyse des secteurs et des modes d'intervention pour les actions d'amélioration du milieu

A4 - Études préparatoires pour la restauration à grande échelle des populations d'astragale de Marseille

A5 - Préparation des interventions sur les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)

A6 - Formation des équipes à la surveillance et la gestion des habitats littoraux

C. ACTIONS DE CONSERVATION

C1 - Restauration des continuités écologiques des habitats par la mise en place d'aménagements en espaces naturels et coupes en milieux fermés

C2 - Renforcement des populations d'astragale de Marseille et reconnexion entre populations avec des plantules mycorhizées

C3 - Campagnes d'arrachage d'EVEE

C4 - Mise en culture d'espèces locales pour la restauration de certains sites d'arrachage d'EVEE

C5 - Restauration de phrygane insulaire par le renforcement d'une espèce structurante : *Plantago subulata* (Renforcement et pépinière conservatoire)

C6 - Renforcement de la surveillance, de l'information directe, de la sensibilisation et du contrôle

D. SUIVI DES IMPACTS DES ACTIONS DU PROJET

D1 - Évaluation de la restauration et du maintien des habitats littoraux mis en défens

D2 - Évaluation de la restauration de la Phrygane déterminée par le succès de la restauration des populations d'*A. tragacantha*

D3 - Évaluation des campagnes d'arrachage des EVEE

D4 - Suivi de l'opération de renforcement des populations de *Plantago subulata* dans les phryganes insulaires

D5 - Évaluation de l'impact socio-économique des actions conduites dans le cadre du projet sur l'économie locale et la population

D6 - Évaluation de l'impact du projet sur la restauration des fonctions écosystémiques

E. SENSIBILISATION DU PUBLIC ET TRANSMISSION DES RÉSULTATS

E1 - Campagnes de sensibilisation grand public, institutionnels, collectivités et scolaires

E2 - Développement et partage d'outils d'aide à la gestion des habitats littoraux pour les gestionnaires, décideurs et privés en France et en Europe

E3 - Networking : travail en réseau à l'échelle locale, nationale et européenne

F. SUIVI DE PROJET

F1 - Gestion technique, administrative et financière du projet, organigramme du projet, organisation du reporting ; audit financier du projet

F2 - Compilation des informations pour compléter les tableaux d'indicateurs fournis par la Commission Européenne

F3 - Après LIFE

■ Partenaires impliqués

Pour répondre de façon concertée aux nombreuses problématiques développées plus haut, dix acteurs du territoire ont proposé de développer un projet européen LIFE pour préserver les habitats littoraux d'intérêt communautaire les plus menacés des Calanques : le LIFE Habitats Calanques.

Accompagnés de plus d'une vingtaine de partenaires soutiens, ces acteurs ont défini une organisation précise pour la bonne coordination et le déroulement du projet. Le LIFE Habitats Calanques bénéficie de 7 bénéficiaires associés qui sont spécifiquement responsables de la mise en œuvre des 24 actions du projet.

L'Agence Régionale pour la Biodiversité et l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur (ARBE) est le coordinateur du projet et responsable des actions de communication. Elle est garante de la bonne gestion du projet auprès de la Commission européenne.

Le Parc national des Calanques (PNCAL) est gestionnaire des terrains du Conservatoire du Littoral. Il est responsable des opérations de surveillance, d'aménagements de sentiers et d'arrachages de plantes exotiques envahissantes. Par sa connaissance du territoire, l'établissement a apporté un appui technique, logistique et de concertation à l'ensemble des actions.

Le Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône (CD13) est une assistance technique dans les opérations de gestion, notamment sur le réaménagement des sentiers et les arrachages.

Le Conservatoire Botanique National Méditerranéen (CBNMed) est responsable de la restauration des populations du plantain subulé, en charge des suivis de l'espèce, des travaux de réaménagement de sentiers et de la végétation post-arrachage. Il est référent sur les plantes exotiques envahissantes.

La Ville de Marseille (VDM) est responsable de la mise en culture de l'astragale de Marseille et des plantes locales. Elle est une assistance technique notamment dans la communication et dans les opérations d'arrachages.

Aix-Marseille Université (AMU) est en charge des études préparatoires liées aux réaménagements de sentiers et à la restauration des populations d'astragale de Marseille et des suivis des communautés et des populations végétales.

Le Naturoscope est responsable des opérations de sensibilisation au grand public et notamment auprès des scolaires.

La Commission européenne, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Région Sud sont les co-financeurs du projet LIFE Habitats Calanques.



■ Budget global et financements

Le budget global prévisionnel du projet LIFE a été estimé à 3.862.925 € avec une répartition différenciée en fonction des actions.

ACTIONS DU PROJET	EUROS	%
Canaliser la fréquentation par le réaménagement du réseau de sentiers afin de réduire l'impact du piétinement sur la végétation	1 337 824 €	34,6
Sensibiliser et partager les connaissances depuis les zones périurbaines limitrophes du parc national des Calanques jusqu'à l'international	803 529 €	20,8
Gestion de projet	628 641 €	16,3
Gérer les espèces végétales exotiques envahissantes sur des sites prioritaires à plat ou en falaise	516 829 €	13,4
Restaurer les populations d'astragale de Marseille et de plantain subulé	405 342 €	10,5
États de l'art et évaluations des Services Écosystémiques, perceptions, Objectifs de Développement Durable et socio-éco.	107 336 €	2,8
Formations	63 424 €	1,6

Les co-financeurs principaux ont financé 71 % du budget, tandis que les bénéficiaires associés ont participé aux dépenses à hauteur de 29 %. Ces chiffres sont cependant à mettre en perspective avec le budget réel, en cours d'élaboration à l'heure de la rédaction de ce guide.

CO-FINANCEURS	EUROS	%
Commission européenne	2 317 755 €	60
DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur	300 000 €	8
Région Sud	100 000 €	3

CONTRIBUTION DES BÉNÉFICIAIRES ASSOCIÉS	EUROS	%
ARBE	158 719 €	4
PNCAL	402 793 €	10
CBNMed	32 851 €	1
VDM	159 802 €	4
AMU	60 629 €	2
Naturoscope	16 687 €	0
CD13	313 689 €	8
TOTAL	3 862 925 €	100 %

CANALISATION DE LA FRÉQUENTATION PAR LA GESTION DES SENTIERS

- Enjeux et objectifs
- Études préparatoires
- Gestion conservatoire
- Suivi et évaluation
- Retours d'expérience LIFE

ENJEUX ET OBJECTIFS

■ Contexte

La pratique de la randonnée est en constante augmentation depuis les années 1970 (Leonard, 2006). Le profil des pratiquants de la randonnée a évolué, passant d'une population autonome de randonneurs aménageurs, créateurs d'une pratique et de ses supports (ouverture de sentiers, balisage) à une population consommatrice de sentiers pré-équipés et de produits et services associés (topoguides, accompagnateurs, etc.). Cette activité permet en effet de satisfaire les motivations liées à l'exercice d'une activité physique et sportive (santé, entretien physique, convivialité), mais également de combler un besoin de contact avec la nature (Lefevre & Thierry, 2011). Contrairement à d'autres sports et loisirs de nature, elle est aussi accessible à tous (budget pour la pratique faible, difficultés variables selon les itinéraires pratiqués...) (Lefevre, 2000).

Si la randonnée est confirmée comme mode de découverte privilégié du territoire par le Parc national des Calanques, la déambulation des visiteurs dans le milieu naturel peut, dans certains contextes, avoir un impact non négligeable sur les paysages, la faune et la flore (piétinement, dérangement, destruction d'habitats, pollution, etc.) et le fonctionnement des écosystèmes (tassement des sols, érosion), comme détaillé en introduction (cf. « menaces identifiées »). En termes réglementaires, la randonnée hors-sentiers balisés est interdite sur l'archipel du Frioul (arrêté municipal n° 2021_00418_VDM), elle reste jusqu'à présent tolérée sur les zones de cœur terrestre accessibles au public. Les visiteurs sont cependant fortement incités à rester sur les sentiers par les aménagements, la signalétique et les messages de sensibilisation des agents de terrain. Depuis 2021, les inspecteurs de l'environnement sont également autorisés à verbaliser les personnes qui circulent dans les zones explicitement mises en défens.

La divagation est générée par des facteurs différents en fonction du profil de la personne qui en est à l'origine. Elle peut être liée à un manque de lisibilité du sentier, à son inconfort, au fait qu'il ne répond pas à l'attente des usagers en terme de cheminement ou de destination. Un équilibre sans cesse à ajuster doit donc être trouvé par les gestionnaires d'espaces naturels pour répondre à l'envie de nature du public tout en garantissant la préservation des milieux et paysages. En effet, les sentiers ouvrent la porte du territoire à ceux qui les empruntent. Ils participent donc à déterminer la relation qui s'établit entre ce territoire et les usagers. Les sentiers permettent également de répondre au paradoxe que posent notamment les Parcs nationaux, à savoir rendre accessibles la nature et ses patrimoines au public, tout en garantissant leur préservation face aux dégradations directes ou indirectes liées à la présence humaine.

■ Objectifs

L'inadéquation des sentiers existants aux différentes typologies d'usagers aboutit à la création d'un chevelu de sentes, qui s'entrecroisent et génèrent la fragmentation du milieu. La restauration des continuités écologiques des habitats littoraux fragmentés nécessite ainsi la mise en œuvre d'aménagements sur les sentiers existants du littoral des Calanques, afin de canaliser la fréquentation sur des sentiers attractifs et bien aménagés, et ainsi éviter la dispersion dans l'espace naturel. L'amélioration de la qualité des sentiers n'est ainsi pas une fin en soi, mais bien un moyen de préservation des habitats littoraux.

Il ne s'agit pas nécessairement de contraindre l'ensemble des usagers à rester sur les sentiers, mais d'inciter le plus grand nombre à le faire par la création d'aménagements appropriés. Sur certaines zones particulièrement sensibles, l'accès doit cependant être strictement restreint pour permettre la régénération du milieu.

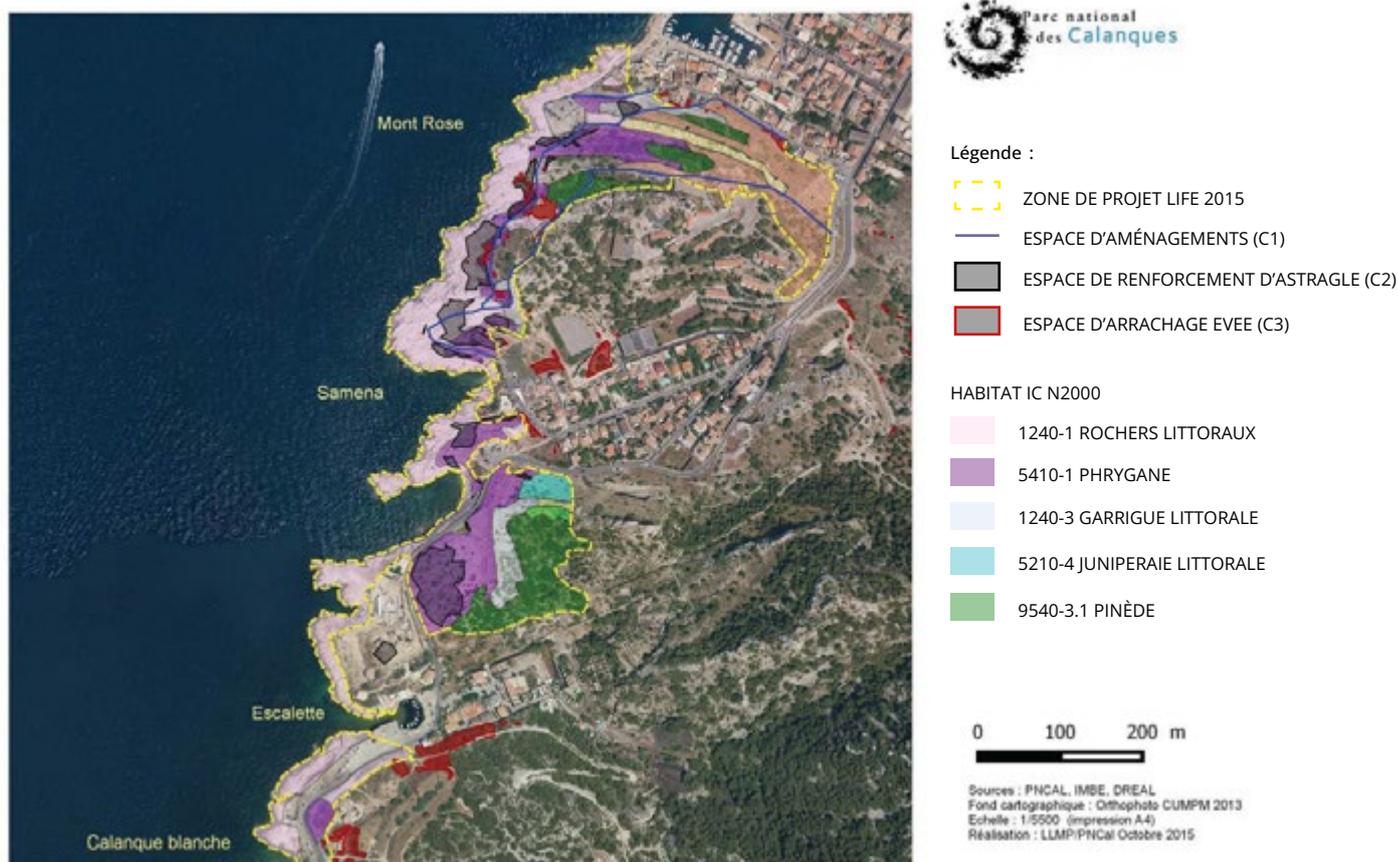
ÉTUDES PRÉPARATOIRES

La mise en œuvre des aménagements a été précédée par une importante phase de diagnostic et d'études qui commence dès 2015 lors de la rédaction de la proposition initiale. Ce pré-diagnostic sera par la suite complété et mis en œuvre au lancement du projet par l'intervention d'une diversité d'acteurs et d'un panel de méthodes qui permettront de co-construire les modalités pratiques d'aménagement. L'objectif de cette phase de travail est d'affiner la localisation des sites à aménager et de définir les grands principes d'aménagements.

■ Pré-identification des sites dégradés

Une pré-identification des sites a été établie dans le cadre de la demande initiale (Grant Agreement). Les principes généraux de sélection des sites sont les enjeux écologiques, le niveau de pression anthropique générant des dégradations, ainsi que les enjeux paysagers. Cette pré-sélection s'est principalement basée sur la cartographie et l'estimation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire.

ESPACES PRÉ-IDENTIFIÉS D'INTERVENTION MONT ROSE - ESCALETTE (POINTS 3 ET 4)



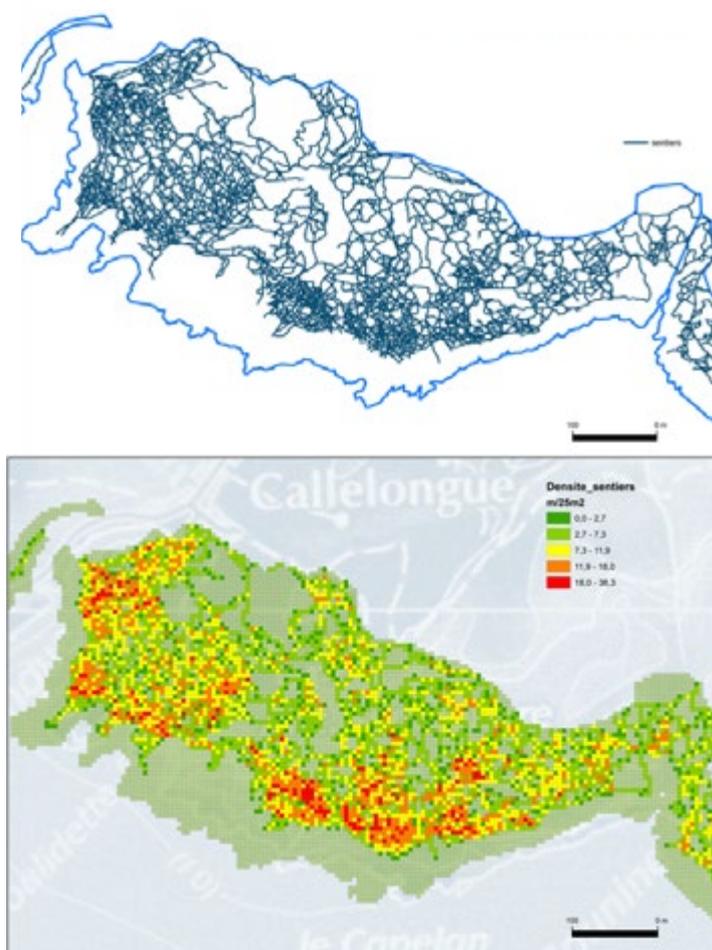
Extrait du Grant Agreement, secteur Mont Rose-Escalette : des « espaces d'aménagements » sous forme de linéaires représentés dans la demande initiale en 2017. Source : PNCAL, IMBE, DREAL (2015)

■ Identification des sites dégradés, cartographie du réseau de sentiers et description du degré d'ouverture des milieux

Afin de préciser les enjeux liés à ces espaces d'aménagements prévisionnels, une étude technique a été menée par Aix-Marseille Université sur les secteurs pré-identifiés.

Le premier objectif de l'étude était de dresser une cartographie du réseau des chemins, sentes et sentiers. Les cheminements ont ainsi été balisés à partir d'un GPS submétrique (Mobile Mapper field Android, MM50) d'une précision allant de 80 cm à 1,50 m. Sur le terrain, le suivi des tracés dépend de leur délimitation par la végétation. La description des sentiers est assez fidèle à celle observée sur les orthophotographies aériennes sur certains sites, comme Sugiton, en raison d'une délimitation bien marquée des bordures par la végétation. Sur d'autres sites, comme les Goudes, l'absence de délimitation par la végétation réduit la lisibilité des différents sentiers observés sur le terrain. À cela s'ajoute la multiplicité des tracés sur des surfaces réduites, c'est-à-dire une forte densité. En conséquence, le tracé des sentiers n'a pas pu être effectué par photo-interprétation mais uniquement à l'aide du GPS. Il a été totalisé 119 km linéaires de sentiers sur une surface totale de 79,71 ha. Ces linéaires ne permettant pas de distinguer des zones de fort piétinement par rapport à des zones de faible piétinement, il s'est révélé plus judicieux de réaliser une cartographie de densité des sentiers selon une maille de 5 m x 5 m qui permet de calculer une longueur de sentiers sur une surface de 25 m².

SITE CALLELONGUE-MOUNINE



Tracé (en haut) et densité des sentiers sur le secteur de Callelongue-Mounine (en bas). Source : IMBE (2018)

Le second objectif était de décrire le degré d'ouverture des formations végétales (c'est-à-dire la proportion de surfaces de sol nu présent au sein des diverses formations végétales) qui se succèdent depuis la bordure littorale vers l'intérieur des terres. Cette analyse repose sur un travail de photo-interprétation à partir d'orthophotographies aériennes haute résolution (HR) sur une surface totale de 79,71 ha. Le degré de surfaces de sol nu au sein des différentes formations est observé sur la base d'un quadrillage de 5 m x 5 m pour les sites du projet.

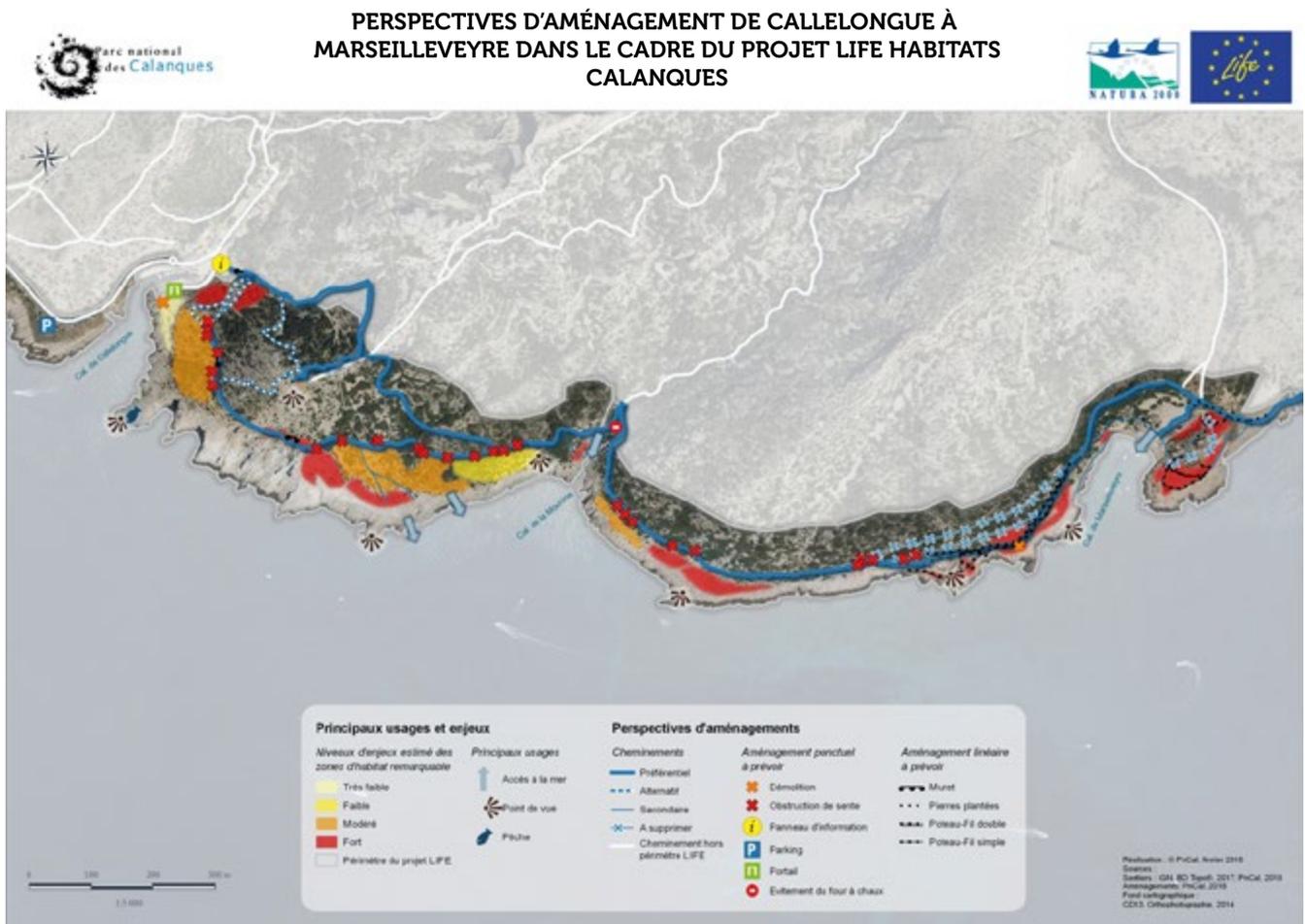
CLASSE D'OCCUPATION DU SOL	SURFACE (EN HA)	% SUR LA TOTALITÉ DES CLASSES
Formation arbustive basse continue	8,61	11
Formation arbustive basse éparse (50 % sol, 50 % végétation)	9,31	12
Sol majoritaire avec présence de végétation (sol > 50 %)	18,4	23
Formation arborée	12,98	16
Formation nitrophile (pelouse liée à la présence de l'activité humaine, urbaine)	2,08	3
Bâti	0,78	1
Route	2,15	3
Roche	24,34	31
Éboulis	0,59	1
Sable	0,47	1
TOTAL	79,71	100 % (79,71 ha)

Les formations végétales se succèdent depuis les formations rupestres en bordure littorale vers les formations arbustives caractéristiques des fonds de vallons. Les formations végétales caractérisées par un fort degré d'ouverture (> 50 % de surfaces de sol nu) représentent ainsi 35 % de l'ensemble des formations végétales identifiées sur la zone d'étude (classes 1 à 5). Ce degré d'ouverture des formations végétales peut être associé à différents facteurs, la plupart liés à la nature même de ces milieux : un sol essentiellement minéral (tapis de pierres, dalles rocheuses, rochers), une terre calcaire très dure et difficilement colonisable, l'exposition aux facteurs écologiques (vent violent, averses et lessivage des sols,...), le ruissellement récurrent des eaux de pluies. Des facteurs d'origine humaine, et notamment le piétinement, concourent à renforcer l'ouverture des milieux. En effet, toutes ces formations sont traversées par les randonneurs pour atteindre un accès à la mer ou encore un point de vue remarquable.

■ Diagnostic des sites dégradés et préfiguration d'aménagements

Sur la base de l'identification des sites les plus dégradés, une seconde phase de travail a cherché à établir un diagnostic partagé par les partenaires du projet sur les enjeux écologiques des sites et la compréhension des usages du littoral. Sur certains sites clefs, une étude de fréquentation a été menée pour appréhender les différents profils de visiteurs et leurs pratiques à différentes heures de la journée et périodes de l'année.

Des visites de terrains ont également été organisées sur chaque site pré-identifié. Organisées par le Parc national des Calanques (PNCAL), ces dernières ont systématiquement réuni le propriétaire ou le gestionnaire concerné, le Conservatoire Botanique National Méditerranéen (CBNMed), un ou plusieurs agents de terrain du PNCAL (secteurs), ainsi que, plus ponctuellement, l'Agence Régionale pour la Biodiversité et l'Environnement (ARBE). Il s'agissait notamment de spatialiser et de caractériser les habitats littoraux les plus remarquables, de même que les enjeux liés aux pressions et aux usages (typologie d'usages, éléments de compréhension de la présence de sentes, logiques de cheminement dans l'espace naturel). Il s'agissait également de décrire les aménagements à réaliser et de déterminer la localisation des points de suivis (Éco-compteurs, placettes de suivi de la végétation). Ces informations ont été renseignées sur une fiche de relevé et une carte papier, et chaque visite a fait l'objet d'un compte-rendu envoyé aux parties prenantes concernées.



Une réflexion liée à l'intégration paysagère des aménagements a également été initiée et s'est concrétisée par l'organisation d'une visite de terrain avec l'inspection des sites (DREAL). En effet, les aménagements de sentiers peuvent être plus ou moins intégrés au paysage dans lequel ils s'insèrent. Ainsi, les ganivelles, associées aux dunes sont préférentiellement implantées dans des milieux sableux. Les clôtures en bois sont généralement associées au territoire de montagne ou aux espaces ruraux, où l'utilisation du bois est historique. À l'inverse, le minéral est plus communément admis dans des paysages littoraux calcaires comme les Calanques.

Enfin, une réunion rassemblant des acteurs institutionnels (Métropole Aix-Marseille-Provence, ARBE, CD13, Ville de Marseille, Office national des forêts, Conservatoire du littoral) et des représentants des usagers (Excursionnistes Marseillais, Syndicat National des Accompagnateurs en Montagne, Comité Départemental de la Randonnée Pédestre) a été organisée en juin 2018 pour partager le diagnostic et réajuster le projet au regard des observations des principaux pratiquants du site. Cela a permis d'améliorer l'adéquation des propositions avec les usages sur chaque site, mais également de favoriser l'acceptabilité des futurs aménagements.

De manière générale, cette approche concertée et empirique, basée sur les visites de terrain et la valorisation du « dire d'expert » d'un ensemble de parties prenantes, s'est révélée déterminante dans l'identification des sites à aménager.

■ Gouvernance

Une des difficultés du projet d'aménagement résidait dans la répartition foncière du périmètre du projet LIFE. Les sites ciblés par les actions d'aménagement relèvent en effet de quatre propriétaires différents : la Ville de Marseille (Sugiton), le Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône (Mont Rose, Callelongue-Marseilleveyre, Morgiou, Anjarre), le Conservatoire du littoral (En-Vau, Port-Pin, Frioul) et un propriétaire privé (Cap Croisette). Le Parc national est, par convention, gestionnaire des terrains du Conservatoire du littoral situés en cœur de Parc et maître d'ouvrage sur les aménagements réalisés sur les terrains privés.

Afin d'apporter de la cohérence dans la mise en œuvre de l'action tant dans les choix d'aménagements proposés que dans leur cohérence paysagère, de respecter les délais du projet et de faciliter le travail de chacun des maîtres d'ouvrage, il est apparu nécessaire de conduire les aménagements de manière coordonnée entre les différents propriétaires-gestionnaires des terrains concernés.

À cette fin, il a été proposé que le CD13, la Ville de Marseille et le Parc national s'associent au sein d'un groupement de commandes.

Un groupement de commandes est une association contractuelle de personnes morales de droit public ou privé pour répondre à un besoin commun en matière d'achat de travaux, de fournitures ou de services.

Cette association est matérialisée par l'élaboration, le vote par les organes délibérants des collectivités et la signature d'une convention constitutive.

Signée en février 2019, la convention a fixé les modalités de fonctionnement du groupement de commandes du projet LIFE Habitats Calanques, et notamment son objet : la passation et l'exécution d'un marché de maîtrise d'œuvre (Moe) comprenant une première phase de définition technique et d'études réglementaires et une seconde phase de suivi des travaux et d'un marché de travaux portant sur la réalisation des aménagements définis.

» **sa coordination** : le PNCAL a été désigné coordonnateur du groupement et a été chargé de mener les procédures de passation des marchés publics et de piloter leur exécution, au nom et pour le compte des autres membres. Le coordonnateur est uniquement responsable des attributions définies dans la convention, les membres du groupement conservant ainsi la responsabilité d'assurer l'exécution des marchés pour les postes qui les concernent et d'assurer la réception des travaux dont ils restent maîtres d'ouvrage.

» **son étendue** : c'est-à-dire la nature des prestations attendues dans chacun des marchés, et la ventilation de leur prise en charge financière par chacun des membres.

» **sa gouvernance** : un comité de suivi composé des membres du groupement est chargé de suivre l'ensemble des prestations réalisées. Chaque membre y dispose d'un représentant. Le comité est présidé par le coordonnateur. Le comité de suivi a la charge de coordonner et d'harmoniser l'exécution des prestations réalisées pour le compte de chaque maître d'ouvrage (validation des dossiers de consultation des entreprises, choix des prestataires, validation du calendrier, validation des avants-projets).

» **ses modalités de paiement** : chaque maître d'ouvrage règle les sommes dues aux titulaires des marchés, à hauteur des montants engagés sur les terrains dont il est propriétaire.

» **sa durée** : la convention prend fin après le règlement des sommes dues au titre des marchés passés dans le cadre de cette dernière.

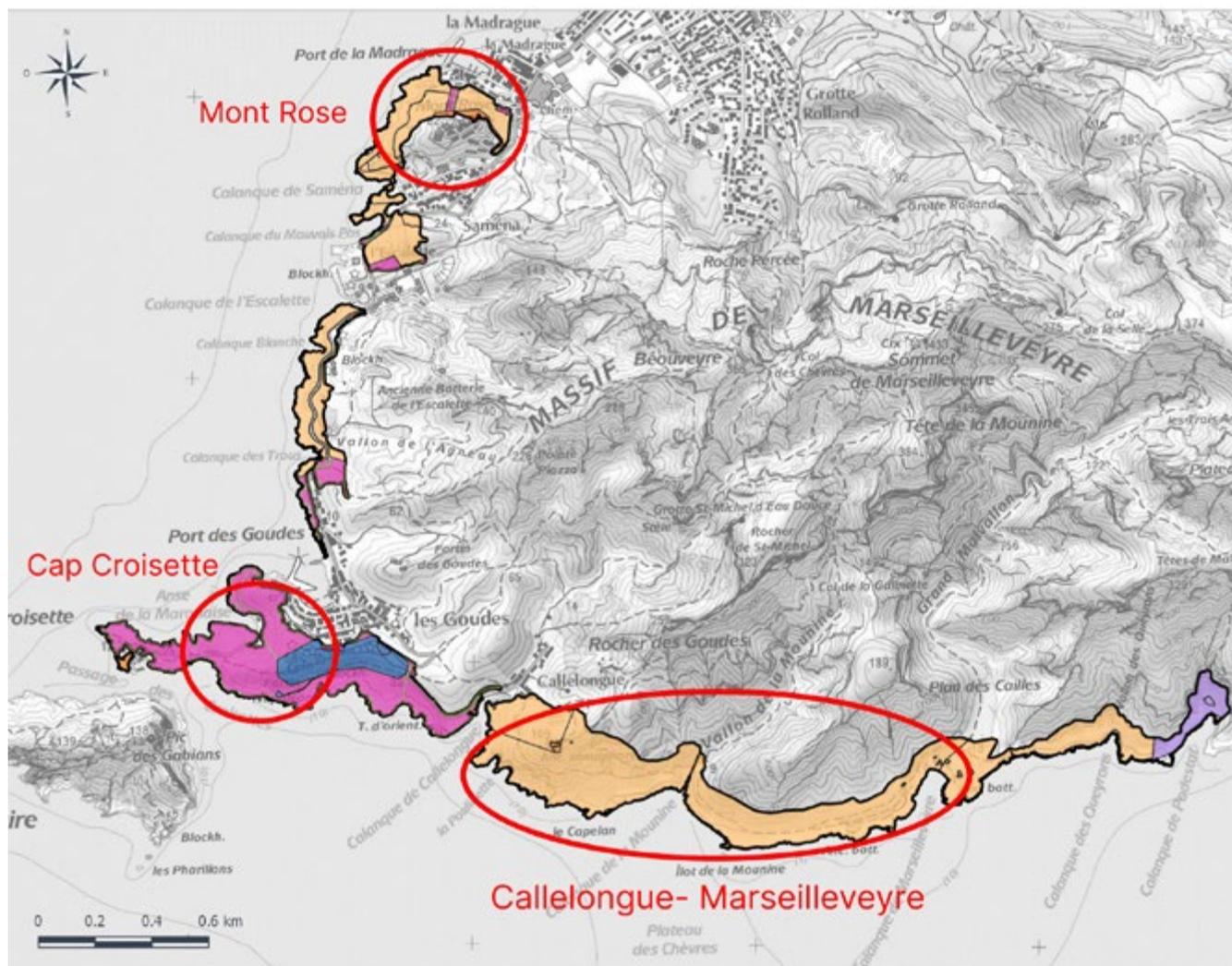
La constitution d'un groupement de commandes a ainsi permis de lancer une consultation unique pour une prestation de maîtrise d'œuvre (Moe) commune à tous les maîtres d'ouvrage (MO). Le groupement de commandes s'est révélé d'une grande efficacité pour coordonner et assurer la mise en œuvre des travaux dans le délai imparti. Au-delà du gain en cohérence offert par cette solution, ce dernier a également permis de réaliser des économies d'échelle et de réduire les coûts liés à la procédure de passation des marchés.

En revanche, s'agissant du premier groupement de commandes pour des prestations intellectuelles passé par des structures aux normes administratives distinctes, cette démarche a nécessité un très grand nombre d'allers-retours entre les services de la Ville de Marseille, du CD13 et du PNCAL.

À noter : il est important d'identifier, dès le début des échanges, un référent compétent au service marché et/ou au service juridique de chaque maître d'ouvrage, afin d'éviter d'éventuels désaccords au sein d'une même structure.



RÉPARTITION FONCIÈRE SUR LE PÉRIMÈTRE LIFE DU LITTORAL SUD À PODESTAT



Exemple de la répartition foncière sur trois sites du périmètre LIFE (PNCAL, 2022)

Légende :

PÉRIMÈTRE LIFE	COMMUNE DE MARSEILLE	ENEDIS	SITES DE RÉALISATION DE TRAVAUX LOURDS
	CONSERVATOIRE DU LITTORAL (CDL)	PROPRIÉTAIRE PRIVÉE (SCI GOUDES)	
	DÉPARTEMENT		

■ Conception des aménagements et procédures d'autorisation

Afin de définir précisément les solutions techniques d'aménagement, de conduire les études préalables à l'obtention des autorisations de travaux et d'en suivre la bonne exécution, les maîtres d'ouvrages concernés se sont adjoint une maîtrise d'œuvre (Moe). Une consultation a été lancée et les offres ont été évaluées selon un critère de prix (40 %) et un critère de valeur technique (60 %). Ce dernier critère a été divisé en un certain nombre de sous-critères : la méthodologie de travail envisagée (45 %), les compétences et qualifications du prestataire avec l'objet du marché (25 %), la prise en compte des enjeux environnementaux et paysagers (15 %), la réponse à une mise en situation (10 %) et la présence en phase travaux (5 %).

La maîtrise d'œuvre a été attribuée à un groupement solidaire mandaté par l'agence de paysage Topo*Grafik en charge de la conception et du suivi général du projet, associant le bureau d'étude d'ingénierie ECOxygène pour l'expertise technique et un appui au suivi de chantier, le bureau d'étude d'expertise écologique Symbiodiv pour les inventaires floristiques et la rédaction du dossier d'incidence Natura 2000, et le pôle expertise de la Ligue de Protection des Oiseaux Provence-Alpes-Côte d'Azur pour les inventaires faunistiques.

■ Conception et études par le maître d'œuvre

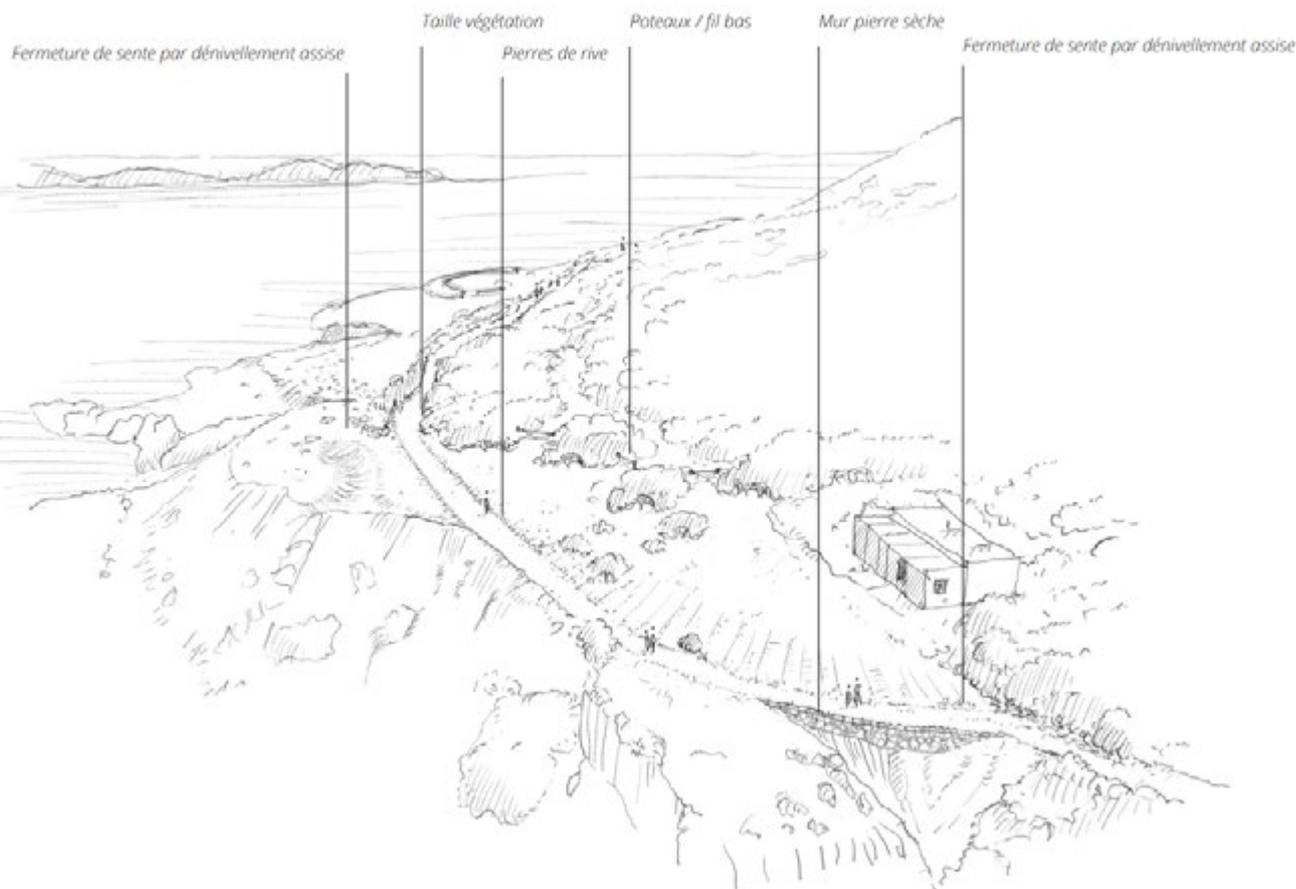
Ce marché de maîtrise d'œuvre comprenait notamment une phase de conception et d'études. Cette étape de travail a permis d'arrêter définitivement le périmètre et la toponymie des sites qui feraient l'objet de travaux d'aménagement dans le cadre du projet. Neuf sites ont ainsi été retenus : Frioul (Pomègues), Mont Rose, Cap Croisette, Callelongue-Marseillevyre, Morgiou, Sugiton, En-Vau, Port-Pin et Anjarre.

La diversité des moyens et des expertises convoqués par la phase de diagnostic et d'études a permis de dégager et de fixer un certain nombre de principes d'aménagement, ce qui constitue un des acquis durables du projet LIFE. Ces derniers se caractérisent notamment par une forte vigilance sur l'efficacité, la qualité, la durabilité et la réduction de l'impact des solutions techniques présentées, de même que sur l'intégration paysagère des aménagements.

Le programme de travaux a ainsi été élaboré de façon à impacter le moins possible les habitats naturels, les espèces qui s'y trouvent, ainsi que les paysages, tant dans la conception que dans la mise en œuvre, par les moyens suivants :

- ▶ inscriptions des cheminements sur des sentiers existants en évitant la création de nouveaux sentiers;
- ▶ utilisation des matériaux trouvés sur site (pierres, végétaux, terre) ;
- ▶ artificialisation minimale par le recours à des équipements habituels de l'aménagement en site naturel (ganivelles, poteaux-fils) ;
- ▶ recours privilégié à la technique de la pierre sèche (emmarchements, murets de soutènement) ;
- ▶ respect des périodes de nidification de l'avifaune et des périodes d'activité des reptiles présents sur site ;
- ▶ mise en place de mesures de localisation et/ou de protection des zones, voire des individus, à ne pas impacter pendant les travaux.

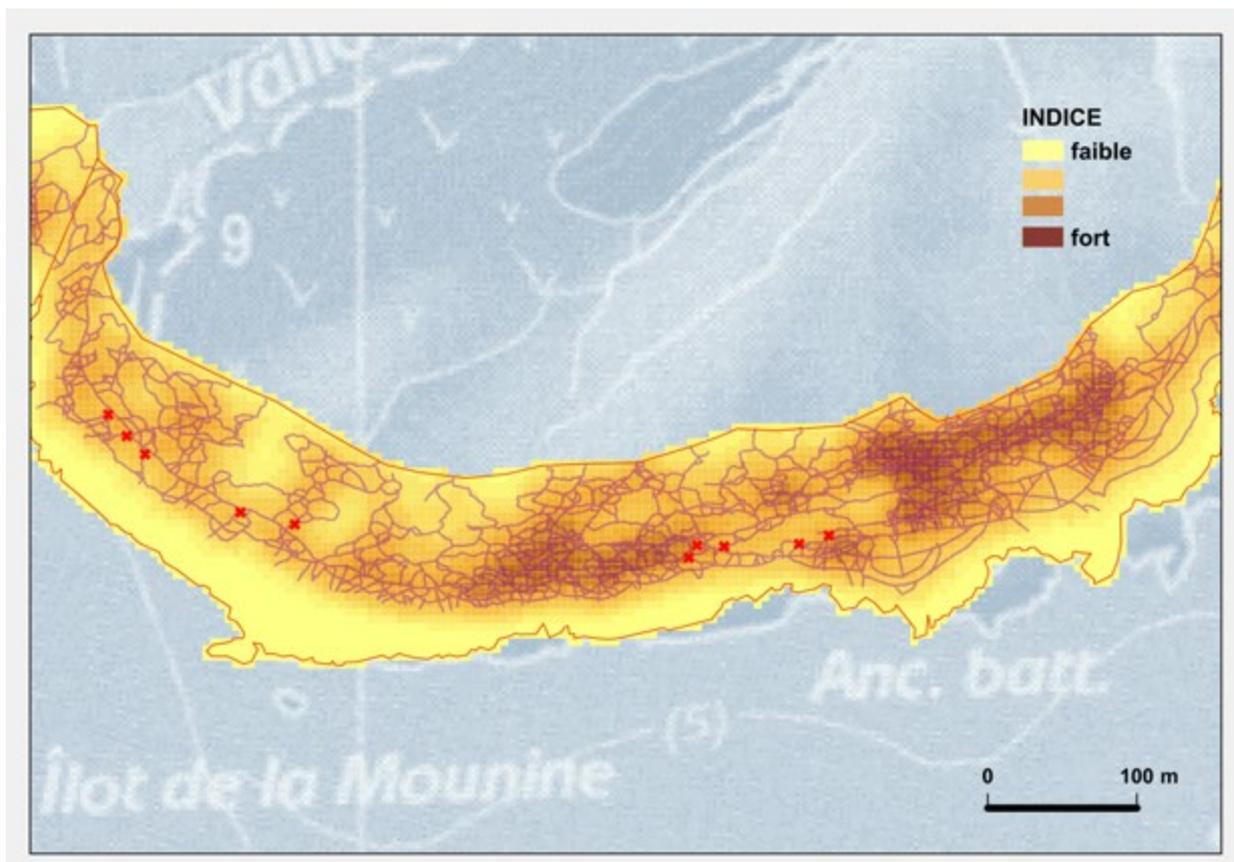
CROQUIS 06
RETOUR VERS BATTERIE MARSEILLEVEYRE



PROJET	Site	Section	Propriétaire	N° planche	Échelle
	CALLELONGUE-MARSEILLEVEYRE	Batterie	CD 13	CM_13	

*Extraits du dossier de permis d'aménager (version PRO) validé par les maîtres d'ouvrage en comité de groupement de commande (Topo*Grafik, 2019) - EXTRAIT 2*

À noter : les solutions d'aménagement ont été confrontées avec le diagnostic du degré d'ouverture des formations végétales pour vérifier l'efficacité théorique attendue des aménagements ; tout particulièrement des fermetures de sentes. Pour cela, un indice de voisinage de sentiers a été calculé. Un indice élevé implique une forte réduction de la densité des sentiers après fermeture donc un fort impact de la fermeture sur la densité des sentiers de voisinage. Inversement, un indice faible implique un faible impact de la fermeture sur la densité des sentiers de voisinage.



CARTOGRAPHIE DE L'INDICE DE VOISINAGE

Calleslongue-Marseillevyre ; peu de sentiers (j. clair) nombreux sentiers (orange) - x (en rouge) : localisations de fermeture de sentiers - en haut : indice de voisinage calculé sur le réseau de sentiers actuels (IMBE, 2019)

■ Autorisations administratives et volets techniques

Le dossier de demande de permis d'aménager a été préparé par le maître d'œuvre, conformément aux prescriptions du marché. Le Parc national étant un Établissement Public Administratif, l'autorisation administrative a été délivrée par arrêté préfectoral le 10 février 2020. La consultation relative au marché travaux a été publiée quelques jours plus tard.

Compte tenu de la localisation des sites concernés (cœur de Parc national, site classé loi de 1930, site Natura 2000), l'instruction du dossier a également fait l'objet d'une demande d'avis conforme du Directeur du Parc national des Calanques, d'un avis favorable de la Commission départementale des sites, perspectives et paysages et d'une évaluation des incidences sur les espèces et habitats d'intérêt communautaire.

Le maître d'œuvre a enfin élaboré les pièces techniques du Dossier de Consultation des Entreprises (cahier des clauses techniques particulières, bordereau des prix unitaires, calendrier prévisionnel, etc.) pour le marché de travaux.

