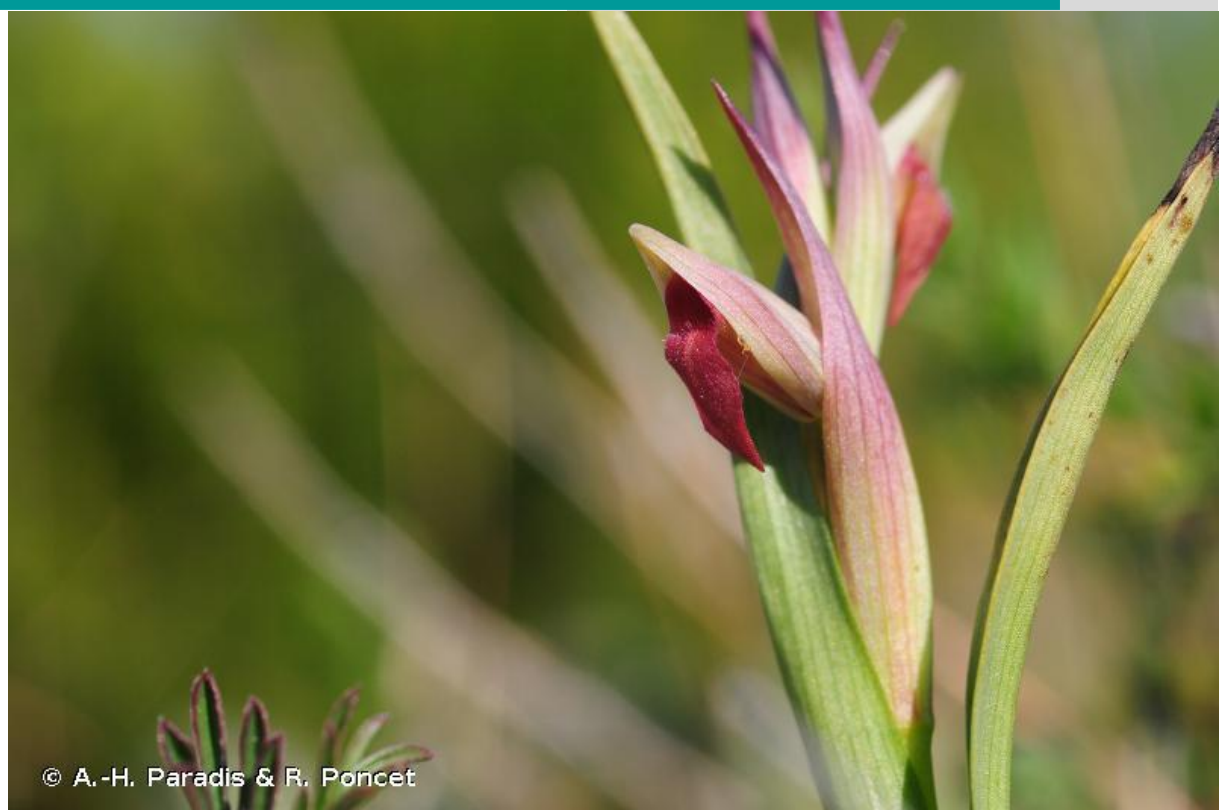


LOTISSEMENTS D'ARASU : MISE EN ŒUVRE DE MESURES
ÉCOLOGIQUES RELATIVES À L'ARRÊTE DE DÉROGATION «
ESPÈCES PROTÉGÉES » N°2A-218-02-05-001 DU 5 FÉVRIER 2018

PROTOCOLE DE TRANSLOCATION DES ESPÈCES VÉGÉTALES
PROTÉGÉES IMPACTÉES



© A.-H. Paradis & R. Poncelet

Endemys

S.A.R.L. Endemys
Cabinet d'études et de conseils Environnement & Développement local
Espace Maria Julia 20218 Ponte Leccia (France, Corse)
+33(0)617 150 478 / moneglia@endemys.com
www.endemys.com

ENDEMYS

08/10/2020

Table des matières

1	Introduction	4
1.1	<i>Le projet</i>	4
1.2	<i>Les mesures de transplantation</i>	4
1.3	<i>Les espèces végétales protégées concernées</i>	6
1.4	<i>Contrainte de calendrier</i>	6
2	Recherche Bibliographique	9
2.1	<i>Retours d'expérience d'éventuelles transplantations déjà réalisées sur ces espèces (en Corse et ailleurs)</i>	9
2.1.1	Travaux de transplantation d'espèces végétales en Corse	9
2.1.2	Autres exemples de transplantation (hors de Corse)	42
2.2	<i>Conclusion</i>	52
2.3	<i>Les différents protocoles envisageables pour la transplantation des espèces protégées impactées par l'exploitation de la carrière BETAG</i>	53
3	Les protocoles retenus pour la transplantation des espèces protégées impactées par l'exploitation de la carrière BETAG	56
4	Plan d'échantillonnage	58
4.1	<i>Zones de prélèvement et Quantités prélevées</i>	60
4.1.1	Zones de prélèvement	60
4.1.2	Quantités prélevées.....	60
4.2	<i>Les sites d'accueil</i>	63
4.2.1	Localisation des sites d'accueil.....	63
4.2.2	Descriptif des sites d'accueil des espèces transplantées.....	64
5	Calendrier	72
6	Suivi	72
7	Bibliographie	72

Figures et tableaux :

Figure 1. Localisation des zones de prélèvement et de transplantation sur le site d'étude ...	19
Figure 2. Schéma de la zone de transplantation n°1 avec les numéros de stations.....	26
Figure 3. Schéma de la zone de transplantation n°2 avec les numéros de stations.....	29
Figure 4. Cartographie des différentes zones d'interventions (zone témoin, zone de prélèvement n°1, n°2 et n°3 et zone de transplantation n°1 et n°2)	34
Figure 5. Schéma de la zone de transplantation n°1 avec les numéros de stations.....	35

Figure 6. Schéma de la zone de transplantation n°2 avec les numéros de stations.....	36
Figure 7. Stations de <i>Kickxia commutata</i> recensées sur la partie basse de la future zone de chantier de Linstinconu.....	37
Figure 8. Zones de prélèvements sur le site « Vallon d'Arasu »	61
Figure 9. Zones de prélèvements sur le site « Étang d'Arasu »	62
Figure 10. Localisation des sites d'accueil des espèces transplantées.....	63
Figure 11. Sites « témoins »	64
Figure 12. Localisation des relevés phytosociologiques	65
Figure 13. Site d'accueil favorable à caractère humide pour accueillir la renoncule à feuilles d'ophioglosses et les isoètes.....	68
Tableau I. Procédure d'intervention pour la transplantation de <i>Serapias parviflora</i> et <i>Serapias neglecta</i> pour le projet LOREGAZ	15
Tableau II. Protocoles envisageables pour la transplantation des espèces protégées impactées par le projet	53
Tableau III. Protocoles retenus pour la transplantation des espèces protégées impactées par le projet	56
Tableau IV. Plan d'échantillonnage	58
Tableau V. Effectifs totaux de la flore protégée recensés en 2020 et effectifs prélevés	60
Tableau VI. Calendrier de réalisation de des transplantations	72

1 INTRODUCTION

1.1 LE PROJET

Le projet consiste à la construction de deux lotissements différents sur la commune de Zonza au lieu-dit Arasu :

→ **Projet « Vallon d'Arasu »** : La parcelle sera lotie en 7 lots « Vallon d'Arasu » sur 20.706 m² de terrain dont 4.126 m² d'espaces verts, permettant 15.294 m² de lots privés.

→ **Projet «L'Etang d'Arasu »** : La parcelle sera lotie en 15 lots « L'Etang d'Arasu » sur 43.035 m² de terrain dont 11.527 m² d'espaces verts en prolongation de l'urbanisation existante, permettant 28.621 m² de lots privés.

1.2 LES MESURES DE TRANSPLANTATION

Au sein de l'emprise des travaux des espèces végétales protégées sont présents et n'ont pas pu être totalement évitées.

Une demande de dérogation a donc été déposée et a obtenu un avis favorable : cf. arrêté n°2A-218-02-05-001 du 5 février 2018.