GESTION CONSERVATOIRE

■ Objectifs des travaux

Les travaux identifiés dans la phase d'étude préalable ont été mis en œuvre selon deux modalités : les travaux légers, ne demandant pas de technicité ou de matériels particuliers, réalisés en régie par les propriétaires et les travaux lourds confiés à des entreprises spécialisées et encadrés par le maître d'œuvre.

La maîtrise d'œuvre commune à tous les maîtres d'ouvrage a permis de concevoir l'ensemble des aménagements de manière intégrée dans le cadre d'une réflexion à l'échelle du territoire. Des objectifs et des principes d'aménagements communs ont ainsi été fixés pour tous les sites. Le projet prévoit la réalisation d'aménagements consistant à :

› **fermer les principales sentes de dégradation** : dans le cadre de la gestion de sentiers, il peut s'avérer nécessaire de supprimer d'anciens sentiers que l'on ne souhaite plus voir utiliser ou d'effacer des traces d'érosion liées à la divagation du public. L'obstruction seule de l'entrée de la sente est insuffisante dans la plupart des cas. Il est nécessaire de l'accompagner d'un effacement de la sente sur ses premiers mètres. Il est également impératif de considérer la fermeture dans les deux sens de circulation du public sur le sentier principal et à chaque extrémité de la sente à fermer. L'obstruction doit être réalisée, autant que possible, à partir de matériaux présents sur le site (blocs rocheux, fagots, troncs d'arbres, etc.). Ces aménagements doivent dissuader le public d'emprunter la sente et aider celle-ci à cicatriser naturellement.



Travaux légers de fermeture de sentes par blocs rocheux sur le secteur Callelongue-Marseilleveyre (CD13), à droite par poteaux fils et débris végétaux à Sugiton (Ville de Marseille)

► **améliorer la praticabilité et la lisibilité des sentiers rendus attractifs par un travail sur les points de vue, le confort et la qualité du cheminement** : en premier lieu, cela consiste à libérer le passage des principaux obstacles qu'il comporte : bloc rocheux ou béton sur le passage, végétation... Lorsque cela s'avère nécessaire, des ouvrages ponctuels peuvent être mis en place sur le sentier pour favoriser sa lisibilité, praticabilité, sécurité ou le respect de l'itinéraire : les emmarchements permettent de compenser une forte pente, les dispositifs de soutènement (murs, fascines) permettent de compenser l'instabilité du sentier, le traitement de sol (pavages, dallages, calades) permet de renforcer et de protéger le sentier face à l'érosion et au piétinement. Ces aménagements visent à guider le marcheur sur un tracé bien identifié. Ils sont utilisés dans les secteurs souvent dégagés où l'emprise du sentier n'est pas clairement délimitée par la végétation comme c'est le cas sur le littoral des Calanques, où plusieurs options de circulation sont souvent possibles.



Sentier fortement érodé avant (gauche) et après (droite) les travaux de nivellement et la réalisation d'ouvrages (murs de soutènement) à Sugiton

- prendre en compte le contexte** : la fréquentation du site, par le nombre et le comportement des usagers, va nécessairement influencer sur les choix d'aménagement. Le choix de la largeur des sentiers est fonction du type d'utilisateurs qui l'empruntent, de leur nombre, des enjeux environnementaux directs (écologiques, culturels, paysagers), de l'ambiance du sentiment de confinement généré par une végétation luxuriante (pinède fermée sans vue) ou des rochers. Le sentier doit également être élargi au niveau de points d'intérêt permettant ainsi l'arrêt des promeneurs. Comme pour les autres composantes, la pente doit être adaptée aux types d'usagers qui utilisent le sentier. Enfin, pour être apprécié, un sentier doit offrir un itinéraire varié donnant une idée globale du secteur traversé et permettant la découverte de ses particularités les plus intéressantes - relief, végétation, monuments, points de vue - en lien avec les démarches d'interprétation du territoire. Il est également préférable d'offrir des itinéraires de longueurs différentes grâce à des variantes ou des sentiers de liaison. Les caractéristiques techniques des sentiers doivent ainsi être pensées en lien avec les démarches d'interprétation du territoire. Cependant, c'est également l'aménagement qui doit conduire le public à modifier spontanément sa pratique, sans que cela ne lui apparaisse comme une contrainte, et sans nécessairement avoir un recours systématique à la signalétique.



Extrait du livret «Mont Rose, un petit monde », une réalisation Terra Nostrum en partenariat avec le Parc national des Calanques

- mettre en défens les secteurs les plus sensibles nécessitant d'être activement préservés** : dans certains cas, la pose d'une clôture temporaire ou définitive le long du chemin peut s'avérer nécessaire afin de protéger des zones sensibles ou pour éviter la création de sentiers secondaires. Plusieurs solutions techniques sont utilisées fréquemment en espaces naturels : poteaux-fil double ou simple, piquets avec fils de fer croisés, ganivelles, barrières en bois ou murets en pierre sèches.



Mise en défens par poteaux-fils sur l'itinéraire Callelongue-Marseilleveyre (à gauche), mise en défens par ganivelles sur la sablière d'Anjarre (à droite)

Une signalétique spécifique a également été développée dans le cadre du LIFE pour signaler les zones de régénération de la végétation (mise en défens) et renseigner sur le projet de renforcement des populations d'astragale de Marseille.

Parc naturel des Calanques

Ici, on protège l'astragale de Marseille !

L'astragale de Marseille (*Astragalus tragacantha*) est une plante protégée présente presque exclusivement dans les Calanques. Pour faire face au déclin de ses populations, des plantations sont réalisées dans le cadre du projet **LIFE Habitats Calanques**.

« A l'abri dans mon enclos »

Pour permettre aux minuscules plantes de pousser tranquillement, des enclos ont été mis en place. Ils seront enlevés dès que les astragales auront atteint une taille suffisante.

Pour protéger l'astragale de Marseille, merci de rester en dehors des enclos !

« Papiers d'identité s'il vous plaît »

Une étiquette jaune est associée à chaque plant. Elles peuvent ressembler à un déchet abandonné mais ne vous méprenez pas : ces étiquettes servent de carte d'identité et permettent aux scientifiques de suivre la croissance de chaque astragale.

Les étiquettes jaunes ne sont pas un déchet, merci de les laisser en place !

Logos: LIFE, ARBO, MARS, etc.

Ne pas franchir

Zone de régénération de la végétation

Logos: LIFE, NATURA 2000

Signalétique de mise en défens installée dans le cadre du projet LIFE

■ Travaux légers

Les travaux légers ont été réalisés en régie par les équipes techniques des propriétaires gestionnaires, par une association locale de gestion de sentiers, les Excursionnistes marseillais et une structure d'insertion. Au-delà de leur objectif direct de canalisation du public, ces travaux sont l'occasion de sensibiliser et mobiliser autour du projet et de placer les différents propriétaires en situation de gestionnaires des futurs aménagements à l'issue du projet LIFE. Ces aménagements ne nécessitant pas l'obtention d'autorisations administratives, et donc la production de dossiers techniques avancés, peuvent être réalisés sans intervention d'un bureau d'études, via la seule expertise des maîtres d'ouvrages.

Le choix des aménagements légers a fait l'objet d'une visite de terrain préalable et a été guidé par la question (i) de leurs fonctionnalités potentielles : est-ce qu'un aménagement léger est suffisant pour atteindre l'objectif de limitation de la divagation ?, (ii) leur nature : s'agit-il bien d'aménagements légers pouvant être rattachés à de l'entretien courant de sentier ?, et (iii) les compétences techniques sont-elles mobilisables en interne ou auprès des partenaires pour les mener à bien ?

Pour le CD13, ces travaux ont concerné le secteur de Morgiou (renforcement des emmarchements et fermeture de sentes), le GR entre Callelongue et Marseilleveyre (petites fermetures de sentes) et la sablière du Roy d'Espagne (mise en défens par la mise en place de ganivelles et de signalétique). Pour la Ville de Marseille, ces travaux ont concerné le fond de calanque de Sugiton (petites fermetures de sentes). Pour le Parc national, ils ont concerné le site du Cap Croisette.

Ces premiers aménagements marquent le lancement des travaux en janvier 2019.



Réalisation d'emmarchements en régie par le CD13 à Morgiou (à gauche), fermeture de sentes par les Excursionnistes Marseillais à Callelongue (à droite)

■ Travaux lourds

Le marché de réalisation des travaux a été attribué à l'entreprise EIFFAGE qui a mobilisé un certain nombre de sous-traitants sur des prestations spécifiques : installation de poteaux-fils, acheminement des matériaux sur site, encadrement écologique du chantier... La co-activité de plusieurs entreprises sur un même site, même à quelques jours d'intervalle, a nécessité l'intervention d'un Coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (CSPS) en charge de prendre les mesures nécessaires pour limiter les risques qu'une activité pourrait faire courir à un autre intervenant. Dans le cas du projet LIFE Habitats Calanques, cette mission a été confiée au Bureau VERITAS.

Les entreprises ont réalisé des travaux de nivellement et de délimitation de l'assise des sentiers, de réalisation d'ouvrages de soutènement et de franchissement, ainsi que de mise en défens et de renaturation de sentes. Les travaux les plus importants ont concerné les sites de Sugiton, Callelongue-Marseillevyre, Mont Rose et Port-Pin.

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉS	QUANTITÉS
NIVELLEMENT ET DÉLIMITATION DE SENTIER		
Nivellement manuel sentier	m ³	143
Remblaiement	m ³	97
Nivellement par déroctage	mètre linéaire	46
Taille de la végétation	jour/homme	31
Mise en place de pierre de rive	mètre linéaire	130
OUVRAGES SOUTÈNEMENT ET FRANCHISSEMENT		
Réalisation de marches (unité)	unité	365
Réalisation de mur de soutènement	m ²	125
Mise en place de blocs de rive	mètre linéaire	215
MISE EN DÉFENS		
Déplacement et mise en place de gros blocs rocheux	unité	56
Mise en place de poteaux-fils	mètre linéaire	2 220
Mise en place de ganivelles	mètre linéaire	35
RENATURATION		
Fermeture de sentes et espaces dégradés	m ²	3 640
Enlèvement soutènement bois	mètre linéaire	40
Enlèvement de massif de béton	unité	4
Enlèvement poteau-fil	mètre linéaire	170

**ESTIMATION DU VOLUME GLOBAL DE TRAVAUX PAR POSTES,
D'APRÈS LE MAÎTRE D'ŒUVRE**
(Topo*Grafik, 2020)

 **À noter :** Organisés par le prestataire dans le cadre du marché de maîtrise d'œuvre, des suivis de chantier hebdomadaires ont été réalisés du début à la fin des travaux. Ces suivis se sont révélés particulièrement importants pour garantir la qualité des finitions, la résistance et l'harmonie d'ensemble des aménagements sur chaque site, gages de leur pérennité dans le temps.



Réalisation d'un mur de soutènement à Marseilleveyre avant / après (haut / bas)



Pose de poteaux-fils à Marseilleveyre

SUIVI ET ÉVALUATION

Piloté par Aix-Marseille Université, le suivi de l'efficacité des aménagements et/ou des fermetures de sentiers prend plusieurs formes : un suivi de la fréquentation par éco-compteurs et un suivi de la dynamique du couvert végétal par photo-interprétations et relevés phytoécologiques.

Ce suivi a pour but de vérifier l'efficacité de l'action, de permettre des réajustements là où cela s'avère nécessaire et de disposer d'un retour d'expérience objectif pour être partagé avec d'autres gestionnaires d'espaces naturels.

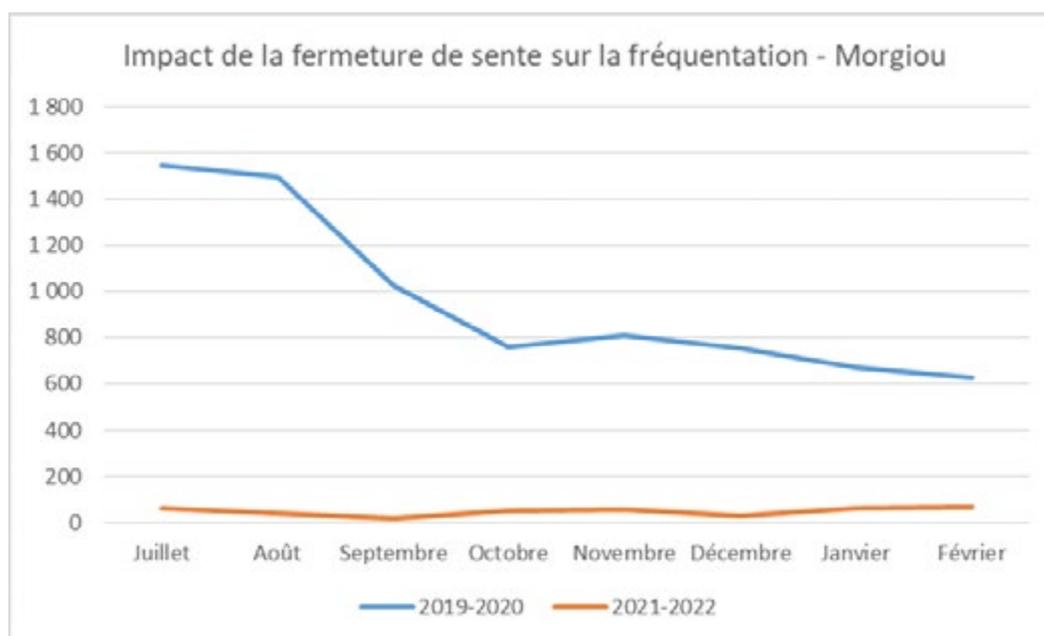
■ Suivi de la fréquentation par éco-compteurs

Quinze éco-compteurs ont été positionnés en juillet 2019 sur cinq des neufs secteurs concernés par les travaux lourds (Callelongue-Marseilleveyre, Sugiton, Frioul, Mont Rose, Morgiou). Ces dispositifs permettent de compter le nombre de passages sur les sentes fermées dans le cadre des travaux d'aménagement, de transmettre la donnée en temps réel et d'analyser ces données en comparant la fréquentation d'une plage de temps pré-travaux (juillet 2019 - février 2020) à une période équivalente post-travaux (juillet 2021 - février 2022). Le résultat attendu est de constater une baisse de la fréquentation sur les sentes fermées, condition nécessaire à la restauration de milieux fragmentés ou érodés.

La flotte d'éco-compteurs mobilisée se compose de 11 éco-compteurs de type PYRO d'une portée de 1 à 15 m, dont une partie fixée dans des poteaux en bois, et de 4 compteurs de type DALLE. L'ensemble des matériels utilisés est fourni par l'entreprise Éco-compteur et installés par l'Office National des Forêts.



Éco-compteur PYRO camouflé dans un poteau en bois, à l'entrée d'une sente fermée par des blocs rocheux, secteur de Callelongue-Marseilleveyre



L'éco-compteur de Morgiou permet de noter une baisse drastique de la fréquentation après fermeture de la sente avec 628 passages en février 2020 contre 70 passages en février 2022

Concernant les cinq derniers éco-compteurs :

- › Trois n'ont pas fourni de données du fait d'un problème matériel ou d'un endommagement du matériel au cours de l'installation.
- › Deux ont été positionnés sur des sentiers conservés par le schéma d'aménagement. Situés sur les secteurs du Mont Rose et de Marseilleveyre, ces deux éco-compteurs témoignent d'un effet report de la fréquentation sur les sentiers balisés (hausse respective de 6 à 75 % de la fréquentation sur les sentiers balisés suite à la fermeture des sentes).

D'après les données exploitables, la fermeture de sentes par les aménagements se traduit bien par une baisse de la fréquentation, divisée par dix sur certains cheminements. Il s'agit donc d'une mesure de gestion efficace. Cependant, la récurrence des problèmes techniques liés à la technologie de comptage utilisée, plus l'impossibilité d'équiper en éco-compteurs la totalité des sentes fermées invite dans l'ensemble à considérer ces résultats avec prudence.

 **À noter :** ce mode de suivi s'est distingué par des coûts importants générés par l'achat, l'installation du matériel et la télétransmission des données. Une majorité des éco-compteurs ne peut en outre pas contribuer utilement au suivi pour des raisons diverses : matériel défectueux, endommagement du matériel lors de l'installation, sur-comptage lié à la colonisation du matériel par des fourmis ou par la présence de végétation devant le capteur, vandalisme. À ce titre, les éco-compteurs « dalle » semblent plus fiables que les « pyro », avec seulement une « dalle » défectueuse sur quatre, contre huit « pyro » défectueux sur onze. Cela peut s'expliquer par les caractéristiques techniques des dalles qui préviennent à la fois le vandalisme et la colonisation par les insectes.

Des bonnes pratiques d'installation du matériel, un pilotage interne et un suivi régulier des équipements sur le terrain sont ainsi nécessaires pour que les données récoltées se révèlent fiables et exploitables. D'autres modèles de suivi basés sur une observation directe à échéance régulière pourraient se révéler complémentaires et permettre aux agents de comparer les résultats tout en s'appropriant les enjeux techniques liés aux éco-compteurs.

■ Suivis par photo-interprétations

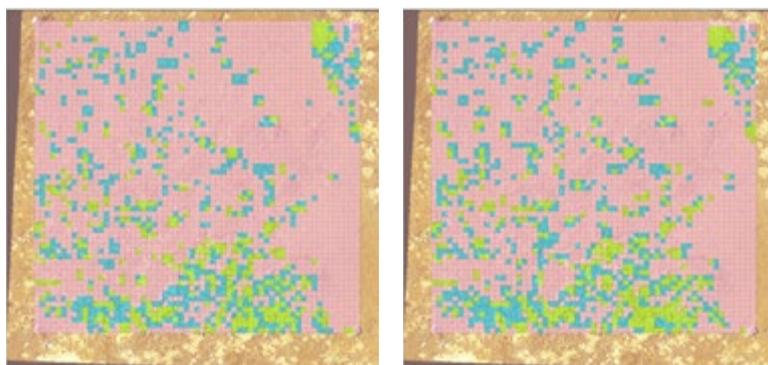
L'objectif de cette étude est de suivre la dynamique de la végétation dans les sites dégradés qui ont fait l'objet de différents aménagements dont une mise en défens. Pour chacun des sites, plusieurs photographies par caméra emportée ont été réalisées au-dessus de placettes de 100 m² (10 x 10 m) afin d'évaluer l'étendue du couvert végétal, en surface gagnée ou perdue sur le minéral entre deux campagnes de photos avant aménagement (2020) et après aménagement (2022).

Deux méthodes ont été testées en vue d'évaluer la dynamique du couvert végétal post-fréquentation. La première méthode de classification supervisée sur des images satellites repose sur une classification automatique par segmentation. La validité du résultat dépend du degré de confusion entre les signatures spectrales qui caractérisent la végétation de celles qui caractérisent le minéral. Les résultats obtenus ont été décevants en raison des problèmes de confusions de classes entre par exemple les ombres portées par le minéral et la végétation, les couleurs brunes de la végétation et celles du sol, ou les variations de couleurs des roches. Ces confusions faussent les résultats et leurs interprétations. Cette méthode n'a donc pas été retenue.

La deuxième méthode par photo-interprétation s'appuie sur un maillage régulier, superposé à l'assemblage des photos par placette. Ainsi, le maillage est un calque de la réalité de l'assemblage des photos. La surface de chaque maille est calée entre la surface minimale et le premier quartile de la distribution des surfaces. Le choix de la surface dépend du rapport entre une analyse la plus précise possible et le nombre de mailles à renseigner. Selon cette méthode, un milieu domine dans la majorité des mailles. Cette condition initiale permet d'assurer un suivi des changements des milieux en minimisant le biais observateur.



Comparaison par maille des changements des milieux entre 2020 (à gauche) et 2022 (à droite) d'un détail d'une placette de 100 m²



Comparaison par maille des changements des milieux entre 2020 (à gauche) et 2022 (à droite) d'une placette de 100 m². Mailles de couleur beige représentent la classe « minéral ». Mailles de couleur verte représentent la classe « végétation ». Mailles de couleur bleue représentent la classe mixte « minéral/végétation »

Pour le site de Marseilleveyre par exemple, les 3 classes de milieux évoluent entre 2020 et 2022 selon un même ordre de grandeur. La classe « minéral » couvre une large surface de 69,82 % de la placette, et est colonisée partiellement par la végétation à hauteur de 0,25 % (classe « végétation ») et devient mixte à 3,86 % (classe mixte « minéral/végétation »). La classe « végétation » couvre 8,84 % de la placette, avec un recul non significatif respectivement de 1,58 % pour la classe mixte « minéral/végétation » et 0,36 % pour la classe « minéral ». Enfin, la classe mixte « minéral/végétation » couvrant 11,11 % de la placette, est colonisée par la végétation à hauteur de 2,58 % et indique un recul pour le milieu minéral de 1,58 %.

	2022			
2020	Minéral	Végétation	Mixte	Total
Minéral	69,82	0,25	3,86	73,94
Végétation	0,36	8,84	1,58	10,78
Mixte	1,58	2,58	11,11	15,28
Total	71,77	11,67	16,56	100

Le suivi des changements des milieux pour le site Marseilleveyre démontre donc une très faible progression de la végétation (globalement de 3 % sur une surface de 100 m²) sur la période de suivi de 2 ans après aménagements. Ceci n'est pas surprenant car les plantes littorales, qui plus est sur substrat calcaire, se développent naturellement de manière très lente du fait de conditions d'habitat extrêmes (xéricité et salinité, accentuées par l'action des vents). Paradoxalement, ce sont ces conditions extrêmes, filtres environnementaux, qui permettent l'occurrence de plantes rares sur le littoral, peu compétitives par rapport à d'autres plantes. C'est la raison pour laquelle le suivi doit être réalisé sur un pas de temps plus long, au moins 5 ans, idéalement 10 ans pour révéler un regain significatif du couvert végétal.

 **À noter :** d'un point de vue pratique, l'installation de repères permanents sur le littoral pour la matérialisation des quadrats a été conditionnée par la présence de dalles rocheuses suffisamment solides et étendues. En dépit du caractère minéral des calanques, la configuration idéale pour l'installation des placettes est difficile à trouver partout (microtopographie inadaptée, friabilité de la roche, présence d'espèces protégées), a fortiori dans l'étroite bande côtière. Ainsi, certains repères ont été installés trop près des futurs aménagements de sentiers, faute de dalle rocheuse adéquate plus en retrait ; certains aménagements ont été étendus au-delà de leur emprise initiale, en raison de l'instabilité du terrain. La grille de lecture du suivi phytoécologique est un carré de 1 m d'arête. En conséquence, un décalage du repère de 10 cm correspond à une erreur de lecture de 10 %. Ceci fausse les observations et l'interprétation de leurs analyses.

La topographie très accidentée et les pentes terreuses ou pierreuses très instables de certains sites ont empêché l'installation des quadrats. Ainsi, aucun relevé T0 pré-travaux n'a pu être réalisé sur Sugiton, ce qui est préjudiciable compte tenu de la forte fréquentation du site.

RETOURS D'EXPÉRIENCE LIFE

■ Calendrier de réalisation

L'ensemble des actions liées à cet objectif ont été réalisées entre 2018 et 2022 selon plusieurs grandes étapes de travail : diagnostic et études préalables (2018-2019), travaux (2020-2021), suivi et évaluation (à partir de 2022).

		2017		2018				2019				2020				2021				2022				
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Études préparatoires	Cartographie du réseau de sentiers et évaluation du degré d'ouverture des formations végétales																							
	Visites de terrain et diagnostic partagé																							
	Préfiguration groupement de commande																							
	Moe : conception et études																							
	Demande d'autorisations																							
Gestion conservatoire	Travaux légers																							
	Travaux lourds																							
Suivis	Suivi par écompteurs																							
	Suivi par photo-interprétation																							

■ Travaux lourds

Les coûts liés à l'aménagement de sentiers ont représenté les postes de dépense les plus importants du projet LIFE. La prestation de réalisation des travaux lourds a ainsi, à elle seule, représenté près d'un million d'euros.

Le tableau suivant détaille un certain nombre de coûts que le gestionnaire doit prendre en compte dans la planification des travaux. Ces chiffres sont donnés à titre indicatif et les coûts peuvent considérablement varier avec la difficulté d'accès aux sites et les moyens d'acheminement des matériaux.

MAÎTRISE D'ŒUVRE	UNITÉS	PRIX TTC
Réalisation d'études paysagères et naturalistes	forfait	64 700 €
Suivi de chantier	forfait	66 200 €
RÉALISATION DES TRAVAUX		
Nivellement par piochage	m ³	400 €
Déroctage	m ³	500 €
Mise en place poteaux-fils	mètre linéaire	120 €
Mise en place blocs de rive	mètre linéaire	300 €
Mise en place ganivelles	mètre linéaire	180 €
Réalisation mur de soutènement	m ²	720 €
Réalisation de marche	unité	360 €
MISE EN PLACE D'ÉCO-COMPTEURS		
Compteur « pyro » poteau bois portée 15 m	unité	4 000 €
Compteur « dalle »	unité	2 100 €
Licence télétransmission	mois	30 €
Pose de l'éco-compteur	forfait	800 €
Batterie de rechange (2 ans)	unité	120 €

Coûts liés à l'aménagement de sentier (indicatif)

■ Résultats globaux

Les aménagements du projet LIFE ont permis la réhabilitation de 5 700 mètres de sentiers principaux et de 73,8 hectares d'habitats littoraux, soit neuf hectares de plus que la surface initialement prévue.

Localement, les travaux ont globalement été bien reçus. Les usagers apprécient le gain en lisibilité et en confort apporté par les aménagements. Les seuls sites sur lesquels des difficultés se sont réellement présentées sont Marseilleveyre, où l'abandon des anciens sentiers reste difficile et où des fils ont été sectionnés une fois et remis en place par le CD13, et Mont Rose où des dégradations régulières sont constatées. Sur ce site, le choix a été fait d'entretenir régulièrement les poteaux-fils haut (hauteur 1m), particulièrement côté Mont Rose. En revanche, il a été décidé de ne pas remplacer les fils des poteaux bas (hauteur 50 cm) sur la grande dalle de Saména. Dans la mesure où leur hauteur n'est pas dissuasive mais indicative, et considérant que les fils seront de toute évidence vandalisés à nouveau en signe de protestation d'une minorité, et que les poteaux dégradés sont plus néfastes pour la perception des usagers, il a été estimé que ces réparations n'avaient pas d'intérêt.

 **À noter :** sur le Cap Croisette, le LIFE a été l'étincelle pour un projet de requalification plus globale du site. Cette volonté a été marquée en premier lieu par la prise d'une mesure conservatoire par le directeur du PNCAL permettant à l'établissement de conduire des travaux sur une propriété privée. Une barrière a ensuite été installée pour fermer l'accès aux véhicules à moteurs (sauf ayant-droit).



Stationnement anarchique sur les habitats littoraux sensibles du Cap Croisette, été 2020 (en haut), installation d'une barrière de restriction de circulation des véhicules à moteur (en bas), été 2021

Concernant les mises en défens, leur efficacité a globalement été prouvée partout où elles ont été bien mises en œuvre (solidité, lisibilité) et où elles sont entretenues rapidement. En juillet 2021, une délibération du Conseil d'Administration du Parc national des Calanques est venue renforcer cette efficacité en interdisant, sauf autorisation du directeur du Parc national, l'accès, la circulation et le stationnement des personnes sur les espaces naturels protégés par des mises en défens matérialisées par ganivelles, poteaux-fils ou autres dispositifs en cœur de Parc national. En des cas très précis, ces mesures sont renforcées par des mesures fortes de restriction de la fréquentation, avec par exemple la mise en place expérimentale d'un permis de séjour pour visiter la calanque de Sugiton pour la saison estivale en 2022 (contingemment).

Cependant, même parfaitement mises en œuvre et entretenues, les mises en défens ne sont pas des garanties de non-pénétration dans un milieu. Il faut accepter qu'un pourcentage (le plus réduit possible) de personnes continue à les enjamber ou à les contourner. Le fait d'observer l'installation de personnes dans les mises en défens ne doit pas justifier un sur-aménagement immédiat. L'important est en premier lieu de voir si ce niveau de fréquentation, sanctionné quand il est observé, est suffisamment faible pour permettre à la végétation de recoloniser le milieu. Cela nécessite des suivis dans le temps ou a minima une observation objective sur quelques années. Il est indispensable de laisser le temps aux aménagements de faire leurs effets, que le changement de pratiques qu'ils impliquent puisse être intégré par les usagers et que la végétation se développe à nouveau.

■ Perspectives

L'ensemble des aménagements réalisés dans le cadre du LIFE devra être entretenu régulièrement pour en assurer la pérennité. Chaque propriétaire/gestionnaire est responsable de cette gestion, le Parc national disposant cependant d'un devoir de vigilance et d'alerte. Les mesures mises en place pour pérenniser la gestion des aménagements sont à mettre en œuvre et à valoriser, comme par exemple l'organisation d'une formation à la construction en pierres sèches et à l'entretien de sentiers qui réunirait les techniciens des bénéficiaires associés dès 2023.

Il est également à souligner que sous l'impulsion du LIFE, les partenaires du projet ont engagé une réflexion plus globale sur les sentiers. À l'issue des travaux réalisés au printemps 2021, les maîtres d'ouvrages ont entrepris des travaux sur des sites attenants au périmètre LIFE dans une démarche d'évitement de la divagation et d'amélioration de la cohérence et du confort des linéaires. En effet, le contraste entre les zones nouvellement aménagées et les linéaires non traités a pu se révéler particulièrement criant. Les démarches d'aménagement gagnent ainsi à être pensées à l'échelle du linéaire global du sentier, notamment sur les sentiers de promenades.

En 2022, par le biais de financements obtenus dans le cadre du plan France Relance, le Parc national a sollicité une maîtrise d'œuvre pour concevoir des aménagements d'une valeur estimée à 60 000 euros, et destinés à lutter contre l'érosion : sentier d'accès au sémaphore de Callelongue, sentier littoral de Morgiou, Sormiou, accès au col de la Gardiole, secteur Sainte Fréouse. Le Parc national, les communes de Marseille, Cassis et la Ciotat, et le CD13 ont également déposé un dossier commun de réponse à l'appel à projet « Sentier du littoral – Vue sur mer » afin d'envisager la création d'une continuité de sentiers entre la pointe sud de Marseille et le Bec de l'Aigle à la Ciotat. En parallèle, la Ville de Marseille a également lancé un projet de requalification des accès à Sugiton.

La conception d'un sentier ne pouvant se concevoir sans une réflexion sur les modalités d'accès à ce cheminement (portes d'entrée, stationnement, desserte par les transports en commun), une réflexion est également menée par le Parc national des Calanques et ses partenaires sur l'amélioration de la desserte du territoire par les transports en commun.

GESTION DES ESPÈCES VÉGÉTALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

- Enjeux et objectifs
- Études préparatoires
- Gestion conservatoire
- Suivis
- Retours d'expérience LIFE

ENJEUX ET OBJECTIFS

■ Contexte

Une espèce végétale exotique envahissante (EVEE) est une espèce floristique introduite par les activités humaines, de manière volontaire ou accidentelle, en dehors de son territoire d'origine, qui a une dynamique de colonisation rapide dans son territoire d'introduction du fait d'une reproduction efficace et qui a la capacité de se propager rapidement sur un large territoire.

En 2019, la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) cite les espèces exotiques envahissantes comme l'un des cinq facteurs directs de changement ayant les incidences les plus lourdes sur la biodiversité.

Ces espèces peuvent localement, de par leur simple présence ou leur comportement envahissant :

- ▶ **concurrer des espèces indigènes et menacer des espèces rares ou des habitats remarquables**, particulièrement dans les systèmes insulaires : cette concurrence peut aboutir à une banalisation de la flore et à une réduction de la diversité des formations végétales, voir à l'établissement de formations mono-spécifiques ;
- ▶ **modifier en conséquence la structure, le fonctionnement et la composition des écosystèmes** - perturbations d'autres maillons de la chaîne alimentaire et notamment des pollinisateurs, modification des cycles biogéochimiques liée aux caractéristiques des EVEE (allélopathie, fixation d'azote, etc.) - et induire ainsi un risque de perte d'adaptation de ces derniers ;
- ▶ **favoriser la pollution génétique** (introgression génétique).

Ces constats constituent les principaux arguments des institutions agissant en faveur de la biodiversité pour justifier la mise en œuvre de politiques publiques destinées à stopper l'introduction et la propagation de ces espèces.

La loi de programmation du Grenelle de l'Environnement du 3 août 2009, qui prévoit « la mise en œuvre de plans de lutte contre les EVEE terrestres et marines », est venue ancrer ces débats dans le dispositif juridique national. La Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) qui en a découlé a notamment incité les parcs nationaux à orienter la gestion de leurs territoires sur les problématiques d'EVEE. Les conservatoires botaniques nationaux alpins et méditerranéens (CBNA et CBNMed) ont publié en 2014 une stratégie relative aux EVEE en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Terrin, Diadema & Fort, 2014) assortie de sa déclinaison à l'attention des gestionnaires (Cottaz, 2018).

Le Parc national des Calanques (PNCAL) s'est naturellement emparé de ces sujets, dans sa charte et ses missions courantes, jusqu'à son implication dans le projet LIFE Habitats Calanques. Au lancement du projet, le territoire comptait 80 espèces végétales exotiques envahissantes. Afin de définir les espèces et les sites d'intervention prioritaires, les principes de la stratégie régionale développée par le CBNMed ont été déclinés à l'échelle du territoire. Il en est ressorti la nécessité d'intervenir sur la frange littorale, concentrant de très forts enjeux de conservation liés à la présence d'espèces végétales protégées, et présentant une dynamique de colonisation forte par quatre EVEE : agave d'Amérique (*Agave americana* - *Agavaceae*), griffe de sorcière (*Carpobrotus* sp - *Aizoaceae*), oponces (*Opuntia* sp. - *Cactaceae*) et luzerne arborescente (*Medicago arborea* - *Fabaceae*).

■ Objectifs

Le périmètre du projet est situé aux portes d'une des plus grandes agglomération de France. Un objectif d'éradication totale des EVEC serait ainsi irréaliste à l'échelle du territoire à moyen terme, d'autant que certaines espèces sont encore massivement utilisées et plébiscitées par les habitants et les usagers, et présentes dans les espaces autour du cœur du Parc national.

L'objectif est ainsi d'identifier et de traiter prioritairement, par arrachage manuel, les sites sur lesquels une intervention a du sens d'un point de vue écologique, et de bonnes chances de succès dans la durée. Dans le cadre du LIFE, deux contextes d'intervention sont distingués : les sites dits « à plat » et les sites dits « en falaises » :

- ▶ pour les sites à plat, l'objectif est de réaliser des chantiers d'arrachage en régie, c'est-à-dire en mobilisant les agents des structures partenaires, avec l'appui de chantiers bénévoles ;
- ▶ pour les sites en falaises, l'arrachage nécessite des techniques d'évolution sur cordes et/ou des moyens logistiques spécifiques pour l'évaluation des rémanents. Les travaux y sont donc confiés à des entreprises spécialisées. Peu pratiquées, ces interventions en milieu vertical constituent une des principales expérimentations du projet LIFE. L'objectif est de tester la faisabilité de ce type de chantiers sur des surfaces importantes, et de bénéficier d'un retour d'expérience sur leur intérêt et leurs limites.

■ Autorisations

Contrairement à la réalisation d'aménagements, les chantiers d'arrachages sont considérés comme une action de gestion et ne sont de fait pas soumis à autorisation pour les propriétaires/gestionnaires. Cependant, l'évacuation de certains sites difficiles d'accès ayant nécessité la programmation d'hélicoptage, des autorisations spécifiques de survol ont été délivrées sous forme de décisions individuelles du Directeur du Parc national. Une décision individuelle du Directeur a également été nécessaire pour autoriser la récolte en cœur de Parc national des graines et boutures des espèces ciblées pour être replantées sur certains sites d'arrachage.

Enfin, la pose de repères au sol pour matérialiser les placettes de suivi post-arrachage, consistant en un chantier en tant que tel, a impliqué la formalisation d'une évaluation des incidences dudit chantier sur les milieux naturels du site Natura 2000 « Calanques et îles marseillaises – Cap Canaille et Massif du Grand Caunet ». Cette évaluation, instruite par le PNCAL, animateur du site Natura 2000 concerné, a également inclus les repères à installer dans le cadre d'autres actions du projet (suivis D1 et D4), s'agissant du même mode opératoire sur le terrain.



Agave Americana

ÉTUDES PRÉPARATOIRES

L'analyse de la foisonnante bibliographie disponible sur le sujet a mis en évidence toute la complexité des paramètres régissant ces opérations de gestion des EVEC, notamment ceux ayant une incidence directe sur les moyens à déployer :

FACTEURS ESPÈCE-CENTRÉS	FACTEURS SITE-CENTRÉS	FACTEURS OPÉRATEUR-CENTRÉS
Détectabilité de l'espèce (temps passé à chercher)	Enjeux écologiques concernés	Moyens humains disponibles au moment du chantier (priorisation par rapport à d'autres missions à la même saison)
Aptitude à la reproduction, persistance des graines dans le sol (fréquence des repasses)	Rapport coût-risque de l'intervention sur le patrimoine naturel environnant	Niveau de formation des agents (aux techniques d'arrachages, ou en cas de nécessité de travail sur corde)
Capacités de dispersion des semences (distance prévisible des sources de recolonisation à traiter)	Accessibilité aux opérateurs et aux éventuels engins	Moyens financiers à engager pour le chantier
	Visibilité de l'action par le grand public pour faciliter la communication	
	Surfaces / volumes à traiter	
	Sources de recolonisation possibles en périphérie	

À ces premiers paramètres relatifs à la faisabilité d'une opération de gestion des EVEC doivent être ajoutés ceux relatifs à ce qui pourrait être qualifié d'enjeu d'intervention. Comme annoncé en introduction de ce chapitre, la stratégie proposée par les CBNMed et CBNA en 2014 priorise les interventions en fonction des enjeux de conservation des sites concernés, la présence d'habitats ou de taxons rares et menacés, et la catégorie de menace des EVEC concernées sur ces sites. Enfin, le dernier maillon de cette complexe chaîne concerne le devenir des rémanents : possibilité de stockage sur place, enfouissement, envoi dans un centre de stockage / traitement adapté, etc.

C'est en procédant à une analyse croisée de tous ces critères que les chantiers de gestion des EVEC du LIFE ont été déterminés.

■ Hiérarchisation des sites d'intervention

Objectifs

L'objectif est de rationaliser les moyens d'intervention disponibles aux sites jugés les plus prioritaires et dont la faisabilité est jugée acceptable. Il ne s'agit donc pas de viser une éradication pure et simple des EVEC, à la fois irréaliste sur le plan technique et inapproprié sur le plan socio-culturel, mais bien un contrôle ciblé des EVEC dans les secteurs où il y a concurrence avérée avec des enjeux de conservation, ou plus précisément avec des habitats d'intérêt communautaire. Ce repositionnement est autant nécessaire d'un point de vue technique que sémantique : le gestionnaire n'a pas les moyens d'intervenir partout, il n'y a pas non plus forcément d'urgence d'intervention partout, et il est aussi important d'afficher des interventions justes, nécessaires, sans donner l'impression d'une croisade absolutiste.

Recommandations méthodologiques

Une double approche multicritères a été réalisée sur l'ensemble des sites susceptibles de faire l'objet d'un chantier de gestion des EVEC au sein du territoire du PNCAL :

- › évaluation d'un niveau d'enjeu d'intervention en fonction de la dynamique présumée des EVEC présentes sur le site, croisée avec les enjeux de conservation : est-ce que des EVEC menacent directement à plus ou moins court terme l'état de conservation d'espèces et d'habitats rares ou menacés ?
- › évaluation d'un niveau de faisabilité, fonction de l'accessibilité du site et des possibilités de recolonisation post-chantier par les EVEC traitées : est-ce qu'une intervention bien cadrée a des chances de réussite sur le long-terme ?

Les critères mobilisés pour cette étape de hiérarchisation et leurs modalités sont indiqués dans le tableau ci-après. Les partis pris pour les modalités au sein de chaque critère, pour la plupart qualitatives, et donc complexes à discrétiser, ont été fixés à dire d'expert.

Critère		Modalité	
Enjeu d'intervention	Dynamique	<p>FAIBLE : effectifs / surfaces stables ou à croissance limitée depuis plusieurs années.</p> <p>MOYENNE : station avec recrutement avéré, perspectives d'extension limitée par la configuration du site ou la biologie de l'espèce.</p> <p>ÉLEVÉE : station émergente, nouvellement découverte ou à dynamique progressive forte et avérée.</p>	
	Enjeu de conservation	<p>FAIBLE : au moins un habitat d'intérêt communautaire et une espèce végétale à enjeu. Typicité réduite / effectifs faibles.</p> <p>MOYENNE : au moins un habitat d'intérêt communautaire et plusieurs espèce végétale à enjeu. Cortèges / effectifs satisfaisants.</p> <p>ÉLEVÉE : au moins un habitat d'intérêt communautaire prioritaire et une espèce végétale à enjeu très fort. Cortèges typiques / effectifs importants, bon état de conservation général.</p>	
Faisabilité	Accessibilité	<p>PLEIN PIED</p> <p>DISPOSITIF ANTICHUTE</p> <p>POSTE SUSPENDU</p>	<p>FAIBLE : proximité immédiate d'une infrastructure carrossable.</p> <p>MOYENNE : pas de piste carrossable, temps d'approche pedestre limité, ou accès maritime.</p> <p>ÉLEVÉE : temps d'approche final nécessairement à pied et supérieur à 30 min.</p>
	Risque de recolonisation	<p>FAIBLE : site loin de possibles sources de recolonisation et espèce concernée essentiellement barochore.</p> <p>MOYENNE : site éloigné d'autres stations d'EVEC mais pouvant être recolonisé grâce à la faune ou l'intervention, volontaire ou non, de l'Homme.</p> <p>ÉLEVÉE : site contigu avec des foyers possibles de dispersion d'EVEC, espèce(s) concernée(s), zoochore, anémochore ou à multiplication végétative avérée.</p>	

En appliquant cette grille de lecture à chaque site à EVEC du périmètre du LIFE, il a ainsi été possible de déterminer pour lesquels une intervention était nécessaire, justifiée et enfin faisable :

Site		EVEC avérées	Dynamique présumée	Surfaces d'habitats naturels concernés	Enjeux écologiques HIC : habitats d'intérêt communautaire EVVP : espèces végétales vivaces protégées*		Enjeu d'intervention
Archipel du Frioul	Pomègues Sémaphore	<i>Opuntia stricta</i> 300m ²	Moyenne	1,1 ha	Fort	HIC : Rochers à Limonium (2 472 m ²) EVVP : <i>Echium calycinum</i> , <i>Ephedra distachya</i> , <i>Teucrium polium subsp. purpurascens</i>	ÉLEVÉ
	Ratonneau - sud hôpital Caroline	<i>Opuntia stricta</i> 300m ²	Faible	2 ha	Fort	HIC : Pelouses sèches (3 444 m ²), Rochers à Limonium (6 412 m ²) EVVP : <i>Ephedra distachya</i> , <i>Limonium pseudominutum</i> , <i>Malva subovata</i> , <i>Teucrium polium subsp. purpurascens</i>	ÉLEVÉ
<i>Agave americana</i> 50m ²		Faible	Moyen				
Littoral ouest	Calanque du Mauvais Pas	<i>Carpobrotus</i> sp. 50m ²	Élevée	0,1 ha	Moyen	HIC : Phrygane (288 m ²), Rochers à Limonium (191 m ²) EVVP : <i>Astragalus tragacantha</i> , <i>Plantago subulata</i>	MOYEN
		<i>Agave americana</i> 20m ²	Faible				
Calanques de Sormiou	Sormiou Rive nord	<i>Agave americana</i> 50m ²	Élevée	8 ha	Moyen	HIC : Eboulis calcaires (13 183 m ²), Falaises calcaires (13 552 m ²) Rochers à Limonium (2 095 m ²) EVVP : <i>Teucrium polium subsp. purpurascens</i>	MOYEN
		<i>Medicago arborea</i> 50m ²	Moyenne				
		<i>Agave americana</i> 50m ²	Élevée				
	Sormiou Cancéou	<i>Opuntia stricta</i> 10 à 50 m ²	Faible	2 ha	Moyen	HIC : Eboulis calcaires (372 m ²), Falaises calcaires (1 964 m ²) Rochers à Limonium (19 095 m ²) EVVP : <i>Limonium pseudominutum</i>	ÉLEVÉ
Archipel de Riou	Jarre	<i>Opuntia stricta</i> 500 m ²	Moyenne	0,5 ha	Fort	HIC : Rochers à Limonium (1 965 m ²) EVVP : <i>Limonium pseudominutum</i> , <i>Teucrium polium subsp. purpurascens</i> , <i>Thymelaea hirsuta</i>	ÉLEVÉ

Extrait du tableau d'analyse du niveau d'enjeu d'intervention

On constate également au travers de cette analyse que la nature de l'EVEE concernée importe finalement assez peu. Le niveau de menace indiqué dans la stratégie régionale (Majeur, Modéré, Émergent, etc.) étant une moyenne, une tendance évaluée à l'échelle régionale, ce critère n'a pas semblé suffisamment fin et précis pour une analyse à cette échelle : chaque EVEE peut en effet présenter des comportements différents selon les territoires, être plus dynamique sur substrat calcaire que siliceux, en situation littorale ou interne, etc. C'est par exemple le cas d'*Oxalis pes-caprae*, très dynamique en Provence siliceuse mais beaucoup moins sur calcaire. Cette plante a pourtant été découverte sur le Frioul au démarrage du projet et a immédiatement fait l'objet d'une intervention.

L'élément structurant dans cette étape de hiérarchisation est donc bien le diagnostic faune – flore – habitat préalable du site : quel est l'état de conservation de l'écosystème ? Est-ce qu'un problème lié à la présence d'EVEE peut être traité pour permettre à l'écosystème de retrouver sa fonctionnalité ? Si oui, quels sont les paramètres stationnels à prendre en compte pour réellement apporter un gain à la biodiversité et ne pas faire plus de mal que de bien ?

À ce propos, il est important de rappeler que la cartographie d'habitat réalisée dans le cadre des documents d'objectifs Natura 2000 (DOCOB) est au cœur de ce travail et qu'il est donc primordial que cette carte soit réalisée de manière aussi rigoureuse que possible.

Enfin, les figures précédentes ne mentionnent pas de critère relatif à l'évacuation des rémanents, au devenir de ces déchets verts. Il est cependant apparu que ces questions sont tellement structurantes qu'un projet de chantier ne peut être envisagé que si l'on sait déjà y répondre.



Prolifération d'oponces strictes sur les falaises de l'hôpital Caroline (Frioul-Ratonneau) avant les chantiers d'arrachage du projet LIFE Habitats Calanques.

■ Inventaire des EVEC entre Sainte-Frétoise et le Bec de l'Aigle

Objectifs

Ce site avait été identifié dans la proposition initiale du LIFE comme l'une des priorités d'intervention en raison de son caractère singulier et, à l'époque de sa rédaction, de l'absence d'équivalent dans la littérature. Néanmoins, les estimations de surfaces occupées par les EVEC étaient assez imprécises, datées, et manquait également une analyse de la faisabilité d'une opération de gestion sur ces terrains instables.

La première étape de ce focus sur les falaises siliceuses du Cap Canaille a donc consisté en une actualisation des données d'occurrence d'EVEC le long du trait de côte, uniquement sur les parties verticales littorales, classées en habitat d'intérêt communautaire et donc seules surfaces éligibles au titre du LIFE sur le site. Un passage sur les milieux amonts des falaises a également été réalisé pour évaluer le degré de colonisation de ces sites et par voie de conséquence le risque de recolonisation post-arrachage. La zone d'intervention est représentée sur la figure ci-après, le calepinage proposé permet de resituer les planches photos par secteur d'intervention possible.