Le dossier de dérogation prévoit les mesures de translocation suivantes :

- ❖ Déplacement des espèces végétales protégées, *Serapias parviflora* et *Ranunculus ophioglossifolius* (mesure 9)
- ❖ Récolte, stockage et semence des graines de *Vicia altissima* (mesure 10)

Ci-dessous les fiches-mesures :

MESURE 9 - DEPLACEMENT DES ESPECES VEGETALES PROTEGEES : SERAPIAS PARVIFLORA, ET RANUNCULUS OPHIOGLOSSIFOLIUS

Objectif : Déplacer les espèces végétales protégées affectées par le projet.

Description de la mesure :

Cette mesure est à caractère expérimental.

Elle pourra se réaliser en collaboration avec le Conservatoire Botanique National de Corse afin de définir très précisément les modalités de mise en œuvre.

Les spécimens déplacés seront transplantés dans les espaces naturels préservés sur le terrain. Les conditions écologiques (phytosociologiques, géologiques et pédologiques) du site d'accueil devraient être, a priori, favorables pour optimiser les chances de survie après transplantation, les zones de transplantation doivent présenter les mêmes conditions (phytosociologiques, géologiques et pédologiques) que celles d'origine.

Les surfaces plantées seront protégées (au moins durant les trois premières saisons végétatives) de toute déprédation (bétail, rongeurs, chiens, piétinement, etc.), par des clôtures provisoires de protections, des protections anti-rongeurs, des paillages, des panneaux informatifs sur les travaux réalisés.

Un suivi écologique des populations végétales sur les zones de transplantation sera effectué.

Résultats attendus : La préservation des stations replantées.

Opérateur : Bureau d'études ENDEMYN spécialisé en en écologie.

Coûts estimatifs (HT) : 5 000 €.

MESURE 10 - RECOLTE, STOCKAGE ET SEMENCE DES GRAINES DE VICIA ALTISSIMA

Objectif : Récolte, stockage et semence des graines de l'espèce végétale protégée, *Vicia altissima*, affectées par le projet

Description de la mesure :

Cette mesure est à caractère expérimental.

Elle pourra se réaliser en collaboration avec le Conservatoire Botanique National de Corse afin de définir très précisément les modalités de mise en œuvre.

Afin de garantir une efficacité optimale de ce processus de récolte de graines des processus rigoureux seront mis en œuvre :

Une collecte sur le terrain des graines de *Vicia altissima* en période optimale de fructification (entre juin et août) sera effectuée. Pour cela, chaque récolte sera accompagnée d'une fiche d'inventaire, qui informe sur le lieu exacte (point GPS), la date de la récolte, le nom de la personne chargée de la récolte et le numéro de lot. Cette référence, unique, le suivra durant tout le processus et pendant ses années de semis.

Une longue phase de pré-séchage puis de dessiccation intense, lente afin de ne pas traumatiser le matériel génétique : pendant un à plusieurs mois, les graines perdent progressivement leur humidité.

Une fois desséchées, les semences seront réfrigérées. Pour cela, elles seront placées dans un sachet, sous-vide, étiquetées selon leur numéro de lot et classées par date de stockage.

Les graines de *Vicia altissima* seront semées dans les espaces naturels préservés. Les conditions écologiques (phytosociologiques, géologiques et pédologiques) du site d'accueil devront être, a priori, favorables pour optimiser les chances de survie après le semis des graines. Cette étape sera réalisée en collaboration avec le Conservatoire Botanique National de Corse afin de définir très précisément les modalités de mise en œuvre.

Un suivi écologique des populations végétales sur les zones de semis sera effectué pendant 5 ans après le semis.

Résultats attendus : La préservation des graines en vue d'un semis futur et germination des graines dans un milieu naturel.

Opérateur : Bureau d'études ENDEMYN spécialisé en en écologie.

Coûts estimatifs (HT) : 2 500 €.

1.3 LES ESPECES VEGETALES PROTEGEES CONCERNEES

Dans le cadre des mesures ERC de la dérogation, un inventaire et balisage des espèces végétales protégées sur les emprises des lotissements et sur leurs abords (mesure 5) a été réalisé en 2020 (prospections les 18/4, 25/4, 02/5 et le 16/5), à noter que des espèces supplémentaires ont été recensées

❖ Espèces recensées en sur le lotissement « Vallon d'Arasu » :

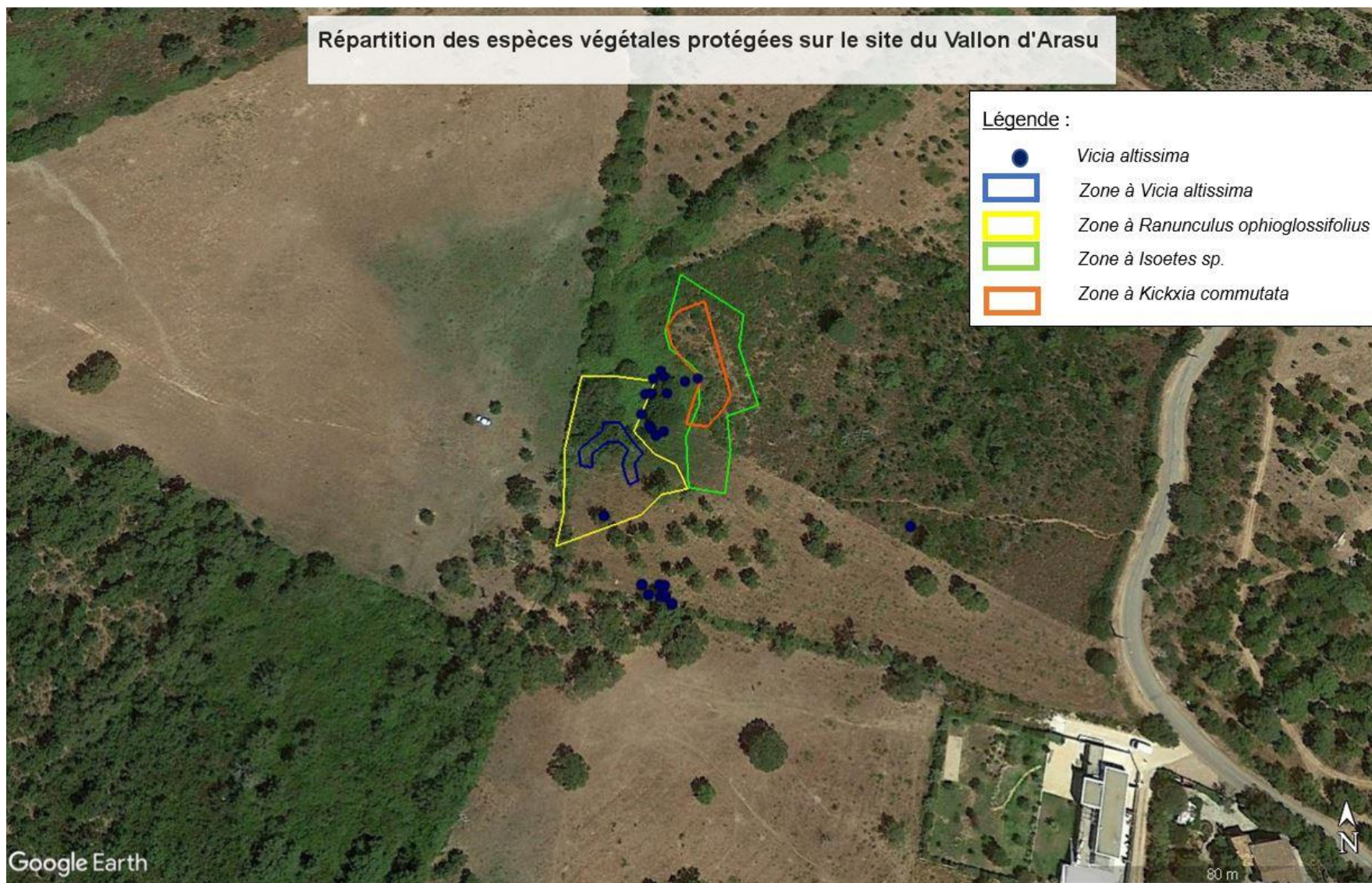
- *Vicia altissima* ;
- *Ranunculus ophioglossifolius* ;
- *Isoetes* sp. ;
- *Kickxia commutata*.

❖ Espèces recensées en sur le lotissement « Etang d'Arasu » :

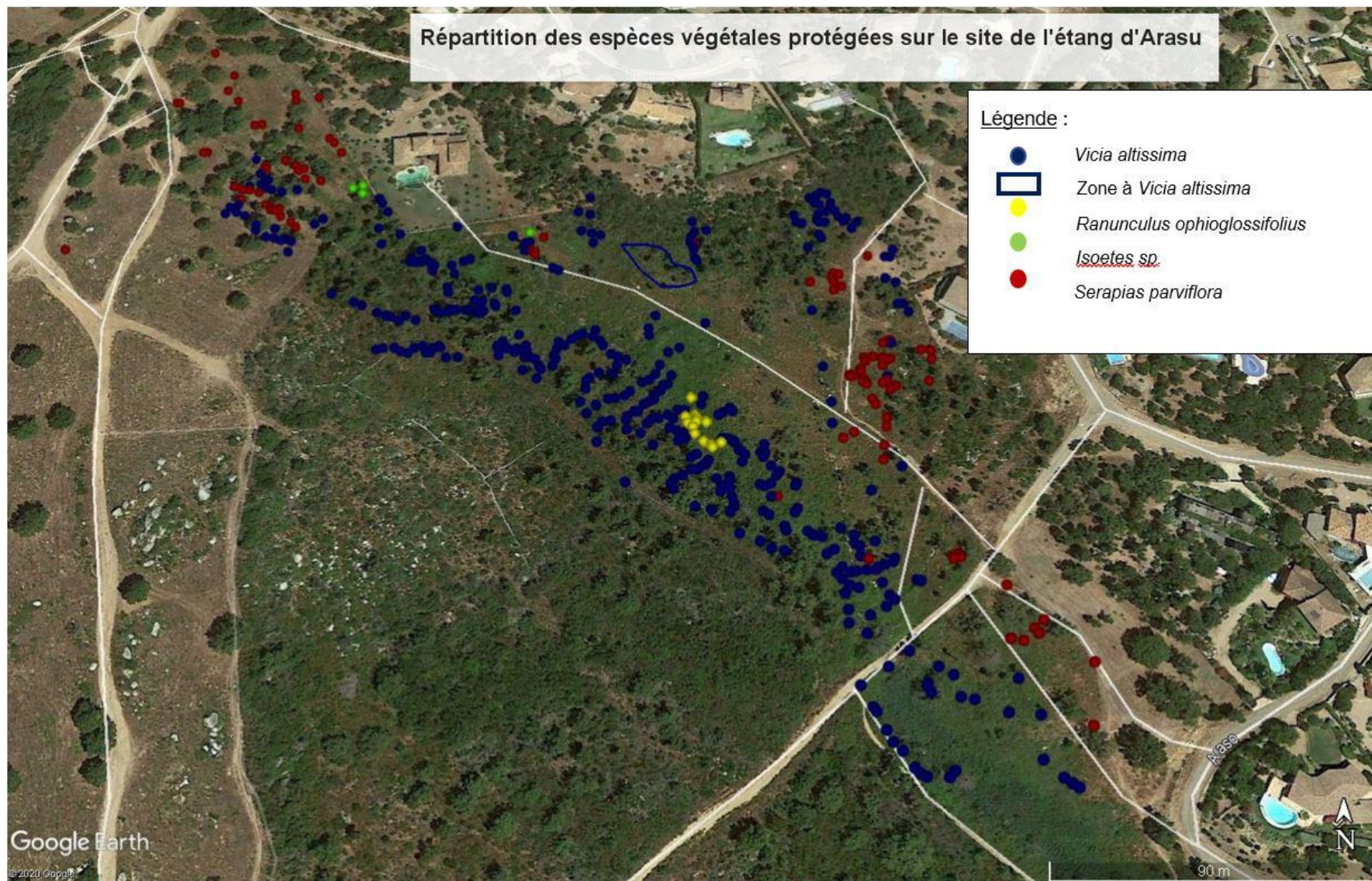
- *Vicia altissima* ;
- *Ranunculus ophioglossifolius* ;
- *Isoetes* sp. ;
- *Serapias parviflora* ;
- *Teucrium fruticans* : Concernant cette espèce protégée, menacée de disparition en France et en Corse et très rare, elle est probablement échappée de jardins voisins, en effet, d'après JEANMONOD et GAMISANS (2013), *Teucrium fruticans* se situe dans les fruticées ouvertes mais aussi cultivée, parfois échappé, or, le plant identifié se situe à proximité immédiate de jardins d'où elle aurait pu s'échapper. Par ailleurs, cette espèce a fait l'œuvre d'une transplantation 2020. Le présent document traitera donc des autres espèces protégées qui sont à transplanter.

1.4 CONTRAINTE DE CALENDRIER

Dès janvier 2021, le maître d'ouvrage doit débuter la construction de villas où les espèces protégées sont présentes.



Carte 1. Répartition des espèces végétales protégées sur le lotissement « Vallon d'Arasu »



Carte 2. Répartition des espèces végétales protégées sur le lotissement « Etang d'Arasu »

2 RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Ce travail n'a pas la prétention de faire un état de l'art exhaustif de chacune des techniques de transplantation possibles, mais de dresser une synthèse d'essais de transplantations d'orchidées.

Les études de cas, les meilleures pratiques et les expériences de réintroduction le restent plus souvent dans la littérature grise (rapports d'études ou de recherches, actes de congrès, thèses, brevets) plutôt que publié dans la littérature scientifique (Hodder, Bullock, 1997 ; Fischer et Lindenmayer, 2000). De plus, la littérature publiée souffre d'un biais vers les résultats positifs (Deredec et Courchamp, 2007).

Peu de programmes ont fait l'objet de publications scientifiques présentant les résultats, voir les acquis méthodologiques issus d'expériences réalisées *in situ* (Bottin *et al.* 2007), excepté la récente méta-analyse de Godefroid *et al.* (2010). Il existe un biais de surestimation en faveur des réussites, souvent considérées comme plus aptes à être publiées que les échecs (Deredec et Courchamp 2007 ; Menges 2008).

2.1 RETOURS D'EXPERIENCE D'EVENTUELLES TRANSPLANTATIONS DEJA REALISEES SUR CES ESPECES (EN CORSE ET AILLEURS)

2.1.1 Travaux de transplantation d'espèces végétales en Corse

Piazza *et al.* (2011) ont proposé un premier bilan des expériences de réintroduction menées en Corse. L'objectif de cet article a été d'identifier certains des facteurs de réussite ou d'échec de réintroduction, et de porter à connaissance les éléments de protocoles. Au total, 40 opérations de conservation ont été réalisées en Corse entre 1997 et 2004 (Piazza *et Al.*, 2011). Piazza *et al.* (2011) constatent que la technique utilisée a été très majoritairement celle de d'introduction de matériel issu de pépinière, à partir de graines (5 cas), de boutures (26 cas), ou encore de plants associés aux graines (3 cas). Les autres techniques (transplantation de tubercules, marcottes...) sont moins fréquentes et en lien avec les traits d'histoire de vie des espèces manipulées (Piazza *et al.*, 2011). Le matériel végétal utilisé a été, pour chaque opération, prélevé au plus près du site de renforcement ou d'introduction, de manière à maintenir dans la mesure du possible le patrimoine génétique non loin des populations d'origine (Piazza *et al.*, 2011).

Piazza *et al.* (2011) ont souligné que les échecs sont souvent liés à la conjonction de plusieurs facteurs : une méconnaissance de la biologie de l'espèce, un effectif utilisé particulièrement faible, un mauvais choix de l'habitat d'introduction et une variabilité stationnelle parfois difficile à évaluer *a priori*, un choix non optimal du type de matériel biologique manipulé (graine/bouture/plant) et une mauvaise prise en compte de l'utilisation de l'espace tout au long de l'année par les différents acteurs.