Localisation des secteurs visés par la cartographie des EVEC sur les falaises entre Sainte-Frétoise et le Bec de l'Aigle

Recommandations méthodologiques

Ce travail portant sur des milieux plus ou moins verticaux (falaises, pentes rocheuses, etc.), une restitution « classique » sur fonds de carte de type IGN (SCAN25, Orthophoto®) n'a pas été jugée pertinente. En effet, l'écrasement ou la distorsion du relief sur ce type de support ne permet pas une lecture précise et appropriée des réalités de terrain. Par ailleurs, ce travail doit pouvoir alimenter les futurs cahiers des charges des opérations d'arrachage à destination d'entreprises spécialisées : le rendu de type « photo » sera d'autant plus lisible et compréhensible qu'il pourra aisément se compléter avec d'autres informations logistiques (voies d'accès, zones de stockage, etc.).

Pour répondre à ces contraintes, il a été décidé de restituer ces données sur des photographies des falaises prises depuis la mer afin d'obtenir des vues planes et complètes. La localisation des populations d'EVEC étant alors directement représentée sur ces photographies. Ce faisant, la géo-localisation de ces observations ne suit pas les standards habituels en matière de cartographie : seul l'emplacement de la photographie est géo-référencé. En effet, le pointage au GPS de chaque individu ou groupe d'individus sur la paroi serait au moins aussi chronophage (vu les quantités) qu'illisible car les points seraient alors superposés les uns sur les autres du fait de la verticalité du milieu.

Pour obtenir un résultat exploitable, il a fallu prendre en considération les multiples contraintes inhérentes à ce site :

- ▶ absence de points d'ancrage irréfutables en sommet de falaises (très peu d'arbres, roche très friable), et donc impossibilité d'équiper des postes de travail encordés pour descendre prospecter les falaises sur l'ensemble du linéaire considéré ;
- ▶ secteur régulièrement venté, rendant compliquée l'utilisation d'un drone avec un fort risque de collision de l'appareil avec la paroi, qu'il soit piloté depuis le haut des falaises ou depuis la mer. Dans le premier cas se rajoute la contrainte physique du relief en crête de falaise qui finit par bloquer le signal entre l'appareil et le pilote. Dans le second cas s'ajoute la contrainte d'un amerrissage nécessitant bien plus de précision qu'à terre, sur une embarcation dont la stabilité, sur une mer souvent agitée ici, est difficile à maintenir. Dans les deux cas, l'utilisation d'un drone est tributaire d'autorisation de survol sur un site dont les enjeux relatifs à la l'avifaune sont très forts ; un arrêté préfectoral lié à la présence d'un couple de Cormoran de Desmarests couvre en effet une partie importante du site ;
- ▶ parois constituées de poudingue relativement friable et instable, présentant de fortes irrégularités, pas de verticalité nette mais souvent de petits encorbellements rendant toute progression périlleuse d'opérateurs cordistes du fait des risques de chutes de blocs par frottements des cordes. Par ailleurs, les quelques secteurs équipés pour l'escalade sont assez anciens, peu entretenus, et il n'est pas envisageable d'y engager des agents dans un cadre professionnel.

Pour toutes ces raisons, il a finalement été décidé de réaliser une prospection aux jumelles depuis la mer dans une embarcation longeant les falaises. Ceci a permis d'avoir une vue d'ensemble de ces falaises, d'apprécier plus finement le taux de recouvrement relatif des EVEC ainsi que la faisabilité d'une opération de gestion sur un tel site. À l'issue de ces prospections maritimes, une équipe d'agents cordistes a tenté une descente sur l'un des tronçons présentant les plus forts enjeux de conservation du site et dans lequel figuraient des équipements de via ferrata / terrain d'aventure. Si l'enjeu de conservation de la zone en question a bien été confirmé (découverte de nouveaux individus d'astragale de Marseille et de thymélée hirsute), ce sont l'enjeu d'intervention et la faisabilité qui y ont été jugés trop faibles. Il existait un risque avéré de faire plus de mal que de bien à l'écosystème (forts risques d'érosion), alors que la dynamique des EVEC sur ces milieux semblait stable et ne représentait pas une menace à court-terme.

Ces investigations complémentaires (échelle macro depuis la mer puis échantillon précis via voie encordée) ont permis de confirmer, indépendamment des enjeux écologiques du site, qu'il n'était pas raisonnable, voire dangereux de conduire des travaux dans de telles circonstances.



Localisation des secteurs visés par la cartographie des EVEC sur les falaises entre Sainte-Frétoise et le Bec de l'Aigle

Définition des protocoles d'arrachages

ESPÈCE	PROTOCOLE D'ARRACHAGE	MATÉRIEL ET ÉQUIPEMENT	GESTION DES RÉMANENTS
<p>Oponce stricte <i>Opuntia stricta</i></p> 	<p>Une coupe à ras puis un dessouchage des sujets sont préconisés. Ces opérations doivent permettre de retirer les systèmes racinaires qui peuvent être particulièrement étendus, à plus forte raison dans les secteurs rocailloux.</p> <p>Concernant les chantiers encordés, il est important de signaler que les glochides peuvent se loger dans les cordes.</p> <p>Avant toute intervention, il faut s'assurer du substrat sous-jacent afin de ne pas provoquer d'importants phénomènes érosifs post-éradication. Si le substrat risque de s'effriter, il est recommandé de ne pas enlever les oponces d'un coup, mais de procéder à des arrachages progressifs afin de laisser le temps à la banque de graines d'espèces indigènes présente dans le sol de s'exprimer et de limiter le phénomène d'érosion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - des gants de jardins sur lesquels on superpose des gants épais de vaisselle pour se protéger des glochides (épines) - une serfouette et/ou une hache type pompier, avec un pic à l'opposé de la hache pour ne pas avoir à saisir les fragments coupés directement avec les mains - des combinaisons de spéléologie apportent une protection quasi-totale mais impliquent des chantiers plutôt hors saison estivale 	<p>Aucun fragment d'oponce ne devra être laissé à l'issue du chantier, synonyme de reprise quasi assurée de l'espèce. Il n'est pas conseillé d'exporter la litière car des graines d'autres espèces locales peuvent s'y trouver, tout comme des invertébrés du sol qui participeront à la dégradation naturelle de ces graines. Les nécessaires opérations de repasse se chargeront d'éliminer les repousses et d'épuiser la banque de graines d'<i>Opuntia</i>.</p>
<p>Agave <i>Agave americana</i></p> 	<p>L'agave se propageant principalement par voie végétative, il est préconisé un arrachage manuel des souches, en veillant bien à retirer du sol les petites rosettes en formation, plus ou moins enterrées, et qui suivent les filaments racinaires des pieds mères et les rhizomes. Concernant ceux-ci, souvent de taille imposante, il est préconisé de couper (au couteau-scie par exemple) dans un premier temps les feuilles le plus près possible de la base de la souche pour ensuite retirer celle-ci plus facilement. Il peut être intéressant de conserver les feuilles situées au sommet de l'agave comme bras de levier. Une coupe préalable rapide des extrémités des feuilles, les plus vulnérantes, permet d'accéder encore plus facilement au cœur des souches.</p> <p>Pour les individus de petites tailles, l'arrachage peut être réalisé uniquement à la pioche. Pour les individus plus gros, l'utilisation complémentaire de barres à mine permet de petit à petit déraciner le cœur. Les cœurs de plus grandes tailles peuvent être coupés à la scie sabre pour faciliter leur transport.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - une pioche (pour les petits individus) - un sécateur pour couper les pointes des feuilles - une scie sabre pour couper les feuilles - une barre à mine pour déraciner la plante par effet de levier <p>Le port d'EPI, et notamment de vêtements de protection renforcés, est indispensable compte tenu du caractère très vulnérant de ses épines. Certaines personnes font des réactions allergiques assez prononcées au jus d'agave. Il est donc important de bien se protéger les bras et le ventre quand on les manipule et les yeux quand on les coupe</p>	<p>L'exportation des rémanents en décharge n'est pas forcément prioritaire dans la mesure où l'espèce ne se bouture pas comme d'autres espèces crassulescentes. Néanmoins, l'encombrement stérique des feuilles et souches de certains sujets peut être tel que leur évacuation s'imposera, notamment d'un point de vue paysager (impact visuel). Par ailleurs, les fibres contenues dans les feuilles sont très résistantes et persistent longtemps avant de se dégrader totalement.</p>

ESPÈCE	PROTOCOLE D'ARRACHAGE	MATÉRIEL ET ÉQUIPEMENT	GESTION DES RÉMANENTS
<p data-bbox="225 450 443 501">Luzerne arborescente <i>Medicago arborea</i></p> 	<p data-bbox="517 427 849 725">Une coupe à ras puis un dessouchage des sujets sont préconisés. Ces opérations ne doivent cependant pas être menées sur des sujets portant des fruits car ceux-ci pourraient alors tomber notamment durant le transport et réalimenter davantage la banque de graines du sol ou pire générer des colonisations de nouveau milieux.</p>	<p data-bbox="868 427 1086 551">- une pioche (pour les petits individus) - un système de treuil pour les plus gros</p>	<p data-bbox="1155 427 1426 703">La luzerne peut être détruite par broyage et fournir ainsi un produit potentiellement utilisable en espaces verts (BRF). L'opportunité de laisser ce broyat sur site doit être envisagé au regard de sa forte teneur en azote et de son impact sur la physico-chimie du sol.</p>
<p data-bbox="240 999 427 1050">Griffes de sorcière <i>Carpobrotus edulis</i></p> 	<p data-bbox="517 976 849 1435">L'arrachage manuel des griffes de sorcière est efficace et relativement aisé. Avant toute intervention, il faut s'assurer du substrat sous-jacent afin de ne pas provoquer d'importants phénomènes érosifs post-éradication. Si le substrat risque de s'effriter, il est recommandé de ne pas enlever les tapis de griffes de sorcière d'un coup, mais de procéder à des arrachages progressifs afin de laisser le temps à la banque de graines d'espèces indigènes présente dans le sol de s'exprimer et de limiter le phénomène d'érosion.</p>	<p data-bbox="868 976 1134 1077">L'arrachage de griffes de sorcière peut être réalisé à la main sans équipement particulier.</p>	<p data-bbox="1155 976 1426 1561">L'efficacité du contrôle est accrue quand les rémanents de l'espèce sont prélevés du site. Les rémanents peuvent être évacués avec précaution et en évitant la dispersion des graines ou séchés au soleil (en évitant que les racines puissent retoucher le sol). Dans les lieux pentus, il est cependant conseillé d'enrouler la mat de griffes de sorcière sur elle-même pour former des andains, le poids de l'ensemble laissé au soleil favorisera la dégradation de la plante. Cela implique cependant un suivi plus rapproché des repousses les premières années.</p>

Le transport des rémanents doit être défini en fonction de l'accessibilité du site, de sa topographie et de la distance à parcourir. Il peut se faire :

- ▶ à l'aide de brouettes si le terrain est praticable,
- ▶ avec une hotte de vigneron,
- ▶ avec des civières pouvant être facilement construites pour l'occasion : l'utilisation de bambou pour faire les traverses permet d'allier légèreté et souplesse. Des poignées peuvent être confectionnées aux extrémités en entourant les bambous d'épaisseurs successives de scotch de peintre (de bonne qualité) qui ne dérape pas dans la main. Pour le tissu, il faut privilégier de la voile de bateau ou de la toile cirée ; les bâches épaisses sont en revanche trop lourdes.

Passation des marchés et sélection des offres

Les arrachages en falaises nécessitent un matériel et des compétences particulières. Un cahier des charges a donc été élaboré par le Parc national des Calanques et le CBNMed concernant l'arrachage de cinq sites en falaise (Jarre, Bec de l'Aigle, Sugiton, Pierres Tombées, Hôpital Caroline). La consultation a été lancée en janvier 2019. Les offres ont été évaluées selon un critère de prix (40 %) et un critère de valeur technique (60 %).

Ce dernier critère a été divisé en un certain nombre de sous-critères :

- › les mesures environnementales et méthodes mises en œuvre pour éviter la dégradation des milieux naturels et les risques de dissémination d'EVEE (25 %) ;
- › le planning prévisionnel détaillé par site précisant la durée d'intervention et le nombre de personnes mobilisés (25 %) ;
- › les moyens mis en œuvre pour la réalisation du chantier, les matériels, la méthodologie d'arrachage, d'évacuation et de traitement et la sécurité du personnel (25 %) ;
- › les moyens humains particulièrement qualifiés pour ce chantier (25 %).

Les travaux ont été confiés au groupement d'entreprises Agir écologique (entreprise spécialisée en génie écologique) et La Compagnie des Forestiers (entreprise spécialisée en travaux sur cordes en milieu naturel). Elles se sont ponctuellement associées à des entreprises spécialisées pour la réalisation des ancrages nécessaires à leur intervention, et pour l'héliportage des rémanents.

Une seconde consultation a été lancée en mars 2022 pour l'arrachage et l'évacuation du site du Sémaphore de Pomègues (Frioul), ainsi que l'évacuation des rémanents d'un chantier d'arrachage effectué en régie à l'automne 2022 (Fort Pomègues).

GESTION CONSERVATOIRE

■ Traitement des EVEC

Chantiers d'arrachage à plat

Pour les sites à plat, les chantiers sont réalisés par les agents en régie, avec l'appui de chantiers bénévoles organisés par le Naturoscope. Ces chantiers ont pu rassembler jusqu'à une trentaine de participants. La mobilisation des bénévoles s'est faite par différents canaux en fonction des sites et des publics visés. Pour les chantiers nécessitant peu de main d'œuvre, la communication s'est résumée à une invitation par mail auprès des adhérents des différents comités d'intérêt de quartier (CIQ) concernés et de riverains sensibilisés via les réunions d'information. Pour les chantiers nécessitant davantage de mobilisation, la communication a pris différents canaux : publications Facebook relayées par les partenaires du projet, diffusion sur les sites web du Parc national des Calanques et du Naturoscope, articles de presse, mobilisation de réseaux de bénévoles (WWF, Marseille Autrement, j'agis pour la nature, « team building » de salariés d'entreprises). L'importance du public touché par les actions de communication a engendré plus de 150 réponses et demandes (messages, appels, mails) engendrant un temps important de gestion des inscriptions. Afin de faciliter l'organisation des différents chantiers, une fiche technique de préparation a été développée et une visite préparatoire sur site a été réalisée. Pour les chantiers conséquents, un chantier préalable en régie a permis de faciliter l'intervention des bénévoles.

Ces chantiers d'arrachage à plat ont concerné cinq sites pour une surface arrachée estimée à 836 m² et un poids total de rémanents d'EVEC estimé à 31,46 tonnes. L'évacuation des rémanents s'est faite à dos d'homme avec un matériel classique (civière improvisées, brouettes, sacs, hottes de vigneron). Les rémanents ont principalement été pris en charge par les camions bennes de la Ville de Marseille ou par une entreprise spécialisée pour être incinérés.

SITE	DATE	SURFACE ARRACHÉE (M ²)	POIDS (TONNES)
Calanque de Ratonneau	Mars 2019	50	9
Mont Rose	Février 2020	272	7,76
Ferme aquacole Pomègues	Mars 2020	239	8
Saména	Mars 2021	115	4
Cap Croisette	Mars 2021	160	2,7
TOTAL		836	31,46

Estimation des surfaces, poids et volumes arrachés pour les principaux chantiers à plat



Chantiers d'arrachage au Mont Rose – janvier 2020



Chantiers d'arrachage à Ratonneau en mars 2019 avec un balisage au sol du cheminement autorisé

Ces chantiers constituent à la fois des actions de gestion et des opportunités de sensibiliser le public. Un guide d'identification photographique des EVEC à arracher, mais également des espèces locales et protégées à éviter de piétiner a été distribué aux participants. Les bénévoles ont généralement été animés d'une forte volonté malgré la difficulté des tâches. L'arrachage de certaines espèces, et notamment de l'oponce stricte, représente en effet un travail conséquent où les risques de blessures et d'irritation sont importants. Le dimensionnement du chantier doit ainsi être mesuré pour s'assurer de pouvoir le mener au bout une fois lancé.



À noter : un chantier d'arrachage en falaise est prévu sur l'île de Pomègues à l'automne 2022 pour une surface totale estimée à 990 m².

Il est important de rappeler que les sites traités abritent pour la plupart des populations de plusieurs espèces végétales rares et menacées. Le piétinement engendré par les passages répétés des agents et bénévoles pouvant impacter significativement ces espèces, les agents du CBNMed et du PNCAL ont identifié et balisé au préalable des itinéraires pour la circulation des opérateurs et l'évacuation des rémanents, en fonction de la localisation des espèces les plus sensibles. Les zones de stockage doivent être préalablement identifiées et matérialisées. Les secteurs où les EVEC étaient en totale coexistence avec ces espèces rares et menacées ont été traités en régie sans assistance bénévole.

Après un chantier, les zones venant d'être arrachées peuvent enfin impacter le paysage et affecter de manière négative les usagers de l'espace naturel. Le retrait de tous les rémanents et le nettoyage des rochers permet d'atténuer cet effet. Cette dégradation paysagère reste cependant très passagère, le vent et les premières pluies suffisent à faire disparaître les traces de l'intervention.

Chantiers d'arrachage en falaise

Ces chantiers d'arrachage en falaise ont concerné cinq sites pour une surface arrachée estimée à 9 346 m² et un poids total de rémanents d'EVEE estimé à 114,47 tonnes. Ces arrachages ont permis de restaurer plus de 22 hectares d'habitats naturels. L'évacuation des rémanents des sites d'arrachage s'est faite à dos d'homme, par le biais de tyroliennes ou par héliportage avant d'être pris en charge par les camions bennes, pour être compostés par l'entreprise Biotechna. Une partie des rémanents a également pu être stockée sur place (Jarre, Sugiton-Pierres Tombées).

SITE	DATE	SURFACE D'EVEE ARRACHÉE (M ²)	SURFACE D'HABITATS NATURELS RESTAURÉS (HA)	POIDS (TONNES)	VOLUME (M3)	NOMBRE DE BIG-BAGS MANIPULÉS
Île de Jarre	Janvier-Mars 2020	988	18,6	20,8	69,6	693 (100 L)
Bec de l'Aigle	Juin 2020	67	0,25	2,07	3,9	69 (100 L)
Frioul (hôpital Caroline)	Septembre-Novembre 2020	6 891	2	83,3	348	348 (100 L)
Pierres Tombées - Sugiton	Janvier - Mars 2021	1 400	1,4	8,3	44	383 (100 L)
TOTAL		9 346	22,25	114,47	465,5	

Estimation des surfaces et poids arrachés pour les principaux chantiers en falaise



À noter : deux chantiers d'arrachage en falaise sont prévus sur l'île de Pomègues (pentes du Fort et du Sémaphore) à l'automne 2022 pour une surface totale estimée à 1 220 m².

L'intervention sur les sites ciblés a dû prendre en compte un certain nombre de contraintes, écologiques, mais également techniques. À cette fin, les prestataires sélectionnés ont proposé au Parc national des Calanques une méthodologie adaptée permettant de répondre aux spécificités de chaque site.

Contraintes écologiques

Situés en cœur de Parc national, les sites d'intervention sont concernés par une réglementation spécifique. Les prestataires ont ainsi dû apporter une attention particulière à :

- › la non-introduction d'espèces végétales potentiellement compétitrices en milieu insulaire ;
- › la prise en compte dans le calendrier du chantier des périodes de nidification des oiseaux marins ;
- › la présence d'espèces végétales protégées à éviter à toutes les étapes de l'intervention (accès au site, dépôt temporaire en big-bag, manutention des sacs, ballant et frottements des cordes sur les parois...).

Contraintes techniques

Le caractère expérimental de ce type de chantier a également entraîné un certain nombre de contraintes qui n'avaient pas nécessairement été anticipées en amont. Ces situations ont nécessité des adaptations et une certaine flexibilité de la part des entreprises. La double spécialité du groupement retenu pour le premier marché (interventions en milieux naturel et prise en compte des enjeux biodiversité) a constitué une réelle plus-value en phase travaux.

CONTRAINTE	SOLUTIONS TECHNIQUE ET ADAPTATION
Pas de possibilité d'évacuation des rémanents par voie terrestre, absence d'apportement	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage de tout ou partie des rémanents sur place - Utilisation d'une embarcation semi-rigide
Conditions météorologiques défavorables (navigation en mer)	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptation du calendrier d'intervention
Pas de possibilité de circulation d'engins motorisés pour l'évacuation des rémanents	<ul style="list-style-type: none"> - Évacuation à dos d'homme - Mise en place d'une tyrolienne - Hélicoptage
Forte fréquentation touristique	<ul style="list-style-type: none"> - Fermeture des accès aux visiteurs en période de travail sur zones instables (panneaux, Rubalise®)
Risques de chutes de blocs, jets de rémanent depuis la falaise	<ul style="list-style-type: none"> - Appréciation des risques (diagnostic sécurité) - Phasage du chantier pour éviter les interventions en falaise et en pied de falaise en même temps
Différence d'estimation des surfaces à arracher entre le maître d'ouvrage et le prestataire	<ul style="list-style-type: none"> - Mise à jour préalable des documents cartographiques avec prise en compte de la pente dans le calcul des surfaces - Visites de terrain préalables
Forte appropriation par les usagers des EVEC	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation et communication en amont par le maître d'ouvrage - Mesures de réduction de l'impact paysager des chantiers



Travail encordé et évacuation « à dos d'homme », chantier de l'île de Jarre



Pentes de l'hôpital Caroline avant/après le chantier d'arrachage



Évacuation des rémanents par tyrolienne, chantier de Sugiton/Pierres Tombées

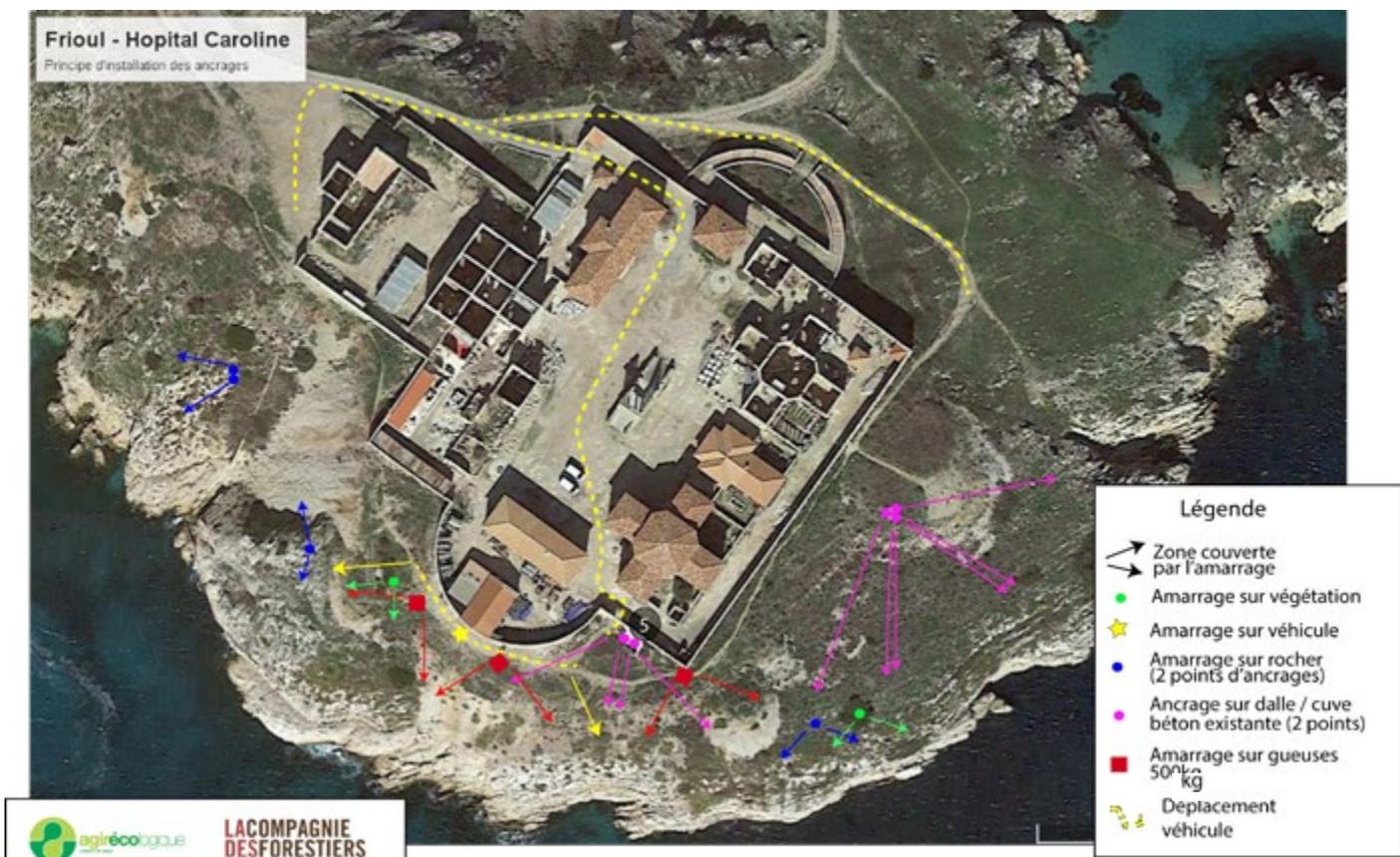


Schéma d'installation des ancrages pour le chantier d'arrachage de l'hôpital Caroline © Agir Écologique

Gestion des rémanents

La gestion des rémanents d'EVEE s'est avérée être le plus grand défi de ces chantiers d'arrachage. L'oponce stricte et la luzerne arborescente présentent en effet des graines presque toute l'année, ce qui constitue un risque important de recolonisation si des rémanents sont abandonnés sur les sites d'intervention.

Quatre pistes de gestion des rémanents ont ainsi été expérimentées dans le cadre du projet :

► **Le stockage sur place** : il s'agit de la première solution à envisager, notamment si la configuration sur site le permet.

L'évacuation du site de Jarre comportait par son insularité et l'absence d'apportement, un défi technique difficilement surmontable. La zone de stockage identifiée est une cuvette peu végétalisée en bord de mer. Les rémanents y ont été majoritairement acheminés par voie aérienne (tyrolienne). Ces rémanents accumulés ont été recoupés, afin de limiter la capacité de régénération des individus, et concentrés sur une partie de la cuvette, afin de limiter la surface occupée et d'augmenter les strates de recouvrement, favorisant la dégradation naturelle. Le stockage en plusieurs couches, accentué par l'effet des embruns, a permis d'observer une dégradation rapide des couches inférieures.

Un test de stockage sous bâche a été réalisé sur de plus faibles quantités d'oponces et de griffes de sorcière au Frioul. Un contrôle au bout de deux ans, sans retournement des andains sur la période, a cependant montré une reprise des rémanents sur eux-mêmes.



État de décomposition dans les couches inférieures de la zone de stockage de l'île de Jarre

Au même titre que la banque de graines présente dans le sol, les zones de stockage sur place peuvent constituer un risque de recolonisation de l'espace naturel par les EVEC. Le stockage doit ainsi être géré avec régularité. Les zones destinées au stockage doivent également répondre à un certain nombre de critères :

- › être faciles d'accès pour pouvoir y apporter les rémanents et réaliser une veille sur le long terme ;
- › être peu accessibles au grand public ;
- › être de taille suffisante ;
- › ne pas faire l'objet de projet de valorisation à moyen terme ;
- › avoir, autant que possible, un contact limité avec l'espace naturel.

› **L'incinération** : la Ville de Marseille a fourni à plusieurs reprises des camions bennes pour évacuer les EVEC des chantiers à plat. Considérant qu'il s'agissait de volumes relativement réduits, l'incinération via la déchetterie de la Cartonnerie dans le 11^{ème} arrondissement de Marseille a été retenue.

› **La valorisation** : avec l'exploration de plusieurs pistes : la valorisation des cœurs d'agaves sous forme de boisson alcoolisée par l'association REVEEAL, et celle d'oponce stricte et d'agaves pour des recherches de matériaux composites, de textiles, de colles par la Fondation LUMA à Arles. Ces pistes ont cependant concerné un volume marginal de rémanents.

› **Le compostage** : l'entreprise Biotechna a mis en œuvre une méthodologie de compostage destinée à prévenir la germination des graines d'oponce dans le compost final. Les rémanents sont broyés puis mélangés à des boues de station d'épuration. Le mélange est ensuite mis dans des alvéoles pour une maturation forcée de 20 jours dans un bâtiment, avec une montée en température allant jusqu'à 80°C au cœur de l'andain. Avant d'être sorti du bâtiment, le produit est passé dans une cribleuse, et la partie fine du compost est mise en maturation sur dalle pendant trois mois. Le compost est enfin analysé en laboratoire agréé COFRAC pour vérification de sa conformité à la norme NFU 44-095, avant commercialisation.

S'il s'agit d'une bonne solution d'un point de vue écologique et du risque propagation des EVEC, cette solution peut entraîner des surcoûts importants, des émissions de carbone et l'export de matière organique de sites qui en sont déjà relativement dépourvus. L'évacuation des rémanents de l'hôpital Caroline a par exemple nécessité l'hélicoptage des rémanents du site d'arrachage à un site de chargement des bennes, le transport par camion-benne jusqu'à l'embarcadère, la traversée de la baie par barge, puis une seconde prise en charge par camion-benne jusqu'à Châteauneuf-les-Martigues.



Schéma d'évacuation du chantier d'arrachage de l'hôpital Caroline © Agir Écologique

■ Prévention de la recolonisation par les EVEC

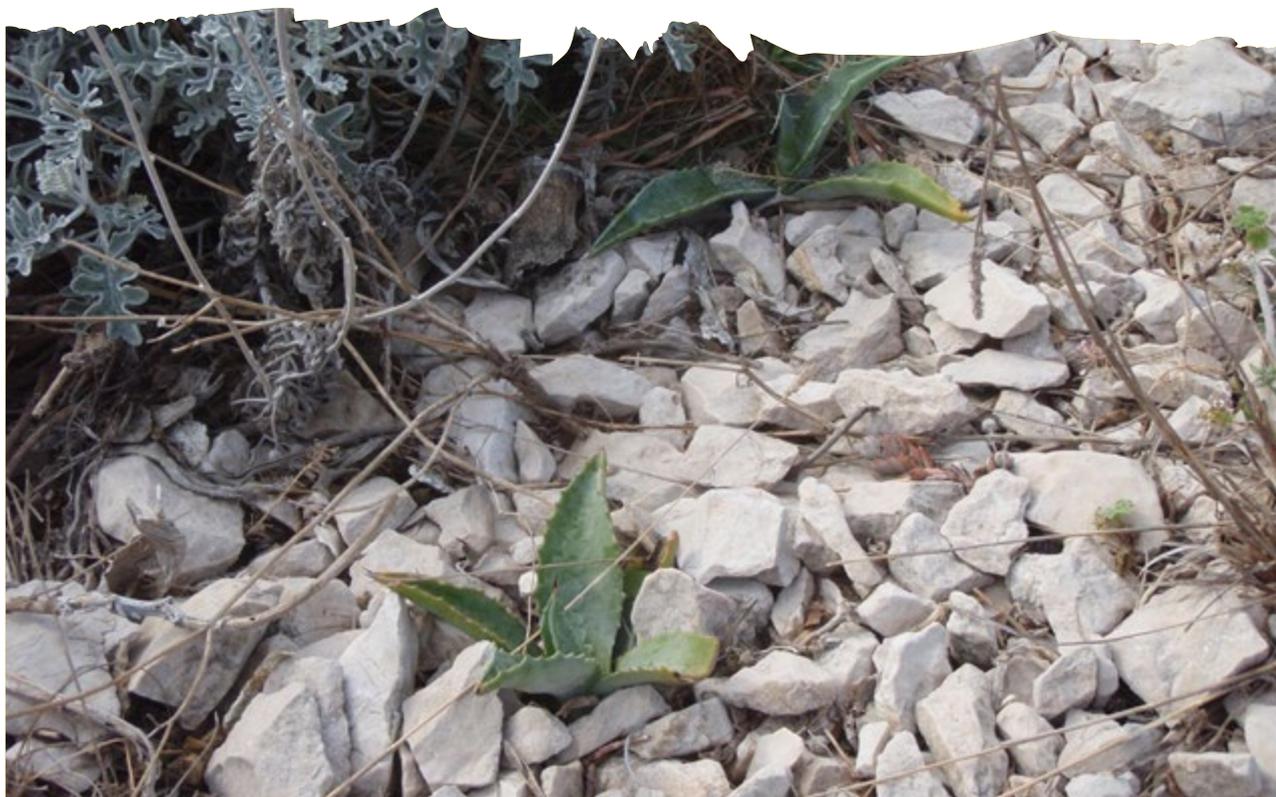
Repasses

Afin de prévenir la recolonisation des EVEC sur les sites arrachés, des repasses régulières sont à réaliser sur une période de dix ans après l'intervention initiale. En effet, des parties du système racinaire des oponces, de même que des rhizomes d'agave ou les graines peuvent subsister dans la couche de sol. Ces opérations doivent préférentiellement être conduites hors période de fructification des EVEC, soit généralement en hiver. Un phasage de ces chantiers avec les actions de suivi est également nécessaire. Un phasage de ces chantiers avec les actions de suivi est également nécessaire.

La question du pas de temps entre les campagnes de repasses s'est rapidement posée. La méthodologie expérimentée prévoit des repasses annuelles pendant les deux premières années, puis tous les deux ans. L'efficacité de cette méthodologie est cependant conditionnée par la taille des repousses d'EVEC. Si les individus sont trop petits, le temps passé à chercher les repousses peut se révéler éprouvant pour les équipes. Si les individus sont trop gros, leur manipulation et la gestion des rémanents est plus difficile.

Les repasses sont réalisées en régie par les agents de chaque propriétaire gestionnaire sous le pilotage du PNCAL et peuvent éventuellement faire l'objet de chantiers bénévoles.

 **À noter :** un certain nombre d'agents du PNCAL, la Compagnie d'Intervention par Moyens Encordés (CIME), et du CBNMed ont été formés aux travaux sur corde pour pouvoir effectuer les repasses en falaise, en utilisant notamment les points d'ancrages permanents installés par les prestataires pour l'arrachage initial.



Repousses d'agave après arrachage initial sur le site de la ferme aquacole (Frioul)



Plantation de Romarin (*Rosmarinus officinalis* – Lamiaceae)

Mise en culture de plantes locales

La proposition initiale prévoyait que des plantes locales puissent être replantées après les arrachages sur certains sites. Les plantations visaient à dynamiser la recolonisation par les espèces locales des milieux mis à nu et à limiter l'érosion sur les zones de pente.

Cependant, après une étude plus approfondie, il est apparu que les sites d'arrachage présentaient globalement une capacité de recolonisation naturelle suffisante. Les retours d'expériences collectés par ailleurs tendent de plus à montrer que la plantation d'espèces demande, pour garantir un taux de survie satisfaisant, un entretien (arrosage) très régulier difficile à mettre en œuvre dans des zones difficiles d'accès. Enfin, il apparaît que les plantations peuvent générer un frein à l'expression de la banque de graines locale et ainsi à la recolonisation par un cortège d'espèces plus diversifié et plus adapté au milieu que celui qui pourrait être replanté (Couturier, Geoffroy, Jailloux, Besnard, 2019).

Par ailleurs, les opérations de plantation peuvent donner l'impression aux riverains et usagers que les dynamiques naturelles ont nécessairement besoin d'être assistées, que la nature a besoin d'être jardinée pour être en bonne santé, avec pour conséquences des initiatives individuelles voire collectives visant à contribuer à ces dynamiques. Des plantations imprévues au Mont Rose suite aux chantiers d'arrachage ont ainsi dû faire l'objet d'un rappel de l'interdiction de jardiner en cœur de Parc national.

Il a ainsi été proposé de replanter uniquement sur des sites très fréquentés, afin d'accompagner l'arrachage d'une action « positive », ces chantiers pouvant être perçus comme une violence par une partie des habitants ou des usagers. En effet, si certaines espèces d'EVEE sont appréciées du public pour leur valeur ornementale (griffes de sorcière notamment), d'autres, par leur caractère imposant et vulnérant, peuvent être utilisées comme clôtures et servir à marquer les limites d'une propriété. Des relevés ont ainsi été réalisés autour de chaque futur site d'arrachage pour déterminer la palette végétale à mettre en culture. Des graines et des boutures ont ensuite été récoltées sur les sites d'arrachages pour être mises en culture dans les pépinières de la Ville de Marseille, selon des itinéraires techniques rédigés sous le pilotage du CBNMed. Les plants produits ont été transplantés au Mont Rose, à Sugiton-Pierre Tombées et dans les jardins pilotes. Certains plants ont également été distribués lors de journées de sensibilisation (journées Calanques Mobile ou Jardins d'Albertas). Cette action visait également à faire monter en compétence des agents de la Ville de Marseille sur l'identification et la mise en culture d'espèces locales, afin de faire évoluer les pratiques d'aménagements au sein des espaces urbains.

Jardins pilotes

Une des problématiques de la gestion des EVEC réside ainsi dans le fait que beaucoup d'habitants et d'utilisateurs les considèrent comme des espèces locales faisant partie du paysage. Un important travail de pédagogie est donc indispensable pour accompagner les arrachages et faire évoluer la vision du public. Après explication, la plupart des gens perçoivent l'intérêt des arrachages (cf « évaluation »). Dans cette optique, plusieurs leviers de communication ont été activés dans le cadre du projet, et notamment les jardins pilotes.

Les jardins pilotes sont des jardins privés en périphérie du Parc national où les propriétaires cultivent des EVEC. Ces derniers se sont vu proposer un accompagnement pour le remplacement des EVEC par des espèces locales. Huit diagnostics ont ainsi été réalisés auprès de particuliers, de groupes ou de comités de quartiers. Ces diagnostics ont pour objectifs de vérifier l'éligibilité des candidatures au regard d'un certain nombre de critères : opportunité écologique, capacité d'entretien, planning de mise en œuvre, visibilité du projet, opportunité pédagogique et capacité d'essaimage de la démarche auprès du voisinage.

Après l'accord des partenaires du LIFE réunis en comité de suivi, les référents des jardins pilotes sont invités à signer un acte précisant la nature de leurs engagements en faveur de la flore locale. Le projet LIFE s'engage de son côté à les conseiller sur les méthodes d'arrachage et d'évacuation des résidus d'EVEC, à sélectionner les espèces et les quantités de végétaux locaux à replanter, à fournir des plants et à participer à l'organisation et à la mise en œuvre du chantier.

Afin de sensibiliser et d'impliquer un maximum de riverains dans cette démarche, des chantiers d'arrachage et de plantations associant des partenaires du LIFE et des bénévoles ont été organisés sur les cinq sites retenus. Des panneaux ont été installés sur chaque jardin pilote, permettant d'informer le public sur la démarche mise en œuvre sur ces parcelles et de favoriser l'essaimage de pratiques favorisant la biodiversité locale. Des actions complémentaires de sensibilisation et de communication ont été menées sur ce sujet : distribution de plantes locales aux riverains des sites traités, conférence publique, communication dans la presse, stands de sensibilisation.



Panonceau des jardins pilotes



Jardinière colonisée par des griffes de sorcière, bientôt remplacées par des plantes locales au Cap Croisette

SUIVIS

■ Recommandations méthodologiques

Comme tout protocole de suivi, il s'agit d'appliquer ou de concevoir un protocole permettant de répondre à une seule question. Tout dépend donc de la question posée : est-ce que l'on s'intéresse aux repousses des EVEC pour dimensionner des campagnes de repasses ? À la dynamique végétale après arrachage pour mesurer l'efficacité de l'action ? Est-ce qu'un suivi photographique permet d'y répondre, ou doit-on mobiliser des compétences plus poussées en botanique ? Une fois les lignes directrices posées, doivent être définies les variables à mesurer, leur fréquence, les dimensions et localisations des placettes, etc. Enfin, il est important aussi d'intégrer au design du protocole les caractéristiques propres au site : nature du substrat dans l'éventualité de la pose de repères permanents au sol, accessibilité et fréquentation du site (piétinement autour des placettes, vandalisme sur les repères, etc.), risques d'impacts du chantier sur le milieu (dérangement de la faune notamment).

Les chantiers de gestion d'EVEC entrepris dans le cadre du LIFE ont pour objectif de restaurer les habitats naturels littoraux, permettre à la flore locale de se développer en lieu et place des EVEC. Les paramètres suivis doivent donc intégrer une notion d'évolution de cortèges floristiques dans le temps.

■ Protocoles de suivis

Afin de simplifier tant la logistique sur le terrain que les futures analyses de données, il a été décidé d'appliquer un protocole de suivi identique entre les chantiers dits « à plat » et ceux en falaise. Ce protocole a été appliqué sur d'autres suivis de chantier de gestion d'EVEC, notamment celui de Bagaud dans l'archipel de Port-Cros – Porquerolles (Braschi et al. 2018).

Il consiste en des placettes circulaires de 16 m² au sein desquelles est effectué un relevé phytosociologique tous les ans à la même date. L'intérêt de ce dispositif est :

- qu'il n'implique la pose que d'un seul repère permanent au sol par placette, au centre du cercle, sur lequel peut être attachée une simple corde de 2,25 m de longueur pour visualiser l'emprise au sol des 16 m² autour du point. Ceci est d'autant plus pertinent pour des terrains en site classé et en cœur de parc national, limitant ainsi les atteintes au paysage et le dérangement de la faune ;
- que la surface de référence à appliquer est le meilleur compromis entre la représentativité par rapport au type de milieux et la faisabilité technique. En effet, en situation de falaise, il est difficile voire dangereux, de s'écarter de plus de deux mètres de l'axe du poste de travail encordé ;
- qu'il est déjà appliqué en routine sur d'autres sites, permettant des comparaisons des résultats ;
- que la réalisation de relevés phytosociologiques sur de telles surfaces et dans de tels milieux est relativement rapide. Le recouvrement végétal y est naturellement faible.



Illustration d'une placette de suivi de 16 m² avec la cordelette attachée à la placette dans le sol © J.Ugo - CBNMed

■ Périodes de réalisation

Ces suivis doivent être réalisés à une période optimale pour l'observation de la flore, et surtout, pour apprécier objectivement leur recouvrement, idéalement au cœur du printemps. En effet, certaines espèces annuelles et bulbeuses peuvent n'être visibles que quelques semaines par an. Par ailleurs, l'une des variables clés de ce dispositif étant justement ce recouvrement relatif de chaque espèce dans une surface donnée, il est primordial que les mesures soient effectuées aux mêmes dates d'années en années.



À noter : les repasses peuvent fausser la lecture des trajectoires post-chantier si ces dernières couvrent également les placettes de suivi. Une bonne coordination entre les partenaires en charge des repasses et ceux en charge du suivi est ainsi nécessaire.

■ Fréquence de(s) suivi(s)

S'agissant d'un suivi de la dynamique végétale après arrachage, un suivi annuel est suffisant s'il est fait de manière rigoureuse (mêmes dates, même temps et pression d'observation), idéalement par un même observateur d'une année à l'autre.

RETOURS D'EXPÉRIENCE LIFE

■ Calendrier d'exécution des actions

		2017		2018				2019				2020				2021				2022			
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Études préparatoires	Hiérarchisation des sites d'intervention																						
	Inventaire des EVEC																						
Gestion conservatoire	Chantiers d'arrachage à plat																						
	Chantiers d'arrachage en falaise																						
	Repasses																						
	Mise en culture de plantes locales																						
Suivis																							

■ Coûts indicatifs

Les coûts liés à la gestion des EVEC ont représenté le troisième poste de dépenses le plus important du projet LIFE après l'aménagement de sentiers et les actions de communication et de sensibilisation. Les prestations d'arrachage d'EVEC en falaise, d'évacuation et de traitement des rémanents ont ainsi représenté plus de 400 000 euros de budget.

Le tableau suivant détaille un certain nombre de coûts que le gestionnaire doit prendre en compte dans la planification des travaux.

NATURE DES COÛTS	UNITÉS	PRIX TTC
75 points d'ancrage garantis 10 ans	forfait	36 000 €
Arrachage EVEC	m ²	24 - 38 € selon le site et l'espèce concernée
Évacuation EVEC	m ²	30 - 100 € selon le site et la méthode retenue
Traitement EVEC	m ²	5 - 8 € selon la méthode retenue
Diagnostic sécurité falaise	forfait	7 800 €

Coûts indicatifs des prestations liées à la gestion des EVEC en falaise

 **À noter :** le coût de l'évacuation et du traitement des rémanents avait largement été sous-estimé dans la proposition initiale. Les chantiers d'arrachage ont ainsi coûté beaucoup plus cher que prévu. La question de la gestion des rémanents est donc centrale dans l'évaluation du budget de ce type d'intervention.

■ Résultats globaux

Les chantiers d'arrachage du projet LIFE (chantiers à plat, en falaise, jardins pilotes) auront permis d'arracher près de 200 tonnes d'EVEC pour restaurer plus de 22 hectares de milieux littoraux favorables à des espèces végétales remarquables. Plus de 80 % du volume arraché correspond à des rémanents d'oponce, et 20 % à des rémanents d'agave. Les volumes de luzerne arborescente et de griffes de sorcière arrachés dans le cadre du projet sont marginaux.

Cependant, les rémanents exportés ne représentent pas la totalité de ce qui a été traité, puisqu'une partie de ces rémanents (les agaves de Pierres tombées, les oponces de Jarre et les luzernes de Ratonneau) a été stockée sur place pour dessiccation ou broyée. L'estimation des volumes arrachés et des surfaces reste ainsi approximative. Cependant, les actions de gestion ont permis de co-construire des méthodes d'estimation partagées entre gestionnaires et prestataires.

Les volumes de rémanents ont pu être suivis grâce au nombre de Big-bags exportés, dont le poids moyen a pu être estimé, du fait d'un export final en déchetterie, ce qui permet d'établir des ratios surface / espèce / poids / volume / coût qui s'avèrent utiles pour préparer les chantiers.

	SURFACE	POIDS	BIG-BAG
Oponce	1 m ²	35 kg	1BB de 1000 L = 200 à 250 kg = 6,5 m ² traités
Agave	1 m ²	50 kg	1BB de 1000 L = 100 kg = 2 m ² traité

Ratios surface / poids / volumes indicatifs pour l'oponce stricte et l'agave

L'importance de la définition des modalités de gestion des rémanents dans la préparation du chantier (méthode, lieu, garantie de non dissémination post-traitement, coût) est à souligner.

Localement, les chantiers ont pu faire l'objet d'une certaine hostilité. Sur le Frioul, les équipes du prestataire ont dû, à plusieurs reprises, faire preuve de pédagogie afin d'expliquer le bien-fondé de ces actions de gestion. Ainsi, certains habitants de l'île restent opposés à ce type d'interventions, quelle que soit la méthode mise en place. Aux Pierres Tombées, une habituée qui avait planté des EVEC dans les jardinières de la plage naturiste a lancé une pétition en ligne¹ qui a reçu un certain écho (30 000 signatures). La sensibilisation et la communication sont ainsi fondamentales et restent largement à construire sur le territoire en perspective des prochains chantiers d'arrachage, notamment dans les Calanques habitées ou sur les sites fréquentés. Cependant, si les chantiers génèrent parfois des remous, cela s'arrête généralement dès la fin de ces derniers, la présence antérieure des EVEC allant jusqu'à être totalement oubliée en quelques semaines.

Une nouvelle stratégie de communication pilotée par le CBNMed a été livrée en fin de projet et va permettre de renforcer l'argumentaire des agents du PNCAL, de la Ville de Marseille et du CD13 sur ces problématiques encore largement méconnues du grand public.

■ Perspectives

Sur le continent, certains sites à fort enjeux écologiques n'ont pas pu faire l'objet d'arrachage dans le cadre du projet. Des échanges sont à poursuivre avec les propriétaires-gestionnaires pour construire les plans d'action et de financement.