2.1.1.1 Bilan des opérations de conservation *in situ* réalisées entre 1987 et 2004 en Corse (PIAZZA et al., 2011)

Au total, 40 opérations de conservation ont été réalisées en Corse entre 1997 et 2004. Elles ont concerné 16 taxons, avec une seule opération pour neuf d'entre eux, et jusqu'à huit opérations pour *Anchusa crispa*. Restée inconnue pour huit études sur quarante, la période majoritairement choisie pour ces opérations a été le mois de novembre (pour 20 cas), et plus largement celle du quatrième trimestre (26 cas). Seules quatre opérations ont été réalisées au premier trimestre, et une seule a été effectuée soit au deuxième, soit au troisième trimestre. Hormis les deux cas de transfert de populations d'ophrys d'Éléonore, le type d'opération s'équilibre entre le renforcement de populations sur une station existante (20 cas) et l'introduction vers de nouvelles stations (18 cas).

La technique utilisée a été très majoritairement celle de d'introduction de matériel issu de pépinière, à partir de graines (5 cas), de boutures (26 cas), ou encore de plants associés aux graines (3 cas). Les autres techniques (transplantation de tubercules, marcottes...) sont moins fréquentes et en lien avec les traits d'histoire de vie des espèces manipulées. Le matériel végétal utilisé a été, pour chaque opération, prélevé au plus près du site de renforcement ou d'introduction, de manière à maintenir dans la mesure du possible le patrimoine génétique non loin des populations d'origine.

Parmi les 16 taxons manipulés, quatre sont des phanérophytes (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, *Genista aetnensis*, *Tamarix africana* et *Vitex agnus-castus*), sept sont des hémicryptophytes (*Anchusa crispa*, *Kosteletzkya pentacarpos*, *Lippia nodiflora*, *Naufraga balearica*, *Rouya polygama*, *Silene velutina*, *Woodwardia radicans*) et trois sont des chaméphytes (*Achillea maritima*, *Armeria pungens*, *Brassica insularis*). On trouve également une géophyte (*Ophrys eleonora*) et une thérophyte (*Linaria flava* subsp. *sardoa*).

En termes d'habitats naturels, les taxons manipulés sont liés aux milieux littoraux sableux (8), aux zones humides (2), aux ripisylves (3), aux parois et dalles rocheuses (2), ou encore aux rochers humides (1).

Pour les sept taxons ayant fait l'objet de plusieurs répétitions de réintroduction, l'issue apparaît systématiquement orientée : échec de toutes les opérations visant *Genista aetnensis* (quatre sur quatre) et *Naufraga balearica* (deux sur deux dont le statut natif en Corse est douteux) et réussite de toutes les opérations visant *Armeria pungens* (quatre sur quatre), *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (cinq sur cinq) et *Rouya polygama* (six sur six). Seuls *Ophrys eleonora* et *Anchusa crispa* ont produit des résultats nuancés selon les répétitions. Le faible nombre d'opérations réalisées, ainsi que le nombre élevé de facteurs de covariation accompagnant les différentes opérations ne permettant pas d'effectuer des tests de significativité d'éventuels effets de la phénologie (année et mois de réalisation), ou encore de la technique utilisée (renforcement vs introduction et transfert), il a été réalisé une analyse au cas par cas des résultats obtenus.

De bons résultats ont été obtenus à faible coût. C'est le cas du bouturage du diotis maritime (*Achillea maritima*) qui a été utilisé efficacement dans le cadre d'opérations de restauration de milieux dunaires. C'est le cas également des semis directs effectués pour *Linaria sardoa* (Paradis 2008), *Armeria pungens* et *Rouya polygama*. Il peut être ici noté que l'importante expansion par reproduction sexuée de *Silene velutina* sur le site de Tamaricciu depuis les années 1990 suggère que le semis direct pourrait être une technique à retenir dans certains contextes.

Pour un coût plus élevé, la plantation a permis d'obtenir de bons résultats notamment pour les espèces arbustives. Pour le tamaris (*Tamarix africana*), la plantation de boutures s'est soldée par des résultats globalement positifs quoique variables selon les populations renforcées. Par contre, sur le site de Pineto (commune de Borgo), le prélèvement de plants racinés en zone marécageuse (ce qui facilite le prélèvement sans dommage du système racinaire avec sa motte de sol) suivi d'une transplantation *in situ* a constitué une technique aisée à mettre en œuvre et a permis un taux de reprise de près de 100% (une fois les transplants protégés de l'herbivorie). Pour le genévrier à gros fruits (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*), la maîtrise de sa culture (germination rapide après scarification des graines, plants élevés en pépinière) permet de bons résultats par plantation (70% à 80% de reprise), surtout si les jeunes plants sont protégés pendant quelques années des embruns salés à l'aide de dispositifs de type de protection par gainage plastique des plants (Norten® type Tubex), de section suffisamment large (L = 17 cm, H = 45 cm) (Conservatoire du littoral, com. pers.).

Les échecs sont souvent liés à la conjonction de plusieurs facteurs, qui semblent être, par ordre de fréquence

- une méconnaissance de la biologie de l'espèce,
- un effectif utilisé particulièrement faible,
- un mauvais choix de l'habitat d'introduction et une variabilité stationnelle parfois difficile à évaluer *a priori*,
- un choix non optimal du type de matériel biologique manipulé (graine/bouture/plant),
- une mauvaise prise en compte de l'utilisation de l'espace tout au long de l'année par les différents acteurs, notamment sur le littoral.

L'absence de marquage des populations ou d'individus concernés par l'opération apparaît également comme un frein à la mise en place d'un suivi satisfaisant lorsque les opérations sont effectuées au sein de populations « naturelles ».

De bons résultats étaient attendus après la plantation de *Vitex agnus-castus*, mais le faible nombre d'individus (une opération avec quelques individus) et la xéricité du milieu de réintroduction (arrière d'un cordon littoral sablo-graveleux) pourraient avoir conjointement contribué à l'échec de l'opération.

L'échec de l'opération d'introduction tentée sur *Lippia nodiflora* pourrait avoir des causes similaires (la réintroduction de quelques individus dans un milieu nettement plus saumâtre que la population d'origine).

Deux espèces ont connu une issue plus contrastée dans les tentatives de réintroduction, les facteurs précédents d'échec se retrouvant partiellement.

La réussite du transfert de populations d'ophrys d'Éléonore est ici directement liée à la période de l'opération (échec en janvier et succès en juillet ; Richard *et al.*, en prép.).

Pour *Anchusa crispa*, seules deux opérations sur huit ont été une réussite. Les échecs sont associés à de mauvais choix en relation avec la biologie de l'espèce concernant d'une part les sites de réintroduction, et d'autre part la période de mise en œuvre de l'opération, sachant que les pluies printanières chroniquement insuffisantes et la sécheresse estivale augmentent fortement la mortalité des plants manipulés au printemps et en été. La mise en œuvre d'opérations de renforcement au sein de populations « naturelles », sur des zones non

clôturées, n'a pas permis la réalisation de suivis sur le long terme, en raison de la disparition rapide du système de marquage mis en place, liée au piétinement du bétail.

Les causes identifiées (lorsqu'elles le sont) d'échec des opérations corses sont dominées par une mauvaise prise en considération de la biologie de l'espèce, ou un effectif utilisé trop faible, ou encore un choix non pertinent de la station de réintroduction. Godefroid *et al.* (2010) ont également recensé ces causes d'échec sur un jeu de données recensées à l'échelle mondiale comptant 250 taxons de diverses zones géographiques, mais en reportant une importance plus grande au choix des stations ainsi qu'à la prédation directe des individus manipulés. Malgré ces limites, ces opérations se révèlent riches d'enseignements valorisables dans le cadre d'opérations futures de conservation.

L'engagement financier des différentes institutions impliquées (et notamment l'outil européen Life) apparaît central et moteur dans la réalisation de ces opérations qui sont aussi sources de collaborations entre chercheurs et gestionnaires d'espaces naturels et l'une des clés de réussite pour les futures expérimentations comme le soulignent plusieurs auteurs (Sarrazin et Barbault 1996 ; Bottin *et al.* 2007 ; Krauss *et al.* 2002 ; Hutchings 2010 ; Godefroid *et al.* 2010). Les limites actuelles des systèmes de suivis mis en œuvre ou non, sur le plus long terme, autour de chaque opération, sont à mettre en lien avec certaines questions qui leur sont fondamentalement associées : par exemple, quels indicateurs pertinents permettent d'attester de la réussite d'une opération ? Sur quel pas de temps, en termes de générations par exemple, mettre en place de tels suivis ? Faut-il systématiquement se rapprocher des critères de l'IUCN préconisant, pour évaluer l'issue d'une opération, de considérer une tendance de trois générations ou dix années de suivis ?

Ce bilan a également permis de révéler que certaines techniques, comme le semis ou le bouturage directs, s'avèrent particulièrement efficaces à coûts modestes, dans le cas de plusieurs taxons. Ces techniques sont utilisées efficacement, sur les terrains du Conservatoire du littoral, dans le cadre d'opération de réhabilitation de milieux dunaires (*Armeria pungens*, - *Achillea maritima*, *Tamarix africana*). Elles pourraient constituer une alternative permettant, si nécessaire, de renforcer des populations sources, et, en cas de dégradation de leur habitat naturel, de créer de nouvelles populations dans des sites voisins et protégés présentant des conditions écologiques comparables à celles des populations d'origine.

En conclusion, le bilan de ces opérations de conservation est globalement positif du fait des cas de réussite mais surtout de l'amélioration de la connaissance concernant ces opérations (suivis d'espèces protégées, élaboration de protocole, estimation des coûts associés ; Godefroid *et al.* 2010). Il ne faut pas oublier que ces opérations de réintroduction apparaissent coûteuses, risquées, et nécessitent d'être mises en œuvre en dernier ressort et non pas en option première (Maunder 1992 ; Gorbunov *et al.* 2008 ; Clewell et Aronson 2010 ; Godefroid *et al.* 2010). Ainsi parmi les leçons pour demain, la diffusion des connaissances associées à ces opérations de conservation (protocoles et facteurs de réussite) doit être intégrée à chaque opération de conservation (Godefroid *et al.* 2010). Cette incontournable diffusion des connaissances doit contribuer, d'une part, à capitaliser une expérience collective pour optimiser les futures opérations et, d'autre part, à favoriser la stratégie de conservation des espèces menacées par différentes méthodes adaptées aux espèces et aux situations écologiques considérées. De plus, la coopération transfrontalière s'impose entre les gestionnaires méditerranéens pour la confrontation d'expériences (Kark *et al.* 2009), ainsi que la coopération entre gestionnaires et scientifiques pour la réalisation de ces opérations et pour le transfert de connaissances.

2.1.1.2 Retours d'expérience d'opération de transplantation menée par ENDEMYS

Depuis 2014, la thématique de recherche entamée par ENDEMYS est de prévenir et limiter les impacts des aménagements et des activités humaines sur la biodiversité et restaurer les milieux dégradés. Deux axes de recherche sont plus particulièrement abordés : Déterminer de nouvelles méthodes ou protocoles de transplantation et limiter les impacts de projets sur les espèces végétales.

A ce jour, les travaux ont été orientés sur l'étude d'espèces végétales protégées et dont les connaissances en termes de prévention d'impact suite à un projet étaient insuffisantes. Ainsi, concernant les espèces végétales *Serapias neglecta*, *Serapias parviflora* et *Kickxia commutata*, il existe peu de retour sur les protocoles de transplantation à réaliser et le choix de site de réimplantation en Corse. En effet, ces espèces sont peu connues au niveau de leurs caractéristiques biologiques telles que la pollinisation, la symbiose avec un champignon, les conditions édaphiques favorables, etc.

La première partie de cette synthèse présente les protocoles utilisés selon les espèces concernées, tandis que la seconde explique l'opération de transplantation des espèces végétales protégées impactées par les travaux. En conclusion, cette synthèse expose les données récoltées lors de ces protocoles.

2.1.1.2.1 PRESENTATION DES PROJETS ETUDIÉS ET DES PROTOCOLES UTILISÉS

2.1.1.2.1.1 Projet de rénovation de la station GPL de Loretto (2A)

1. Présentation du projet et contexte floristique

La station GPL de LORETTO, située au Nord-Ouest d'Ajaccio dans le département de Corse-du-Sud (2A), est en service depuis 1972. Elle appartient à la société ENGIE et est exploitée par Opérateur Ouvrages Gazier (OOG) du Centre EDF GDF-SUEZ de Corse. Elle alimente en butane pur et en air butané l'agglomération d'Ajaccio. ENGIE porte le projet d'extension de la station GPL de Loretto existante et en cours de fonctionnement.

Concernant la flore, deux espèces protégées sont présentes sur le site : le sérapias à petites fleurs (*Serapias parviflora*) et le sérapias méconnu (*Serapias neglecta*). Des mesures d'évitement ont été définies afin de préserver une partie de la population de *Serapias parviflora* et de *Serapias neglecta*. Malgré ses mesures, 18 stations de *Serapias neglecta* (47 spécimens) et 1 station de *Serapias parviflora* (2 spécimens) sont situées dans l'emprise du site industriel et seront détruites.

2. Protocole de transplantation utilisé

La procédure d'intervention pour la transplantation de *Serapias parviflora* et *Serapias neglecta* (Tableau I) a été établie le 21/06/2016 par le Cabinet d'étude Endemys et validée par différentes institutions composées de la DREAL Corse, de ENGIE, du CBNC et du CNRS de Montpellier.

Une réunion préalable sur le site a été effectuée le 08/07/2016 avec la présence d'un agent de la DREAL Corse, un représentant d'ENGIE, un expert du CBNC, un expert du CNRS de Montpellier et deux écologues du Cabinet d'étude Endemys. Cette réunion avait pour but de valider l'emplacement précis du site d'accueil des espèces végétales protégées à transplanter.

L'opération de transplantation a été effectuée le 17/10/2016.

Tableau I. Procédure d'intervention pour la transplantation de *Serapias parviflora* et *Serapias neglecta* pour le projet LOREGAZ

Date	Acteurs	Matériel	Intervention
08/07/2016	B. Schatz (CRNS, CBNC) ; C. Piazza (CBNC) ; CEN ; Endemys	<ul style="list-style-type: none"> - Bombes peintures biodégradables rouge et jaune - Etiquettes de numérotation - Débroussailleuse - GPS 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marquage au sol des stations à prélever avec des bombes biodégradables de couleur rouge (afin d'être visible au moment des opérations de transplantation à l'aide). Chaque station à prélever sera numérotée et étiquetée (rappel : actuellement chaque station végétale est balisée avec un fer à béton) + géoréférencement. 2. Détermination avec B. Schatz (CRNS, CBNC) et C. Piazza (CBNC) des zones d'accueil des spécimens à transplanter + balisage au sol des zones d'accueil avec des bombes biodégradables de couleur jaune (afin d'être visible au moment des opérations de transplantation à l'aide) + balisage étiquetée et numérotée + géoréférencement. 3. Débroussaillage des zones balisées afin de faciliter la visibilité et l'accès à la mini pelle.
11-12-13/07/2016 + 18-19/07/2016 (selon avancement des opérations)	Endemys ; Chauffeur d'engins + 1 manoeuvre supplémentaire	<ul style="list-style-type: none"> - Mini pelle avec un godet de 30x30x30 - Brouette à chenille - Pelles, râteau - GPS - Piquets, grillage - Panneaux d'information. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La zone d'accueil n°X sera creusée sur 30/40 cm de profondeur et de 20 cm de côté (cf. schéma ci-dessous), afin d'accueillir la transplantation de la station n°X. Cette opération sera effectuée par une mini pelle. Le surplus de terre sera déposé sur le côté en attendant la transplantation. 2. La station à transplanter n°X sera prélevée avec sa botte de terre de 30/40 cm de profondeur et de 20 cm de côté (cf. schéma ci-dessous), centrés autour des individus isolés. Cette opération sera effectuée par une mini pelle. <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"> ≈ 20 cm ≈ 20 cm </p> <p style="text-align: center;"> ≈ 20 cm ≈ 30/40 cm </p> <p style="text-align: center;"> Vue en plan (du dessus) Vue "latérale" </p> </div> <ol style="list-style-type: none"> 3. La station à transplanter n°X sera transplantée sur la zone d'accueil n°X. Le déplacement des plants d'une zone à l'autre sera réalisé à l'aide de la mini-pelle et de la brouette à chenille. 4. Le surplus de terre non utilisé lors de l'étape 3 devra être enlevé afin de ne pas modifier les conditions naturelles du terrain. <p>⇒ Ces 4 étapes seront réalisées pour chaque zone à transplanter.</p> <p>⇒ Chacune des zones d'accueil seront protégées (au moins durant les trois premières saisons végétatives) de toute déprédation (bétail, rongeurs, chiens, piétinement, etc.), par des clôtures provisoires de protections, des protections anti-rongeurs, des paillages, des panneaux informatifs sur les travaux réalisés. Ces protections seront installées par le gestionnaire du site (CEN Corse)</p>
Aout 2016	Endemys	-	Réaliser un compte rendu cartographique et une note détaillée de l'opération.