Sous l'impulsion du LIFE, les contours d'une stratégie de lutte contre les EVEC à l'échelle du Parc national commence à se matérialiser. Dans ses grands principes, cette stratégie propose l'éradication totale des EVEC sur les îles à moyen-terme, le risque de recolonisation y étant limité et plus facile à contrôler.

Une réflexion sur le stockage permanent et le compostage des rémanents d'EVEC sur le Frioul est également en cours, plusieurs zones présentant en effet des caractéristiques favorables. Une étude a été lancée afin d'identifier un procédé de traitement, réalisable en régie, qui permette un retour au sol du substrat par la destruction du pouvoir de germination des rémanents.

¹ Pétition : Stop au massacre, arrachage intempestif des Cactées dans les calanques de Marseille, absurdité économique et eugénisme écologique contre des plantes utiles et présentes depuis 50 ans (mesopinions.com)

RENFORCEMENT DE POPULATIONS DE PLANTAIN SUBULÉ

- Enjeux et objectifs globaux
- Études préparatoires
- Gestion conservatoire
- Suivi et évaluation
- Retours d'expérience LIFE

ENJEUX ET OBJECTIFS GLOBAUX

■ Contexte

Le plantain subulé (*Plantago subulata* L., 1753) est une plante vivace de la famille des Plantaginaceae. Au sens strict selon la conception du genre par la flore de Méditerranée française (Tison et al., 2014), elle ne s'observe que sur les rives nord-occidentales de la mer Méditerranée (France, Espagne, Italie). En France, elle n'est connue que des départements des Pyrénées Orientales, des Bouches-du-Rhône et du Var ; une unique mention très ancienne dans les Alpes-Maritimes (Ardoino, 1879) n'a jamais été retrouvée.

Le plantain subulé se développe préférentiellement dans les garrigues littorales halorésistantes ; il est l'une des espèces caractéristiques et structurantes de l'*Astragalo tragacanthae - Plantaginetum subulatae* Molin. 1934 (Noble & Baret, 2019). Cet habitat bien représenté dans le massif des Calanques autour de Marseille présente un état de conservation assez inégal sur ce territoire, plutôt bon sur l'archipel du Frioul mais assez nettement dégradé sur le littoral continental ouest des Calanques. À l'inverse, les populations de plantain subulé se portent relativement bien sur le continent mais affichent un net déclin sur l'archipel du Frioul. Deux principales études de la dynamique de ses populations mettent à jour des signaux préoccupants de sa régression démographique (Amm et al. 2005 ; Born et al. 2008) qui se traduisent par :

- › une augmentation des nécroses associée à une forte mortalité des individus ;
- › un taux de recrutement faible voire l'absence de régénération ;
- › un succès reproducteur faible, et ce malgré une absence de prédation et un grand nombre de fleurs par inflorescence. Ce faible succès reproducteur pourrait être lié à la qualité ou à la quantité du pollen, à la faible densité de la population, ou encore à un problème de ressources (eau, substrat).

Sur les 521 individus comptabilisés en 2003 sur l'île de Ratonneau, seulement 146 ont été retrouvés en 2015, et moins d'une cinquantaine en 2020 (Le Mire – Pecheux, comm. pers.). Les causes seraient multiples : piétinement des très nombreux visiteurs, eutrophisation des sols par les fortes concentrations de goélands leucophées, embruns pollués de la rade de Marseille, climat plus « rude » sur cet archipel très minéral, etc.

■ Objectifs globaux

Face à ces constats, et considérant la réduction significative d'une partie des causes de ce déclin insulaire (aménagement des sentiers, amélioration de la qualité des eaux de la rade de Marseille), il a été décidé de procéder à un renforcement des populations sur l'archipel du Frioul afin de pallier le déficit naturel de germinations des graines et reconstituer une population insulaire viable.



Plantain subulé

ÉTUDES PRÉPARATOIRES

■ Objectifs

Face à la rapidité et l'ampleur du déclin du plantain subulé sur l'archipel du Frioul, l'action prévue dans le cadre du LIFE a dû prendre la forme d'un sauvetage d'urgence, avec toutes les précautions méthodologiques et techniques qui s'imposent.

Considérant :

- › le très faible nombre d'individus et de graines viables sur le Frioul, ainsi que le très faible taux de germination in-situ ;
- › la nécessité de pouvoir suivre finement l'efficacité de cette opération, plus aisée avec des plants déjà bien individualisés ;
- › l'expérience du CBNMed dans la production de plants en conditions contrôlées.

Il a été décidé de produire un peu plus de 500 plants de plantain subulé dans les installations de conservation ex-situ du CBNMed et de les replanter sur le Frioul après un maximum de six mois de culture. Des plantations effectuées en deux temps, une première moitié en 2018, l'autre moitié l'année suivante. Les graines nécessaires à ces opérations sont toutes issues des populations insulaires de plantain subulé à renforcer, populations-sources, autour desquelles les plants produits ont ensuite été plantés.

■ Recommandations méthodologiques

Les toutes premières recommandations méthodologiques portent sur les choix stratégiques sur le design du protocole, et notamment ceux impliquant la mise en culture sous conditions contrôlées plutôt qu'un semi direct de graines. Compte tenu de la rapidité du déclin de l'espèce sur l'île, il n'était pas envisageable d'engager des études poussées sur la structure génétique de ses populations. Ces études auraient peut-être permis de valider l'hypothèse d'un mélange de graines issues du continent, compensant ainsi les déficits en graines de l'archipel. Cette hypothèse a finalement été écartée en l'absence d'une telle étude, par principe de précaution : le risque de dépression d'allogamie ne pouvant ainsi être écarté. Par ailleurs, un semi direct, bien que nettement plus économe en temps et énergie, impliquait une ingénierie de suivi plus complexe, et surtout une quantité plus importante de graines, ce qui n'était pas envisageable avec les seules populations sources du Frioul.

Les données historiques de plantain subulé sur l'archipel du Frioul étant assez bien localisées, il n'a pas été recherché de stations de renforcement en dehors de ses zones d'occurrences actuelles. Son absence de longue date sur d'autres sites, malgré des conditions a priori favorables (phryganes relativement bien présentes sur tout l'archipel) a représenté un argument majeur pour restreindre l'opération à ses stations historiques. L'intérêt d'une campagne de renforcement en deux temps telle que prévue ici est notamment de pouvoir ajuster la seconde campagne en fonction des retours de la première. Les ajustements pris lors de la seconde campagne de plantations sont exposés dans les chapitres suivants.

■ Autorisations

S'agissant d'une espèce protégée, et dont les populations concernées sont situées en cœur de Parc national, deux autorisations sont nécessaires pour réaliser cette opération : dérogation à l'article L411-1 du Code de l'Environnement (dérogation « espèce protégée » via formulaire CERFA 13617*1) et autorisation du Directeur du Parc national pour prélèvements d'espèces végétales en cœur de Parc. Ces deux demandes ont fait l'objet d'un courrier d'accompagnement, expliquant les détails de l'opération (nature, nombre, dates et lieux des prélèvements, identité des opérateurs, etc.).

GESTION CONSERVATOIRE

■ Prélèvement des graines

Recommandations méthodologiques

Une fois les autorisations administratives obtenues, les précautions techniques habituelles pour les récoltes de graines ont été suivies :

- ▶ prélèvements répartis uniformément dans toute la population ;
- ▶ récolte d'infrutescences entières pour tri en laboratoire (comptages, pesées, etc.) et éviter les pertes sur le terrain ;
- ▶ récolte d'un maximum de 20 % des infrutescences par individu pour ne pas impacter significativement la reproduction naturelle de l'espèce ;
- ▶ stockage temporaire des infrutescences dans des sachets papiers (type sachet primeur) à raison d'un sachet par population et étiquetage du sachet pour traçabilité des opérations suivantes ;
- ▶ placement des sachets dans un dessiccateur pendant un minimum de deux mois pour limiter les pertes par pourrissement.

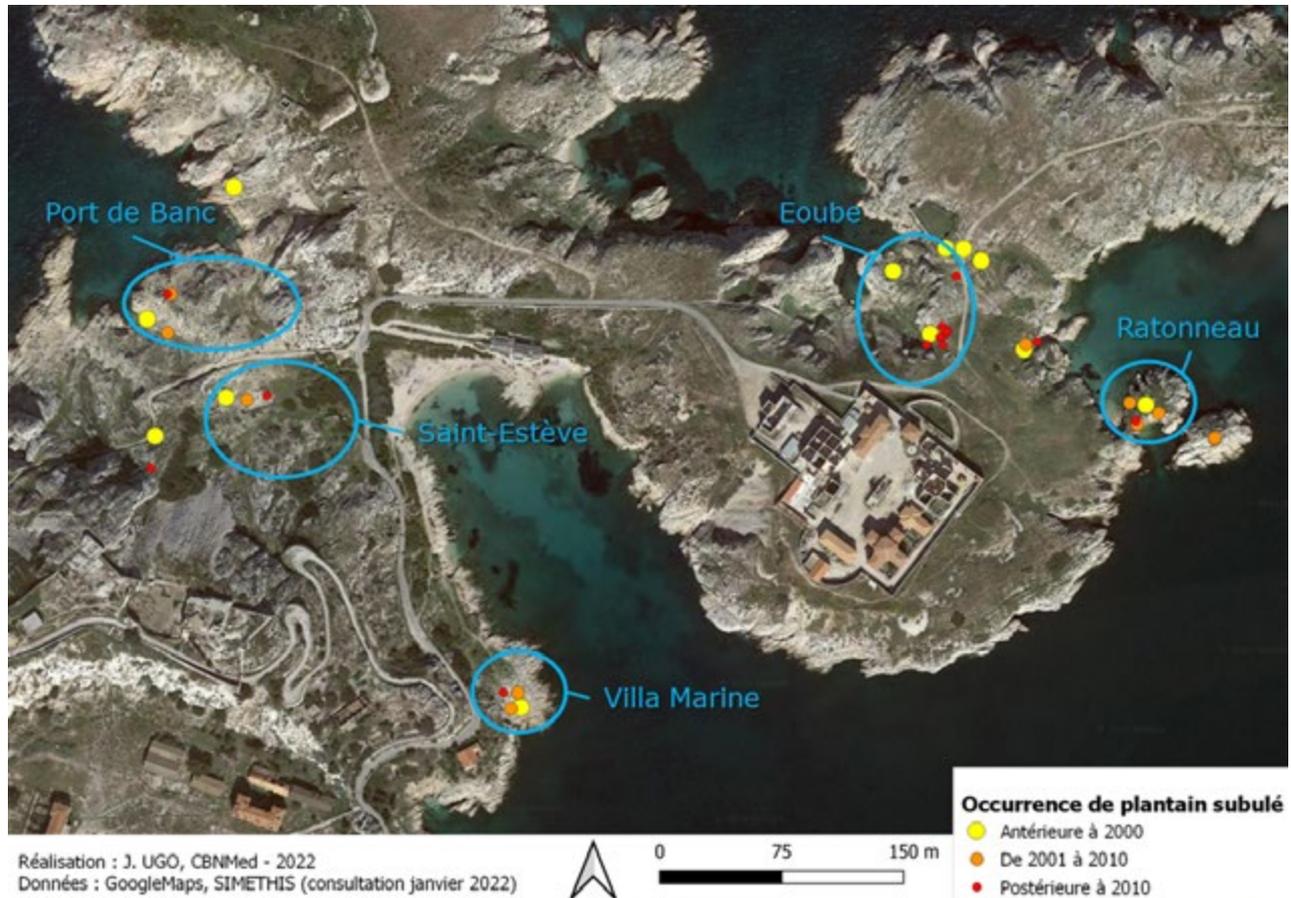
Sur cette espèce en particulier, le tri manuel des infrutescences a été particulièrement long et fastidieux. En l'absence d'équipements de tri automatisé, il est important de ne pas négliger ce temps dans le chiffrage global de l'opération, a fortiori dans une opération telle que celle engagée ici. En effet, le timing entre les récoltes (juillet 2017) et les plantations (septembre 2018) devait intégrer le temps pour la dessiccation, le tri des graines, les tests de germination pour choix de la modalité la plus efficace, la mise en culture (6 mois). Tout devait s'enchaîner de manière fluide sous peine de retarder les plantations, elles-mêmes calées juste avant les premières pluies d'automne.

Déroulement

La période estivale retenue pour la récolte des graines est naturellement fonction du niveau de la phénologie de la plante, variable d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques. La période d'intervention a pu être appréciée finement grâce aux observations de terrain des gardes moniteurs du PNCAL, informant directement les agents du CBNMed de l'état de la plante.

Les récoltes de graines se sont réalisées en deux temps, à l'image des plantations elles-mêmes. Deux agents du CBNMed accompagnés d'un garde moniteur du PNCAL se sont rendus sur le Frioul fin juin 2017 pour la première récolte. Cette même configuration a été reproduite début juillet 2018 pour la récolte nécessaire aux deuxièmes plantations de 2019. Chaque session de récolte a duré une demi-journée incluant le temps de transport en bateau depuis le continent et les marches d'approche entre les différentes stations. Ces stations sont représentées par les enveloppes bleues sur la figure ci-après.

LOCALISATION DES STATIONS DE PLANTAIN SUBULÉ SUR L'ÎLE RATONNEAU AU FRIOUL



Lors des récoltes en été 2017, seules les stations Saint-Estève, Eoube et Ratonneau ont été prélevées. Celle de Port de Banc a été jugée insuffisante en termes de production de graines, quant à celle de la Villa Marine, jugée trop « minérale » et trop fréquentée par les touristes pour faire l'objet d'un tel chantier de plantation. Lors des récoltes de l'été 2018, la station de Port de Banc a pu être prélevée avec les trois autres précédemment ciblées.

■ Mise en culture

Recommandations méthodologiques

Le CBNMed disposait de résultats de tests de germination antérieurs sur le plantain subulé, ce qui a permis de sélectionner des modalités jugées favorables dès la première campagne, sans gaspiller de précieuses graines sur des modalités moins appropriées. Ceci a été particulièrement salubre à cette étape, considérant le faible nombre de graines récoltées lors de la première campagne.

S'agissant d'une espèce inféodée à des rochers littoraux dont la quasi-absence de sol est l'une des principales caractéristiques, le choix du mélange de terre à placer dans les godets de culture fut primordial. L'objectif étant de trouver un substrat adapté, tout en respectant la « frugalité » de la plante. Une partie des plantules a ainsi été placée dans des godets remplis de terre provenant directement du Frioul, mêlée de cailloux également prélevés sur site, et complétée de terreau bio. Opération ayant nécessité la rédaction d'une nouvelle demande spéciale de prélèvement en cœur de parc, obtenue rapidement compte tenu des enjeux. Au vu des résultats finalement peu concluants de cette expérience (pas de croissance, ni de survie des plants supérieures par rapport à un substrat standard), elle n'a pas été reconduite pour la deuxième campagne de plantation de 2019. Le mélange standard utilisé pour l'autre partie des plantations 2018 a ainsi été utilisé pour la totalité des plants 2019, à savoir un tiers de terreau bio (Citepro TP01 UAB), un tiers de terre végétale (marque Richeterre) et un tiers de substrat de golf (4SPRO). Ce choix d'homogénéiser les conditions de culture a par ailleurs permis un gain de temps non négligeable lors du suivi hebdomadaire des plants en pépinière.

Déroulement

Les plantules issues des tests de germination, débutés mi-novembre 2017 et relevés quotidiennement, sont immédiatement placées dans des godets antichignons (7x7x14 cm) avec le mélange de substrat détaillé précédemment et, dans un premier temps, placées sous serre à Porquerolles avec un arrosage léger tous les deux à trois jours. Les plants arrivent ainsi en serre au fur et à mesure des germinations et y restent jusqu'à mi-mars 2018, lorsque les températures deviennent plus clémentes pour les placer sous ombrière. Un arrosage est alors effectué lorsque jugé nécessaire, en fonction de l'état des plants et des conditions météorologiques, et ce durant tout le printemps et l'été 2018. Le même déroulement a été suivi pour les mises en culture de la deuxième campagne (de novembre 2018 à l'été 2019).

■ Plantations

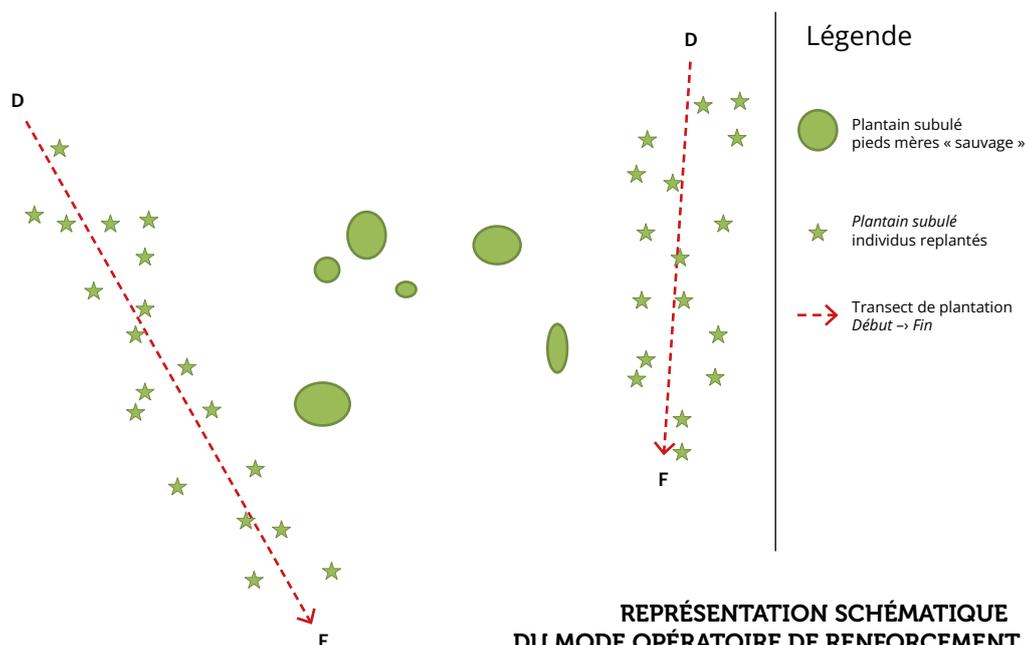
Recommandations méthodologiques

Comme évoqué précédemment, il a été choisi de respecter au maximum la provenance des plants et les replanter à proximité de leurs pieds mères, sinon au sein des mêmes populations mères. Cette contrainte a particulièrement conditionné les plantations en raison de la très faible disponibilité en surface « creusable » dans ces secteurs ; le plantain subulé affectionne en effet les rochers et garrigues littorales écorchées où la végétation ne peut s'exprimer qu'à la faveur de petites poches de terre coincées dans les rares anfractuosités de la roche. Ceci associé à la présence au sol de nombreuses autres espèces végétales rares et menacées, dont certaines protégées, a rendu indispensable une journée préalable de repérages sur le terrain. L'objectif était d'estimer, par station, combien de plants pouvaient raisonnablement y être installés, quelle était la capacité d'accueil du milieu, considérant aussi le caractère favorable de l'habitat ainsi que les risques potentiels de dégradations.

À ce propos, il a été choisi de ne pas signaler ces plantations sur le terrain : pas de repères ostensiblement visibles, pas de panneauage ni de mise en défens. Ces dispositifs ont en effet pour habitude d'attirer les visiteurs, curieux de savoir ce qui s'y passe, générant ainsi un piétinement important, et parfois aussi quelques actes de vandalisme. Ce choix a été motivé par la réalisation d'aménagements du réseau de sentiers sur l'archipel il y a plusieurs années et qui semblent aujourd'hui assez bien respectés. Il n'est pas rare d'observer de la divagation hors sentier mais elle est marginale et les stations de plantations étaient pour la plupart hors de ces axes potentiellement empruntés par les visiteurs. Ceci a également eu des conséquences sur le schéma de plantation ainsi que sur les modalités de suivi détaillés dans les chapitres dédiés.

Schéma de plantation

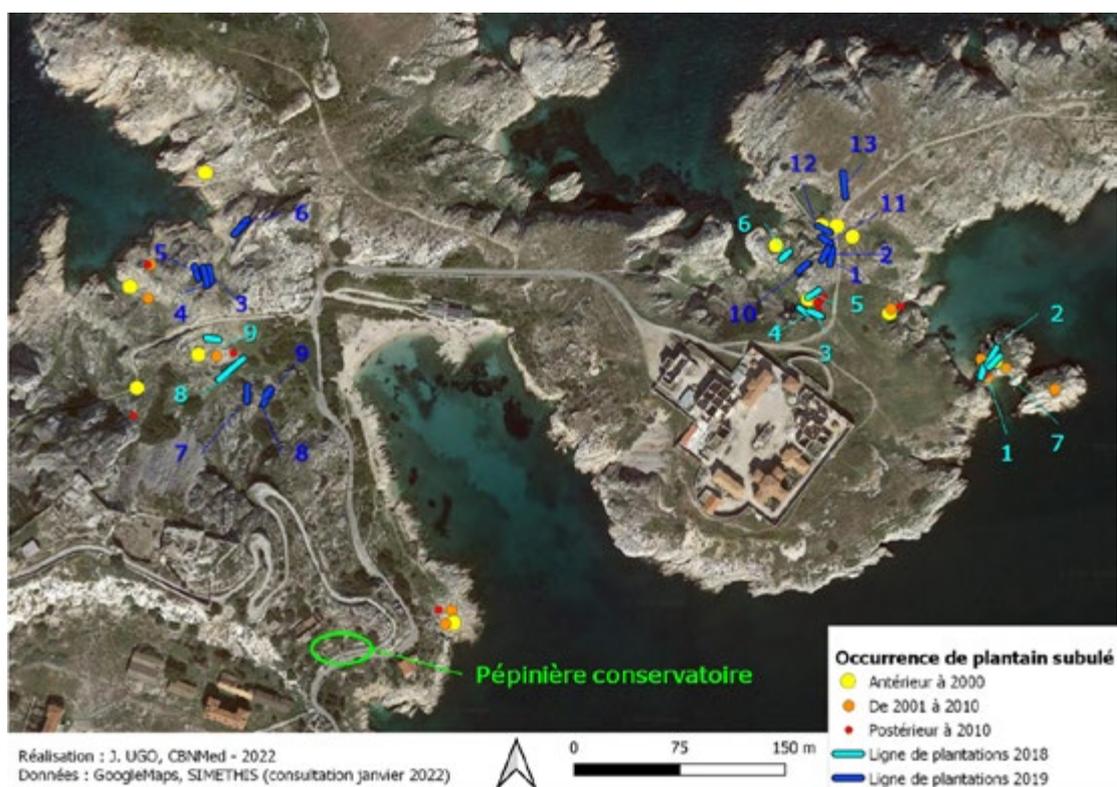
Le choix des sites de plantation a été conditionné, comme évoqué précédemment, par le respect de la provenance des graines : chaque plant produit devant être replanté dans sa station d'origine. Pour faciliter le repérage lors des suivis ultérieurs, les plants ont été disposés, selon la disponibilité en sol meuble, le long de lignes matérialisées par un décimètre comme l'illustre la figure ci-après. Ce dispositif permettant de noter les « coordonnées » de chaque plant par sa position le long du décimètre et sa distance à celui-ci :



Les plantations 2018 ont porté sur les stations Saint-Estève, Eoube et Ratonneau ; 204 pots de plantain subulé répartis en neuf lignes de plantation. Un lot de 95 plants mêlant toutes les stations insulaires a également été constitué pour être installé dans une pépinière conservatoire située à proximité des stations naturelles. Cette pépinière, aménagée avec l'aide des élèves de Bac Pro Gestion des Milieux Naturels et de la Faune du lycée agricole des Calanques deux semaines avant les plantations de 2018, est la première partie d'un projet de jardin botanique porté par le PNCAL et la Ville de Marseille. En 2019, considérant les retours des plantations précédentes (voir partie « retours d'expérience »), la station Ratonneau n'a pas été retenue et c'est finalement celle de Port de Banc qui a été choisie : 291 pots de plantain subulé y ont été plantés répartis en treize lignes de plantations.

Ces lignes de plantations ainsi que l'emplacement de la pépinière conservatoire sont représentés sur la figure ci-après.

LOCALISATION DE LA PÉPINIÈRE CONSERVATOIRE ET DES LIGNES DE PLANTATIONS 2018 ET 2019 AU SEIN DES POPULATIONS DE PLANTAIN SUBULÉ SUR L'ÎLE RATONNEAU AU FRIOUL



Déroulement

La première campagne de plantation sur l'archipel du Frioul a donc eu lieu les 25 et 26 septembre 2018 et a mobilisé l'équivalent de 18 journées/homme. Les 295 individus plantés se répartissent ainsi :

- › 48 plants à la station Eoube ;
- › 72 plants à la station Ratonneau ;
- › 84 plants sur la station Saint-Estève ;
- › 91 plants à la pépinière conservatoire (mélange des 3 stations).

La deuxième campagne de plantation a eu lieu du 30 septembre au 1^{er} octobre 2019 et a mobilisé l'équivalent de 13 journées/homme. Les 291 individus plantés se répartissent ainsi :

- › 122 autour de la calanque d'Eoube ;
- › 111 plants à la calanque de Port-de-Banc ;
- › 58 en retrait de la plage Saint-Estève.

Les nombres de plants par station sont déterminés par la disponibilité en substrat dans les habitats jugés favorables. Dans les deux cas, les plantations ont été arrosées une fois par semaine pendant trois semaines par les agents du PNCAL, avec en moyenne quatre à cinq jerrycans de 20 litres utilisés par session.

SUIVI ET ÉVALUATION

■ Recommandations méthodologiques

Les choix retenus en matière de design du protocole de suivis doivent être en adéquation avec les caractéristiques de l'espèce et surtout du site de plantation, tout en permettant de répondre à cette unique et simple question : quel est le taux de survie des plants après plantation ?

Ce sont en effet ces principes de simplicité et sobriété qui ont présidé aux choix :

- › de ne relever que l'état « vivant / mort » des plants. Des variables sur leur vigueur, comme le nombre de feuilles par plant ou le diamètre des rosettes, sont trop tributaires des conditions édaphiques et microclimatiques, non normalisées ici. Par ailleurs, la taille des plants n'est pas corrélée à leur survie ;
- › de rendre ces plantations les plus discrètes possibles (pas de repères ostensiblement visibles, pas de panneaux d'information). Ceci répond à plusieurs injonctions liées à la nature du site. Les paysages sur l'archipel du Frioul sont très minéraux, à la végétation rase, il n'était pas question de rompre cette identité avec des aménagements supplémentaires, a fortiori en cœur de parc national.

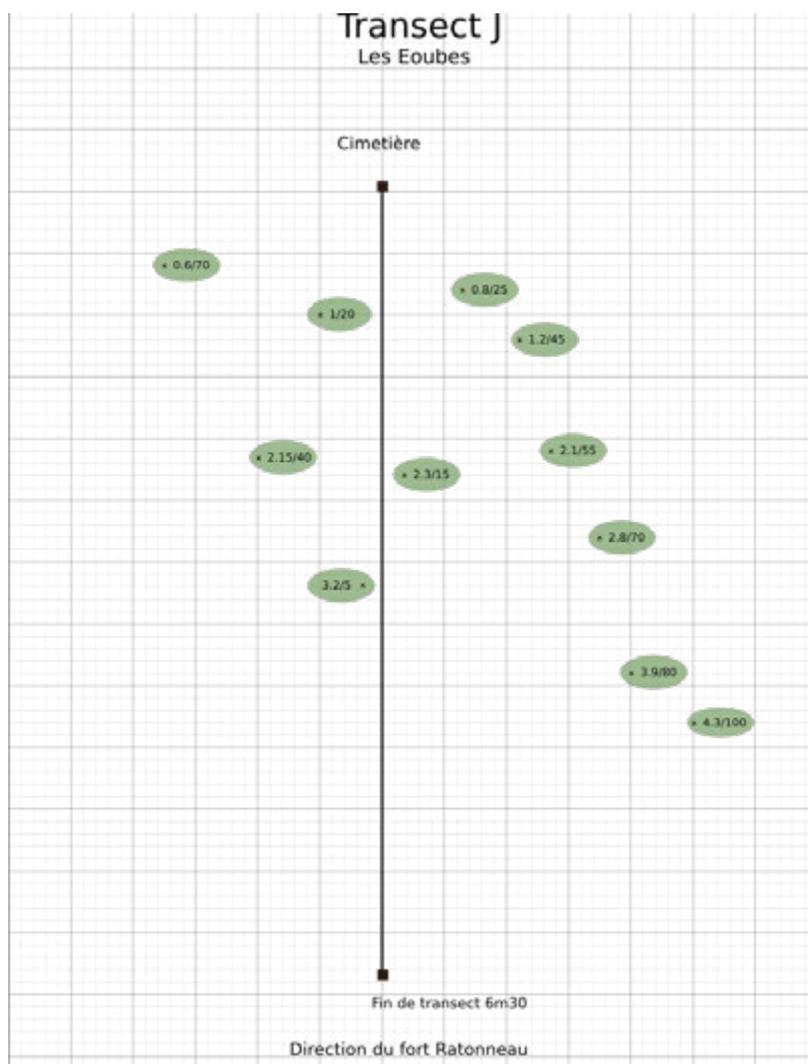
Quant au choix de la périodicité des sessions de suivi, il doit être mûrement réfléchi en prenant en compte tous les paramètres du site en question. Les sessions printanières ont ici été significativement contraintes par le comportement territorial du goéland leucophaé alors en pleine période de reproduction. Certains couples avaient en effet établi leur nid en plein milieu d'une ligne de plantation au niveau de la calanque d'Eoube. S'agissant d'un oiseau qui n'abandonne pas son nid à la moindre perturbation, l'impact de ce dérangement sur l'espèce est minime mais ne doit pas être négligé pour d'autres espèces.

■ Protocoles de suivis

L'objectif du suivi mis en place sur ces plantations est de pouvoir mesurer le taux de survie des plants après leur plantation. Le dispositif de plantation a donc été conçu en ce sens : les extrémités des lignes de plantation ont été matérialisées sur le terrain par des repères semi-permanents fixés dans la roche (plaquettes utilisées en escalade), permettant ainsi d'y fixer un décimètre et retrouver aisément les plants dont les coordonnées avaient été préalablement notées lors des plantations (distances en centimètres le long de l'axe et perpendiculaire à celui-ci), comme l'illustre la figure ci-contre.

Sont relevés à chaque session de suivi le statut des plants (mort ou vivant) ainsi que les éventuelles floraisons / fructifications. Les agents du PNCAL effectuent de leur côté un suivi annuel des individus sauvages de plantain subulé sur le Frioul ; cette dernière information est en effet nécessaire pour les alerter sur de nouvelles germinations à proximité des lignes de plantations.

EXEMPLE DE PLAN DE SUIVI D'UN TRANSECT DE PLANTATION



■ Périodes de réalisation

Pour chaque campagne, la première session de suivi a été réalisée un mois après les plantations, puis tous les trois mois pendant une année, puis tous les six mois la deuxième année pour enfin passer à un suivi annuel à partir de la troisième année.

RETOURS D'EXPÉRIENCE LIFE

■ Calendrier d'exécution des actions

		2017		2018				2019				2020				2021				2022			
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Études préparatoires	Diagnostic et définition de la stratégie	■	■																				
	Demande d'autorisations	■	■																				
	Test de germination			■	■			■	■														
Gestion conservatoire	Première campagne	Récolte des graines	■																				
		Mise en culture			■	■																	
		Plantations					■																
		Arrosages					■																
	Deuxième campagne	Récolte des graines				■																	
		Mise en culture							■	■													
		Plantations								■													
		Arrosages								■	■		■	■									
Suivi et évaluation	Suivis première campagne					■	■	■	■	■		■	■	■				■				■	
	Suivis deuxième campagne									■	■	■	■	■		■		■				■	

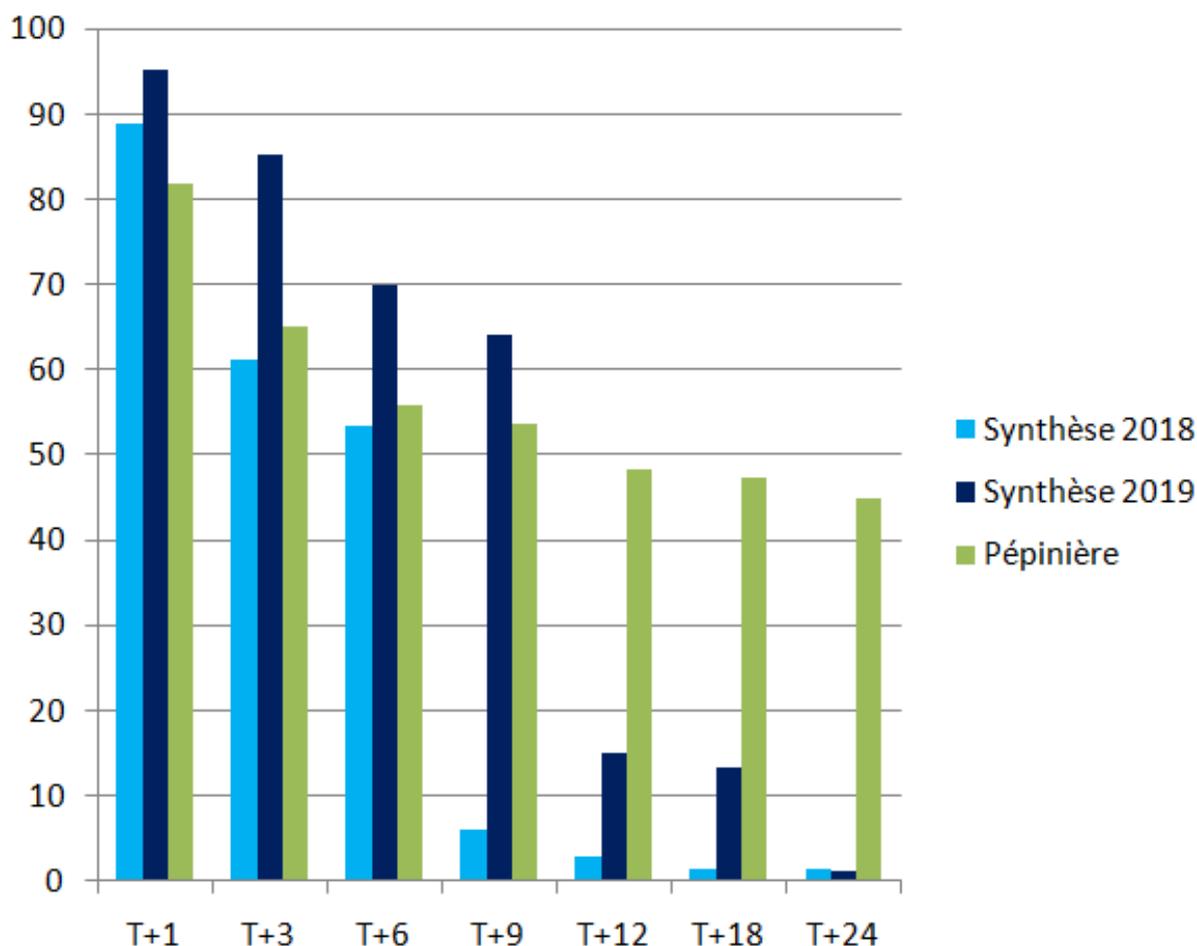
■ Matériel et équipement utilisés

Le choix de godets antichignons de dimensions 7 x 7 x 14 cm fut judicieux vis-à-vis des systèmes racinaires des plants produits car, en effet, certains étaient bien vigoureux au terme des six mois de culture et leurs racines commençaient à sortir des pots. Cependant, leur profondeur de 14 cm s'est parfois avérée problématique lors des plantations : le caractère très minéral des sites de renforcement ne permettait pas toujours de creuser sur une telle profondeur. Ceci met en évidence toute la difficulté de trouver le meilleur compromis entre vigueur des plants, modalités de culture et coûts de leur entretien.

■ Résultats

La figure ci-dessous présente les taux de survie moyens par année de plantation et par session de suivi (T + X mois après plantation).

TAUX DE SURVIE MOYENS DES PLANTS DE PLANTAIN SUBULÉ
TOUTES STATIONS CONFONDUES PAR ANNÉE DE PLANTATION (2018 / 2019)
ET PAR SÉQUENCE DE SUIVI (T+X)



Bien qu'il soit trop tôt pour dresser un bilan après seulement deux années de suivi post-plantations, quelques informations peuvent néanmoins être retirées de ces premières données :

- › les taux de survie cumulés baissent de 10 % à 15 % dès le premier mois pour les plantations 2018, mettant probablement en évidence des maladresses lors des plantations. Certains plants étaient en effet bien vigoureux et leurs racines développées en dehors des godets, le dépotage de tels individus a probablement malmené leur système racinaire, fragilisant ainsi leur installation. Les plants produits en 2019 étaient bien plus homogènes et il n'a pas été constaté de baisse similaire lors des premiers suivis pour cette deuxième campagne sur ce même pas de temps ;
- › les taux de survie cumulés chutent de 30 % à 45 % au milieu du printemps pour les plantations 2018. Ces pertes pourraient être dues à un important déficit de précipitations durant tout l'hiver 2018-2019. En effet, entre janvier et mars 2019, il n'est tombé que 15,9 mm de pluie au lieu des 149 mm (soit 10 % des précipitations) qui tombent en moyenne sur cette même période (source : www.meteofrance.com – station de référence Marignane) ;
- › les suivis d'août 2019 puis de février 2020 confirment cette tendance avec des taux de survie pour le moins catastrophiques. Aucun individu survivant n'est retrouvé sur les stations de Saint-Estève et de Ratonneau, les rares survivants à la calanque d'Eoube sont de belle venue mais en nombre clairement insuffisant. La canicule de 2019 leur a très certainement été fatale, une canicule pas seulement estivale (+15 % de températures et -60 % de précipitations par rapport à la normale sur les 3 mois d'été) mais surtout hivernale et printanière, avec près de 90 % de précipitations en moins entre janvier et mars 2019... Phénomène vraisemblablement atténué pour les plantations 2019 par les arrosages hebdomadaires durant les mois d'avril, juillet et août 2020. La chute du taux de survie pour la deuxième campagne de plantation ne survient en effet qu'à l'issue de l'été 2020, et de manière moins prononcée que pour celle de 2018 (15 % de taux de survie pour les plantations 2019 un an après plantation, contre moins de 3 % pour celles de 2018 sur le même pas de temps) ;
- › sur le même pas de temps d'un an, le taux de survie des plants installés dans la pépinière conservatoire, plus abritée du vent et avec un peu plus de sol disponible, est d'environ 50 % et semble se stabiliser au terme de la deuxième année de suivi. Aucun arrosage n'y a été effectué, seul un léger désherbage est réalisé régulièrement par les agents du PNCAL ;
- › ce n'est qu'au terme de la deuxième année après plantation que les plants de 2019 atteignent le même taux de survie d'environ 3 % que ceux de 2018, du fait très probablement de l'absence d'arrosage durant l'été 2021.



*Individu de plantain subulé retrouvé au milieu des touffes d'*Allium commutatum**

L'effet le plus marquant et le plus rapide à avoir été détecté est l'explosion d'une population d'ail des îles (*Allium commutatum*) sur le site de Ratonneau. Des bulbes de cet ail avaient été sortis des trous de plantations lors du chantier, la plupart fragmentés par l'effet du creusement, ce qui a contribué à sa multiplication autour des plantations, au point d'exercer une concurrence très forte dès le printemps suivant.

■ Discussion et prospective

Bien que la séquence de suivi soit très courte et qu'il soit difficile d'établir une conclusion ferme et définitive sur cette action, les éléments disponibles font état d'un bilan négatif. Négatif à la fois pour le plantain subulé lui-même, dont le déclin sur l'archipel semble se poursuivre malgré nos efforts combinés, mais aussi pour le gestionnaire et le CBNMed qui ont investi des moyens humains et techniques pour mener à bien cette opération.

Du piétinement a pu être constaté occasionnellement (A. ROBIN – PNCAL, comm. pers.) mais il ne peut à lui seul expliquer une telle chute des taux de survie. Comme évoqué précédemment, les deux étés 2018 et 2019 ont été particulièrement chauds et secs. Il est tout à fait possible d'imaginer que des plants élevés en ombrière pendant 6 mois, même issus de pieds mères du Frioul (donc génétiquement adaptés à la rudesse des conditions locales), aient éprouvé quelques difficultés à s'acclimater sur site après avoir été chouchoutés pendant plusieurs mois.

Une autre hypothèse peut être avancée : le fait que les graines à l'origine de ces plants provenaient toutes du Frioul, d'une population sur le déclin estimée à seulement quelques dizaines d'individus. Un échantillon fondateur probablement appauvri génétiquement, portant en lui les causes de son propre déclin, faute de potentiel adaptatif suffisant. S'il semblait urgent d'intervenir, et que les moyens mis en œuvre pour cette intervention puissent être jugés adaptés à la situation de l'espèce et aux contraintes du site, cette intervention a manifestement été trop tardive pour endiguer ce déclin sur l'archipel du Frioul.

RENFORCEMENT ET (RÉ)-INTRODUCTION DE POPULATIONS D'ASTRAGALE DE MARSEILLE

- Enjeux et objectifs globaux
- Études préparatoires
- Gestion conservatoire
- Suivis
- Retours d'expérience LIFE

ENJEUX ET OBJECTIFS GLOBAUX

■ Contexte

Dans le sud de la France (Provence), l'astragale de Marseille présente une répartition très morcelée le long du cordon littoral périurbain aux portes de la mégapole marseillaise dans les Bouches-du-Rhône (Marseille, la Ciotat) ainsi que dans le Var (Saint-Cyr-sur-mer, Six-Fours-les-plages et La Seyne-sur-mer) pour un total de 4919 individus (Baumberger et al. 2021). Fait remarquable, 88 % des individus sont présents dans le Parc national des Calanques (département Bouches-du-Rhône) et 12 % dans le département du Var. De plus, environ 70 % des individus se développent dans les zones proches de Marseille avec 45 % des individus dans le secteur des Calanques littorales et 25 % sur les archipels du Frioul (Pomègues et Ratonneau) et de Riou.

L'astragale de Marseille peut se développer sur des sols pollués en éléments traces métalliques et métalloïdes (ETMM) issus d'activités industrielles passées sur le littoral péri-marseillais à des concentrations pouvant être très élevées (Laffont-Schwob et al., 2011 ; Salducci et al., 2019). Cette tolérance pourrait s'expliquer par la particularité de l'astragale de Marseille de pouvoir établir deux types de symbioses racinaires qui faciliteraient la séquestration des ETMM au niveau du système racinaire et de sa rhizosphère, limiteraient leur transfert aux parties aériennes et lui confèreraient aussi un avantage sélectif pour se développer dans ces sols carencés en eau et nutriments (Laffont-Schwob et al. 2011).

Diverses études *in natura* de la dynamique de ses populations depuis 2005 ont mis à jour des signaux préoccupants de régression démographique (Affre et al. 2015) qui se traduisent par (i) un succès reproducteur modéré, (ii) un taux de recrutement (semis et plantules) faible voire l'absence de régénération et (iii) une augmentation des nécroses individuelles associée à (iv) une forte mortalité des individus adultes. En effet, la plupart des individus (66,3 %) présentent une nécrose supérieure à 10 % et 22 % des individus ont une nécrose foliaire supérieure à 50 % (Baumberger et al. 2021). Ainsi, les dynamiques populationnelles régressent fortement et régulièrement (taux de croissance des populations inférieur à 1).

Les causes du déclin des populations de l'astragale de Marseille sont multifactorielles avec des difficultés à faire émerger un facteur prépondérant. D'une part, les infrastructures urbaines (habitations, routes, chemins) sur le littoral péri-marseillais ont engendré une perte et une dégradation notoire de ses habitats favorables avec la disparition d'au moins quatre populations précédemment connues (Baumberger et al. 2021). D'autre part, les stress abiotiques (vents violents, salinité et xéricité élevées), les pollutions organiques et inorganiques notoires des eaux et des embruns issus du trafic maritime et des rejets d'eaux usées traitées ont entraîné une mortalité certaine des individus (Robert-Peillard et al. 2015). De même, la fréquentation intense touristique et de loisirs ainsi que la compétition naturelle générée par les espèces végétales caractéristiques des garrigues littorales et les espèces végétales exotiques envahissantes (griffes-de-sorcière, agaves, oponces) ont augmenté la régression de ses populations (Affre et al. 2015).



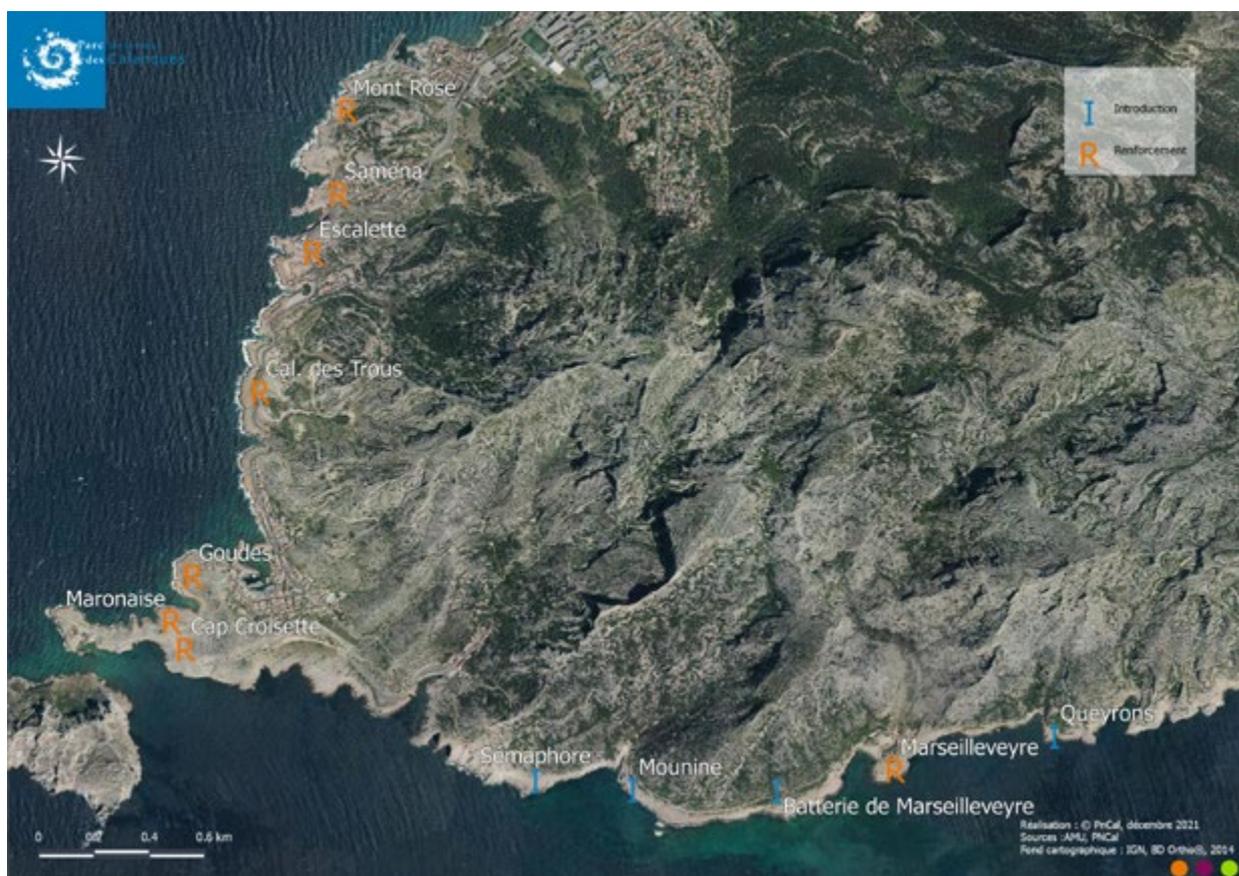
Branchages nécrosés d'un individu d'*Astragalus tragacantha*

Dans ce contexte, si la restauration des habitats constitue une bonne approche pour conserver les espèces menacées, chez les plantes, certains facteurs comme la dispersion limitée des diaspores et les banques de graines transitoires du sol font que le renouvellement spontané des populations végétales dans des habitats restaurés est difficile voire impossible (Godefroid et al. 2011). Une mesure de restauration plus efficace pour conserver les plantes menacées consiste en la translocation d'individus, c'est-à-dire l'enlèvement volontaire d'individus de populations naturelles dans le but d'établir une nouvelle population (introduction), de re-établir une population disparue (ré-introduction) ou d'augmenter une population établie (renforcement) (Menges 2008). En effet, la translocation d'individus sous forme de graines comparativement aux plantules se traduit par un taux de succès extrêmement réduit (Menges 2008).