2.1.1.2.1.2 Projet d'aménagement d'un carrefour giratoire au col du Listinconu

2.1.1.2.1.2.1 Présentation du projet et contexte floristique

La Collectivité de Corse souhaite réaliser un carrefour giratoire à 5 branches au col du Listinconu sur la RD 81, située à Ajaccio dans le département de Corse-du-Sud (2A).

Concernant la flore, une espèce protégée est présente sur le site : la linaires grecque (*Kickxia commutata*). Lors du recensement réalisé dans le cadre du dossier de dérogation "espèces protégées", 50 spécimens de *Kickxia commutata* avaient été recensés.

Dans le cadre de ce projet, une réactualisation des stations de *Kickxia commutata* a été réalisée le 20/08/2018 par le cabinet ENDEMYS. Cette réactualisation a permis de recenser 344 spécimens dont 146 plants de *Kickxia commutata* dans l'emprise du projet.

2.1.1.2.1.2.2 Protocole de transplantation utilisé

Dans le cadre du dossier de dérogation "espèces protégées", le protocole de transplantation de *Kickxia commutata* avait été défini de la manière suivante :

Etape 1 : Mise à jour des données et évaluation site d'accueil

Période : au printemps année N-1 avant travaux.

Action : Passage d'un botaniste spécialisé afin d'évaluer le nombre d'individus situés sur le tracé de la branche sud du giratoire et devant faire l'objet d'un déplacement. Il balisera les principales stations observées et placera des piquets permettant de repérer les individus à déplacer. Il s'agira de mettre en place une ou plusieurs placettes destinées à l'accueil des individus à transplanter. Sur la base de relevés phytosociologiques.

Etape 2 : Transplantation des individus de *Kickxia commutata*

Période : Eté/début d'automne année N-1 avant travaux.

Action : Arrachage avec précaution des individus de *Kickxia commutata* isolés observés à l'étape 1 sur le tracé de la branche sud du giratoire. Il s'agira de prendre garde à préserver au maximum le système stolonifère de la plante. Les individus ainsi arrachés seront immédiatement déplacés dans les placettes délimitées aux abords des principales stations (S2, S3, S4) en prenant garde de ne pas piétiner les spécimens existants. Les individus déplacés seront pointés au moyen d'un GPS haute précision et des cartographies des stations pourront ainsi être réalisées. Il faut noter que la parcelle concernée sera sous maîtrise foncière de Collectivité de Corse. Comme le prélèvement sera réalisé après la fructification, il faudra récolter quelques fruits en déhiscence (contenant les graines) sur le site et les disposer aux abords des principales stations.

Lors de réalisation de l'étape 1 (Mise à jour des données et évaluation site d'accueil) effectué le 20/08/2018, le cabinet ENDEMYSS a recensé 344 spécimens dont 146 plants de *Kickxia commutata* dans l'emprise du projet.

En vue du nombre très important de plants impactés et à déplacer (environ 150 spécimens), la procédure d'intervention pour la transplantation de *Kickxia commutata* a été réadaptée. Deux protocoles de déplacement ont été proposés :

1. Déplacement expérimental pied par pied

Cette mesure correspond à celle définie dans le dossier de dérogation. Elle consiste à l'arrachage avec précaution d'une trentaine de spécimens de *Kickxia commutata* isolés observés sur le tracé de la branche sud du giratoire. Il s'agira de prendre garde à préserver au maximum le système stolonifère de la plante. Les individus ainsi arrachés seront immédiatement déplacés dans les placettes délimitées aux abords des principales stations (S2, S3, S4) en prenant garde de ne pas piétiner les spécimens existants. Les individus déplacés seront pointés au moyen d'un GPS haute précision et des cartographies des stations pourront ainsi être réalisées. Il faut noter que la parcelle concernée sera sous maîtrise foncière de Collectivité de Corse. Comme le prélèvement sera réalisé après la fructification, il faudra récolter quelques fruits en déhiscence (contenant les graines) sur le site et les disposer aux abords des principales stations.

Cette mesure doit être réalisée début septembre et sera réalisée par ENDEMYSS.

2. Déplacement de la banque de graines du sol

Cette mesure consiste à déplacer la banque de graine du sol par prélèvement de l'horizon supérieur du sol contenant les graines de *Kickxia commutata* (0 à 10 cm) à la pelle mécanique et dépôt sur une parcelle d'accueil.

Cette mesure sera réalisée en automne et sera réalisée par entreprise de travaux.

Ce protocole n'étant pas prévue dans le dossier de dérogation, il a fait l'objet d'une validation auprès de différentes institutions composées de la DREAL Corse, de la Collectivité de Corse, du CBNC et du CNRS de Montpellier.

La mise en œuvre de ces deux protocoles permettra de comparer l'efficacité de l'un et l'autre et servir de retour d'expérience.

L'opération de transplantation pied par pied a été effectuée le 06/09/2018 et l'opération de déplacement de la banque de graines du sol a été effectuée le 23/01/2019.

2.1.1.2.2 LES RESULTATS DE TRANSPLANTATION

2.1.1.2.2.1 Projet de rénovation de la station GPL de Loretto (2a)

2.1.1.2.2.1.1 Balisage post transplantation

Un balisage de mise en défens de chaque pied et station de *Serapias neglecta* et *Serapias parviflora* a été mis en œuvre avant l'opération de transplantation des espèces végétales protégées impactées par les travaux.

Ce balisage a consisté en la pose de fer à béton entouré de rubalise délimitant les stations. Les stations floristiques ont été balisées sur 3 m de part et d'autre de chaque station de l'espèce remarquable identifiée. Chaque balisage a été étiqueté à l'aide d'étiquette jaune et placé sur un des fers à béton délimitant la station. Sur l'étiquette a été inscrit le numéro de la station (ST x), le nom de l'espèce (exemple : S.n pour *Serapias neglecta* et S.p pour *Serapias parviflora*) et le point GPS correspondant à la station (GPS x).

2.1.1.2.1.2 Réalisation du protocole de transplantation

Le début de l'opération a commencé par l'accès de la mini pelle au sein du site d'étude. Pour cela, la clôture a été détériorée pour que la mini pelle puisse accéder dans l'enceinte du site.

Une fois dans l'enceinte du site d'étude, la mini pelle et la brouette à chenilles ainsi que le petit matériels (pelles, râteau, ...) ont été conduits jusqu'à la première zone à déplacer que l'on nommera 'zone de prélèvement n°1'.

Arrivés à la zone de prélèvement n°1, LAIR E., PASTINELLI A-M (écologues du cabinet Endemys) ont expliqué aux différentes personnes présentes (ENGIE, DREAL Corse, Entreprise DEBENE) les différentes étapes de l'opération :

- Préparation du terrain de transplantation (nettoyage du terrain), des trous pour accueillir les stations à transplanter et des stations à transplanter sur la zone de prélèvement n°1 et de transplantation n°1
- Essais à blanc d'une transplantation avec la brouette à chenilles et la mini pelle (hors zone de prélèvement)
- Opération de transplantation
- Préparation du terrain de transplantation (nettoyage du terrain), des trous pour accueillir les stations à transplanter et des stations à transplanter sur la zone de prélèvement n°2 et de transplantation n°2
- Préparation du terrain de transplantation (nettoyage du terrain), des trous pour accueillir les stations à transplanter et des stations à transplanter sur la zone de prélèvement n°3 et de transplantation n°1
- Balisage des zones de transplantation.
- Remise en état de la clôture

Une fois les différentes étapes expliquées, l'opération a pu commencer.

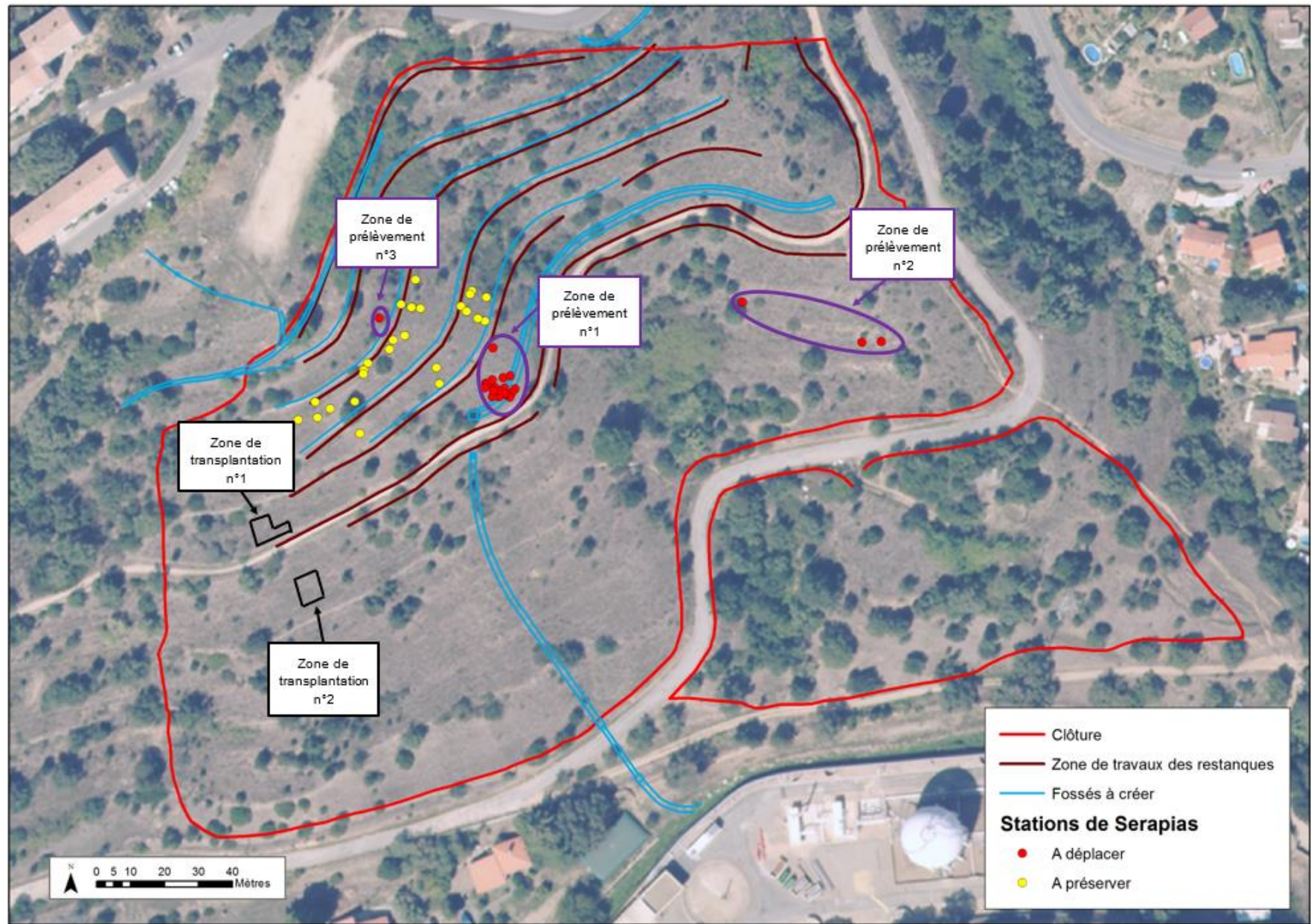


Figure 1. Localisation des zones de prélèvement et de transplantation sur le site d'étude

Préparation du terrain de transplantation sur la zone de prélèvement n°1 et de transplantation n°1

Un nettoyage du terrain, des trous pour accueillir les stations à transplanter et des stations à transplanter ont été réalisés. Tout d'abord, la mini pelle est allée jusqu'à la zone de transplantation n°1. Une fois sur place, PASTINELLI A-M. (Endemys) a montré aux personnes présentes la zone qui servirait de zone de transplantation n°1. La mini pelle a commencé à désherber la zone (Photo 1) afin que la zone de transplantation soit propre et accessible à la mini pelle. Une fois la zone de transplantation nettoyée (Photo 2), PASTINELLI A-M. (Endemys) a indiqué au chauffeur de la mini pelle les emplacements des 4 premiers trous qui serviront à la transplantation (Photo 3). Chaque trou a été espacé d'environ 1 mètre de part et d'autre. Les autres trous nécessaires à la transplantation ont été creusés au fur et mesure de la transplantation.

En parallèle à cette préparation, LAIR E. (Endemys) est restée sur la zone de prélèvement n°1 afin de préparer les stations à transplanter. Rappelons que chaque station végétale avait été balisée avec un fer à béton et une étiquette marquée avec le numéro de station, l'espèce et le nombre de spécimens et ont été géo-référencées. Toutefois, les étiquettes marquées, préalablement à cette opération, se sont effacés avec les mauvaises conditions météorologiques (pluie). Il a donc fallu faire un nouveau marquage grâce au géo-référencement (points GPS) et à la carte du site afin d'éviter toutes erreurs lors de la transplantation. Une erreur engendrait une possible incohérence dans les données des suivis de transplantation à venir.



Photo 1. Préparation de la zone de transplantation



Photo 2. Zone de transplantation n°1



Photo 3. Trou creusé pour accueillir la transplantation

Essais à blanc d'une transplantation avec la brouette à chenille et avec la mini pelle (hors zone de prélèvement)

Afin de trouver la meilleure approche pour effectuer la transplantation, des essais (avec la brouette à chenille et avec la mini pelle) ont été effectués. Ces deux essais ont été effectués en périphérie de la zone de prélèvement n°1.

Pour l'essai avec la brouette à chenille (Photo 4), cette opération a été un échec. Pour prendre la station 'test', la mini pelle a été utilisée (Photo 5). La station 'test' prélevée a été transvasée dans la brouette à chenille (Photo 6). Cette opération a été délicate (manœuvre délicate afin de tout mettre dans la brouette à chenille) et la perte de terre a été minimale. Lors du transport à la zone de transplantation 'test' (hors de la zone de transplantation n°1), la motte s'émiettait. Une fois arrivé à la zone, la motte a été transvasée manuellement dans le trou, créé à cet effet, la perte de terre a été importante. De plus, le risque de dégâts sur la plante était possible du fait de la manipulation.

Pour l'essai avec la mini pelle, cette opération a été un succès. En effet, lors du transport à la zone de transplantation 'test' (hors de la zone de transplantation n°1), la motte est restée intacte. Une fois arrivé à la zone, la motte a été transvasée grâce au godet de la mini pelle dans le trou, créé à cet effet, aucune perte de terre n'a été constatée. Enfin, le risque de dégâts sur la plante lors de la manipulation est extrêmement minimale car la station 'test' a été prélevée dans son ensemble et remise dans son ensemble dans le trou d'accueil.

En conclusion, la mini pelle a été optée pour l'opération de transplantation.



Photo 4. Brouette à chenille



Photo 5. Prélèvement de la station de test avec la mini pelle



Photo 6. Transvasement de la station test dans la brouette à chenille

Opération de transplantation

Tout au long de cette étape le chauffeur de la mini pelle a été accompagné par PASTINELLI A-M. (Endemys) afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre du protocole de transplantation.