■ Objectifs

Face à tous ces constats, il a été décidé, dans le cadre du projet LIFE Habitats Calanques, de réaliser un sauvetage démographique de l'astragale de Marseille en transplantant des plantules *in natura* dans 8 sites déjà existants (renforcement des sites du Mont Rose, Saména, Calanque des Trous, Escalette, Goudes, Maronaise, Cap Croisette et Marseilleveyre) et dans 4 nouveaux sites favorables (introduction/ré-introduction dans les sites Sémaphore, Mounine, Batterie Marseilleveyre et Queyrans) afin d'augmenter les potentialités de connectivité entre les habitats existants.

LOCALISATION DES TRANSPLANTATIONS DES PLANTULES D'ASTRAGALUS TRAGACANTHA DANS LES SITES DE RENFORCEMENT



Code R en orange, Mont Rose, Saména, Calanque des Trous, Escalette, Goudes, Maronaise, Cap Croisette et Marseilleveyre et les sites d'introduction / ré-introduction code I en bleu, Sémaphore, Mounine, Batterie Marseilleveyre et Queyrans
© PNCAL

ÉTUDES SCIENTIFIQUES PRÉPARATOIRES

Le sauvetage d'une espèce végétale au bilan démographique déficitaire nécessite au préalable des études démographiques, génétiques et de biologie de la reproduction pour être efficace (Bottin et al., 2007 ; Heywood et al. 2018). Un ensemble d'études scientifiques des paramètres écologiques, reproducteurs et génétiques a été entrepris en amont par Aix-Marseille Université (Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale et Laboratoire Population Environnement Développement) afin de réunir les connaissances requises à la restauration des populations de l'astragale de Marseille.

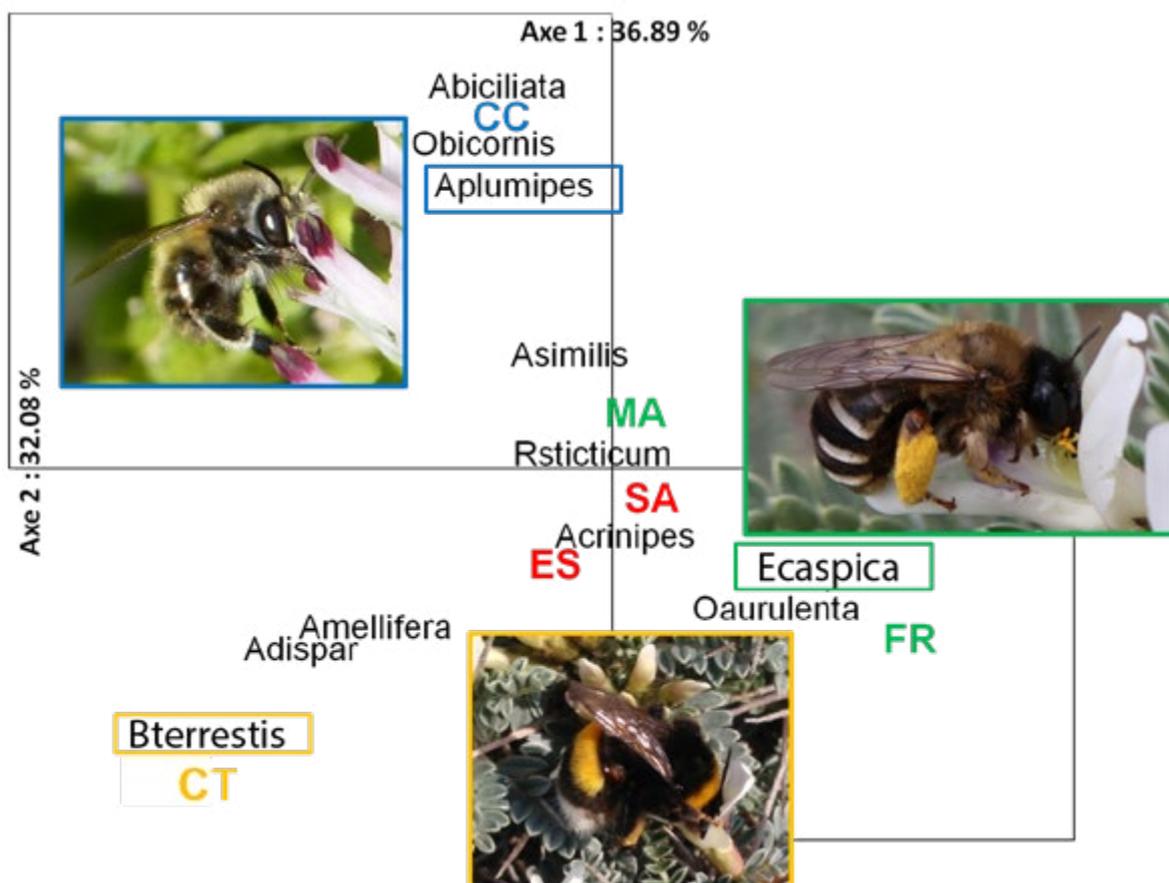
La restauration de populations végétales vise (i) le maintien de populations génétiques autonomes capables de subir des changements évolutifs adaptatifs (Guerrant & Kaye, 2007) et (ii) l'évitement de la dépression de consanguinité au sein des populations et, parallèlement, la prévention de la dépression d'allogamie entre les populations (McKay et al., 2005). La dépression de consanguinité est une diminution de la vigueur de la progéniture issue de croisements consanguins et la dépression d'allogamie est une réduction de la vigueur de la progéniture issue de croisements allogames. De plus, le succès de reproduction des plantes entomophiles peut diminuer si les pollinisateurs sont inefficaces ou absents. D'un autre côté, l'existence d'une structuration génétique entre les populations pose aussi le problème des manipulations génétiques lors des expériences de restauration des populations, à savoir l'origine des semences (Falk et al., 1993 ; Krauss et Hua He, 2006). Par exemple, une faible différenciation génétique entre les populations permet l'utilisation de semences d'origine multiple inter-populationnelle pour favoriser la variabilité génétique et améliorer la persistance à long terme d'une population, alors qu'une différenciation génétique élevée entre les populations oblige à utiliser des semences uniquement d'origine intra-populationnelle pour éviter les translocations d'individus avec des génotypes mal adaptés et pour préserver l'intégrité génétique de chaque population (Krauss et Hua He, 2006 ; McKay et al., 2005 ; Wilkinson, 2001 ; Sackville Hamilton, 2001 ; Godefroid et al., 2011).

Ainsi, l'objectif de cette étude consiste à caractériser les particularités reproductrices et génétiques de l'astragale de Marseille en termes d'avantages ou de handicaps afin d'optimiser les choix ultérieurs de gestion de ses populations.

■ Reproduction et activité des pollinisateurs

D'une part, la réalisation de traitements manuels de pollinisation contrôlée et l'observation de l'activité des pollinisateurs (Schurr et al. 2019) a démontré que l'astragale de Marseille ne peut pas se reproduire par autogamie spontanée mais est auto-compatible. Le succès reproducteur des fleurs dépend donc de la visite d'insectes pollinisateurs. Différentes guildes d'insectes pollinisateurs ont été observées selon les sites avec la prédominance d'une seule espèce pollinisatrice dans la plupart des populations, en particulier, à Cap Croisette, au Frioul et à la Calanque des Troues avec la prédominance respective des abeilles solitaires *Anthophora plumipes*, *Eucera caspica* et *Bombus terrestris*. De plus, il a été démontré une dépression de consanguinité significative uniquement dans le site de la Calanque des Troues et une dépression d'allogamie lors de croisements entre le site de Cap Croisette et ceux de Marseilleveyre et de la Calanque des Troues. La pérennité des populations de l'astragale de Marseille est donc caractérisée par des interdépendances écologiques à ne pas négliger dans la préservation de cette plante.

ANALYSE PAR CORRESPONDANCE DE LA DISTRIBUTION DES CAPTURES D'ESPÈCES SELON LES POPULATIONS D'A. TRAGACANTHA DANS LE PARC NATIONAL DES CALANQUES



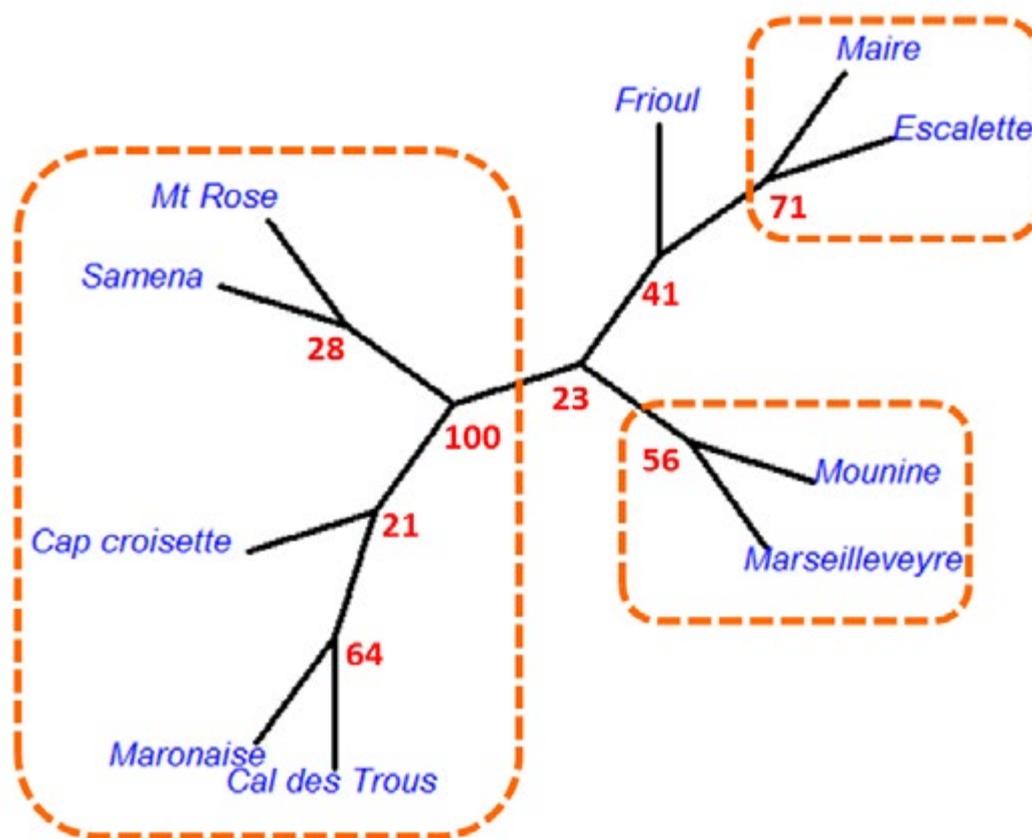
Les différentes couleurs distinguent des groupes différents par regroupement hiérarchique. Les sites de même couleur ont une guildes de pollinisateur similaire selon le regroupement hiérarchique (les sites MA et FR, et ES et SA). CC : Cap Croisette, ES : Escalette, FR : Frioul, CT : Calanque des Troues, MA : Marseilleveyre, SA : Saména

ABICILIATA : *Anthophora biciliata*, APLUMIPES : *Anthophora plumipes*, ASIMILIS : *Anthophora similis*, ACRINIPES : *Anthophora crinipes*, ADISPAR : *Anthophora dispar*, OBICORNIS : *Osmia bicornis*, OATURULENTA : *Osmia aurulenta*, ECASPICA : *Eucera caspica*, BTERRESTRIS : *Bombus terrestris*, RSTICTICUM : *Rhodanthidium sticticum*, AMELLIFERA : *Apis mellifera*.

■ Structuration génétique des populations

D'autre part, l'analyse moléculaire du polymorphisme de marqueurs microsatellites (ISSR, Inter Simple Sequence Repeat) sur 224 plants d'astragale de Marseille a permis d'évaluer l'existence de brassage génétique du fait de la reproduction sexuée et d'évaluer la différenciation génétique entre les sites pour aider au choix des sources de graines. Les sites échantillonnés ont concerné Marseilleveyre, Mounine, Cap Croisette, Maronaise, Calanque des Trous, Escalette, Saména, Mont Rose ainsi que les sites Frioul et Maire pour favoriser la comparaison de la structure génétique. Ainsi, il a été démontré un léger déficit de brassage génétique intra-site qui peut être causé par des croisements consanguins et/ou une structure spatiale des individus en agrégats. De plus, la diversité génétique se répartissant à 89 % à l'intérieur des sites et 11 % entre les sites, le niveau de différenciation génétique entre les sites est faible à modéré avec cependant l'émergence de trois groupes évolutifs distincts (i) groupe Mont Rose, Saména, Cap Croisette, Maronaise, et Calanques des Trous, (ii) groupe Mounine et Marseilleveyre et (iii) groupe Escalette et Maire.

RÉSEAU DU PLUS PROCHE VOISIN DES DISTANCES GÉNÉTIQUES DE NEI CONSTITUÉES RÉVÉLÉ PAR 37 MARQUEURS ISSR



Les nombres au niveau de chaque branche indiquent les valeurs de bootstrap variant de 0 à 100 % (méthode statistique de tirage aléatoire avec remise pour laquelle une valeur élevée indique un signal fort et une validité importante des branches entre les sites)

■ Choix de gestion

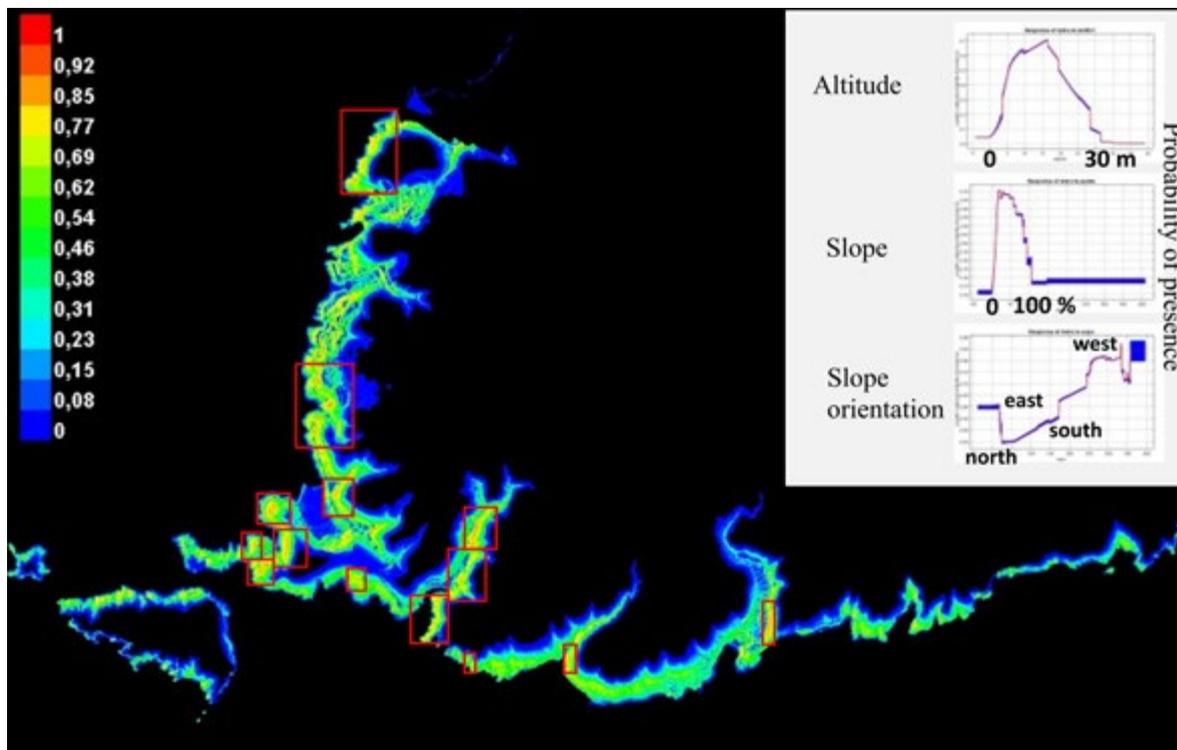
Au vu de ces résultats, il a pu être défini comment prendre en compte la provenance des graines pour la restauration des populations de l'astragale de Marseille. Ainsi, l'existence d'un brassage génétique offre la possibilité de collecter les graines sur des individus différents au sein d'un même site du moment qu'ils sont séparés de quelques mètres et de mélanger l'ensemble de ces graines au sein de chaque site. Par contre, les graines n'ont pas pu être mélangées entre les sites au vu de l'existence d'une dépression d'allogamie entre le site de Cap Croisette et les sites de Marseilleveyre et de la Calanque des Trous. Ainsi, le renforcement des sites a été réalisé uniquement avec les graines de chacun des sites sans mélange entre les sites. Cependant, face à la dépression de consanguinité existante uniquement dans le site de renforcement de la Calanque des Trous, les graines des sites proches, Saména et Mont Rose (du même groupe évolutif), ont été mélangées avec les graines du site de Calanque des Trous afin d'augmenter les potentialités de brassage génétique et de diminuer la dépression de consanguinité dans le site de Calanque des Trous. Enfin, en ce qui concerne les 4 nouveaux sites d'introduction ou de ré-introduction, la faible différenciation génétique entre les populations d'astragale de Marseille autorise à mélanger les graines issues des différents sites existants.

■ Modélisation de l'environnement physique favorable à l'astragale comme aide à la sélection de sites

L'objectif de cette étude est de définir la qualité des habitats afin de choisir les sites d'introduction / de réintroduction. L'originalité de la méthode est de combiner une approche empirique et une approche de modélisation. La qualité des habitats a donc été modélisée en utilisant la méthode implémentée dans le logiciel Maxent sur la base de trois variables topographiques : altitude, pente et exposition de la pente, issues d'un modèle numérique de terrain (MNT) précis à 0,5 mètre (source IGN).

Avant cette modélisation, des relevés floristiques et l'étude des variables d'habitat dans les populations existantes d'astragale de Marseille ont permis de démontrer que : (i) les occurrences d'astragale de Marseille sont limitées par les plantes ligneuses et l'altitude, (ii) l'astragale de Marseille est exclu des formations de garrigue littorale et (iii) l'altitude est corrélée à la végétation ligneuse. Ainsi, la plupart des occurrences d'astragale de Marseille se situe à moins de 20 mètres au-dessus du niveau de la mer. L'altitude est le principal substitut de l'adéquation de l'habitat entre la mer et la végétation ligneuse, la pente est un substitut de la disponibilité du sol et de l'eau, et l'orientation de la pente est un substitut des contraintes physiques telles que le vent et l'ensoleillement. Ensuite, 2241 points d'occurrence d'astragale de Marseille (dont l'occurrence de 104 plantules) ont été pris en compte. La méthode Maxent utilise des combinaisons de « caractéristiques », pour façonner des courbes de réponse entre les occurrences et les variables. Une fois ajustées, les courbes de réponse sont extrapolées pour produire une carte d'occurrence potentielle (carte d'adéquation) d'astragale de Marseille.

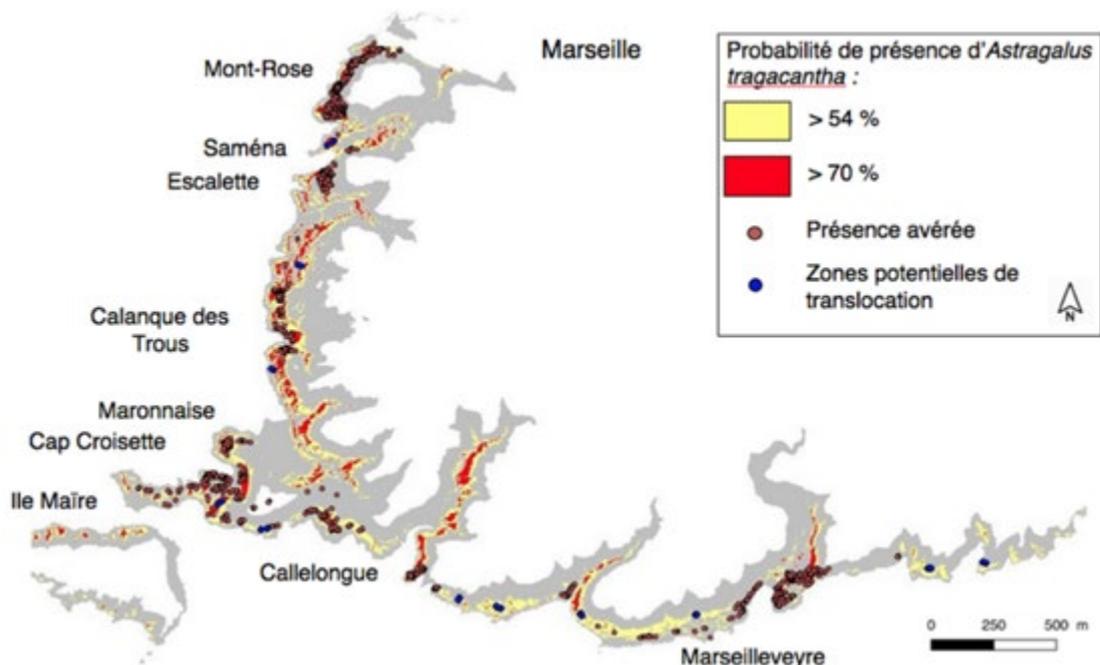
CARTE D'ADÉQUATION PRODUITE PAR LA MÉTHODE MAXENT BASÉE SUR L'ALTITUDE, LA PENTE ET L'ORIENTATION DE LA PENTE ET 2241 OCCURRENCES D'ASTRAGALUS TRAGACANTHA



Toutes les surfaces noires ont été exclues de la modélisation. Les cases rouges sur la carte indiquent les zones favorables. Le cadre montre les courbes de réponse entre les occurrences et les variables d'habitat.

La carte d'adéquation situe les zones les plus adaptées (scores d'adéquation supérieurs à 70 %) pour l'astragale de Marseille entre 5 et 20 m d'altitude, sur des pentes inférieures à 100 % (45°) et le plus souvent orientées à l'ouest, en évitant les surfaces artificielles (routes, bâtis) et les zones de végétation ligneuse inadaptées au développement de l'astragale de Marseille. Ensuite, 11 zones favorables ont été définies manuellement sur ordinateur.

LOCALISATION DES SITES POTENTIELS (POINTS BLEUS) POUR LE RENFORCEMENT OU L'INTRODUCTION / RÉ-INTRODUCTION D'ASTRAGALUS TRAGACANTHA APRÈS MODÉLISATION DES HABITATS FAVORABLES PAR LA MÉTHODE MAXENT



Les couleurs jaune et rouge indiquent une aptitude supérieure à 54 % et 70 % respectivement.

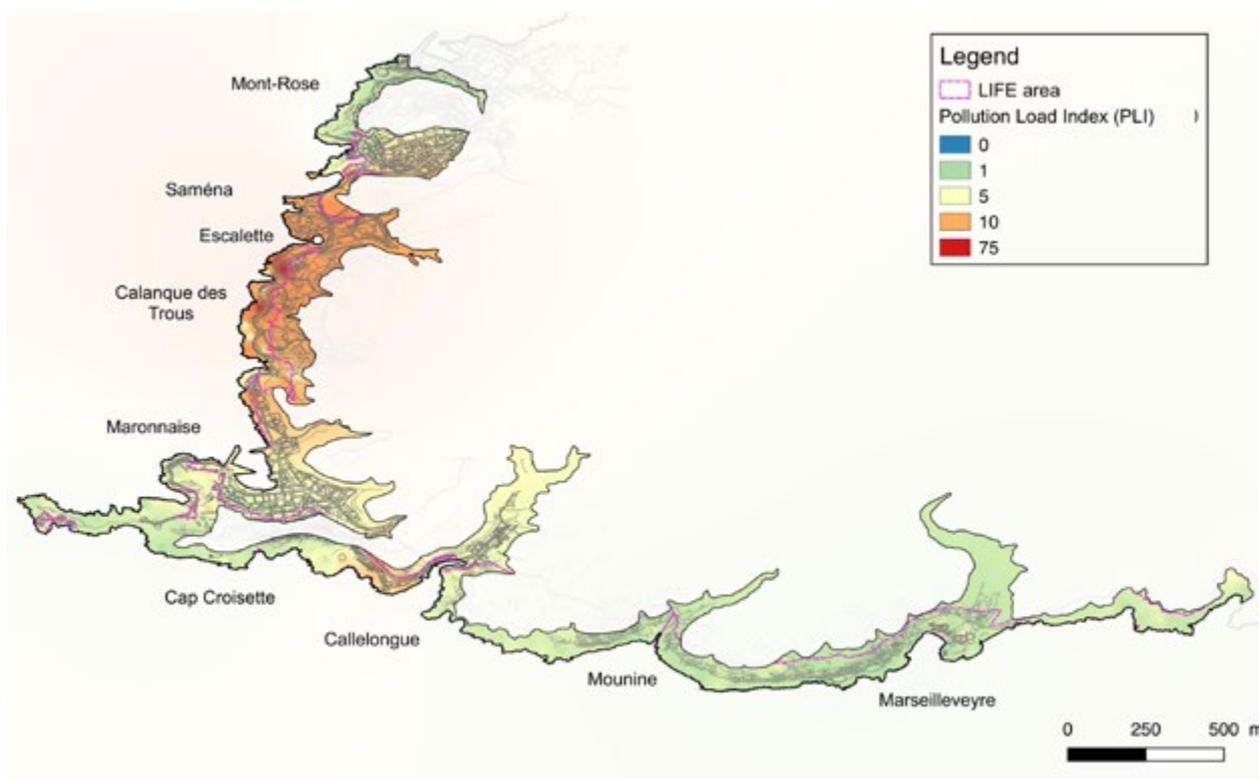
Parmi les 11 zones potentielles, cinq sites sont très proches des occurrences actuelles d'astragale de Marseille et ont déjà été pris en compte dans les 8 sites de renforcement. Les six autres sites peuvent être considérés comme des sites d'introduction / ré-introduction afin d'augmenter la connectivité entre les habitats d'astragale de Marseille. Parmi ces six sites d'introduction / ré-introduction, quatre sont situés dans la partie sud-est où la fréquence d'astragale de Marseille est réduite et les deux autres sont situés en limite est et peuvent être considérés comme une possibilité d'étendre l'aire de répartition de l'astragale de Marseille. Les agents de l'AMU, CBNMed et PNCAL ont réalisé une visite conjointe sur le terrain de ces six derniers sites. Certains sites ont ainsi été éliminés d'emblée en raison de leur accessibilité difficile, car les plantations et les arrosages auraient été trop compliqués à réaliser. D'autres ont été abandonnés en raison de leur fréquentation ou de la composition des formations végétales, estimées trop différentes des phryganes littorales. Au final, ont été retenus les sites Sémaphore, Mounine et Batterie Marseilleveyre pour augmenter la connectivité entre les populations d'astragale de Marseille, et le site Queyrons pour étendre son aire de répartition locale.

À savoir que le site de la Batterie de Marseilleveyre a fait l'objet de discussions en raison de sa position assez éloignée du littoral, derrière un bosquet de pins et avec une végétation de garrigue basse (bruyères) qui pouvait entraîner une fermeture du milieu. Il a cependant été maintenu pour tester si la protection offerte par les pins vis-à-vis notamment des embruns pollués pouvait présenter un intérêt dans l'augmentation de la connectivité entre les populations d'astragale de Marseille. Enfin, la population de l'île Maire devait initialement être renforcée. Cependant, suite à une visite de terrain, il a été noté la présence de quelques 5-6 individus ne permettant pas des récoltes suffisantes de fruits et dont la naturalité est toujours questionable. Par ailleurs, l'arrosage récurrent des plantules aurait demandé une logistique sur le terrain jugée trop complexe.

■ Cartographie des éléments traces métalliques et métalloïdes

Parallèlement, en s'appuyant sur les précédents résultats de modélisation des zones favorables, une cartographie des concentrations en éléments traces métalliques et métalloïdes (ETMM) des sols de surface sur une grille de maille de 50 m (Heckenroth et al. 2022) a été réalisée. Cette étude a permis de vérifier que les teneurs en ETMM n'étaient pas importantes au point de contrecarrer le succès des transplantations, même si l'astragale de Marseille peut se développer *in natura* sur des sols présentant ce type de pollution. Les teneurs en arsenic (As), cuivre (Cu), plomb (Pb), antimoine (Sb) et zinc (Zn) des sols de surface ont donc été analysées *in situ* à l'aide d'un analyseur élémentaire portatif de fluorescence X par dispersion d'énergie (Niton XL3T Gold+). Ainsi, il existe une contamination diffuse des éléments As, Pb et Sb comparativement aux éléments Cu et Zn. Un indice de charge polluante multi-contamination, dont toute valeur supérieure à 1 indique une contamination avérée des sols, démontre une contamination importante sur le site de l'Escalette et sur les zones adjacentes de dépôts massifs de scories ainsi qu'au niveau du site de Callelongue du fait de remblais constituant les soubassements routiers (Heckenroth et al. 2022), y compris dans les localisations éloignées des zones de dépôt des déchets industriels.

CARTOGRAPHIE DE L'INDICE DE CHARGE POLLUANTE (PLI) MULTI-CONTAMINATION CALCULÉ À PARTIR DES FACTEURS DE CONCENTRATION EN ARSENIC, CUIVRE, PLOMB, ANTIMOINE ET ZINC



Compte tenu que la majorité des populations d'astragale de Marseille se développe sur des sols contaminés en ETMM et dans la mesure où les concentrations en ETMM atteintes *in situ* ne dépassent pas celles permettant un développement des plantules en conditions de laboratoire, la restauration des populations de l'astragale de Marseille sur des sols contaminés a été validée et favorisera aussi la fixation biologique des ETMM des sols au niveau de la rhizosphère de l'astragale de Marseille et limitera leur transfert dans le sol, l'air et l'eau.

■ Amélioration de la croissance des plantules par inoculation d'un consortium bactérien

L'astragale de Marseille présente naturellement deux associations symbiotiques racinaires avec, respectivement, des champignons mycorhiziens et des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique du sol. Ainsi, la sélection d'un traitement symbiotique efficace est cruciale pour optimiser la germination des graines *ex situ* ainsi que la croissance et la survie des individus *in situ* et donc l'efficacité de la restauration des populations d'astragale de Marseille. En effet, l'inoculation de micro-organismes symbiotiques s'avère nécessaire dans de nombreux cas de plantations *in natura* afin de diminuer le stress de transplantation et favoriser la nutrition végétale (Martin-Laurent et al., 1999).

Afin de définir le consortium bactérien optimal à apporter, une expérience d'inoculation de 7 souches bactériennes représentatives de la diversité des rhizobia (*Mesorhizobium*, *Rhizobium*) a été réalisée en conditions contrôlées afin de tester leur effet sur la croissance en pots des plantules d'astragale de Marseille issues des sites de Saména, Calanque des Trous, Escalette et Cap Croisette (Blot et Marie-dit-Asse, 2018). Après 6 mois de croissance, uniquement les souches de *Mesorhizobium* stimulent la croissance des plantules ; la plus efficace étant la souche 4 de *Mesorhizobium temperatum*. Afin de déterminer si les bactéries les plus efficaces pour stimuler la croissance des plantules étaient également bonnes compétitrices (assurant ainsi leur maintien après inoculation), des analyses génétiques (*metabarcoding*) ont été réalisées pour identifier quels symbiotes bactériens ont réellement colonisé les racines des plantes par rapport aux mélanges inoculés au départ, et dans quelles proportions. Les souches les plus fréquemment retrouvées au niveau des racines 6 mois après inoculation du mélange bactérien sont les souches 2 et 4 de *Mesorhizobium temperatum* et la souche 1 de *Mesorhizobium muleiense*. Afin de maximiser les potentialités d'établir une symbiose bactérienne au niveau des racines, le consortium de ces 3 souches, à la fois bonnes stimulatrices de croissance et bonnes compétitrices, a été inoculé lors de la mise en culture des plantules d'astragale de Marseille.

■ Autorisations administratives

S'agissant d'une espèce végétale protégée dont les populations concernées sont situées en cœur de Parc national, deux autorisations sont nécessaires pour réaliser cette opération : dérogation à l'article L411-1 du Code de l'Environnement (dérogation « espèce protégée » via formulaire CERFA 13617*1) et autorisation du Directeur du Parc national pour prélèvements d'espèces végétale en cœur de Parc. Ces deux demandes ont fait l'objet d'un courrier d'accompagnement, expliquant les détails de l'opération (nature, nombre, dates et lieux des prélèvements, identité des opérateurs, etc.).

GESTION CONSERVATOIRE

Les travaux préparatoires ont permis d'éclairer les choix de gestion conservatoire pour la restauration écologique des populations de l'astragale de Marseille et ont mis en lumière le lien et les intérêts réciproques entre recherche et gestion.

■ Prélèvements des fruits et tri des graines

Une fois les autorisations administratives obtenues, les fruits (gousses) ont été récoltés sur les plantes mères d'astragale de Marseille selon les précautions suivantes :

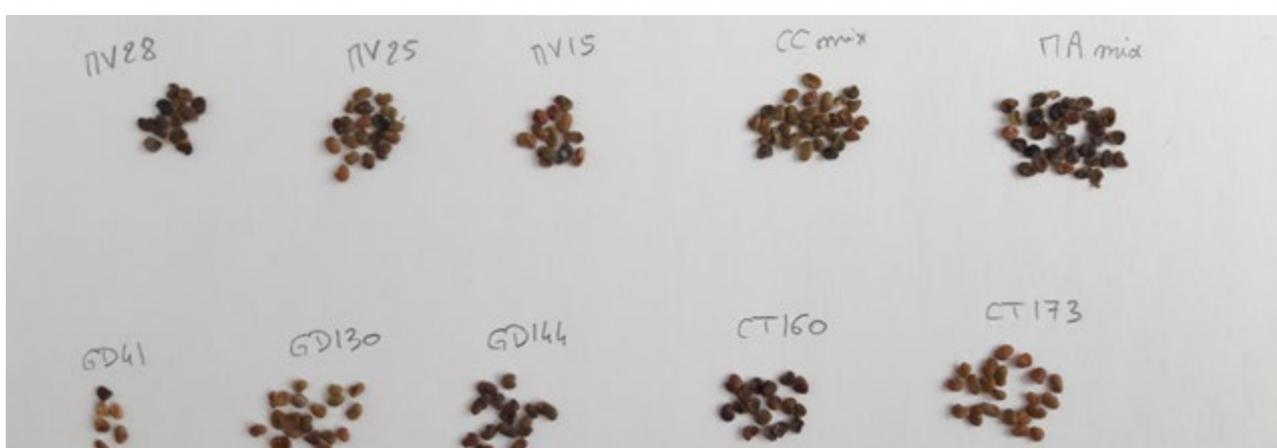
PROTOCOLE DE PRÉLÈVEMENT ET DE TRI DES GRAINES

- › prélèvement réparti uniformément entre les pieds de chaque site ;
- › prélèvement de 40 fruits mûrs par pied sur des pieds distants d'au moins 5 m pour un total de 20 pieds dans chaque site ;
- › prélèvement des fruits mûrs (gousses complètement sèches et légèrement ouvertes au sommet) un par un à l'aide d'une longue pince ou en utilisant des gants pour éviter les douleurs occasionnées par les épines ;
- › disposition des 40 fruits mûrs par pied dans un filtre à café sur lequel est noté le nom de l'agent qui a récolté, le nom du site, le numéro de l'individu et la date de la récolte donc chaque filtre à café correspond à un individu ;
- › disposition des 20 filtres à café dans un sachet papier (type sachet primeur) ou dans un petit carton étiqueté avec le nom de chaque site ;
- › géolocalisation des individus récoltés ;
- › stockage temporaire des sachets de chaque site dans un lieu sec à température ambiante pour éviter que les fruits pourrissent ;
- › comptage pour chaque site et chaque pied du nombre de fruits et reporter l'information sur un tableur ;
- › disposition de la totalité des fruits de chaque pied sur une feuille A3 de papier blanc dans un lieu sec à température ambiante ;
- › décorticage manuel de chaque fruit et tri manuel des graines en sachant que les graines ressemblent à de petites graines d'haricot d'environ 1 mm de longueur et en mettant de côté avec une pince les graines plus petites et noires non viables à ne pas conserver ;



À noter : pour compter le nombre total de graines prélevées par pied d'astragale de Marseille, il est possible d'utiliser un compteur de graines automatique qui permettra de gagner du temps même si une gousse ne contient que de 1 à 12 graines maximum.

- › disposition de l'ensemble des graines viables de chaque pied dans un tube (en verre ou en plastique) en comptant au fur et à mesure le nombre de graines mises dans le tube afin d'en reporter le nombre sur le tableur ;
- › inscription sur le tube avec un marqueur noir indélébile du nom du site en abrégé et du numéro de l'individu ;
- › fermeture du tube et stockage dans un lieu sec à température ambiante.



Récolte et tri des graines

Afin d'atteindre l'objectif initial de 300 plantules à transplanter dans chacun des 12 sites de renforcement et d'introduction / de réintroduction, deux sessions de prélèvements des fruits ont dû être prévues car les taux de germination des graines après 6 mois et les taux de survie des plantules se sont révélés très variables et plus faibles que prévu entre les différents sites. Dans le cadre d'une transplantation *in natura* d'espèces végétales, il est donc important de prévoir plusieurs périodes de récoltes des fruits, de mises en culture et de transplantations des plantules afin de pallier les aléas biologiques et techniques. Ainsi, les prélèvements de fruits matures, naturellement fonction du niveau de la phénologie de la plante, variable d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques, ont été réalisés par quatre agents du PNCAL sous l'encadrement des agents de l'AMU en deux temps, en juin 2018 et juin 2019, pour les sites du Mont Rose, Saména, Escalette, Calanque des Trous, Goudes, Maronaise, Cap Croisette et Marseilleveyre. Chaque session annuelle de prélèvements de fruits matures a duré respectivement 3 journées et 2 journées entières. Le tri manuel des graines a été réalisé, en 2019 et 2020, pendant respectivement 4 journées entières et 3 journées entières pour trois agents des Services de la Ville de Marseille.

Sur les 2 260 individus d'astragale de Marseille recensés sur le littoral continental (Baumberger et al. 2021), 160 individus sont concernés par le prélèvement de graines (20 individus par site à raison de 8 sites), soit environ 7%. Le succès reproducteur individuel annuel (production totale de fruits et de graines par pied) est de l'ordre de 1 697 fruits mûrs par individu et de 3 684 graines produites par individu. Ainsi, le prélèvement en moyenne de 40 fruits mûrs par pied représente environ 2,5 % de la production totale individuelle annuelle de fruits mûrs. Par ailleurs, *in natura*, les graines d'astragale de Marseille germent très rarement et les rares plantules issues de graines présentent un taux de survie extrêmement faible sur le territoire du PNCAL. Ainsi, l'impact cumulé des deux prélèvements de fruits mûrs en 2018 et 2019 ne perturbe pas significativement la dynamique des populations d'astragale de Marseille.

■ Mises en culture en conditions contrôlées

Préparation des graines et de l'inoculum bactérien

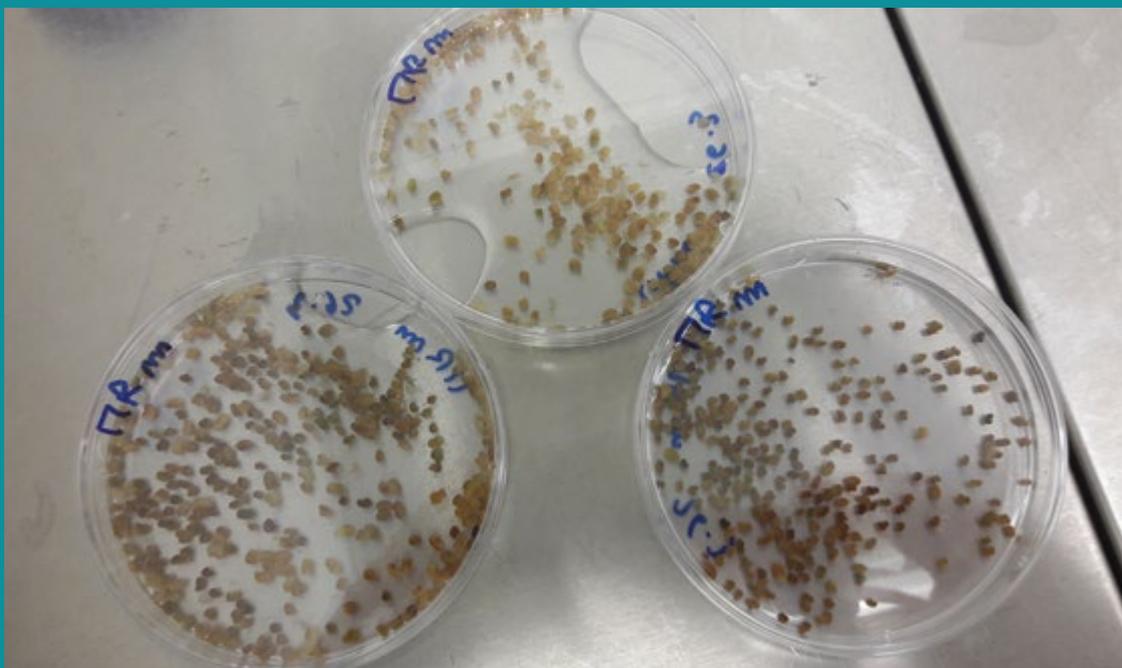
Premièrement, en mars de l'année suivant chaque session de prélèvements de fruits matures, les graines ont subi une scarification puis une stratification au froid afin d'améliorer les capacités de germination des graines. Un comptage des graines nécessaires à chaque site a été réalisé. La préparation a consisté à quasiment doubler le nombre de graines viables requis à planter. Les graines restantes viables ont été transférées dans les installations de la banque de semences du CBNMed.

Ensuite, les graines correspondant à chaque pied d'astragale de Marseille ont été déversées et mélangées pour chaque site dans une bouteille stérile de 100 mL (8 bouteilles au total) selon le protocole renseigné en encadré. La scarification et la stratification des graines réalisées par deux agents AMU en mars de chaque année se sont déroulées pendant 1 journée entière.

PROTOCOLE DE SCARIFICATION ET DE STRATIFICATION DES GRAINES

Sous hotte chimique, pour chaque bouteille (100 mL) :

- › ajouter 20 mL d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 96 % pendant 15 min ;
- › pipeter l'acide sulfurique ;
- › rincer les graines 3 fois pendant 5 min avec 80 mL d'eau distillée stérile ;
- › ajouter 80 mL de javel à 50 % pendant 5 min ;
- › pipeter la javel ;
- › rincer les graines 3 fois pendant 5 min avec 80 mL d'eau distillée stérile ;
- › stratification des graines en plaçant les graines de chaque bouteille dans une boîte de Petri disposée dans un réfrigérateur à 4°C pendant 48 h.



Stratification des graines en boîte de Petri

Parallèlement, trois souches de *Mesorhizobium* (2 souches de *M. temperatum* et 1 souche de *M. muleiense*). Ces souches ont en effet été sélectionnées comme meilleurs symbiotes racinaires de l'astragale de Marseille, le milieu de culture a été préparé 7 jours avant chacune des deux inoculations du consortium bactérien selon le protocole suivant.

PROTOCOLE DE PRÉPARATION DU MILIEU DE CULTURE

- › préparer le milieu de culture « Yeast Extract Mannitol » (YEM) Agar avec 20 boîtes de Petri par souche (20 x 3 souches = 60 boîtes) ;
- › préparer le milieu de culture « YEM Broth » pour 6 L ;
- › mettre en culture les trois souches bactériennes sur boîtes YEM et incuber pendant une semaine à l'étuve à 25°C ;
- › stériliser 8 bouteilles vides de 1 L pour la préparation de l'inoculum ;
- › stériliser 800 mL d'eau distillée dans trois bouteilles différentes de 1 L afin d'ajuster la densité optique (DO) pour chaque souche bactérienne.

Le jour de l'inoculation, la densité optique a été ajustée et la préparation de l'inoculum finalisée sous poste de sécurité microbiologique (PSM) selon le protocole suivant.

PROTOCOLE D'INOCULATION DES SUSPENSIONS BACTÉRIENNES DANS LE MILIEU DE CULTURE

- › diluer et agiter le milieu YEM au 1/9 dans chacune des trois bouteilles préalablement préparées contenant les 800 mL d'eau distillée stérile ;
- › remettre en suspension chaque souche bactérienne dans le milieu YEM dilué ;
- › effectuer des mesures d'absorbance à 600 nm et ajuster à 1.2 pour chacune des souches dans chacune des trois bouteilles ;
- › déposer dans une bouteille stérile de 1 L, 100 mL de chacune des trois suspensions bactériennes et ajouter 600 mL de milieu YEM. Préparer 8 bouteilles en procédant de la même façon pour un volume total de : 900 mL d'inoculum/bouteille x 8 bouteilles = 7 200 mL d'inoculum.

Deux inoculations du consortium bactérien ont été réalisées le lendemain et un mois après le semis des graines, par deux agents AMU pendant une journée entière.

Semis des graines

Deuxièmement, le semis des graines a été réalisé dans la serre des Services de la Ville de Marseille (pépinière de la Fresnaie, Aubagne). Pour s'assurer d'avoir 300 individus par site pour les 12 sites de renforcement et d'introduction / de réintroduction (3 600 plantules au total), le nombre de graines a été quasiment doublé (environ 6 600 graines) afin de tenir compte des taux de germination réduits et des possibles mortalités des plantules au cours de la croissance en conditions contrôlées. Ainsi, environ 6 600 pots (10,5 x 8 cm, 350 mL) ont été disposés dans des plaques étiquetées avec le nom du site et le protocole suivant a été mis en place.

PROTOCOLE DE SEMIS

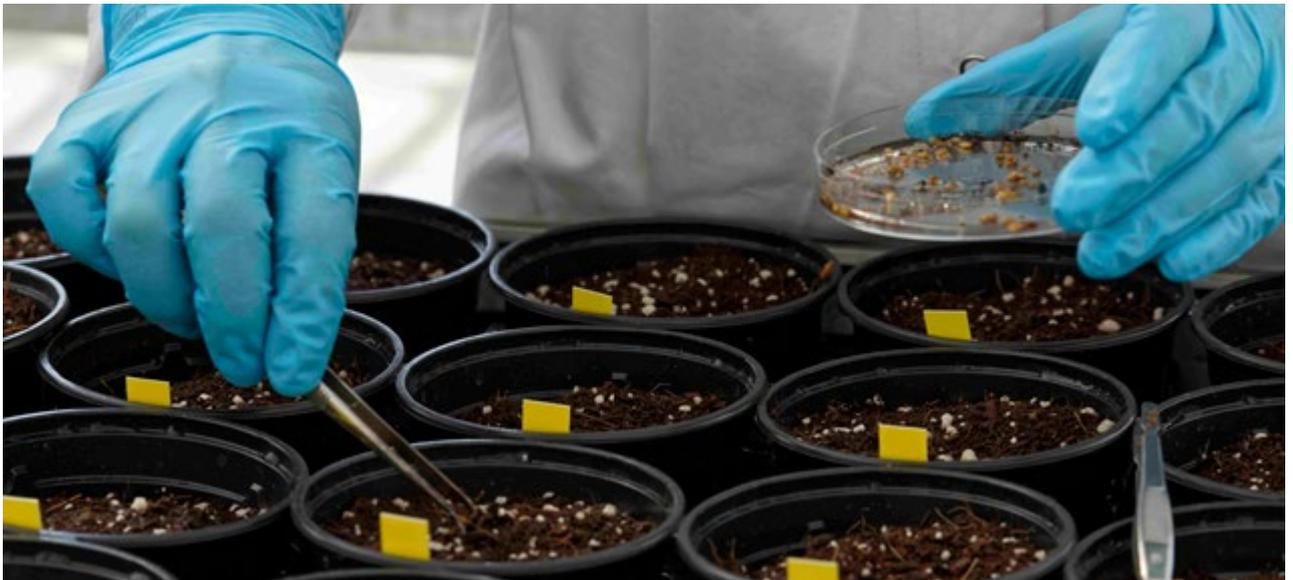
- › ajouter 200 mL de mélange terreau coco perlite non stérile (fibre de coco + perlite 10 % ; Coco-Mix Platinum Soil – Culture Indoor) par pot ;
- › ajouter 150 mL de terreau coco perlite préalablement autoclavé (120°C, 1 bar, 20 min x 2 cycles) ;
- › arroser les pots 24 h avant le semis d'une graine par pot.



À noter : il ne doit pas être utilisé de terreau avec engrais (y compris le terreau à semis) ni de mélangeur automatisé du terreau afin de ne pas annuler l'effet spécifique de l'inoculation du consortium bactérien.

- › semer les graines 48 h maximum après leur scarification ;
- › mettre une graine par pot avec des pinces ;
- › arroser juste après le semis des graines et 2-3 fois par semaine après le semis des graines.

Il est préférable d'arroser par brumisation automatique afin d'éviter une verse des plantules avec un arrosage au jet d'eau ou arrosoir. L'arrosage a été vérifié par un agent des Services de la Ville de Marseille (pépinière de la Fresnaie, Aubagne). Il est possible de rajouter une solution ferrique durant la croissance des plantules si cela s'avère nécessaire. Protéger les pots avec un film transparent permet également de minimaliser le risque de contamination du terreau stérilisé avec les microorganismes aériens dans la serre. La préparation des pots et le semis des graines ont été réalisés dans la serre des Services de la Ville de Marseille (pépinière de la Fresnaie, Aubagne) par quatre agents et trois agents d'Aix-Marseille Université pendant 3 journées entières. Les températures jour/nuit dans la serre ont été contrôlées durant toute la croissance des plantules car une série de tests de germination de graines scarifiées, basée sur des variations de la température (5, 10, 15, 20 et 25°C ainsi qu'une alternance jour/nuit 20-10°C) et réalisée par un agent du CBNMed, avait révélé des meilleures conditions de germination des graines d'astragale de Marseille en alternance jour/nuit 12 h à 20°C / 12 h à 10°C.



Mise en culture d'astragale à la pépinière de la Fresnaie

L'inoculation des trois souches bactériennes a été réalisée en déposant, avec des gants, 1 ml d'inoculum, autour de la graine / plantule dans chacun des 6 600 pots avec une pipette de 10 ml stérile ou une micropipette de 1000 µl. L'ensemble des pots a été arrosé le lendemain de chaque inoculation. Deux mois après le semis des graines, 50 à 100 mL de terreau composé de tourbe blonde, terre de bruyère et perlite ont été ajoutés dans les pots afin d'apporter les nutriments nécessaires à la croissance des plantules.



Inoculation des souches bactériennes

Les taux de germination des graines ont été très inégaux entre les sites avec, en moyenne, 53 % de graines germées sur l'ensemble des 8 sites où les fruits ont été récoltés. Ce faible taux de germination des graines peut être dû à des graines de mauvaise qualité (non viables). La mise en culture a duré 7 mois, de mars jusqu'en novembre de la même année. La quantification des taux de germination et de survie des plantules a été assurée régulièrement par deux agents d'Aix-Marseille Université (IMBE). Les conditions de croissance des plantules dans la serre étaient bonnes car seulement 3 % de mortalité des plantules ont été notés après la germination des graines.

Pour acclimater les plantules âgées de 7 mois avant les transplantations *in natura*, toutes les plaques des 6 600 pots ont été placées, à l'extérieur, dans des bacs potagers tapissés de toiles et protégés par des ombrières démontables. Du paillis de chanvre a ponctuellement été déposé autour des pots afin d'agir comme anti-limace et de maintenir l'humidité autour des pots. Les plantules les plus développées (au moins 5-6 feuilles) ont été sélectionnées pour leur transplantation *in natura*.



Acclimatation des plantules à l'extérieur

Transplantations *in natura*

En novembre 2019 et 2020, les agents du Parc national des Calanques, de la Ville de Marseille, du Conseil Départemental 13, du Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, de l'ARBE et d'Aix-Marseille Université ont transplanté 3 600 plantules d'astragale de Marseille âgées de 7 mois dans chacun des 8 sites de renforcement (Mont Rose, Saména, Escalette, Calanque des Trous, Goudes, Maronaise, Cap Croisette et Marseilleveyre) et des 4 sites d'introduction / de réintroduction (Sémaphore, Mounine, Batterie Marseilleveyre, Queyrans). Ainsi, 300 plantules ont été transplantées dans chacun des sites comme suit :

➤ 8 sites de renforcement :

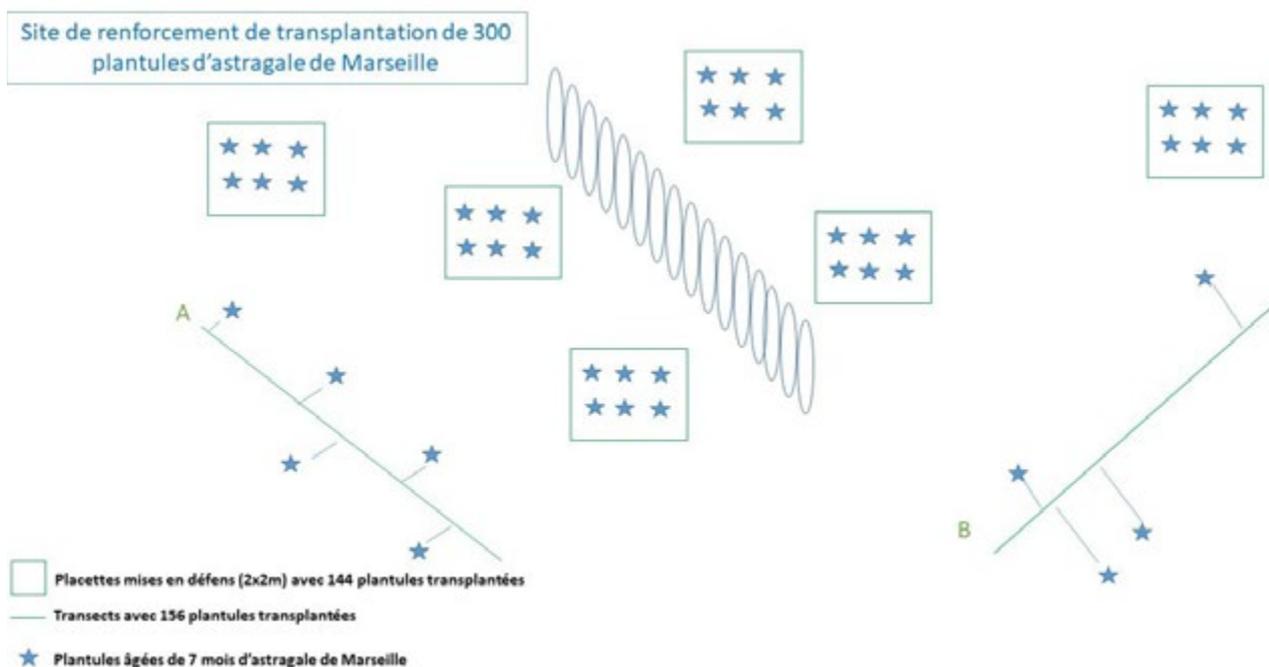
➤ 144 plantules randomisées au sein de 6 placettes géoréférencées (3 m x 2 m) réparties en 24 plantules par placette et issues du mélange de graines intra-sites excepté pour le site de la Calanque des Trous pour lequel les 144 plantules sont issues du mélange de graines intra-site et des sites de Mont Rose et Saména ;

➤ 156 plantules issues du mélange de graines intra-sites réparties le long de différents transects géoréférencés en limite et au-delà de chaque site afin d'augmenter la connectivité entre les sites.

➤ 4 sites d'introduction / de ré-introduction :

➤ 144 plantules randomisées au sein de 6 placettes géoréférencées (3 m x 2 m) réparties en 24 plantules par placette et issues du mélange de graines inter-sites des 8 sites de renforcement ;

➤ 156 plantules issues du mélange de graines inter-sites réparties le long de différents transects géoréférencés en limite et au-delà de chaque site afin d'augmenter la connectivité entre les sites.



Dans chacun des 12 sites, les 144 plantules au sein des 6 placettes ont été protégées par des exclos directement autour de chaque placette ou par les mises en défens poteaux-fils disposées pour la canalisation de la fréquentation humaine, ce qui n'a pas été le cas pour les 156 plantules transplantées le long de différents transects entre les sites. Les placettes en exclos permettent d'accéder plus facilement à l'ensemble des plantules pour les suivre de manière régulière et prendre la mesure d'autres facteurs comme les caractéristiques physico-chimiques du sol.

Les mises en défens ont été mises en place de janvier à juin 2020 par l'Office National des Forêts via une convention cadre générale PNCAL-ONF. Des petits panneaux ont été installés sur les clôtures des placettes pour expliquer de ne pas la franchir afin d'éviter tout piétinement.

Les plantules surnuméraires de certains sites (Mont Rose, Saména, Escalette, Calanque des Trous, Goudes, Maronaise, Cap Croisette, Marseilleveyre) ont été transplantées de part et d'autre de chacun des sites afin de toujours augmenter la connectivité entre les populations d'astragale de Marseille. Au total, sur les 2 années 2019 et 2020, 4 532 plantules ont été transplantées, ce qui a presque doublé les effectifs du Parc national des Calanques (+92 %).

Environ 22 personnes du PNCAL, CBNMed, VDM, CD13, ARBE, AMU, CNRS, IRD ont été impliquées pour chaque session de transplantation des plantules d'astragale de Marseille pendant 10 jours. S'agissant d'une espèce protégée demandant une vigilance particulière dans la manipulation, le recours à des bénévoles n'était pas envisageable.



Plantation d'astragales au Cap Croisette



Une plantule d'astragale et son étiquette d'identification



Plantation d'astragale au Sémaphore de Callelongue



Débarquement et plantation d'astragales sur le site d'introduction des Queyrons

En ce qui concerne la faisabilité quotidienne des transplantations des plantules d'astragale de Marseille, les personnes ont été allouées à un poste de travail pour les placettes ou les transects selon des préconisations d'usage précises.

FICHE DE POSTE PAR PLACETTE OU PAR TRANSECT (1 GROUPE DE 3 PERSONNES A/B/C)

- › dépôt de 2 plaques avec 24 pots chacune à côté de chaque placette ou chaque transect identifiés à la bombe
- › former la placette de 3x2 m à l'aide de 2 décamètres ou le transect en déroulant un double-décamètre

POSTE A : LE CREUSEUR

- › faire les trous avec une pelle et une pioche d'environ 10 cm de diamètre et 10 cm de profondeur
- › garder la terre juste à côté du trou
- › faire 6 trous en colonne et 4 trous en ligne pour 24 trous par placette ou autant de trous que nécessaire de part et d'autre du transect
- › espacer dans l'idéal chaque trou à distance de 20 cm

POSTE B : LE PLANTEUR

- › sortir dans la main une plantule en faisant attention de ne pas casser les racines
- › décompacter légèrement le fond s'il est tassé
- › positionner la plantule dans le trou avec de la terre du site et la terre du pot
- › éviter que le collet (haut de la motte) soit plus haut que le sol
- › tasser un peu la terre
- › mettre du paillis au pied de la plantule (facultatif) puis des cailloux du site autour de la plantule
- › étiqueter la plantule plantée avec l'étiquette du pot concerné

POSTE C : LE RAPPORTEUR

- › il donne au poste B le code de la plantule concernée
- › reporter systématiquement sur papier le schéma spatial des plantules *in situ* après leur plantation
- › marquer à la bombe les 4 coins de la placette finale ou le départ / la fin du transect

L'arrosage des plantules dans chaque site a été assuré par le Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône juste après leur transplantation et une fois par mois durant la période estivale (juin, juillet, août) qui a suivi chaque session de transplantations de 2019 et 2020, puis les arrosages ont cessé. Pour chaque passage d'arrosage, il a été estimé 500 L d'eau nécessaire par site pour 300 plantules ou 6000 L (6 m³) d'eau pour les 3 600 plantules des 12 sites (en excluant les plantules surnuméraires).

Pendant toute la durée des transplantations de novembre 2019 et 2020, des préconisations d'usage précises ont été formulées par les agents du Parc national des Calanques sous le contrôle d'agents d'Aix-Marseille Université (IMBE/LPED) à l'ensemble des personnes transplantant sur le terrain vis-à-vis de la présence éventuelle de pollution diffuse en ETMM des sols.

RAPPEL : la pollution en éléments traces métalliques et métalloïdes des sols est invisible à l'œil nu et un sol apparemment peu anthropisé peut contenir des concentrations en contaminants potentiellement toxiques comme le plomb, l'arsenic et l'antimoine. Le risque ne réside pas dans une exposition ponctuelle à ces contaminants si quelques précautions sont respectées :

- › ne pas gratter le sol à mains nues mais avec des gants épais type gants de jardinier (pas de gants de labo en latex) car il existe un risque de mettre du sol contaminé sous les ongles et d'être exposé aux éléments toxiques si l'on porte ses doigts à la bouche ;
- › porter un masque de protection car il existe un risque d'inhalation de particules de sol contaminées et le renouveler chaque jour ;
- › par jour de fort vent, ne pas se mettre dans le sens du vent ou porter un masque de protection ; brosser les vêtements de terrain qui peuvent se charger en particules contaminées avant son départ du terrain ;
- › laver les vêtements à part de retour chez soi ;
- › laver les cheveux et les parties à nu du corps qui peuvent potentiellement retenir ces particules (cavités des oreilles) ;
- › nettoyer les yeux avec des gouttes de type sérum physiologique si les yeux sont facilement irritables.

SUIVIS

Suivi du taux de survie

La survie des plantules transplantées a été quantifiée après les transplantations de novembre 2019 et 2020. Les paramètres de croissance tels que la hauteur, le volume des plantules ou le nombre de feuilles n'ont pas pu être pris en compte car la moindre variation climatique, notamment une variation rapide des températures, entraîne une chute des folioles de chaque feuille, ce qui ne permet pas de mesurer régulièrement la croissance des plantules. Ainsi, pour chaque site de renforcement et de (ré)-introduction, le suivi du taux de survie des 144 plantules dans chacune des 6 placettes par site a été réalisé quatre fois (un suivi en hiver, printemps, été et automne) l'année suivant chaque session de transplantations puis deux fois (un suivi au printemps et en automne) les années suivantes. Le suivi du taux de survie des 156 plantules le long des transects a été réalisé une fois après chaque session de transplantations en 2019/2020 et une fois en 2022. Les transplantations le long des transects, en marge de chaque site, ont pour objectif de réduire la fragmentation des sites et augmenter la connectivité entre les sites. Ces dernières ne seront pas prises en compte dans les recherches de corrélation entre survie et facteurs abiotiques.

Suivi des caractéristiques physico-chimiques du sol

Les caractéristiques physico-chimiques du sol des placettes ont été analysées une seule fois après les transplantations de novembre 2019 et 2020. Un échantillon composite de sol a été prélevé au sein de chacune des 6 placettes par site (1,5 L maximum par placette) afin d'analyser la granulométrie, la capacité d'échange cationique (CEC), le phosphore échangeable (P), les concentrations en carbone organique (C) et azote (N) et les concentrations en éléments traces métalliques et métalloïdes. Par ailleurs, une mesure semi-quantitative des teneurs en métaux et métalloïdes présents dans le sol a été réalisée à l'aide d'un spectromètre portatif (analyseur de fluorescence X Niton® XLt 792W, Thermo Scientific®).

RETOURS D'EXPÉRIENCE LIFE

■ Calendrier de réalisations

L'ensemble des actions liées à cet objectif ont été réalisées entre 2017 et 2022 selon plusieurs grandes étapes de travail : études scientifiques préparatoires (2017-2018), mises en culture (2019-2020), transplantations (2019-2020) et enfin suivis et évaluation (2019-2022).

		2017		2018				2019				2020				2021				2022			
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Études scientifiques préparatoires	Modalités de reproduction sexuée et structuration génétique																						
	Modélisation de l'environnement physique favorable à l'astragale																						
	Cartographie des ETMM (09/2018)																						
	Identification des symbiotes bactériens et Expérience d'inoculation du consortium bactérien																						
Gestion conservatoire	Prélèvement des fruits et tri des graines																						
	Mises en culture																						
	Transplantations																						
	Mise en place des exclos																						
	Arrosages <i>in natura</i>																						
Suivis	Suivi du taux de survie des plantules																						
	Analyse des caractéristiques physico-chimiques du sol																						

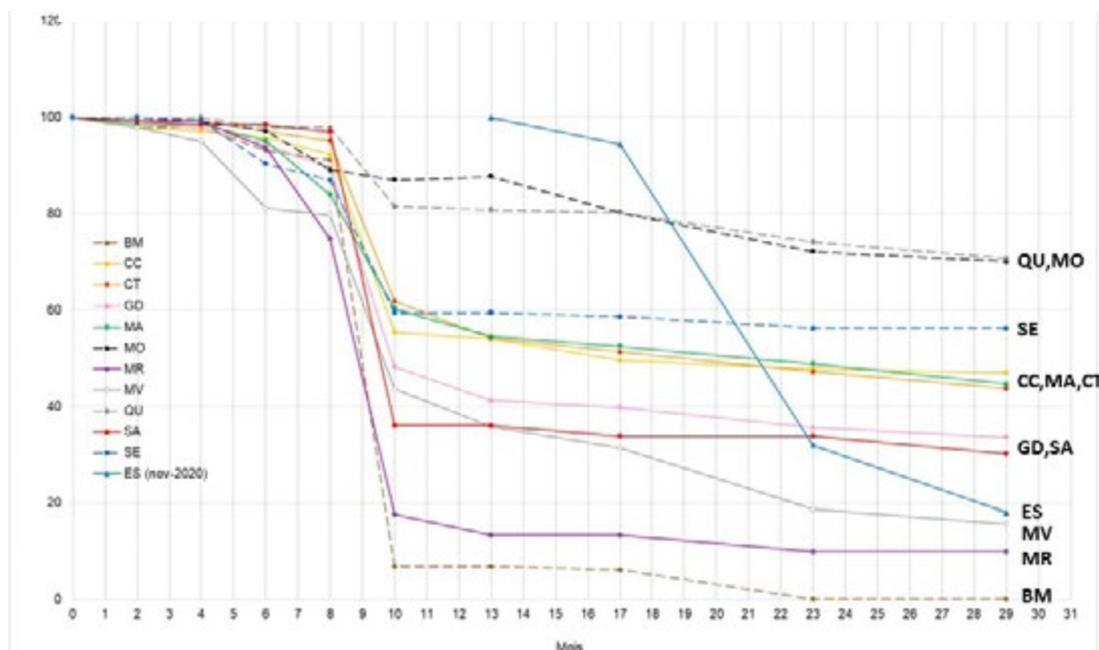
■ Résultats globaux

Pour l'ensemble des 12 sites de renforcement et des 4 sites de (ré)-introduction, la moyenne du taux de survie des plantules transplantées au sein des placettes est positivement de 38,3 %, et ceci 29 mois après les transplantations et pour un total de 1 728 plantules.

Il est à noter le déracinement manuel par le grand public de 36 plantules transplantées dans les placettes durant les 17 mois post-transplantations sur les 12 sites et ce, malgré l'identification des plantules transplantées par des étiquettes, ce qui souligne l'importance de renforcer les panneaux explicatifs et les évènements de sensibilisation du grand public aux opérations de restauration des habitats littoraux dans les Calanques marseillaises.

Les sites de (ré)-introduction, démontrent un taux de survie des plantules plus élevé comparativement aux sites de renforcement, en particulier les sites de Queyrans (70 %) et de la Mounine (70 %), et à un moindre degré, le site du Sémaphore (55 %). Ces taux de survie supérieurs valident les résultats de l'étude scientifique de modélisation des habitats favorables et le choix des sites de (ré)-introduction. Par contre, le choix, ou plus honnêtement le pari, avait été fait de tenter une (ré)-introduction dans un site plus à l'intérieur des terres au sein d'une garrigue écorchée dans un sol profond, en l'occurrence le site de la Batterie de Marseilleveyre. Ce choix s'avère non fructueux puisque le taux de survie des plantules dans ce site avait déjà atteint 0 % à l'automne 2021. D'ailleurs, les sites plus proches de la mer présentent des taux de survie des plantules plus élevés.

TAUX DE SURVIE DES PLANTULES (%) D'ASTRAGALUS TRAGACANTHA POUR LES 8 SITES DE RENFORCEMENT ET LES 4 SITES DE (RÉ)-INTRODUCTION



BM : Batterie de Marseilleveyre, CC : Cap Croisette, CT : Calanque des Trous, GD : Goudes, MA : Maronaise, MO : Mounine, MR : Mont Rose, MV : Marseilleveyre, QU : Queyrans, SA : Saména, SE : Sémaphore

Les analyses des caractéristiques physico-chimiques des sols révèlent une grande diversité sur les 12 sites rendant les corrélations potentielles entre les taux de survie des plantules et les paramètres du sol peu significatives. Cependant, les premiers résultats révèlent des taux de survie des plantules plus élevés dans les sols caractérisés par des teneurs plus élevées en limon fin et limon grossier tels que les sites de Queyrans, Mounine et Sémaphore et, inversement dans les sols caractérisés par des teneurs plus élevées en sable fin et en argile tels que les sites du Mont Rose et de la Batterie de Marseilleveyre. D'autres résultats révèlent des taux de survie des plantules plus faibles dans les sols enrichis (azote, phosphore) et dans des sites avec un couvert végétal et un recouvrement de litières plus élevés tels que les sites du Mont Rose et des Goudes, ce qui rappelle que la dynamique des populations de l'astragale de Marseille est réduite face à une compétition élevée des plantes co-occurentes et, notamment, des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) favorisées dans les sites littoraux dégradés. Il est à noter que l'arrosage manuel des plantules juste après chaque session de transplantations et une fois par mois en juin, juillet et août 2020 et 2021 a permis une amélioration des taux de survie des plantules mais n'a pas pu, en aucun cas, pallier les effets négatifs de la sécheresse estivale suivant chaque session de transplantations sur la réduction des taux de survie des plantules sur l'ensemble des sites.

Au-delà des taux de survie des plantules, le succès de cette restauration à large échelle des populations d'astragale de Marseille dépend aussi du nombre d'individus qui vont se reproduire (floraison et fructification) dans les années à venir. Il a été agréablement surprenant pour cette plante pérenne de noter, lors de la campagne de suivi d'avril 2022 (29^{ème} mois), la fructification d'une demi-douzaine d'individus sur l'ensemble des sites. De plus, en raison d'une variabilité importante de germination des graines selon les sites, un certain nombre de plantules supplémentaires ont été récupérées après les deux mises en culture en conditions contrôlées et ont pu être transplantées le long de transects dits « bonus » entre les 12 sites. Ainsi, il a été transplanté, au total (placettes, transects, transects « bonus »), 4 532 plantules d'astragale de Marseille dans les Calanques péri-marseillaises (de la madrague Mont Rose aux Queyrans). Cette opération de gestion conservatoire de ces populations a ainsi permis, en dates des deux sessions de transplantations, de presque doubler les effectifs naturels de 4 919 individus d'astragale de Marseille recensés dans les départements des Bouches-du-Rhône et du Var.



Plantule d'Astragalus tragacantha transplantée en novembre 2019 dans le site de la Calanque des trous ayant fleuri et fructifié (présence de gousses matures) au printemps 2022

COMMUNICATION ET SENSIBILISATION

- Enjeux et objectifs
- Études préparatoires : élaboration de la stratégie de communication
- Actions de communication
- Retours d'expérience LIFE

ENJEUX ET OBJECTIFS

■ Contexte

Le Parc national des Calanques, créé en 2012, est le premier parc national périurbain d'Europe. Ce hotspot de biodiversité est très attractif et très fréquenté tout au long de l'année, ce qui engendre des risques de piétinement accrus des espèces protégées et rares ainsi que, de manière plus globale, la dégradation et la fragmentation des milieux naturels. La majorité du public méconnaît ou ignore les enjeux écologiques de ces sites, ce qui est problématique. La communication a pour objectif principal de faire changer le comportement des visiteurs des Calanques, cible principale du projet.

■ Objectifs

Au-delà de faire prendre conscience aux usagers de la vulnérabilité et de la valeur du patrimoine naturel, il s'agit de modifier les habitudes et d'initier et renforcer les bonnes pratiques. Il a ainsi été décidé de manière concertée de favoriser :

- › une plus grande disponibilité de l'information sur la richesse du littoral, les dégradations subies, et les dispositifs et bonnes pratiques mis en œuvre ;
- › des opérations ciblées de sensibilisation du grand public ;
- › un processus pour favoriser l'engagement des cibles.

ÉTUDES PRÉPARATOIRES :

ÉLABORATION DE LA STRATÉGIE DE COMMUNICATION

Sur ce territoire caractérisé par de fortes singularités, la concertation a été essentielle pour définir les orientations portant le projet et les messages à faire passer. Pour ce faire, l'accompagnement du projet, par une agence de communication pour l'élaboration de la stratégie de communication, en lien étroit avec les partenaires, a été privilégié. Une revue annuelle des enjeux de communication et des objectifs a été mise en place pour ajuster au mieux les actions et outils utilisés à chaque étape. Il est en effet essentiel de bien définir sa stratégie de communication et son plan de communication sur la durée du projet en définissant ses priorités.

La stratégie de communication a été finalisée après une année de concertation et d'échanges. Déclinée sur les cinq ans et demi du projet, et actualisée chaque année à travers des réunions partenariales, voici ses grands axes :

- › **Concept et messages** : une communication engageante a été déployée pour inciter au changement de comportements en véhiculant des valeurs d'adhésion et d'identification au projet. Ce positionnement avait pour but de structurer les messages autour d'un concept évolutif et valorisant : « Calanques LIFE, le mode de vie par nature » .
- › **Les messages** devaient rendre accessibles, lisibles et parlantes pour tous, les multiples facettes du littoral terrestre des Calanques.
- › **Ton** : pour réussir à fédérer autour de ce concept motivant et d'intérêt général, la tonalité s'est axée autour de messages positifs, inspirants et clairs. Le levier principal choisi a été l'émotion.
- › **Principes de communication engageante** : il s'agissait d'inciter au changement, sans le demander de façon explicite. Chaque message, chaque support, chaque action du projet cherchait à faire progresser un ou plusieurs niveaux d'engagement illustrés sur cette frise :

FRISE DE L'ENGAGEMENT DES USAGERS DES CALANQUES EXTRAIT DE LA STRATÉGIE DE COMMUNICATION



► **Image** : la stratégie de communication s'est déployée autour d'une unique identité visuelle qui avait pour objectif de rassembler et donner de la visibilité au projet, aux partenaires et aux opérations. Produit de la charte graphique, le logo devient l'identité du projet qu'il porte et donc doit être adaptable aux divers supports et situations, lisible et parlant. Les études sociologiques, qui ont été conduites sur le territoire du Parc national, ont orienté les productions photos et vidéos vers la mise en scène d'une nature ordinaire, proche de la réalité du terrain et des gens qui la côtoient. Il ne s'agissait pas de rendre le site plus attractif qu'il ne l'est, mais de montrer le visage vrai et quotidien des Calanques.

► **Langue** : le LIFE Habitats Calanques a une portée locale, nationale, européenne et internationale qui, ajoutée à la diversité linguistique des visiteurs, est à prendre en considération dans la communication du projet.

► **Indicateurs** : il était nécessaire de définir des indicateurs qui allaient permettre d'évaluer la réussite des actions. Ces indicateurs pouvaient être des données qualitatives et/ou quantitatives. Ils devaient être précis et mesurables, donc être relatifs à des outils ou des actions, le but étant de vérifier si la stratégie et les moyens menés étaient efficaces.

Le projet LIFE Habitats Calanques avait prévu d'utiliser un questionnaire version papier nommé « DÉFI Calanques » tout au long du projet afin d'étudier l'évolution de la connaissance des usagers sur des enjeux du littoral provençal et sur le projet. Il consistait en une série de 4 questions et une invitation à s'engager, et devait être proposé en tant qu'animation à chaque évènement grand public. « DÉFI Calanques » devait permettre aussi de récolter des contacts, dans le respect du règlement général sur la protection des données, utiles lors de la diffusion d'informations ou l'invitation à des chantiers participatifs.

<div style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;"> <h3 style="margin: 0;">DEFI CALANQUES</h3> </div> <p>1/ Lesquelles de ces plantes sont natives du littoral provençal ?</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Agave</td> <td><input type="checkbox"/> Figuiers de Barbarie</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Chêne kermès</td> <td><input type="checkbox"/> Immortelle</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Griffes de sorcières</td> <td><input type="checkbox"/> Cyste de Montpellier</td> </tr> </table> <p>2/ Savez-vous ce qu'est une plante exotique envahissante (PEE) ?</p> <p><input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p> <p>3/ Une PEE, c'est ...</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Une plante esthétique et rare</td> <td><input type="checkbox"/> Une plante qui se propage très vite</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Une plante protégée</td> <td><input type="checkbox"/> Une plante installée depuis peu</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Une plante qui vient d'ailleurs</td> <td><input type="checkbox"/> Une plante importée par l'Homme uniquement</td> </tr> </table> <p><small>Les plantes exotiques envahissantes (PEE) sont une des premières causes de l'érosion (ou de la perte) de la biodiversité dans le monde.</small></p>	<input type="checkbox"/> Agave	<input type="checkbox"/> Figuiers de Barbarie	<input type="checkbox"/> Chêne kermès	<input type="checkbox"/> Immortelle	<input type="checkbox"/> Griffes de sorcières	<input type="checkbox"/> Cyste de Montpellier	<input type="checkbox"/> Une plante esthétique et rare	<input type="checkbox"/> Une plante qui se propage très vite	<input type="checkbox"/> Une plante protégée	<input type="checkbox"/> Une plante installée depuis peu	<input type="checkbox"/> Une plante qui vient d'ailleurs	<input type="checkbox"/> Une plante importée par l'Homme uniquement	<p>4/ En quoi les plantes exotiques envahissantes sont une menace pour la biodiversité et pour nous ?</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Elles impactent l'économie</td> <td><input type="checkbox"/> Elles sont plutôt immobiles</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Elles déséquilibrent les écosystèmes</td> <td><input type="checkbox"/> Elles sont laides</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Elles empêchent les plantes locales de pousser</td> <td><input type="checkbox"/> Certaines impactent la santé</td> </tr> </table> <p>5/ Maintenant que vous connaissez mieux les PEE, êtes-vous prêts à faire un geste en faveur de la biodiversité locale ?</p> <p><input type="checkbox"/> Non</p> <p><input type="checkbox"/> Oui, je vais me renseigner sur les plantes locales et PEE de chez moi</p> <p><input type="checkbox"/> Oui, je vais privilégier l'achat de plantes locales chez moi</p> <p><input type="checkbox"/> Oui, je vais enlever les PEE qui poussent dans mon jardin</p> <p style="font-size: small; border: 1px solid black; padding: 2px;">FACULTATIF - JE SOUHAITE PARTICIPER A LA TOMBOLA DU MOMENT <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON <small>(Les informations ci-dessous ne seront ni conservées au-delà de l'évènement, ni diffusées)</small></p> <p style="font-size: x-small;">Prénom NOM</p> <hr style="border: 1px solid black;"/> <p style="font-size: x-small;">N° Portable</p>	<input type="checkbox"/> Elles impactent l'économie	<input type="checkbox"/> Elles sont plutôt immobiles	<input type="checkbox"/> Elles déséquilibrent les écosystèmes	<input type="checkbox"/> Elles sont laides	<input type="checkbox"/> Elles empêchent les plantes locales de pousser	<input type="checkbox"/> Certaines impactent la santé
<input type="checkbox"/> Agave	<input type="checkbox"/> Figuiers de Barbarie																		
<input type="checkbox"/> Chêne kermès	<input type="checkbox"/> Immortelle																		
<input type="checkbox"/> Griffes de sorcières	<input type="checkbox"/> Cyste de Montpellier																		
<input type="checkbox"/> Une plante esthétique et rare	<input type="checkbox"/> Une plante qui se propage très vite																		
<input type="checkbox"/> Une plante protégée	<input type="checkbox"/> Une plante installée depuis peu																		
<input type="checkbox"/> Une plante qui vient d'ailleurs	<input type="checkbox"/> Une plante importée par l'Homme uniquement																		
<input type="checkbox"/> Elles impactent l'économie	<input type="checkbox"/> Elles sont plutôt immobiles																		
<input type="checkbox"/> Elles déséquilibrent les écosystèmes	<input type="checkbox"/> Elles sont laides																		
<input type="checkbox"/> Elles empêchent les plantes locales de pousser	<input type="checkbox"/> Certaines impactent la santé																		

QUESTIONNAIRE SUR LES CONNAISSANCES ET L'ENGAGEMENT DES USAGERS DÉFI CALANQUES

Définition des cibles

La sensibilisation des différents publics représentait un objectif majeur pour le projet LIFE Habitats Calanques. Ils ont été regroupés en 3 groupes par ordre de priorité :

- cible principale : le grand public d'une part, et les habitants résidents qui vivent sur le site et peuvent être des relais locaux. Le grand public comprend les visiteurs qui sont en recherche de loisirs et d'évasion, et sont soit des habitués soit des primo-arrivants : touristes, marseillais, habitants de la métropole, etc..
- cible secondaire : les influenceurs, ce sont des acteurs ayant un impact sur les comportements. Il s'agit des acteurs économiques et sociaux, dont les établissements scolaires.
- autres cibles : les autres cibles sont les partenaires et institutionnels contribuant à l'image du projet. Il s'agit des gestionnaires, scientifiques, collectivités locales et par extension des élus.

ACTIONS DE COMMUNICATION

■ Création d'outils adaptés

De nombreux supports et moyens ont été mis en œuvre pour répondre aux besoins spécifiques de communication du territoire et aux exigences de la Commission européenne.

La réflexion sur les outils a été alimentée par un benchmark réalisé sur d'autres projets LIFE et un atelier de communication avec l'ensemble des partenaires a été organisé en février 2018. Un plan de communication et de diffusion de chaque outil a été mis en place. Il s'est matérialisé par l'élaboration d'un calendrier consolidé de conception de l'ensemble des outils et par la réalisation de fiches techniques par outil. Ces dernières permettaient de détailler l'objectif de chaque outil, la cible visée, les premiers éléments de contenus, le budget prévu, et l'échéancier. Tous les supports ont fait l'objet d'un travail collaboratif avec les partenaires du projet (généralement les référents techniques) piloté par l'ARBE, porteur de la plupart des actions de communication. Ils ont été revus et validés ensuite par l'ensemble des bénéficiaires associés du projet (en particulier les référents communication). Certains outils ont été diffusés à l'occasion d'évènements pour favoriser leur dissémination plus rapidement ; la date de l'évènement a ainsi parfois dicté le planning de réalisation de certains outils.

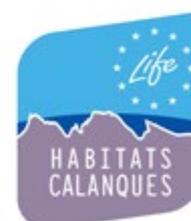
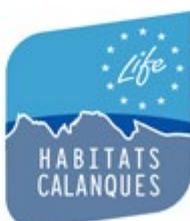
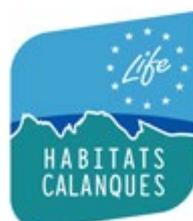
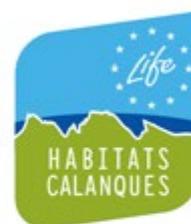
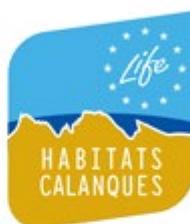
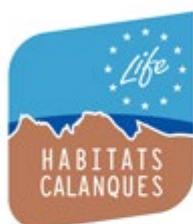
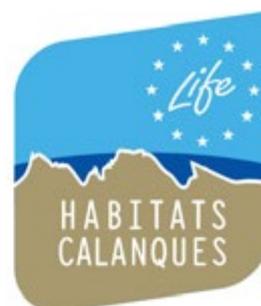
La plupart de ces outils sont détaillés ci-après.

RÉCAPITULATIF DES OUTILS ET TYPES D'ACTIONS DE COMMUNICATION PAR CIBLE

CIBLES	OUTILS	ACTIONS
Toutes cibles	Roll-ups	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Réunions publiques et d'informations ▶ Conférences et débats ▶ Tenue de stands lors d'évènements locaux : <ul style="list-style-type: none"> « La Voie est Belle » , « La Fête des plantes » , « Delta Festival » , « World Cup Series Final MSL 2019 » , « CMN UICN » , « Fête de la mer et des littoraux » , « Le Hublot » , « Jardins d'Albertas » , « Embruns » ... ▶ Journées portes ouvertes du Parc national des Calanques ▶ Chantiers participatifs
	Documentaire et films d'animations	
Grand public	Plaquettes grand public sous deux formats	
	Mini-guide de reconnaissance et de bonnes pratiques sur les plantes exotiques envahissantes	
	Poster sur la flore du littoral provençal	
	Layman report	
	Site internet	
	Page Facebook « Calanques LIFE »	
	Goodies (T-shirt, sachets de graines de plantes locales, gobelets, autocollants LIFE, badges)	
	Mallette pédagogique et exposition pour les écoles	
Campagne d'affichage sur les bus de la Régie des Transports Métropolitains		
Jeu sur application smartphone		
Influenceurs et institutionnels	Brochure institutionnelle	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Programme pédagogique dans les écoles ▶ Jardins pilotes ▶ Formations des partenaires sur les enjeux du littoral, accueil et voyages d'étude dans les pays partenaires, conférence internationale ▶ Démarche « Jardiner, ça coule de source » version littoral provençal à destination des jardineries ▶ Ateliers de concertation et de partage de connaissances ▶ Séminaire de clôture
	Guide « Plantons local »	
	Guide de gestion des habitats littoraux	
	Actes du colloque de clôture	
Outils supports	Stratégie de communication	
	Charte graphique	
	Reportage photographique	
	Iconographie	
	Actions presse et couverture médiatique	

■ Outils supports

Il a été fait appel à des prestations pour disposer d'outils servant à la réalisation des supports de communication :



LES LOGOTYPES COLORÉS

EXTRAIT DE LA CHARTE GRAPHIQUE :
DÉCLINAISON EN COULEUR DU LOGOTYPE DU PROJET

► **Reportages photographiques** : le but était de constituer un catalogue de photos pour chaque type de public et adapté à chaque outil de communication (différents formats). Les thématiques sur le projet ont été définies :

- habitats d'intérêt communautaires
- espèces végétales phares du projet : astragale de Marseille et plantain subulé
- menaces identifiées et auxquelles répond le projet (EVEE, urbanisation, usages, conditions climatiques...)
- les aménagements de canalisation de la fréquentation (avant / après)
- les actions entreprises pendant le projet : collecte de graines, cultures sous serre, replantations, arrachage d'EVEE, évènements de coopération ou communication...

Il était attendu également des photos emblématiques qui pourraient servir pour des couvertures de supports de communication.



À noter : les partenaires ont été grands pourvoyeurs de photographies. Une charte d'utilisation des photographies doit être prévue sur la durée du LIFE et de l'après LIFE.

► **Iconographie** : le but était d'obtenir un catalogue de dessins représentatifs du projet pour agrémenter les outils de communication. Par ailleurs l'utilisation d'illustrations s'est avérée très utile pour la création des outils à destination des scolaires (cf. fresque pédagogique) mais aussi à des fins didactiques comme la frise représentant les habitats d'intérêt communautaire ci-dessous, qui a notamment été utilisée sur les brochures, le site internet, les formations mais aussi les présentations du projet aux institutionnels.

ILLUSTRATION STRATE DE VÉGÉTATION AVEC HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE © OLIVIER LOIR



Charte graphique, photographies et illustrations ont ainsi servi à définir l'identité visuelle du projet, à valoriser les produits de communication et illustrer les actions de gestion sur ces derniers.

■ Outils à destination du grand public

Objectifs et méthodologie

Les supports grand public ont été conçus pour :

- › apporter des connaissances (reconnaissance de la flore locale et des habitats naturels, informations sur les menaces et les impacts de la fréquentation...) et faire reconnaître la valeur patrimoniale des habitats d'intérêt communautaire des Calanques ;
- › diffuser le message global et les enjeux du projet et faire évoluer la perception du public.

Cette communication doit faire naître un sentiment d'appropriation des messages du projet par les usagers.

La diversité des supports réalisés a eu pour but de toucher l'ensemble du public, quel que soit l'âge, la catégorie socio-professionnelle, les loisirs et usages dans les Calanques ou à proximité des Calanques (baignade, sports de plein air, jardinage,...), le degré d'appropriation des nouvelles technologies (support papier versus site internet, réseaux sociaux et jeu sur smartphone) et le mode de déplacement pour venir dans les Calanques (campagne de sensibilisation sur les bus circulant à Marseille) et les attentes éventuelles en termes d'informations (conférences débat ou pédagogie plus accessible et ludique).

Supports réalisés

› Plaquettes grand public

Deux types ont été réalisés :

- › une brochure avec une page finale détachable sur les bons gestes à adopter pour protéger les habitats et espèces des Calanques ;
- › un quiz qui est un exemple de mise en pratique de la communication engageante à travers le principe de « coup de pouce » : son contenu est conçu sous la forme de questionnaires ludiques, et son format en éventail permet aux visiteurs d'utiliser la plaquette pour produire un courant d'air et se rafraîchir. Il est fort probable qu'ils la conserveront plus longtemps augmentant aussi les chances qu'ils la transmettent. Sa petite taille permet aussi aux agents de la transporter aisément sur le terrain.



EXTRAIT DE LA BROCHURE GRAND PUBLIC

LES INCOLLABLES GRAND PUBLIC



► **Poster grand public**

Il consiste en un panneau botanique sur la flore du littoral provençal identifiant certaines plantes locales protégées ou non protégées et certaines EVEC. Il a été diffusé lors de la tenue de stands, au sein des jardineries et comme goodies aux divers participants et a été très apprécié.



► **Guide de reconnaissance et de bonnes pratiques : les plantes exotiques envahissantes sur le littoral provençal.** Comme son nom l'indique, ce guide présente les EVEC les plus problématiques dans les Calanques. Il donne du contenu visuel et informatif pour les reconnaître, diffuse les impacts des EVEC et encourage à planter des espèces végétales locales dans les jardins.



► 5 roll-ups ont été réalisés en régie : 2 qui promeuvent le slogan du projet, et 3 respectivement sur la problématique des plantes exotiques envahissantes, l'introduction et le renforcement de l'astragale de Marseille et l'aménagement de sentiers. Ils ont été en particulier utilisés lors du festival des Embruns et des Journées des Plantes des Jardins d'Albertas (cf. ci-dessous).



LES TROIS ROLL-UPS THÉMATIQUES

> Le site Internet et la page Facebook

Le site du projet <https://www.habitats-calanques.fr/> a été conçu pour diffuser la connaissance sur le projet (les guides précédents y sont présents et téléchargeables), partager les résultats et porter du contenu plus ludique et interactif à travers notamment le jeu de reconnaissance des espèces végétales. Un formulaire de prise de contact avec le projet y est disponible. La page Facebook a aussi servi à réaliser une session en live sur les Espèces Exotiques Envahissantes pendant la période de crise sanitaire fin 2020.



PAGE D'ACCUEIL DU SITE INTERNET

La page Facebook créée en avril 2019 permet de tenir régulièrement informé le grand public des actions et événements à venir et passés notamment des chantiers participatifs d'arrachage des EVEC.



PAGE FACEBOOK DU PROJET

► **Les goodies** ont été produits pour favoriser l'identification rapide par le public de l'image du projet et de son message. Cela permet d'atteindre un grand nombre de personnes avec un outil simple et vulgarisé. Ces goodies peuvent être offerts suite à un échange, ils représentent une attention sur le moment mais aussi un souvenir tangible des échanges et créent donc un lien.



L'AUTOCOLLANT QUI MET EN EXERGUE LE SLOGAN DU PROJET
AINSI QUE L'ASTRAGALE DE MARSEILLE SACHET (4G) DE GRAINES
DE PLANTES LOCALES



Outre ces supports de communication assez classiques dans un projet LIFE, des outils plus innovants ont été mis en place, dans l'optique de toucher un plus large public.

► Le film documentaire et les animations

Ils ont été confiés à un prestataire à qui ont été envoyés les scénarii souhaités préalablement travaillés dans un groupe de travail constitué par les référents techniques du projet.

► le film d'une durée de 10 à 15 minutes a pour vocation de retracer les grands enjeux de conservation des habitats littoraux méditerranéens des Calanques, d'expliquer le projet LIFE qui répond à ces enjeux à travers les différentes actions entreprises. Des interviews des partenaires du projet ont été organisées pour évoquer les sujets suivants : habitats naturels et flore locale, plantes exotiques envahissantes, plantations et suivis scientifiques, aménagement des sentiers et canalisation du public, actions de sensibilisation du grand public ;

- › les animations (petits films animés d' 1 à 2 minutes) sont au nombre de 10 : 6 à destination du grand public sur les bons gestes à adopter et 4 à destination des institutionnels sur les aspects techniques de mise en œuvre des actions.

DIFFÉRENTS FILMS ANIMÉS À DESTINATION DU GRAND PUBLIC ET DES INSTITUTIONNELS

BONS GESTES À DESTINATION DU GRAND PUBLIC	ACTIONS ENTREPRISES À DESTINATION DES INSTITUTIONNELS
Rester sur les sentiers pour éviter le piétinement	Aménagement de sentiers
Éviter les EVEC dans les jardins	Gestion des arrachages des EVEC à plat et en falaise par les gestionnaires
Quelles sont les EVEC et leurs impacts ?	
Quelles est cette plante, l'astragale de Marseille ?	Renforcement et introduction d'astragale de Marseille et de plantain subulé
Récapitulatif des bons gestes	Gestion d'un projet LIFE
L'écosystème des Calanques et ses menaces	



**EXTRAIT DU STORYBOARD DU SCÉNARIO
GRAND PUBLIC SUR LES BONS GESTES
À ADOPTER DANS SON JARDIN
CONCERNANT LES EVEC**

Écriture du scénario et réalisation : Le Gobie / Illustrations et animation : Duodaki

› **La campagne d’affichage sur les bus de la Régie des Transports Métropolitains** est à destination des habitants de Marseille, des usagers des Calanques mais aussi des touristes, et a pour objectif d’inciter à adopter des comportements plus vertueux et respectueux lorsqu’ils entrent dans ce territoire exceptionnel mais aussi fragile que sont les Calanques. Elle est déclinée sur le réseau de bus de Marseille à l’été 2022 de début juin à fin août. Il a été choisi de véhiculer un message engageant pour inciter chacun des usagers à rester sur les sentiers, un message axé sur la lutte contre le piétinement et la divagation, source de fragmentation des habitats naturels.

Le visuel choisi montre ainsi une astragale de Marseille, plante emblématique du projet LIFE et espèce parapluie : en la préservant, on protège aussi l’ensemble des espèces végétales locales typiques de l’écosystème qu’elles constituent, la phrygane.

De début juin à fin août, le grand arrière d’un bus de la ligne 19 a porté le message du LIFE. Cette campagne a été également visible sur un bus de la ligne BHNS 1 à partir de fin juin et sur la moitié du réseau Capelette à partir de mi-juillet, toutes ces lignes étant susceptibles d’emmener ses passagers dans les Calanques.



**CAMPAGNE D’AFFICHAGE SUR LE BUS À HAUT NIVEAU DE SERVICE
N°1 SUR LA PLACE CASTELLANE**

› **Le jeu pour smartphone** (en cours de réalisation au moment de la rédaction de ce guide) peut toucher une cible particulière plutôt jeune, qui ne se sent pas visée par les autres types de campagnes de sensibilisation ou venir en complément de ces dernières. Ce jeu vidéo ludique, simple et décalé pourra reprendre certaines problématiques : gestion des plantes exotiques envahissantes, préservation des espèces et de leur habitat et divagation et piétinement des visiteurs. Le but est de créer un jeu de type runner dans lequel l'avatar parcourt un paysage où certaines missions l'attendent, en lien avec les bons gestes que le projet souhaite diffuser :

- › rester sur les sentiers balisés
- › éviter de piétiner les plantes
- › ne pas planter et ne pas favoriser l'expansion et le développement des plantes exotiques envahissantes
- › améliorer et soutenir le développement des plantes locales
- › mieux connaître les enjeux et reconnaître les plantes à protéger
- › sensibiliser autrui et devenir ambassadeur.

Le jeu sera réalisé en mode projet avec un studio de gaming adossé à une école des métiers du jeu vidéo. L'équipe sera constituée d'étudiants en développement applicatif, en création graphique et en marketing pour les aspects de diffusion de l'application réalisée, tutorés par un professeur. Le projet sera géré en mode agile, c'est-à-dire en privilégiant une démarche incrémentale et itérative qui permet de visualiser les différents stades d'avancement de l'application et les fonctionnalités déjà livrées et opérationnelles lors de rendez-vous cadencés.

Exemples d'évènements grand public

De nombreuses rencontres ont pu avoir lieu avec le grand public lors d'évènements depuis 2017 : le Delta Festival (2019), la Fête du Vent (sept 2019 et sept 2021), la World Cup Series Final Marseille (2019), le Congrès mondial de la Nature UICN du 03 au 11 septembre 2019, la Fête de la Mer et des littoraux 2021, etc...

Les deux derniers évènements du premier semestre 2022 ont été les suivants :

› **Le festival « Embruns »**

Organisé pour les 10 ans du Parc national des Calanques le 15 mai 2022 au Cap Croisette, ce festival a été l'occasion pour l'équipe de promouvoir le projet et échanger avec petits et grands (environ 150 personnes) sur la flore du littoral provençal en profitant de la présence environnante des plantes locales pour mieux les faire découvrir. Les panneaux de l'exposition « Ensemble pour protéger un littoral exceptionnel » (cf. ci-dessous) ont permis d'amener les pas des promeneurs jusqu'aux stands.



FESTIVAL EMBRUNS LE 15 MAI 2022
AU CAP CROISSETTE

► Les Journées des Plantes des Jardins d'Albertas sur Bouc-Bel-Air

Ce rendez-vous annuel, organisé en 2022 les 20-21 et 22 mai, rassemble pépiniéristes, horticulteurs et visiteurs amoureux du jardin. Cela a été l'occasion pour l'équipe de promouvoir le projet et d'informer 440 personnes sur la flore du littoral provençal. À l'occasion de ces journées, le Naturoscope a apporté à l'équipe du projet ses compétences en matière d'animation et de médiation auprès du grand public. Il a été en particulier proposé aux jardiniers de découvrir les alternatives aux plantes exotiques envahissantes, dont la propagation et la diffusion hors des jardins constitue une des menaces au développement de la flore locale. À travers différents ateliers - jeux de reconnaissance de la flore littorale, jeu de plateau « pour un jardin de biodiversité », fresque interactive de la végétation littorale... - et supports de communication - affiches, mini-guide, jardifiches, roll-ups... -, l'équipe a amené le public à redécouvrir les richesses écologiques et ornementales de la flore locale et les moyens de préserver la biodiversité au jardin.



JOURNÉES DES PLANTES AUX JARDINS D'ALBERTAS DU 20 AU 22 MAI 2022

■ Outils à destination des scolaires : la mallette pédagogique

Objectifs et méthodologie

Les objectifs étaient :

- de sensibiliser les enfants à partir du cycle 3 et le grand public à la richesse et à la fragilité de la biodiversité des habitats littoraux des Calanques ;
- d'inciter les publics à adopter des comportements respectueux des habitats littoraux des Calanques ;
- d'informer le public sur les actions mises en œuvre dans le cadre du projet LIFE Habitats Calanques.

Plusieurs étapes ont été suivies :

- organisation d'ateliers en intelligence collective avec les bénéficiaires associés pour définir les grands axes du contenu des outils pédagogiques : objectifs, fondamentaux scientifiques à transmettre, écueils à éviter, typologie des outils, choix des espèces, définition des besoins iconographiques et photographiques ;
- consultation pour la prestation « fourniture en iconographie » ;
- conception, relecture et mise en page des différents supports ;
- édition et test du prototype en format scolaire et événementiel ;
- restitution de la mallette pédagogique « Restaure ta nature » et de l'exposition « Ensemble pour protéger un littoral exceptionnel » ;
- diffusion des outils, disponibles en ligne sur le site www.naturoscope.fr ;
- déploiement du programme pédagogique et installation des expositions dans les établissements.

Une mallette pédagogique ainsi qu'une exposition ont été conçues et éditées. L'animation d'un programme pédagogique sur la découverte des habitats littoraux a été déployée à destination des écoles primaires, collèges et lycées. Le public concerné englobait les écoles primaires, collèges et lycées à proximité des Calanques, de La Ciotat à Marseille.

Supports pédagogiques réalisés

› La mallette pédagogique « Restaure ta nature »

« Restaure ta nature » est un outil pédagogique à destination d'un large public, utilisable auprès d'élèves de cycle 3, du collège ou du lycée comme du grand public. Il propose des supports pour initier des projets pédagogiques avec des enfants à partir de 8 ans. Ces ressources permettent de s'interroger sur les interactions entre les différentes composantes de ce territoire : conditions écologiques, habitats et espèces, usages et impacts de l'Homme. Il est composé de différents supports :

› Le mode d'emploi et les fiches ressources

Cet outil permet de fournir une base de connaissances aux utilisateurs, enseignants, animateurs, éducateurs afin qu'ils puissent utiliser les outils proposés de manière autonome et développer leurs propres déroulements pédagogiques. Le mode d'emploi est composé de 8 pages pour faciliter la prise en main pédagogique de la mallette et les 33 fiches ressources donnent des détails scientifiques et techniques : habitats, espèces, usages, menaces et actions du projet LIFE. Édité en 20 exemplaires au format A4, cet outil a été distribué aux écoles.

› Le jeu « Restaure ta nature »

À travers une fresque interactive présentant les principaux habitats menacés sur le littoral des Calanques, le public peut redonner vie à ce territoire en remplaçant des étiquettes amovibles aimantées, le tout sous forme de jeu.

Il est composé de :

- › la fresque des habitats littoraux : support en dibon, 3 panneaux de 50 x 75 cm
- › les vignettes illustrées aimantées : espèces, usages, actions LIFE. 33 vignettes de 8 x 8 cm
- › le dé et son jeu de carte.

MALLETTE PÉDAGOGIQUE
« RESTAURE TA NATURE »



› **Le livret pédagogique « le coin des minots écolos »**

Il est composé de jeux pour sensibiliser les enfants à la richesse et à la fragilité des habitats littoraux des Calanques tout en s'amusant.
12 pages, format A5.

› **Le livret de découverte des habitats littoraux du Mont Rose**

Ce livret de terrain est adapté pour animer une sortie de découverte sur le site du Mont Rose, pour des élèves de collège et lycée.
8 pages au format A5, imprimé par les classes.



› **Le Quiz PowerVote**

Il permet d'animer des présentations, conférences, réunions, en faisant participer le public à l'aide de boîtiers électroniques. Il peut être utilisé au format papier.

PowerVote est un système de vote interactif qui peut être utilisé lors de formations, d'animations de réunions, conférences, questionnaires etc. animés en présentiel. Il fonctionne en s'appuyant sur la suite Microsoft (avec PowerPoint). Très intuitif et facile d'installation et d'utilisation, il se décline en 3 éléments :

- › le logiciel gratuit est disponible en ligne et permet l'accès à une fenêtre PowerVote directement sur PowerPoint dès son installation ;
- › des manettes sans fils et individuelles permettent aux participants de voter ;
- › une manette présentateur permet d'animer l'outil en faisant apparaître les questions, sondages et résultats à distance ;
- › une clef USB à brancher à l'ordinateur fait le lien entre les manettes et la présentation PowerPoint concernée, où les résultats des votes s'affichent instantanément sous forme graphique.

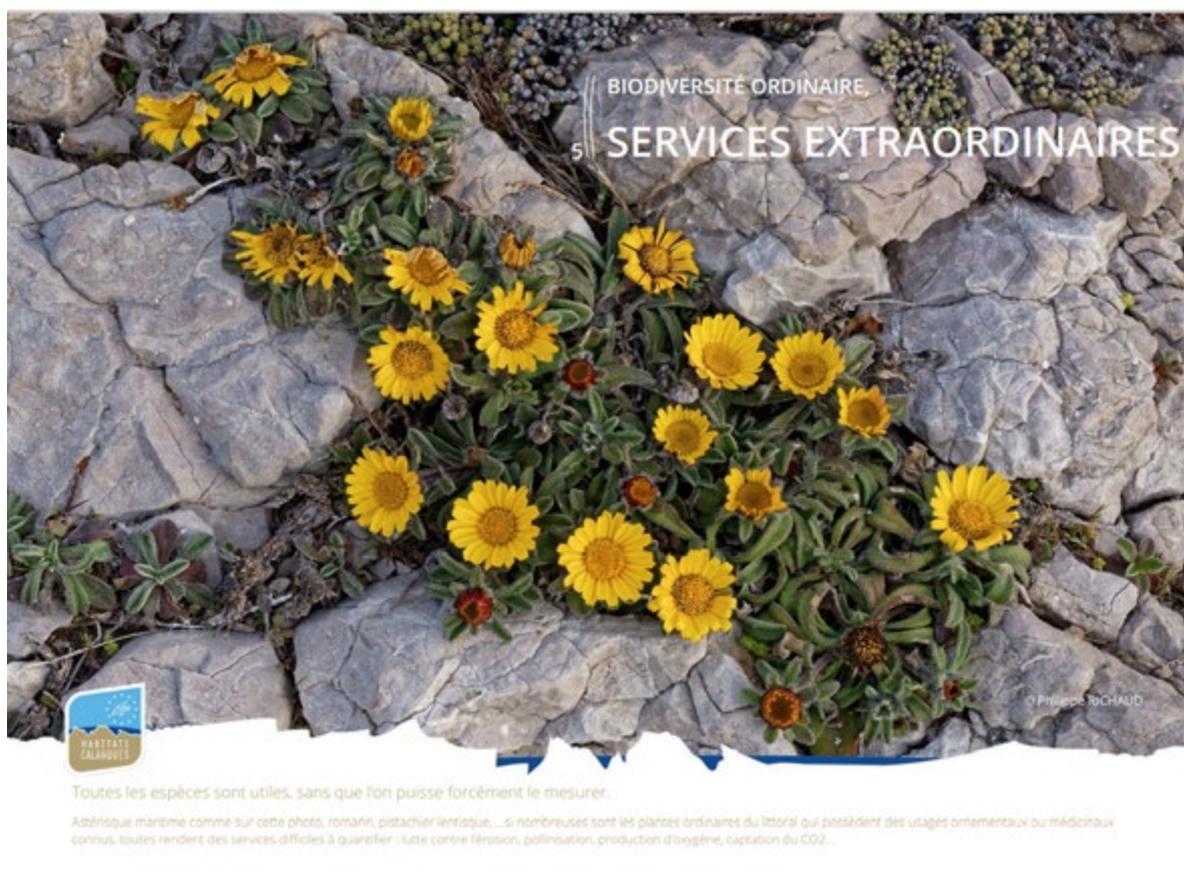
L'outil offre des paramètres simples et complets (minutage, format de réponse, affichage des résultats, etc.). L'ensemble (clef USB, 1 manette présentateur et 40 manettes participants) coûte environ 2 000 euros.



Gauche : manette présentateur
Droite : manette participant

› **L'exposition « Ensemble pour protéger un littoral exceptionnel »**

Cette exposition vise à faire découvrir pourquoi le littoral des Calanques est un territoire unique et comment le projet LIFE Habitats Calanques permet de le protéger, à travers de belles photos, des titres et des textes synthétiques. Elle offre différents niveaux de lecture et à chacun la possibilité de retenir une information ou de s'interroger sur ce territoire, quel que soit le temps consacré. Elle peut être utilisée de manière passive ou plus active, intégrée à un projet de classe ou d'établissement. Elle est composée de 16 posters pédagogiques de 60 x 80 cm édités en 20 exemplaires.



EXTRAIT DE L'EXPOSITION

Elle a été distribuée aux écoles bénéficiant du programme pédagogique. Installée dans les parties communes de vingt établissements scolaires, elle permet de sensibiliser l'ensemble des élèves de ces derniers.

■ Méthode d'animation

Les cycles d'animation proposés comportaient une sortie terrain à la journée et une demi-journée de prolongement en classe. Différents déroulements ont été mis en œuvre en lien avec les enseignants en fonction du niveau des classes participantes. Différents sites de sortie au choix ont été proposés aux classes : le Mont Rose, la Calanque de Sugiton, l'archipel du Frioul, les Calanques de Port-Miou / Port-Pin ou Sormiou.

Ci-dessous un exemple de déroulement « type » pour une classe de lycée en sortie au Mont Rose.

Jour 1 : sortie terrain

- › lecture de paysage : découverte des habitats littoraux, biotope et biocénoses ;
- › détermination de la flore : à l'aide d'un jeu de découverte, les élèves apprennent à reconnaître 12 plantes du littoral des Calanques ;
- › observation, au cours de l'itinéraire, des différents aménagements et actions mis en œuvre dans le cadre du projet LIFE Habitats Calanques ;
- › présentation des « métiers du LIFE ». À travers les exemples concrets découverts pendant la balade, les élèves découvrent la diversité des métiers qui sont intervenus sur le projet LIFE.

Les différentes séquences sont ponctuées d'activités du livret de découverte des habitats littoraux du Mont Rose.

Demi-journée 2 : intervention en classe

- › diaporama de découverte des habitats littoraux, animé sous forme de quiz grâce à des boîtiers interactifs ;
- › jeu « Restaure ta nature » ;
- › évaluation à l'aide du livret de jeux « le coin des minots écolos » .

■ Mobilisation des enseignants

Une fois les outils finalisés, deux évènements de présentation de la mallette pédagogique « Restaure ta nature » et de l'exposition « Ensemble pour protéger un littoral exceptionnel », ont été organisés. En raison de la crise sanitaire, les deux sessions ont eu lieu en distanciel, l'une en Facebook Live, l'autre en visioconférence. Un questionnaire en ligne a permis d'initier un recensement des enseignants souhaitant bénéficier des interventions.

Trois campagnes de communication par courrier électronique ont permis d'informer les écoles de la proposition pédagogique. Les différents supports créés sont en libre accès, disponibles en ligne sur le site internet www.naturoscope.fr.

Après la planification des interventions, les expositions étaient fournies aux établissements lors de l'animation en classe. L'installation était à la charge des écoles. Chaque enseignant a renseigné une fiche d'évaluation permettant d'évaluer différents items : qualité des outils pédagogiques utilisés, des déroulements réalisés, de l'animateur...

■ Outils à destination des collectivités : focus sur le guide « Plantons local en Provence-Alpes-Côte d'Azur »

Objectifs

Face à la problématique des espèces végétales exotiques envahissantes dans les villes et leur périphérie, les collectivités de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur ont manifesté un besoin d'informations et d'accompagnement sur les questions de végétalisation paysagère pour leurs projets d'aménagement. Devant cette demande croissante de sensibilisation et de conseil, il est apparu nécessaire de proposer un outil pédagogique à large échelle, qui réponde aux attentes de terrain tout en intégrant les spécificités écologiques du territoire.

L'objectif est d'encourager des plantations d'espèces locales et sauvages, pour préserver et favoriser la biodiversité dans les espaces publics et parapublics de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, tout en incitant les praticiens à se tourner vers les experts locaux pour bénéficier du conseil et de l'accompagnement nécessaire à leur aménagement.

Ce guide est destiné aux services des espaces verts des collectivités territoriales mais aussi aux urbanistes, architectes, gestionnaires, aménageurs publics et privés et paysagistes (en conception comme en entretien). Il touche toutes les opérations concernées par des projets d'aménagement, de construction ou de réhabilitation de la part des collectivités territoriales. Y sont réunies tout autant les approches pour intégrer la « nature en ville » et faire augmenter la part de surface végétalisée sur un territoire, que des approches de restauration de haies, de ripisylves ou encore de renaturation d'espaces anthropiques perturbés (décharges, anciens sites industriels, ...).

Méthodologie

› Benchmark

Un benchmark a été réalisé afin que cette production se nourrisse des retours d'expériences des démarches déjà réalisées dans d'autres régions (Île de France, Nord-Pas-de-Calais, Nouvelle Aquitaine ou Centre-Val de Loire, ...) ou en cours de réalisation (Occitanie). Les documents produits ont servi de référence à l'ensemble des acteurs.

› Gouvernance

Cette production, qui doit répondre aux besoins de terrain a été co-construite de manière très étroite avec les Conservatoires Botaniques de la région (Conservatoires Botaniques Nationaux Méditerranéen et Alpin), et avec une gouvernance élargie pour intégrer au mieux tous les acteurs et les diverses professions et domaines concernés : Office français de la biodiversité, aménageurs, paysagistes, collectivités, et producteurs de plants. La durée de mise en œuvre prévue était de 18 mois. Il a été essentiel de prendre le temps nécessaire de concertation avec les divers experts impliqués, pour notamment recueillir tout autant les besoins des utilisateurs, que les besoins et contraintes des producteurs. La gouvernance s'appuyait sur un comité de pilotage, un groupe projet et des groupes de travail et de relecture.

› Contenu et format

Le guide est composé d'une première partie « généralités et recommandations » et d'une seconde partie qui propose des palettes végétales non-exhaustives adaptées aux différents territoires constituant la région. Les utilisateurs des groupes de travail ont plébiscité une organisation des palettes végétales par type de formations végétales (boisées, humides et ouvertes) puis par zone biogéographique (alpine et méditerranéenne). Ces listes intègrent les végétaux locaux des habitats littoraux. Le guide sera disponible en version dématérialisée sur une page d'accueil du site de l'ARBE (arbe-regionsud.org). Il fera une centaine de pages.

Premiers retours

La réalisation du guide « Plantons Local en Provence-Alpes-Côte d'Azur » de conseils sur l'intégration de plantes locales et sauvages dans les aménagements publics et parapublics à l'échelle de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a fortement rassemblé et renforcé les liens entre professionnels, notamment entre aménageurs et producteurs. La collaboration avec les conservatoires botaniques et le fait de s'appuyer sur la marque « Végétal local » (démarche nationale existante) a également facilité et renforcé les échanges et les liens avec et entre les professionnels participants. Ce projet a révélé le fort intérêt des aménageurs sur les sujets de végétalisation locale. Il a aussi soulevé de nouvelles interrogations sur l'utilisation de certaines espèces eu égard à leurs spécificités écologiques et au phénomène de changement climatique, leur utilisation concrète sur le terrain ou encore la mise en valeur de certaines d'entre elles plutôt que d'autres au sein du guide.

■ Formation des agents

Objectifs

Des actions de sensibilisation ont été réalisées par les agents de terrain du Parc national des Calanques, les ouvriers forestiers du Conseil départemental des Bouches-du-Rhône et la patrouille maritime de la Ville de Marseille dans le cadre de leur mission de sensibilisation et de surveillance. Leur rôle a été d'informer les visiteurs sur la fragilité et la rareté des habitats littoraux, de leur expliquer l'utilité des actions effectuées durant le projet LIFE et d'obtenir un changement de regard et d'attitude dans leur relation à la nature. Afin d'assurer une communication homogène et cohérente du projet sur l'ensemble du territoire, des formations ont été mises en place à destination de ces agents.

Méthodologie

Le module de formation a été différencié dans son contenu et sa fréquence en fonction du personnel en bénéficiant. En effet, la connaissance des enjeux de conservation sur le territoire n'est pas la même d'un partenaire à un autre. La structure coordinatrice et la structure gestionnaire du projet ont créé et dispensé ensemble les modules de formation. Cette décision a permis d'offrir des modules de formation flexibles et adaptables chaque année, en fonction des avancées du projet.

Publics concernés

Trois types de publics ont été concernés par des actions de formation en présentiel :

› Les agents permanents du Parc national des Calanques

Largement sensibilisés aux enjeux et menaces du littoral, la formation a consisté en une phase d'appropriation fine des actions du projet à ses débuts. Des temps d'échanges et de retours d'expérience ont eu lieu tout au long du projet au sein de la structure, les agents étant directement impliqués dans le déploiement des actions du projet sur le territoire.



FORMATION DES ÉCOGARDES DU PARC NATIONAL DES CALANQUES LE 14 AVRIL 2022

› Les agents saisonniers du Parc national des Calanques

Cette formation annuelle a été dispensée en deux temps, suivant les arrivées des saisonniers. Actualisée chaque année, elle a été divisée en plusieurs phases afin d'impliquer les participants et de leur permettre de comprendre et de s'approprier le projet, notamment à travers :

- › un questionnaire avant/après la formation sur la base du DÉFI Calanques (utilisation de l'outil PowerVote) ;
- › une présentation sur les habitats littoraux des Calanques et les actions du projet LIFE en cours ;
- › un temps d'échange et de questions à chaque étape de la présentation ;
- › une mise en situation afin de mettre en exergue les problématiques relatives aux éléments de langage et messages à utiliser avec les visiteurs ;
- › une visite terrain ;
- › la diffusion de la présentation du projet à chaque participant.

Afin de renforcer la visibilité du projet et de l'Europe sur le territoire, des écussons LIFE à scratch, adaptés aux uniformes des agents du Parc national des Calanques, ont été produits. Chaque agent impliqué dans le cadre du projet portait, sur le terrain, un écusson LIFE.

› Les agents permanents des autres structures partenaires

Après identification des connaissances et des besoins, une formation a été dispensée aux agents de chaque structure partenaire concernée en début de projet. Elle consistait en une présentation précise des enjeux et actions à mettre en œuvre avec l'appui de documents ressources. Un temps d'échange complétait la formation. À la demande des structures partenaires, d'autres modules de formations plus légers ont été dispensés pendant le projet. Une dernière formation de « mise à jour » a eu lieu à la fin du projet pour chaque partenaire : afin de clôturer en présentant son bilan positif, et de pérenniser les messages à promouvoir après le projet.

■ Valorisation du projet et coopération internationale

L'objectif de la coopération est de permettre le transfert de pratiques et actions de gestion et le partage de retours d'expériences. La création d'une synergie entre acteurs européens était d'autant plus attendue sur ces habitats littoraux méditerranéens dont le statut de conservation est préoccupant dans la plupart des pays d'Europe du Sud.

Cela a pris la forme d'échanges concrets mais aussi de partages sur les méthodes et pratiques d'aménagement et de gouvernance, à travers 21 coopérations internationales et une conférence internationale.

Les coopérations internationales ont consisté en :

- un accueil en septembre 2019 de 3 experts. Cette coopération a été rattachée à la conférence internationale pour renforcer le partage de connaissances et pratiques à une large échelle ;
- une visite à Valencia en Espagne en octobre 2019 sur 4 jours, à laquelle 4 bénéficiaires associés du projet ont pris part. 5 lieux ont été visités, de nombreuses problématiques évoquées (protocoles d'arrachage d'EVEE, mises en culture...) et de nouveaux contacts noués.



VOYAGE À VALENCIA EN OCTOBRE 2019

RETOURS D'EXPÉRIENCE LIFE

Calendrier d'exécution des actions

Il est nécessaire de planifier les prestations d'iconographie et de photographies en tout début de projet. La difficulté réside dans la définition des besoins à ce stade-là. Les prestataires devront être mobilisables tout au long du projet.

Le calendrier qui suit donne un ordre d'idée sur le planning de réalisation des outils de communication, sachant que différentes étapes sont à prendre en compte :

- › réflexion et définition des besoins en amont avec les partenaires du projet ;
- › consultation ;
- › réalisation de la prestation y compris phases de concertation ;
- › livraison / impression (pour le site internet et la page Facebook, alimentation et maintenance).

		2017		2018				2019				2020				2021				2022			
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Études préparatoires	Stratégie de communication																						
	Charte graphique																						
Conception des supports de communication	Photographies																						
	Iconographie																						
	Plaquette Grand Public																						
	Les incollables																						
	Plaquette instit.																						
	Guide de reconnaissance et de bonnes pratiques sur les EVEC																						
	Poster botanique																						
	Malette pédagogique et exposition pour les écoles + animations																						
	Autocollants																						
	Page Facebook																						
	Site Internet																						
	Réalisation 5 roll-ups																						
	Campagne de pimpage de bus																						
	Guide Plantons Local																						
	Guide de gestion																						
	Doc. et animations																						
	App. smartphone																						
Séminaire de clôture																							
Layman's report																							
Évènements	Évènements Grand Public																						
	Coopérations régionales, nationales et internationales																						

■ Coûts indicatifs

NATURE DES COÛTS	BUDGET/ RÉALISÉ	PRIX TTC	PRÉCISIONS
Accompagnement à la définition de la stratégie de communication	Réalisé	9 000 €	
Charte graphique	Réalisé	6 000 €	
Reportage photographique	Budget	3 200 €	15 journées
Iconographie	Prévisionnel	3 700 €	
Site internet du projet, maintenance et hébergement sur 5 ans	Réalisé	11 000 €	
Documentaire et film d'animations	Prévisionnel	30 000 €	
Campagne réseau de bus (affiches et espaces publicitaires)	Réalisé	40 000 €	
Application smartphone	Budget	2 000 €	

Productions guides et plaquettes - maquettes*			Nb de pages
Plaquette de présentation du projet Grand public	Budget	1 000 €	4
Plaquette de présentation institutionnels	Budget	2 000 €	16
Layman Report	Budget	2 100 €	10
Guide « Plantons Local en Provence-Alpes-Côtes d'Azur »	Budget	5 000 €	120
Guide de gestion	Budget	8 000 €	200
Actes du colloque	Budget	4 000 €	180

*hors frais d'impression et de traduction

Aux coûts liés à la création graphique et à la mise en page s'ajoutent les frais d'impression et de traduction à ne pas oublier.

■ Résultats

La page Facebook recense 758 abonnés à mi-juin 2022 et 641 mentions J'aime. Les statistiques disponibles depuis juin 2020 indiquent qu'environ 19 000 personnes ont consulté un contenu sur la page. En ce qui concerne le site internet, il a totalisé environ 15 000 visiteurs sur l'année écoulée (du 25 juin 2021 au 25 juin 2022).

■ Grand public et influenceurs

La participation à de nombreux événements et l'organisation de réunions publiques, avec les riverains, les Comités d'intérêts de Quartier, les acteurs socio-économiques ont permis de sensibiliser et informer de nombreuses personnes sur le projet. Ainsi, du début du projet à fin mai 2022 ont notamment été organisées :

- › 14 réunions publiques (habitants et Comités d'Intérêt de Quartier) et 1 webinaire grand public ;
- › 8 réunions avec des acteurs socio-économiques ;
- › 19 participations à des événements locaux ou d'envergure nationale et internationale ;
- › et autres réunions avec les acteurs publics, politiques, scientifiques...

Les réunions à destination du grand public et des acteurs socio-économiques ont ainsi touchées environ 1 900 personnes à fin mai 2022.

La conférence internationale s'est tenue sur 3 jours en septembre 2019 à Marseille et a accueilli 108 personnes qui ont participé aux conférences (sur des thématiques scientifiques, de gestion et de communication) ainsi qu'aux sorties terrain, et plus de 200 personnes ont été sensibilisées lors de la journée portes ouvertes au grand public.

■ Scolaires

Au 30 juin 2022, 15 classes ont participé au programme pédagogique pour un total de 376 élèves sensibilisés en face à face. 17 classes sont déjà inscrites pour la rentrée de l'année scolaire 2022/2023, soit environ 425 élèves.

L'exposition photographique a été installée dans 8 établissements scolaires, un exemplaire est installé de manière permanente à la Maison de la Nature, un autre a été installé de manière temporaire lors de l'évènement « Embruns ». Les 10 derniers exemplaires seront installés à la rentrée 2022/2023 dans les écoles participant au programme.

À ce jour, l'exposition a permis de toucher de manière indirecte plus de 2 000 personnes.

En outre, les outils créés ont été utilisés par les animateurs du Naturoscope sur des actions hors LIFE permettant de toucher plus de 15 classes, soit près de 400 élèves supplémentaires.

■ Formation des agents

216 agents ont été formés et 23 336 visiteurs des Calanques ont ainsi pu être sensibilisés aux enjeux du projet LIFE, entre 2018 et 2021.

ANNÉES	NOMBRE DE PERSONNES SENSIBILISÉES SUR LE PROJET LIFE
2018	988
2019	4 566
2020	7 193
2021	10 589

Suivi des sensibilisations réalisées par les éco-gardes lors des saisons estivales

■ Quelques conclusions

La réalisation de ce projet LIFE nous a délivré différents enseignements et différents points d'attention peuvent en découler, notamment les suivants :

- la question de la réalisation d'un projet LIFE dédié à la communication et la sensibilisation mené en amont peut se poser. Lors de la visite à Valencia dans le cadre de la coopération internationale, nous a été présenté un projet Information et Communication, le LIFE Seduccion Ambiental, porté par le Parc naturel d'Albufera, qui avait pour but de sensibiliser les acteurs locaux, habitants et autorités au patrimoine naturel du Parc et de fournir des informations sur le réseau Natura 2000 à travers une campagne intensive. Le constat fait sur cette halte migratoire d'importance pour de nombreuses espèces d'oiseaux était que les visiteurs, attirés par la station touristique de Valencia, par les plages et la vie nocturne, n'avaient pas conscience de la valeur du site et ne connaissaient pas particulièrement les réglementations environnementales s'y appliquant. La communication est un des axes forts du projet LIFE Habitats Calanques et la poursuite dans le temps de campagnes de sensibilisation régulières est un des facteurs clés de réussite, d'autant plus que certaines actions se prolongeront hors LIFE comme les aménagements de sentiers et les arrachages de plantes exotiques envahissantes ;
- les ressources (temps, JH) de chaque bénéficiaire associé doivent être dimensionnées au mieux, sur une charge qui peut être très fluctuante dans le temps, en fonction de la participation à certains événements et des périodes propices aux animations ;
- les contraintes liées au travail collaboratif doivent bien être intégrées :
 - fixer un processus de validation des productions, nécessaire dans tout projet multi-partenarial, ce qui a été fait dès le début du projet (15 jours de relecture et validation avant toute sortie d'outils de communication), même si les délais ont dû parfois être raccourcis pour disposer d'outils sur les événements à venir. Une certaine flexibilité doit donc être de mise ;
 - évaluer les délais de réalisation des travaux collaboratifs en prenant bien en compte le temps des allers-retours et validations. Les délais afférents au recours aux prestations de création graphique et mise en page doivent en particulier être anticipés (temps de la consultation, temps des corrections...);
 - des outils de partage et co-construction entre bénéficiaires associés du projet doivent être définis, notamment sur les guides pour lesquels les contributions sont multiples mais aussi pour le partage et le stockage de photographies.

- › une palette d'outils de communication existe et il est nécessaire de ne pas s'éparpiller en ajustant si nécessaire ces outils selon ces cibles prioritaires et de prendre en compte le besoin de tisser des liens réguliers avec certaines de ces cibles. Une newsletter est par exemple un bon outil pour informer régulièrement. Il en avait été question pour informer les habitants riverains du Parc national des Calanques, néanmoins, cela demande de dégager du temps pour sortir plusieurs numéros. La page Facebook est aussi un outil plus interactif mais nécessite des publications régulières et du contenu diversifié : information sur des événements passés, annonces d'événements, lives...
- › des indicateurs faciles à suivre doivent être définis et il est nécessaire de les suivre tout au long du projet. En particulier, il faut savoir qu'une page Facebook publique a une limite d'historique en termes de statistiques. Le Défi Calanques qui était une très bonne idée n'a pas été exploité au fil de l'eau ;
- › les campagnes de communication des partenaires du projet hors LIFE doivent être prises en compte. Ainsi il a fallu éviter l'écueil d'une communication qui aurait renforcé l'attractivité du site des Calanques et travailler de manière plus conjointe avec les équipes de communication du PNCAL. Par exemple, une campagne d'affichage sur les abribus réalisée par le PNCAL (contingemment des visiteurs sur la calanque de Sugiton) et la campagne de sensibilisation sur les bus portée par le LIFE ont pris place sur la même période estivale. La campagne du LIFE devait avoir une identité visuelle propre et ses messages devaient être bien distingués de ceux du Parc national, tout en restant en cohérence.

■ Perspectives

L'ensemble des supports de communication continuera à être diffusé par l'ARBE et les partenaires du projet, les impressions ayant été prévues en quantité suffisante pour ce faire. Le Guide « Plantons Local » sera diffusé en fin d'année 2022 et un accompagnement à sa sortie pourra être prévue, par exemple sous la forme d'un webinaire ARBE « 1h pour comprendre et agir ». Une actualisation de la version numérique est en réflexion à une fréquence qui pourrait être annuelle.

L'application smartphone aura vocation à perdurer en fonction des utilisations. Une maintenance applicative et évolutive a été proposée par l'École des métiers du jeu vidéo et sera étudiée. Elle aurait l'avantage de pallier les éventuels bugs rencontrés et de relancer le jeu en offrant de nouvelles fonctionnalités aux joueurs. La reprise du site internet par le Parc national des Calanques est envisagée. En outre, les réseaux sociaux de chacun des partenaires pourront communiquer sur les suites du projet.

Quant aux formations sur les enjeux de préservation du littoral, elles seront intégrées en routine dans les formations plus globales des écocardes du PNCAL, et des agents des structures partenaires du projet.

Plus globalement, des retours d'expérience pourront être prévus par les différents partenaires du projet dans leurs réseaux respectifs.

Enfin, l'ARBE restera à disposition des porteurs de projets LIFE pour les accompagner.

ÉVALUATION

- Contexte et enjeux
- Évaluation de l'impact socio-économique des actions
- Évaluation des services écosystémiques

CONTEXTE ET ENJEUX

L'évaluation est un moyen pour les partenaires du projet LIFE de « mettre en nombre » certaines actions dans le but de les faire exister au-delà des acteurs qui les ont portées. En dévoilant l'importance des actions réalisées, l'évaluation constitue également un plaidoyer pour leur continuation.

ÉVALUATION DE L'IMPACT SOCIO-ÉCONOMIQUE DES ACTIONS

■ Objectifs

L'évaluation de l'impact socio-économique du projet vise à comprendre l'impact des actions de gestion sur l'économie locale et la population.

Cette évaluation s'articule autour de trois axes :

- › une étude comparée de la perception des usagers sur les actions de gestion avant et après les travaux d'aménagements et d'arrachage ;
- › une étude sur l'impact socio-économique du projet sur le territoire ;
- › une analyse de la contribution du projet aux Objectifs de Développement Durable (ODD).

Les deux premières études ont été confiées au bureau d'études sociologiques et ethnologiques RESSOURCE, spécialisé dans l'accompagnement des gestionnaires d'espaces protégés. La troisième a été réalisée en interne par le PNCAL et l'ARBE.

■ Méthodologie

Étude sur la perception des usagers

Cette action fait suite aux travaux de recherche sur les représentations qu'ont les usagers des patrimoines naturels du littoral, des paysages et de la règlementation des espaces naturels FHUVEL menée entre 2010 et 2013.

La méthodologie retenue est la passation d'un questionnaire d'enquête directement auprès des usagers des sites du périmètre LIFE. Ce dernier a été construit de manière concertée entre le prestataire et le Parc national des Calanques. La première enquête a été menée de juillet à octobre 2020 sur les sites de Callelongue/Marseillevyre, Cap Canaille, Mont Rose, Morgiou, Sugiton et Port Pin. Ce questionnaire comportait 56 questions pour un temps de réponse moyen de 25 minutes.

464 questionnaires ont été récoltés, dont 400 ont été conservés par tirage aléatoire afin d'améliorer la robustesse de l'échantillon. L'administration du questionnaire s'est faite autant que possible par échantillonnage aléatoire d'heures et de sites. L'échantillon a ensuite été redressé par quotas en prenant pour référence l'étude Altimax 2017.

Une seconde phase d'enquête aura lieu durant l'été 2022 et un rapport final permettra de comparer l'évaluation de la perception des usagers avant ; après les actions de gestion.

Étude d'impact socio-économique

L'objectif de l'étude est d'identifier des indicateurs de valeur socio-économiques liés à la protection et à la gestion des milieux littoraux.

La difficulté principale de ce type d'évaluation réside dans le fait qu'il n'y pas d'usages marchands directs liés à la création ou à l'amélioration « d'actifs naturels » par les actions d'aménagement du projet LIFE, qui pourraient être mises en balance avec les dépenses générées par le projet.

Ces valeurs marchandes peuvent cependant être rendues commensurables avec une estimation de la valeur que les usagers du site peuvent attribuer aux habitats restaurés et/ou aux aménités environnementales qu'ils pensent gagnées ou perdues. Il s'agit d'évaluer un consentement à payer pour les aménités positives, comme l'amélioration du confort des cheminements, ou un consentement à recevoir pour les aménités négatives, comme par exemple les fermetures d'accès. Il s'agit ainsi d'évaluer la valeur non marchande de la préservation et de la création des habitats littoraux.

La méthodologie pré-identifiée est l'identification d'indicateurs d'impact socio-économique via une recherche bibliographique, la récolte de données de « valeurs marchandes », et enfin la passation de questions relatives à cette évaluation lors de la seconde vague de l'étude perception, éventuellement étendue à un panel plus large, par exemple à un groupe d'usagers particuliers.

Contribution du projet aux Objectifs de Développement Durable

En 2015, l'ONU a lancé l'Agenda 2030 qui donne 15 ans à l'ensemble des pays du monde, et à l'ensemble des acteurs de la société civile (collectivités, entreprises, associations, citoyens), pour atteindre 17 Objectifs de Développement Durable (ODD). Ces 17 ODD sont déclinés en 169 cibles à atteindre. Ce nouveau cadre international, décliné en France en 2019 dans la « Feuille de route de la France pour l'Agenda 2030 », incite les porteurs de projet à avoir une vision résolument transversale de leur action, en se questionnant sur leur contribution à chacun des ODD mais aussi sur les moyens qu'ils auraient pour les améliorer. Cette vision globale leur permet de prendre conscience des impacts, tant positifs que négatifs, de leur action sur des enjeux du développement durable qui n'avaient peut-être pas été appréciés jusqu'alors.

LES DIX-SEPT OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

© ONU

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



Deux outils d'animation ont été utilisés de manière complémentaire pour évaluer collectivement la contribution d'un projet aux ODD :

› La fiche action de la boîte à outils des ODD

Mise en œuvre par le Ministère de la transition écologique, la boîte à outils comporte une « fiche action » qui, avec une animation spécifique en présentiel, permet d'auto-évaluer collectivement l'impact d'une action sur les 17 ODD (négatif/neutre/positif) et de recenser des pistes d'amélioration proposées par le groupe de travail.

› Le Mandala des ODD

Mis en œuvre par le département de la Gironde, le Mandala permet également collectivement et en présentiel d'auto-évaluer l'impact d'une action sur les ODD (négatif/neutre/positif), d'identifier des pistes d'amélioration (à travers le questionnaire suivant : « Action à meilleur impact à condition de... »), mais aussi de prioriser le renforcement de la contribution de l'action aux différents ODD. Les fiches ODD proposées par le Mandala résument de manière synthétique chaque ODD, ses cibles et mots-clés associés ainsi que les questions auxquelles doit répondre le groupe de travail ; elles permettent ainsi de s'approprier rapidement les cibles afin de compléter l'évaluation le plus aisément possible.

Une séance de travail a ainsi été effectuée entre l'ARBE et le Parc national des Calanques pour réfléchir à la contribution des ODD dans les dernières années du projet afin d'incrémenter l'après LIFE avec les résultats mis en lumière par l'évaluation.

Quatre fiches actions ont été déclinées reflétant les 4 grands objectifs et donc groupes d'actions du projet :

- › l'aménagement des sentiers ;
- › l'introduction et le renforcement des populations d'astragale de Marseille et de plantain subulé ;
- › l'arrachage des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes ;
- › la communication engageante pour faire changer les comportements et la coopération.

Le Mandala a été réalisé sur l'ensemble en prenant en considération ces 4 groupes d'actions.

■ Résultats préliminaires

Les résultats préliminaires concernent la première phase d'enquête réalisée à l'été 2020 et devront être complétés par une analyse comparative avec les résultats de l'enquête menée en 2022. L'étude d'impact socio-économique ayant été lancée à l'été 2022, les résultats ne sont pas encore connus à l'heure de la rédaction de ce guide.

Étude sur la perception des usagers

De manière générale, plus de 80 % des visiteurs partagent une vision positive des actions de gestion et en attendent des effets positifs. L'adhésion la plus forte est plutôt le fait de catégories socioprofessionnelles supérieures (CSP) fortement diplômées, davantage âgées de 45 et 54 ans. L'adhésion la plus faible est marquée par une sur-représentation des 65 ans et plus ainsi qu'une sous-représentation des CSP supérieures, et reste davantage le fait de visiteurs marseillais. Il s'agit cependant d'une tendance qui n'est pas déterministe et ne doit pas être interprétée mécaniquement. En effet, aucun clivage social fort ni de minorité substantielle d'opposition radicale, c'est-à-dire de minorité qui s'opposerait systématiquement à toutes les actions, n'a été détectée.

L'étude fait ressortir un certain nombre de points pertinents :

- › concernant l'érosion, peu d'usagers interrogés sont en mesure d'identifier des **problématiques d'érosion** sur les photos des questionnaires, et ce alors même que l'on relève une appréciation très positive des paysages restaurés et que les personnes interrogées placent le piétinement et la divagation

comme première source de dégradation des Calanques. De plus, près de 70 % des personnes interrogées perçoivent qu'emprunter une sente et sortir du sentier abîme la végétation, tandis que 46,1 % y voient une source d'érosion du sol. Aussi semble-t-il qu'une stratégie de communication qui s'oriente sur la sensibilisation et la compréhension de cette problématique, gagnerait à inclure une lecture paysagère de l'érosion, ce qui aurait pour intérêt de rendre plus continuellement présent à l'esprit des visiteurs cette problématique. Plus que convaincre de l'effet du piétinement (sans abandonner ce point), il s'agirait d'apprendre à en lire les effets dans le paysage.

› les actions liées à **la flore et sa gestion** sont de très loin les plus plébiscitées. Plus des deux tiers des visiteurs interrogés sont favorables aux actions d'arrachage (67,1 %), tandis que 92,1 % des personnes interrogées se déclarent favorables aux mesures de plantation. La connaissance de la flore des Calanques et spécialement de la flore endémique n'est pas aussi bien partagée, ce qui rappelle que l'adhésion à des actions favorables à la flore ne nécessite pas une connaissance précise de cette dernière. En effet, l'astragale de Marseille reste une grande inconnue : 63 % des personnes interrogées n'en ont jamais entendu parler et seulement 11,6 % des enquêtés savent qu'il s'agit d'une plante qui pousse en bord de mer. Ce sont les espèces végétales exotiques envahissantes que les personnes connaissent et reconnaissent le mieux, et ce, dans un rapport allant du simple au double, sans toujours être informées de leur statut d'EVEE. Le constat le plus général est celui d'une difficulté de la part des enquêtés à se figurer quelles plantes sont naturellement présentes dans la région. 40 % d'entre eux pensent ainsi que l'agave est naturellement présente dans les Calanques et y a toujours ou presque toujours poussé.

Nous avons également pu observer qu'en l'absence d'éléments de sensibilisation, les personnes interrogées peuvent savoir qu'une espèce végétale est envahissante sans que cela ne les dissuade de souhaiter que cette espèce soit plus présente sur le littoral des Calanques. Il semblerait donc que cette fraction du public perçoive cette propriété concurrentielle avec la flore locale, mais ne mesure pas l'ampleur de ses conséquences. Ceci suggère que les éléments de communication et de sensibilisation gagneraient à mettre l'accent sur l'ampleur et l'étendue spatiale des changements liés aux EVEE.

Le figuier de Barbarie (oponce stricte) est l'espèce la moins citée comme endémique et la plus fréquemment identifiée comme exotique, alors que le caractère envahissant et fortement concurrentiel des EVEE est le plus fréquemment attribué à la griffe de sorcière. De ce point de vue, on communiquera donc plus efficacement pour illustrer le caractère non endémique en utilisant l'oponce comme exemple. Suivant la même logique, on présenterait avec plus de force le caractère envahissant/concurrentiel en prenant la griffe de sorcière pour exemple, bien que celle-ci arrive très largement en tête des plantes préférées. Une campagne de sensibilisation gagnera donc à s'appuyer préférentiellement sur l'oponce/figuier de Barbarie pour ensuite aborder les autres EVEE, plutôt que d'aborder à « même hauteur » oponce et griffe de sorcière.

Les six plantes suivantes poussent sur le littoral des Calanques :



Figuier de Barbarie



Luzerne arborescente



Agave



Griffes de sorcière



Plantain subulé



Saladelle

Y en a-t-il que vous connaissez ?

	oui	non
Figuier de Barbarie		
Luzerne arborescente		
Agave		
Griffes de sorcière		
Plantain subulé		
Saladelle		

Dans quelle(s) catégorie(s) classeriez-vous ces plantes ? Vous pouvez cocher plusieurs cases

	Figuier de barbarie	Agave	Luzerne arborescente	Plantain subulé	Griffes de sorcière	Saladelle
Une plante propre aux Calanques, qui y pousse naturellement						
Une plante exotique						

EXTRAIT DU QUESTIONNAIRE ADMINISTRÉ
AUX USAGERS SUR LES EVEE

© RESSOURCE

› **les aménagements de sentiers** sont bien reçus : trois personnes interrogées sur quatre y sont favorables. Toutes réponses confondues, 56 % des visiteurs perçoivent correctement la finalité de ces aménagements avant qu'elle ne leur soit présentée. Ils leur prêtent souvent une autre utilité (sécurité, orientation du visiteur, facilitation d'accès), ce qui peut contribuer à la très large adhésion du public alors même que la finalité écologique de ces ouvrages est ignorée par un peu moins d'une personne sur deux. Une partie des visiteurs adhère aux aménagements, mais avec des bémols, sous la forme de concessions faites au plaisir esthétique, les percevant comme un moindre mal. L'enquête suggère également une bonne capacité de la communication à modifier les avis sur les actions. Les personnes défavorables aux aménagements évoluent dans leur opinion après présentation de contenus de communication pour devenir favorables à ces aménagements. Moins de 15 % des personnes tout à fait défavorables restent défavorables. La communication tend aussi à amoindrir les positions les plus affirmées aussi bien chez les plus favorables que les plus défavorables.



Reportez vous à la page précédente. Quel(s) passage(s) associez vous le plus spontanément aux termes suivants :
entourez le numéro de la photo du ou des passages que vous voulez retenir

Confort pour se balader							
1	2	3	4	5	6	aucun	
Plaisir de se balader							
1	2	3	4	5	6	aucun	
Authenticité							
1	2	3	4	5	6	aucun	
Nature							
1	2	3	4	5	6	aucun	

EXTRAIT DU QUESTIONNAIRE ADMINISTRÉ AUX USAGERS
SUR L'AMÉNAGEMENT DE SENTIERS

© RESSOURCE

Contribution du projet aux ODD

Les actions du LIFE contribuent à certains ODD, en particulier :

- **ODD 15 - Vie terrestre** : c'est l'essence du projet que de contribuer à la préservation des écosystèmes terrestres, de la biodiversité et des espèces menacées, de lutter contre les espèces exotiques envahissantes et d'intégrer ces problématiques dans les politiques de gestion des espaces naturels.
- **ODD 8 - Travail décent et croissance économique** : le projet a en effet permis la collaboration entre les acteurs locaux, a favorisé la création et le maintien d'emplois liés à l'externalisation d'une partie des prestations, avec notamment la maîtrise d'œuvre et la réalisation des travaux d'aménagements de sentiers (1,4 M€), la réalisation des travaux d'arrachage, d'évacuation et de traitement des rémanents d'EVEE (480 K€) ou encore les prestations liées à la sensibilisation du public et à la communication (250 K€). À ces effets directs s'ajoutent des impacts indirects de création d'activité liés à la diversité de la chaîne de fournisseurs impliqués dans les actions de gestion : services liés à la maîtrise d'œuvre (expertise naturaliste, sécurité et protection de la santé, direction de travaux), matériaux et services liés à l'aménagement de sentiers (câbles, poteaux, blocs de pierre), à l'arrachage, à l'évacuation et au traitement d'EVEE (hélicoptage, compostage, valorisation).
Le projet LIFE a de plus contribué à favoriser un tourisme durable.
- **ODD 11 - Villes et communautés durables** : le projet a permis de favoriser le partage des outils de gestion et l'accompagnement des collectivités sur les problématiques liées à la flore locale et aux EVEE. Par ailleurs, les actions d'éducation à l'environnement et de communication engageante s'inscrivent dans l'objectif de développer une société de la connaissance comme moteur de l'action pour un développement durable (ODD 12 - Consommation et production durables), afin de stimuler un changement de comportement et de doter les citoyens des compétences nécessaires pour atteindre les objectifs fixés dans la stratégie.

■ Perspectives et limites

Concernant les deux premières études, les méthodes d'enquête par questionnaires peuvent avoir certaines limites. La « perméabilité » de l'adhésion aux actions du projet identifiée dans l'étude perception, c'est-à-dire la capacité à modifier *in situ*, par la communication, les avis sur les actions peut s'interpréter de différentes façons :

- il peut s'agir d'une adhésion ou d'une confiance donnée non pas aux actions elles-mêmes, mais aux gestionnaires qui les entreprennent. Les personnes interrogées dans ce cas de figure perçoivent que ces actions sont en contradiction avec leurs propres conceptions, mais se disent que si les gestionnaires les entreprennent c'est qu'il doit y avoir de bonnes raisons ;
- il peut s'agir d'un biais d'acquiescement, c'est-à-dire l'envie ou la tendance à aller dans le sens supposé de l'institution dont émane le questionnaire (prosaïquement, dire ce que l'on croit que l'autre a envie d'entendre). Ce biais est bien connu par la recherche en sciences sociales et reste inévitable.

Ce biais d'acquiescement pourrait éventuellement se retrouver dans les réponses aux questions liées à l'étude d'impact socio-économique. Certains services écosystémiques pourraient en effet se révéler être des « valeurs tutélaires », c'est-à-dire des valeurs pour lesquelles les usagers ne sont pas en capacité d'exprimer des préférences, ou de leur attribuer une grandeur, faute de connaissances écologiques, et doivent donc s'en remettre à une « tutelle », ici à l'autorité scientifique du gestionnaire. Si tel était le cas, il s'agirait de prendre en compte cet aspect dans les actions de communication. En effet, l'enquête perception soulève la question de la capacité des usagers à former des préférences sur des actifs naturels complexes à appréhender et pour lesquels le niveau d'information de la population est encore faible.

Si les Objectifs de Développement Durable à atteindre sont plutôt clairs, les méthodes pour en évaluer l'atteinte sont diverses. En effet, depuis 2015, de nombreux outils/méthodologies ont été créés à l'initiative des Directions Régionales pour l'Environnement, l'Aménagement et le Logement, et des collectivités, notamment des outils qui consistent à évaluer la contribution d'un projet particulier aux ODD. Le choix de la méthodologie est donc une question à se poser. L'évaluation repose très fortement sur une analyse déclarative et subjective des parties prenantes au projet. Elle peut avoir plusieurs objectifs, dont le choix influe sur la méthodologie adoptée :

- › évaluer la contribution d'une action pré-opération afin d'identifier toutes les orientations relatives aux ODD possibles, et s'assurer que l'action répond au maximum aux ODD dans l'objectif de l'améliorer ;
- › évaluer la contribution d'une action dans le temps en effectuant un suivi de sa contribution à des étapes clés de la réalisation de l'action ;
- › évaluer la contribution d'une action aux ODD une fois l'action réalisée pour se rendre compte de son niveau de contribution aux ODD et pour imaginer des évolutions pour l'enrichir.

Dans le cadre du projet LIFE Habitats Calanques, c'est la dernière option qui a été choisie car l'analyse a été réalisée dans le cadre du travail de réflexion sur l'après LIFE, à savoir la pérennisation et l'amélioration des actions du projet dans le temps.

ÉVALUATION SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

■ Objectifs

Les sociétés humaines tirent de nombreux biens et bénéfices des milieux naturels. Ce sont les services écosystémiques (SEs). Cette notion récente met en valeur l'importance de la nature pour l'Homme et la dépendance de celui-ci vis-à-vis du fonctionnement des écosystèmes. On distingue trois types de services écosystémiques :

- › les services d'approvisionnement (SA) sont les services à l'origine de produits finis que l'on peut extraire des milieux naturels tels que la nourriture, le bois, l'eau, etc. ;
- › les services de régulation (SR) sont des services non matériels contribuant directement au bien-être de l'Homme par la régulation des processus naturels (régulation du climat et des inondations, présence de pollinisateurs, etc.) ;
- › les services culturels (SC) sont les bénéfices intangibles attribués aux écosystèmes et liés à des usages récréatifs et touristiques, des interactions mentales avec des valeurs esthétiques et spirituelles, etc.

L'évaluation de l'impact des actions sur les fonctions écosystémiques est une action requise dans tous les projets LIFE. Le concept de service écosystémique est en effet souvent utilisé pour sensibiliser et encourager les collectivités et élus locaux à agir en faveur de la biodiversité. Il permet de mesurer les bénéfices et/ou les pertes engendrés par les actions de gestion sur les fonctions écosystémiques. L'objectif de cette étude est d'estimer l'impact des actions du projet LIFE Habitats Calanques sur le territoire du Parc national des Calanques, en termes de services écosystémiques (SEs) rendus par les habitats N2000 concernés.

■ Méthodologie

La démarche choisie est participative et repose sur le protocole réalisé dans le cadre de la thèse de L. Tschanz (Tschanz, 2021), validée par la Commission Européenne, et la thèse de S. Campagne (Campagne, 2018). Cette démarche est reproductible, courte (6 mois) et adaptable à tous types de territoires. Le principe d'évaluation repose sur l'élaboration d'une matrice d'évaluation à « dires d'experts » dite « matrice des capacités », adaptée au territoire d'étude. La liste des SEs se base sur la Classification Internationale Commune des Services Écosystémiques (CICES). L'évaluation se déroule en trois étapes majeures :

Étape 1 : évaluation par matrice du potentiel en SEs sur tout le territoire terrestre du Parc national des Calanques. Elle permet d'obtenir une vision globale du rendement maximum hypothétique des SEs et sert de base à l'évaluation des SEs rendus (étape 2).

Étape 2 : évaluation par matrice des SEs rendus sur le cœur du PN Calanques à t0 (avant le projet LIFE). Une territorialisation des SEs est obtenue par habitats sur la zone du cœur terrestre du Parc national des Calanques.

Étape 3 : prospective sur l'impact théorique des actions du projet recentrée sur les habitats d'intérêts communautaires ciblés à t+5 (fin du projet). Cette étape permet de visualiser la perception de l'impact des actions du projet sur les SEs rendus par les écosystèmes.

■ Mode d'intervention

Un groupe d'experts de différents domaines d'expertises, profils et connaissances géographiques variés a été constitué. Ces experts ont revu la liste des SEs pour l'adapter aux spécificités du territoire, ainsi que la liste des habitats d'intérêts prioritaires sur les secteurs d'étude. La matrice finale est obtenue par moyenne des matrices individuelles renseignées par chaque expert.

La matrice d'évaluation est une table composée en abscisse des services écosystémiques (SEs) et en ordonnée des habitats ou écosystèmes visés. Un score entre 0 et 5 est attribué pour noter la capacité potentielle (étape 1), réelle (étape 2) et prospective (étape 3) des habitats à rendre un service. Un indice de confiance (IC) par colonne et par ligne est donné pour chaque SEs et pour chaque habitat.

L'analyse et l'interprétation des résultats doit prendre en compte :

- › l'erreur standard qui illustre la variabilité des scores entre les différents notateurs ;
- › l'indice de confiance qui représente la plage d'incertitude associée à une estimation ;
- › l'indice de consensus qui marque la similarité des réponses entre les notateurs.

Résultats

Dans le cas de cette étude :

- › 12 structures et 24 personnes au total ont été impliquées ;
- › 27 SEs (8SA, 10SR et 9SC) ont été identifiés et évalués ;
- › 25 habitats dans le cœur du Parc national des Calanques ont été étudiés dans l'étape 2 et 16 habitats dans l'étape 3 pour se focaliser sur les sites d'intérêt communautaires visés par le projet LIFE Habitats Calanques.

Pour chaque habitat, il est possible de déterminer un bouquet de services qui donnent les moyennes des scores pour les services de régulation (SR), d'approvisionnement (SA) et services culturels (SC). Il est également possible de réaliser l'analyse par site d'étude. Ces résultats mettent en avant l'hétérogénéité des services rendus à t0 selon les types d'habitats.

BOUQUET DES SEs RENDUS À t0 RENDUS PAR 6 HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRES

<ul style="list-style-type: none"> SR1 Médiation de déchets ou de substances toxiques d'origine anthropique par des processus vivants SR2 Tampon, stabilisation des mouvements de masse et contrôle des taux d'érosion SR3 Maintien du cycle hydrologique et du débit d'eau, protection des côtes, régulation des inondations et des crues SR4 Protection contre les tempêtes SR5 Contrôle de la propagation des incendies SR6 Pollinisation et dispersion des graines SR7 Maintenir l'offre d'habitat, nursery, qualité et refuge des populations SR8 Contrôle des parasites et ravageurs et espèces exotiques envahissantes SR9 Formation et composition du sol 	<ul style="list-style-type: none"> SR10 Composition atmosphérique et régulation du climat SA1 Nourriture domestique: plantes cultivées SA2 Nourriture domestique: animaux élevés et leurs productions SA3 Nourriture sauvage: plantes sauvages et leurs productions SA4 Nourriture sauvage: animaux sauvages et leurs productions SA5 Eau souterraine à boire SA6 Fibres et autres matériaux SA7 Matériel génétique de tous les biotes SA8 Eaux de surface à des fins non potables 	<ul style="list-style-type: none"> SC1 Interactions physiques et expérientielles SC2 Interactions scientifiques SC3 Interactions d'éducation SC4 Interactions d'héritage et de culture SC5 Interactions de divertissement et récréatif SC6 Interactions esthétique SC7 Interactions spirituel et/ou emblématique SC8 Productions culturelles d'existence SC9 Productions culturelles de transmission
--	---	---

Dans la **matrice des capacités finales**, les Services culturels (SC) sont perçus comme ayant le plus fort potentiel, notamment concernant les phryganes qui ont d'ailleurs un score moyen en SEs le plus élevé, tandis que les Services d'approvisionnement (SA) ont le plus faible potentiel en particulier sur les habitats rocheux.

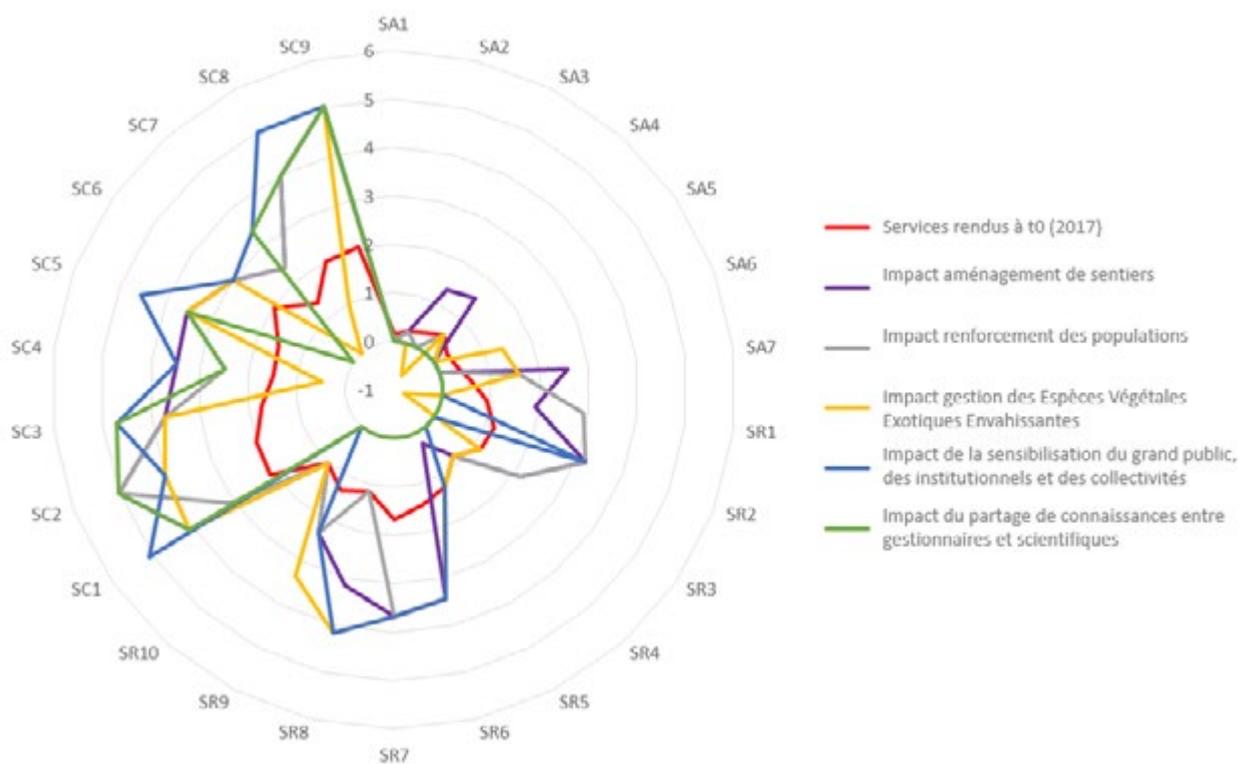
MATRICE DES CAPACITÉS FINALE À t0

Échelle du score le moins élevé au plus élevé représenté par un dégradé du bleu (0) vers le rouge (5).
Les indices de confiance (IC) sont en rose lorsqu'ils sont bons (>1,5).

	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	SR6	SR7	SR8	SR9	SR10	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	IC
Pinèdes à pin d'Alep	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pentes rocheuses calcaires	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pentes rocheuses silicieuses	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Eboulis calcaires	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Falaises, rochers litt. soumis aux embruns	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Phrygane du littoral à Astragale de Marseille	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
IC	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8

Les scores des SEs théoriques rendus à t+5 (2022) par le projet peuvent eux aussi être classés en bouquets de services écosystémiques et par groupes d'actions. La variation des scores des SEs entre t0 et t+5 peut être représentée sous forme d'un graphique radar. Ce dernier montre que la plupart des SEs sont impactés positivement par les actions du LIFE Habitats Calanques. Plus précisément, cinq SEs sont impactés négativement, quoique faiblement par les 2 actions suivantes :

- › restauration des continuités d'habitats (groupe d'actions 1) sur le service « contrôle de la propagation des incendies » SR5 ;
- › lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes (groupe d'actions 3) sur les services « nourriture sauvage : plante sauvage » SA3 ; « flux de masse » SR2 ; « héritage et culture » SC4 et « existence » SC8.



BOUQUET DE SERVICE PAR ACTION

Les SEs rendus à t0 sont en rouge. Les SEs théoriques à t+1 sont représentés suivant les cinq différents groupes d'actions du projet LIFE Habitats Calanques. Les SEs non évalués ont un score à 0.

■ Perspectives

Le processus d'évaluation des SEs utilisé repose sur une démarche systémique et participative qui favorise le diagnostic territorial et met en avant les connaissances et expertises locales. Il repose fortement sur l'implication et la fiabilité des experts tout au long de l'évaluation. Cette méthode renseigne sur la grande variété de SEs rendus par habitats et permet d'observer rapidement le potentiel d'un territoire en termes de SEs. La représentation visuelle simple des bouquets (Tschanz et al., 2015) de SEs permet de questionner sur les interconnexions entre eux, ainsi qu'entre les usages et compromis à faire en termes d'aménagement et de priorités de gestion.

BIBLIOGRAPHIE

- AFFRE L. 2011. Ecological and evolutionary insights from plant invasions : The case of *Carpobrotus spp. Aizoaceae* in the Mediterranean Basin. Pp 1-40 in: L.V. Berhardt ed.. *Advances in medicine and biology*. Volume 16. Nova Science Publishers, Hauppauge, NY, USA.
- AFFRE L., DUMAS P.J., DUMAS E., LAFFONT-SCHWOB I. & TATONI T., 2015. Le recul stratégique : atouts et risques pour la biodiversité dans un contexte périurbain. *Revue électronique en Sciences de l'Environnement, Vertigo, Hors-Série 21*, 13p.
- Agir Écologique, 2017. Restauration écologique de l'île du Grand Rouveau ; Six-Fours-Les-Plages, archipel des Embiez 83 ; Bilan d'interventions 2017. Conservatoire du littoral. 50 p.
- ALBERT M.J., Escudero A., IRIONDO M. 2001, Female reproductive success of narrow endemic *Erodium paularense* in contrasting microhabitats, *Ecology*, 826 : 1734-1747.
- AMM A., BOISSY A., BREST S., DI LIELLO M., DUMAS P.-J., 2005. Démographie de trois espèces végétales protégées de l'archipel du Frioul : Etude des perturbations et élaboration d'un suivi diachronique dans la perspective d'une analyse de viabilité. Mémoire de stage M1.
- ANDREU URETA J., 2011. Management of alien plants in Spain : from prevention to restoration *Gestió de plantes exòtiques a Espanya: de la prevenció a la restauració*. Ph.D. Thesis, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals Universitat Autònoma de Barcelona. 170 p.
- ARAGON C.F., ALBERT M.J., GIMENEZ-BENAVIDES L., LUZURIAGA A.L. ; ESCUDERO A. 2007, Environmental Scales on the Reproduction of a Gypsophyte : A Hierarchical Approach ; *Annals of Botany*99 : 519-527
- ARDOINO H. J. R., 1879. Flore analytique du département des Alpes-Maritimes ou description succincte des plantes vasculaires qui croissent spontanément entre le versant est de l'Estérel et la Roïa ; les Alpes et la mer, 2^e ed., 470p.
- AREVALO J. R., FERNANDEZ-LUGO S., MELLADO M., DE LA CONCEPCION T., 2015. Experimental management control of *Opuntia dillenii* Haw. and *Agave americana* L. in Teno Rural Park, Canary Islands. *Plant Species Biology*, 30 : 137 – 146.
- AUSSER-DOLLEANS C., 1993. Aménager des sentiers de promenade, ATEN, 134 p.
- BAUMBERGER T., PETIT E., WAINSCHEIN P., 2007. Caractérisation des communautés végétales associées à *Astragalus tragacantha* L., *Plantago subulata* L. *subsp. subulata*, *Thymelaea tartonraira* L. *All. subsp. Tartonraira* et premiers éléments de démographie. Mémoire de Master 1, Université Saint Jérôme, Institut Méditerranée d'Ecologie et de Paléoécologie IMEP 21p.
- BAUMBERGER T., BAUMEL A., DUMAS P.-J., UGO J., KELLER L., DUMAS E., TATONI T., MICHE L., MIRLEAU P., LAFFONT SCHWOB I., AFFRE L., 2021. Is a restricted niche the explanation for species vulnerability? Insights from a large field survey of *Astragalus tragacantha* L. Fabaceae. *Flora*, 283, doi.org/10.1016/j.flora.2021.151902
- BESSET H., 2015, Création et valorisation de chemins de randonnée sur la Communauté de Communes du Frontonnais Haute-Garonne, France, 114p.
- BIORET F., GALLET S. coord., 2015. Restauration des végétations des hauts de falaises du littoral Manche-Atlantique. Guide méthodologique à l'usage des gestionnaires d'espaces naturels. Université de Bretagne Occidentale. 74 p.

- BLOT S., MARIE-DIT-ASSE L., 2018. Restauration écologique de l'Astragale de Marseille Fabaceae : inoculation contrôlée de symbiotes racinaires. Rapport de stage Master SET, Aix-Marseille Université.
- BONNET V., 1997. Analyse de la diversité et de l'organisation des communautés végétales de l'archipel Frioul Marseille, approche multi-échelles et impact des perturbations, Diplôme d'Etudes Approfondies, Ecosystèmes Continentaux Arides Méditerranéens et Montagnards, IMEP, Université Aix-Marseille III. 31p.
- BORN D., LAVIOLLE L., ROUMEJON L., 2008. Suivi diachronique de trois espèces protégées sur l'archipel du Frioul : *Astragalus tragacantha* L., *Limonium pseudominutum* Erben, *Plantago subulata* L. ssp. *subulata* et des communautés végétales associées. Mémoire de stage M1.
- BOTTIN L., LE CADRE S., QUILICHINI A., BARDIN P., MORET J. & MACHON N., 2007. Re-establishment trials in endangered plants: A review and the example of *Arenaria grandiflora*, a species on the brink of extinction in the Parisian region France. *Ecoscience*, 144: 410-419.
- BOURGEOIS K., Suehs C.M., Vidal E. & Médail F. 2005. Invasional meltdown potential : facilitation between introduced plants and mammals on French Mediterranean islands. *Ecoscience*, 12: 248-256.
- BRASCHI J., ABOUCAYA A., COTTAZ C., KREBS E., FADDA S., AFFRE L., PONEL P., BUISSON E., 2018. Restauration écologique de la réserve intégrale de Bagnas Parc national de Port Cros par éradication d'espèces invasives et premier bilan des conséquences sur la biodiversité. Colloque REVER 9.
- BUISSON E. & al., 2018. Promoting ecological restoration in France: issues and solutions. *Restoration Ecology* Vol. 26, N° 1 : 36-44.
- CAMPAGNE S., 2018. Evaluation des services écosystémiques par la méthode des matrices de capacité : analyse méthodologique et applications à l'échelle régionale. Thèse de doctorat en écologie.
- CAVEM, 2014. Chantier d'élimination de plantes invasives au Dramont – Figuier de Barbarie et Griffes de Sorcière. Cellule Natura 2000 Estérel – Service Environnement. 19 p.
- CEEP, 2004. Le bulletin du conservatoire - études des écosystèmes Provence-Alpes du sud. 24p.
- CEEP, 2005. Le bulletin du conservatoire - études des écosystèmes Provence-Alpes du sud. 24p.
- COSQUER M. 2013. Quelle est la perception des espèces végétales exotiques envahissantes par les riverains et les usagers dans le cœur du Parc National Des Calanques ? Rapport de Stage de Master 1. Université Paul Valéry – Montpellier 3. 72 p.
- COTTAZ C., 2017. Les espèces végétales exotiques envahissantes sur la commune de Frontignan 34. Éléments de gestion adaptés habitats sensibles types sansouires, prés salés, dunes blanches, dunes embryonnaires. CBNMed – document interne. 3 p.
- COTTAZ C., BRAVET P., CARROUÉE A. & DIADEMA K., 2018. Stratégie régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur relative aux plantes exotiques envahissantes. Guide méthodologique pour une déclinaison locale à l'attention des gestionnaires de sites. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 30 p + annexes.
- COUTURIER T., GEOFFROY D., JAILLOUX A., BESNARD A., 2019. Dynamique de reconquête de la faune et de la flore après incendie du Cap Lardier dans le Parc national de Port-Cros. Rapport méthodologique, protocole version 1. Coopération AFB-CEFE. 49 pages.
- DANTON P. et BAFFREY M., 1995. Inventaire des plantes protégées en France. Nathan et Association française pour la conservation des espèces végétales, Paris 293 p.

- DAVIS C.E., MOSS D., HILL M.O., 2004. EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Report to European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. pp 1–307. Falk D.A., Millar C.I., Olwell M. 1993. Restoring diversity : strategies for reintroduction of endangered plants. Island Press, Washington DC.
- DOU H., MILLE G., GIUSTI G., HASSANALY P. 1981 Détermination des quantités et des facteurs d'enrichissement de quelques composés organiques présents dans la couche superficielle de l'eau de mer rade de Marseille. *Tethys* 102, pp. 157-160
- ESTAUN I., CARDONA E., COMAS M., FRAGA P., 2014. The LIFE+ RENEIX Project : experiences of habitat restoration for priority conservation plant species in Menorca. *Quaderns de la Reserva de Biosfera de Menorca* 13 – Layman's report. 16 p.
- FENU G., GIUSSO DEL GALDO G. MONTMOLLIN B., GOTSIOU P., COGONI D., PIAZZA C., FOURNARAKI C., KYRATZIS A.C., VICENS M., CHRISTODOULOU C.S., BACHETTA G., 2017. Active management actions for the conservation of the endangered Mediterranean island flora: the CARE-MEDIFLORA project. *Plant Sociology*, Vol. 54, No. 2, Suppl. 1, December 2017, pp. 101-110
- FERRER-GALLEGO P.P., I. FERRANDO, C. GAGO & E. LAGUNA Eds., 2013. Manual para la conservación de germoplasma y el cultivo de la flora valenciana amenazada. Colección Manuales Técnicos Biodiversidad, 3. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient. Generalitat Valenciana. Valencia.
- FRAGA P., MARTÍN-PRieto J.A., 2012. La vegetación en la gestión de las playas de Menorca. En: RODRÍGUEZ-PEREA, A., PONS, G.X., ROIG-MUNAR, F.X., MARTÍN-PRieto, J.A., MIR-GUAL, M. Y CABRERA, J.A. eds.. La gestión integrada de playas y dunas : experiencias en Latinoamérica y Europa : Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 19: 375-392.
- GODEFROID S., PIAZZA C., ROSSI G., BUORD S., STEVEN A-D., AQURAIUJA R., COWELL C., WEEKLEY C.M., VOGG G., IRIONDO J.M., JOHNSON I., DIXON B., GORDON D., MAGNANON S., VALENTIN B., BJUREKE K., KOOPMAN R., VICENS M., VIREVAIRE M. & VANDERBORGH T., 2011. How successful are plant species reintroductions? *Biological Conservation*, 144: 672-682
- GUARINO C., NAPOLITANO, F. 2006. Community habitats and biodiversity in the Taburno-Camposauro Regional Park. Woodland, rare species, endangered species and their conservation. *Forest@3* : 527-541.
- GUERRANT E.O. & KAYE T.N., 2007. Reintroduction of rare and endangered plants: common factors, questions and approaches. *Australian Journal of Botany*, 55: 362–370.
- HARDION L., BAUMEL A., DUMAS P.J., DUONG N., AFFRE L., TATONI T., 2010. Phylogenetic relationships and infrageneric classification of *Astragalus tragacantha* L. Fabaceae, inferred from nuclear ribosomal DNA Internal transcribed spacers data nrDNA ITS. *Ecologia Mediterranea*, 36: 99-106.
- HARDION L., DUMAS P. J., ABDEL-SAMAD F., KHARRAT M. B. D., SURINA B., AFFRE L., & BAUMEL A., 2016. Geographical isolation caused the diversification of the Mediterranean thorny cushion-like *Astragalus* L. sect. *Tragacantha* DC Fabaceae. *Molecular phylogenetics and evolution*, 97: 187-195.
- HASSEMER G. 2018. Advances to the taxonomic knowledge of *Plantago subulata* *Plantago* sect. *Maritima*, Plantaginaceae. *Turkish Journal of Botany*, 42 : 653-661
- HECKENROTH A. & al., 2017. Mise en place d'une approche intégrée pour la restauration écologique des milieux pollués du Parc national des Calanques. *Naturae* 9 : 1-14.
- HECKENROTH A., LAFFONT-SCHWOB I., BAUMEBERGER T., PRUDENT P., LE MIRE-PECHEUX L., BAUMEL A., DUMAS E., MICHE L., TATONI T., MIRLEAU P. & AFFRE L., 2022. Comment allier stabilisation des sols contaminés et préservation d'*Astragalus tragacantha* L. sur le littoral remarquable du Parc national des Calanques? *Naturae* 3 : 31-41.

HEYWOOD V., SHAW K., HARVEY-BROWN Y. & SMITH P., 2018. Species Recovery Manual. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, United Kingdom.

HUC S., 2016, SEM'LESALPES : Des semences d'espèces sauvages locales pour la restauration d'espaces dégradés en montagne alpine, Conservatoire botanique national alpin, 2 p.

IMBERT E., DUCRETTET J., MAURICE S., 2021. Gestion de la diversité génétique pour la conservation in situ des espèces végétales - Synthèse des principes fondamentaux et préconisations. RAPPORT INÉDIT. INSTITUT DES SCIENCES DE L'ÉVOLUTION, UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER RESEDA-FLORE. 24 P.

KHATER C. & al., 2012. Restoring ecosystems around the mediterranean basin : beyond the frontier of ecological science. Restoration ecology Vol. 20, N° 1 : 1-6.

KRAUSS S.L. & HUA HE T., 2006. Rapid genetic identification of local provenance seed collection zones for ecological restoration and biodiversity. *Journal for Nature Conservation*, 14 : 190-199.

KREBS, E., AFFRE, L., ABOUCAYA, A., ALLÈGRE, A., CHENOT, J., MONTÉGU, C., PASSETTI, A., PAVON, D. & BUISSON, E. 2015. Résilience de la flore indigène après éradication des Griffes de sorcière *Carpobrotus* sp. sur une île méditerranéenne. *Revue d'Ecologie Terre et Vie*, Vol. 70 suppt 12 : 80-90.

LAFFONT-SCHWOB I., DUMAS P.J., PRICOP A., RABIER J., MICHE L., AFFRE L., MASOTTI V., PRUDENT P. & TATONI T., 2011. Insights on metal-tolerance and symbionts of the rare species *Astragalus tragacantha* aiming at phytostabilization of polluted soils and plant conservation. *Ecologia Mediterranea*, 372 : 57-62.

LA MANTIA T. & al., 2012. Combining bioengineering and plant conservation on a Mediterranean islet. *iForest* 5 : 296-305

LE MIRE-PECHEUX L., 2013. Caractérisation de la fréquentation littorale et détermination d'indicateurs de vulnérabilité écologique pour définir des modes de gestion durable – Cas de la bande littorale du Parc national des Calanques - FHUVEL - Rapport Final, 18p.

LEONARD O. 2006. Répondre au besoin de découvertes lors de randonnées pédestres : innover par une approche géographique du paysage. Communication lors du colloque Géopoint 2006 Demain la géographie.

LEVEQUE C., & al., 2012. Les espèces exotiques envahissantes, pour une remise en cause des paradigmes écologiques. *Sciences Eaux & Territoires* - numéro 6 : 2-9.

MARCADE O., 2013. Mise en place d'un plan de gestion d'éradication des espèces végétales exotiques envahissantes. Rapport de stage de Master 1. Université Paul Valéry – Montpellier 3. 46 p.

MARTIN-LAURENT F., FREMONT M., LEE SK., THAM FOONG Y., PRIN Y., TAN TK., DIEM HOANG G., 1999. Effect of inoculation with selected Bradyrhizobium spp. on the survival and growth of *Acacia mangium* saplings after 20 months in the field. *Journal of Tropical Forest Science* 112 : 470-483.

MARTINEZ-SANCHEZ J. J., VICENTE COLOMER, M. J., 2016. Aspectos científicos y técnicos sobre la conservación de *Astragalus nitidiflorus*, un endemismo en peligro crítico de extinción. Proyecto LIFE11 BIO/ES/727 « CONSERVASTRATRAGALUS-MU ». 152 p.

MCKAY J.K., CHRISTIAN C.E., HARRISON S. & RICE K.J., 2005. « How local is local? » – A review of practical and conceptual issues in the genetics of restoration. *Restoration Ecology*, 13 3 : 432-440.

MELIN H., 2014. Gemilpat – Les chemins de randonnées en façade maritime : une activité de loisirs au service de la maîtrise de l'anthropisation littorale ?, Observatoire Hommes-Milieus, 38p.

- MELIN H., 2015a. Gemilpat 2 - Gestion et valorisation des milieux par patrimoine naturel et culturel autour des sentiers, application à deux cas d'étude du littoral méditerranéen : les portes des Calanques de Marseille Bouches-Du-Rhône et les Rivages de Balagne Corse, Observatoire Hommes-Milieux, 52p.
- MELIN H., 2015b. La pratique des sentiers périurbains de Balagne Corse par les habitants : marcher pour réinventer sa ville Institut national de Recherche scientifique Urbanisation Culture et Société, 25p.
- MENGES ES., 2008. Restoration demography and genetics of plants : when is a translocation successful? *Australian Journal of Botany* 56 3 : 187-196.
- MIGNON P., & TRUCHOT G. 2001. Mars. La France sportive : premiers résultats de l'enquête Pratiques sportives 2000. Ministère de la Jeunesse et des Sports, Stat-Info, n°1, p. 1.
- MIGNOTTE A., 2002. Vers une gestion concertée et participative des réseaux de sentiers et des espaces naturels protégés 17p.
- MYERS N., MITTERMEIER R., MITTERMEIER C. et al., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858 2000. <https://doi.org/10.1038/3500250>
- NOBLE V., & BARET J., 2019. Catalogue des végétations du département des Bouches-du-Rhône. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 282 p.
- OLIVIER L., GALLAND J.P. & MAURIN H. coord., 1995. Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1 : espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement. 486 p.
- PADILLA & al., 2009. Rethinking species selection for restoration of arid shrublands. *Basic and Applied Ecology* 10 640–647.
- PARC NATIONAL DES ECRINS, 2003, Les sentiers : Eléments techniques pour la gestion des sentiers, 18p.
- PARC NATIONAL DES ECRINS, 2015, Fiche technique de mise en place d'une main-courante à câble, 6p.
- PARC NATIONAL DU MERCANTOUR & PARCO NATIONALE DELLE ALPI MARITTIME, 2015. Restauration des sentiers – manuel pédagogique et technique, 107p.
- PIAZZA C., HUGOT L., RICHARD F., SCHATZ B. Bilan des opérations de conservation in situ réalisées entre 1987 et 2004 en Corse : quelles leçons pour demain ? In : *Ecologia mediterranea*, tome 37 n°2, 2011. Numéro spécial, 7^e conférence européenne SER en écologie de la restauration, 23-27 août 2010, Avignon, France. pp. 7-16.
- Réserve Naturelle Nationale du Mas Larrieu, 2011. *La gestion des espèces exotiques de la Réserve Naturelle Nationale du Mas Larrieu : le cas du figuier de barbarie*. Atelier d'échange d'expériences Espèces Exotiques Envahissantes, Sète, 17 & 18 février 2011.
- RIVIERE V., AUDA P., CHEYLAN M., DAMERY C., UGO J., 2016. Restauration écologique de l'île du Grand Rouveau Var. Bilan de 4 années d'intervention et perspectives. Initiative PIM, Note naturaliste, 65 p.
- ROBERT K., 2014. Pratiques de gestion sur les micro-territoires insulaires, Conservatoire du Littoral, Initiative PIM, 28p.
- ROBERT-PEILLARD F., SYAKTI A. D., COULOMB B., DOUMENQ P., MALLERET L., ASIA L. & BOUDENNE J. L., 2015. Occurrence and fate of selected surfactants in seawater at the out fall of the Marseille urban sewage system. *International Journal of Environmental Science and Technology* 12 5: 1527-1538.
- Sackville Hamilton R. 2001. Is local provenance important in habitat creation? A reply. *Journal of Applied Ecology*, 38: 1374-1376.

ROBRIEUX V., 2009. Reproduction d'une espèce rare des calanques marseillaises : *Plantago subulata*, et implications pour sa gestion et sa conservation. Mémoire de Projet Tutoré de M1ère année.

SALDUCCI M-D., FOLZER H., ISSARTEL J., RABIER J., MASOTTI V., PRUDENT P., AFFRE L., HARDION L., TATONI T. & LAFFONT-SCHWOB I., 2019. How can a rare protected plant cope with the metal and metalloid soil pollution resulting from past industrial activities? Phytometabolites, antioxidant activities and root symbiosis involved in the metal tolerance of *Astragalus tragacantha*. *Chemosphere*, 217: 887-896.

SCHURR L., AFFRE L., FLACHER F., TATONI T., LE MIRE -PECHEUX L. & GESLIN B., 2019. Insights on pollen flow and pollination activity for the conservation of a fragmented plant species *Astragalus tragacantha*, Fabaceae. *Biodiversity and Conservation*, 286: 1389-1409.

SHEEHAN M.R. & POTTER S., 2017. Managing Opuntoid Cacti in Australia : Best practice control manual for *Austrocylindropuntia*, *Cylindropuntia* and *Opuntia* species. Department of Primary Industries and Regional Development WA, Perth. 170 p.

SIGOILLOT J-C., 1982. Les aérosols marins en méditerranée : composition et phytotoxicité. Thèse.

SIVU GRAND SITE GAVRES-QUIBERON & CONSERVATOIRE DE L'ESPACE LITTORAL, 2004. Grand site national Gavres-Quiberon – Aménagement, protection et restauration du site de la Côte sauvage, secteur sud, 11p.

STAMMITI L., GARREC J-P., 1992. Arbres du littoral, arbres en péril ? Deux exemples de dépérissement des arbres en bordure du littoral français. INRA, centre de Recherches forestières de Nancy, laboratoire d'étude de la pollution atmosphérique, 54280 Champenoux.

SYNDICAT MIXTE RIVAGE, 2011. Essais d'éradication des *Opuntia* dans les sites Natura 2000 du complexe lagunaire de Salses-Leucate. In *Pôle relais lagunes méditerranéennes*.

TERRIN E., DIADEMA K., FORT N., 2014. Stratégie régionale relative aux espèces végétales exotiques envahissantes en Provence-Alpes-Côte d'Azur et son plan d'actions. Conservatoire botanique national alpin & Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence-Alpes-Côte d'Azur & Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

TISON J.-M., JAUZEIN P. et MICHAUD H., 2014. Flore de la France méditerranéenne continentale. Naturalia. Turriers, 2078 p.

TSCHANZ, L., 2021. Apports d'une approche globale basée sur l'observation socio-écologique : intégration des enjeux de biodiversité dans les territoires de Parc naturels régionaux. Thèse en cours.

TSCHANZ L , Brun JJ , Taton T. 2015. Pour une gestion durable des territoires, pensons en bouquet. *Espaces Naturels* 52.

VALSECCHI F., 1994. About the *Astragalus tragacantha* complex Leguminosae in the Mediterranean, *Webbia*, 49: 1, 31-41.

VIDAL E., 1998. Organisation des phytocénoses en milieu insulaire méditerranéen perturbé, analyse des interrelations entre les colonies de Goélands leucophées et la végétation des îles de Marseille, Thèse de Doctorat spécialité Biologie des Populations et Ecologie, Marseille, Université Aix-Marseille III, 155p.

WILKINSON D.M., 2001. Is local provenance important in habitat creation? A reply. *Journal of Applied Ecology*, 38: 1371-1373.

ZIMMERMANN, H. G., & MORAN, V. C. 1991. Biological control of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* *Cactaceae*, in South Africa. *Agriculture, ecosystems & environment*, 371 : 29-35

REMERCIEMENTS

Nos remerciements pour la participation au projet des actuels ou anciens collaborateurs (apparition par ordre alphabétique) des structures suivantes :

Pour l'Agence Régionale pour la Biodiversité et l'Environnement

Alexandra ACCA
Mikaël ENOC
Audrey GLORIAN
Sandrine HALBEDEL
Claude HOLYST
Sabine LABAT
Cynthia LLAS
Estelle LOMBARDO
Jenny-Soon MAZZELLA
Audrey MICHEL
Christine MIRALLES
Stéphanie PUTERI

Pour le Parc national des Calanques

Lorraine ANSELME
Samuel AYACHE
Frédéric BAILLY
Abdel BAZA
Hervé BEGUIN
Maxime BERENGER
Marie BERMOND
Sylvie BERTOLINA
François BLAND
Jérémy BOISSEAU
Camille BRUNET
Zacharie BRUYAS
Gilles CHAPPAZ
Nicolas CHARDIN
Son Ca CHEMISKY
Nicolas CROUZET
Timothée CUCHET
Patrice D'ONOFRIO
Elodie DEBIZE
Mélissa DESBOIS
Pierre-François DESROCHES
Aurélie DIDIER
Antonin DUPIN
Jean-Patrick DURAND
Olivier FERREIRA
Fabienne GALLERAS
Laurent GAILLARD
Bruno GAREL
Cyprien GIFFON
Juliette GROSSMITH
Thierry HOUARD
Hélène HOUGA
Matthieu IMBERT

Eva JIMENEZ
Johan JIMENEZ
Laureen KELLER
Pierre LAPORTE
Lionel LASO
Morgan LELANDAIS
Lidwine LE MIRE-PECHEUX
Lucie MAGRI
Alain MANTE
Corentin MERCIER
Olivier MONTIGNY
Vanina MOUILLÉ
Gaël PALOS
Célia PASTORELLI
Thibault RAMEAU
Gwendal RANNOU
Fabien REVEST
Aurélien ROBIN
Hélène ROSSIGNOL
Nicolas ROSSIGNOL
Vanessa SAULNIER-CABANES
Albert SAYAG
Francis TALIN
Maud THOMAS
Gaëlle URVOY
Emeric VERCOUTRE
Alain VINCENT
Vanessa VINCI
Chrystel WITZ
... et l'ensemble des écogardes, écovolontaires et gardes régionaux forestiers des saisons 2017 à 2022

Pour le Conservatoire Botanique National Méditerranéen

Catherine CHAMBIGE
Marie CLARES
Lara DIXON
Marion GIRARDIER
Mallauray HAMON
Bernadette HUYNH-TAN
Sylvia LOCHON-MENSEAU
Marine MORANDO
Mathias PIRES
Marine ROBICHON

Catherine SAUTREAU
Julien UGO

Pour Aix-Marseille Université

Laurence AFFRE
Marie ARMANGE
Teddy BAUMBERGER
Alex BAUMEL
Vanina BEAUCHAMPS-ASSALI
Alain BENCE
Marine BERRO
Anaëlle CAILLAREC-JOLY
Estelle DUMAS
Perrine GAUTHIER
Alma HECKENROTH
Corentin KNOPOCH
Isabelle LAFFONT-SCHWOB
Christian MARSCHAL
Lucie MICHÉ
Fatma MIRLEAU
Pascal MIRLEAU
Ariane MOULINEC
Pascale PRUDENT
Elodie QUER
Camille RUEL
Mario TATONI
Thierry TATONI
Et tous les collaborateurs de l'IMBE pour la transplantation des plantules d'*Astragalus tragacantha*

Pour le Naturoscope

Fabio BIANCO
Megan BROOKS
Danielle BULOUP
Lola CANIZARES
Antoine GRUBER
Camille LAMOTTE-BADANI
Loïc PANZANI
Arnould PERRIER
Mélanie SERGENT
Lison SONNET

Pour le Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône

Nicolas ALLAIS
Rachid FEDAOUCHE
Lucie LEMAIRE
Gwenola MICHEL
Christian METAY
Hacen NEMER
Mathieu ROSSI
Guillaume WIDENLOCHER
Didier WILLART

Pour la Ville de Marseille

Muriel AGUAD
Marie-Lise ALLEGRE
Muriel ANDRIEUX-SEMMELE
Thierry BARTHELEMY
Gabriel BERRON
Marina BINCOLETTA
Sébastien CONIL
Marie CORTES
Justine GADREAUD
Pierrick GIRARDET
Julie GUERY
Vincent LABOREL
Alain LAUZAT
Martial MAIROT
Sylvain MICHALLET
Céline PARAGE
Daniel PREIRE
Thierry QUANONE
Benoit RAVENEAU
Jean-Marc RIQUIER
Stéphane ROUEDE
Thierry SAGET
Christophe SARETTO
Catherine STEUNOU
Serge TOMAO

Avec la contribution de :

La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence-Alpes-Côte d'Azur
La Région Sud

Éditeur :

Agence régionale pour la biodiversité
et l'environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur
(ARBE)

Directrice de la publication :

A. Claudius-Petit, Présidente de l'ARBE

Directrice ARBE : A. Michel

Réalisation :

ARBE Provence-Alpes-Côte d'Azur
22 rue Sainte Barbe 13001 Marseille

Crédits photos :

Couverture et 4^e de couverture : Philippe Richaud

Contexte et enjeux :

Philippe Richaud (p. 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20,
21, 22), CBNMed (p. 14, 15), S. Richard (p. 23)

**Canalisation de la fréquentation par la gestion
des sentiers :** Dryopteris, (p. 39, 43), PNCAL (p. 42,
45, 46, 50, 57), IMBE (p. 53), Topo*Grafik (p. 45, 48,
49), Philippe Richaud (p. 43)

Gestion des EVEE : CBNMed (p. 67, 83), Colette
Guidat (p. 72), Philippe Richaud (p. 61, 68, 69, 72,
73), Vincent Rivière - Agir Écologique (p. 75, 76,
78), Eva Tankovic - PIM (p.77), ARBE (p. 81), PNCAL
(p. 65, 80), Naturoscope (p. 82)

**Renforcement de populations de plantains
subulés :** Philippe Richaud (p. 90), CBNMed (p. 101)

**Renforcement et (ré)-introduction de populations
d'astragales de Marseille :**

PNCAL (p. 124), AMU (p. 104, 115, 116, 121, 123,
129), ARBE (p. 120), Celine Douel (p. 123), Philippe
Richaud (p. 119)

Communication, sensibilisation

ARBE (p. 145, 146, 153, 154), Claire-Marie Lambert
– MetroBus, (p. 144), Philippe Richaud (p. 149)

Coordination de la rédaction :

Laurence AFFRE (AMU), Antonin DUPIN (PNCAL)

Comité de rédaction :

Laurence AFFRE, Lucie MICHÉ (AMU), Estelle
DUMAS (AMU), Antonin DUPIN (PNCAL), Sabine
LABAT (ARBE), Loïc PANZANI (Naturoscope), Julien
UGO (CBNMed)

Comité de lecture :

Laurence AFFRE, Estelle DUMAS (AMU), Samuel
AYACHE (PNCAL), Antonin DUPIN (PNCAL),
Fabienne GALLERAS (PNCAL), Sabine LABAT (ARBE),
Isabelle LAFFONT-SCHWOB (AMU), Laureen Keller
(PNCAL), Lucie MICHÉ (AMU), Gwenola MICHEL
(CD13), Catherine STEUNOU (VDM), Julien UGO
(CBNMed)

Graphisme : Imprimerie Vallière

Impression : Print Concept

Imprimé sur papier recyclé 100 %, écolabellisé,
sans chlore et PEFC

Rédaction achevée en septembre 2022