LAIR E. (Endemys) est restée dans la zone de transplantation n°1 afin d'indiquer les emplacements des stations à transplanter, de remettre les conditions naturelles du terrain et de cartographier les différentes stations transplantées.

Les ouvriers de l'entreprise DEBENE sont restés dans la zone de prélèvement n°1 pour reboucher les trous des stations prélevées afin de retrouver les conditions naturelles du terrain.

Cette opération de transplantation s'est déroulée en 4 étapes :

- ❖ **Etape 1** : la station à prélever a été indiqué au chauffeur par PASTINELLI A-M. (Endemys). L'étiquette et le fer à béton indiquant le numéro de station a été pris par PASTINELLI A-M. (Endemys). Ensuite l'opération de prélèvement a pu commencer. Pour cela, la mini pelle a prélevé la station avec sa botte de terre (30/40 cm de profondeur et environ 20 cm de côté), centrés autour des individus isolés (Photo 7).
- ❖ **Etape 2** : une fois la station prélevée, la mini pelle s'est dirigée jusqu'à la zone de transplantation n°1 et a transplanté la station dans le trou indiqué par les écologues d'Endemys. Le fer à béton et l'étiquette ont été remis en place (Photo 8).
- ❖ **Etape 3** : LAIR E. (Endemys) s'est chargé à l'aide d'un râteau d'égaliser la terre et d'enlever les herbes pouvant nuire aux orchidées transplantées (asphodèle) afin de retrouver les conditions naturelles du site.

- ❖ Etape 4 : la station transplantée a été cartographiée par LAIR E. (Endemys) à l'aide d'un GPS et d'un schéma (Figure 5).

Ces 4 étapes ont été renouvelées pour chacune des stations à transplanter. Il est important de noter que lorsqu'une station possédait plusieurs spécimens relativement espacés et ne pouvant pas être prélevée en une seule fois, le choix a été de faire deux trous avec une station identique. C'est le cas, pour les stations n°10 et n°12.



Photo 7. Etapes de prélèvement des stations d'orchidées



Photo 8. Etapes de transplantation des stations d'orchidées

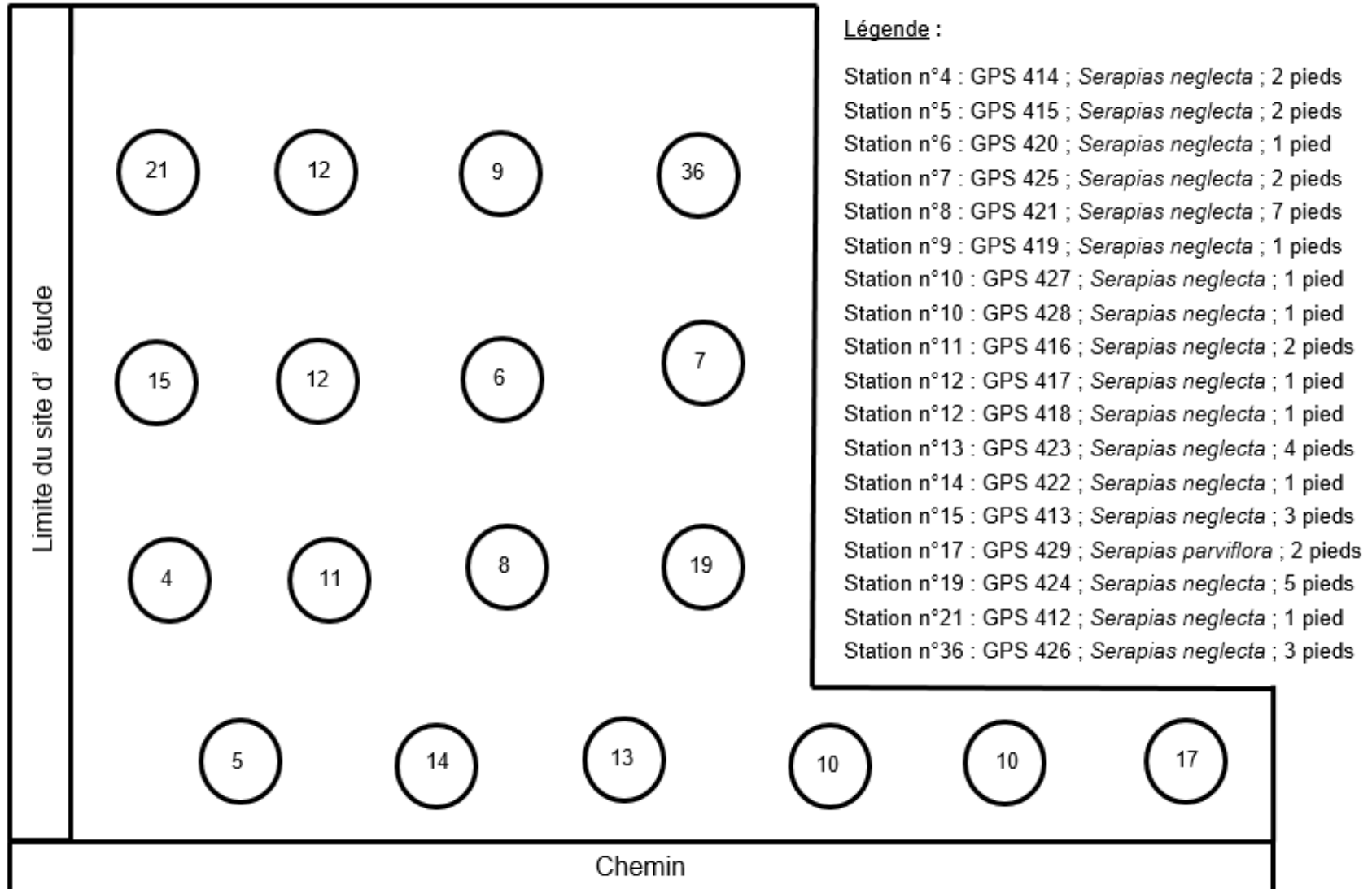


Figure 2. Schéma de la zone de transplantation n°1 avec les numéros de stations

Préparation du terrain de transplantation sur la zone de prélèvement n°2 et de transplantation n°2

Une fois l'opération de transplantation sur la zone de prélèvement n°1 et de transplantation n°1, la mini pelle ainsi que les personnes présentes se sont dirigées vers la zone de prélèvement n°2.

LAIR E. (Endemys) est allée sur la zone de prélèvement n°2 afin de préparer les stations à transplanter. Rappelons que chaque station végétale avait été balisée avec un fer à béton et une étiquette marquée avec le numéro de station, l'espèce et le nombre de spécimens et ont été géo-référencée. Toutefois, les étiquettes marquées, préalablement à cette opération, se sont effacés avec les mauvaises conditions météorologiques (pluie). Il a donc fallu faire un nouveau marquage grâce au géo-référencement (points GPS) et à la carte du site afin d'éviter toutes erreurs lors de la transplantation. Une erreur engendrait une possible incohérence dans les données des suivis de transplantation à venir.

La préparation du terrain de transplantation n°2 (nettoyage du terrain), des trous pour accueillir les stations à transplanter et des stations à transplanter ont débuté. Pour cela, la mini pelle est allée jusqu'à la zone de transplantation n°2 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Une fois sur place, les écologues d'Endemys ont montré aux personnes présentes la zone qui servirait de zone de transplantation n°2.

La mini pelle a commencé à désherber la zone afin que la zone de transplantation soit propre et accessible à la mini pelle. Une fois la zone de transplantation n°2 nettoyée (Photo 9), PASTINELLI A-M. (Endemys) a indiqué au chauffeur de la mini pelle les emplacements des 3 trous qui serviront à la transplantation (Photo 10). Chaque trou a été espacé d'environ 1 mètre de part et d'autre.



Photo 9. Zone de transplantation n°2



Photo 10. Trou creusé pour accueillir la transplantation

Opération de transplantation

Tout au long de cette étape le chauffeur de la mini pelle a été accompagné PASTINELLI A-M. (Endemys) afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre du protocole de transplantation.

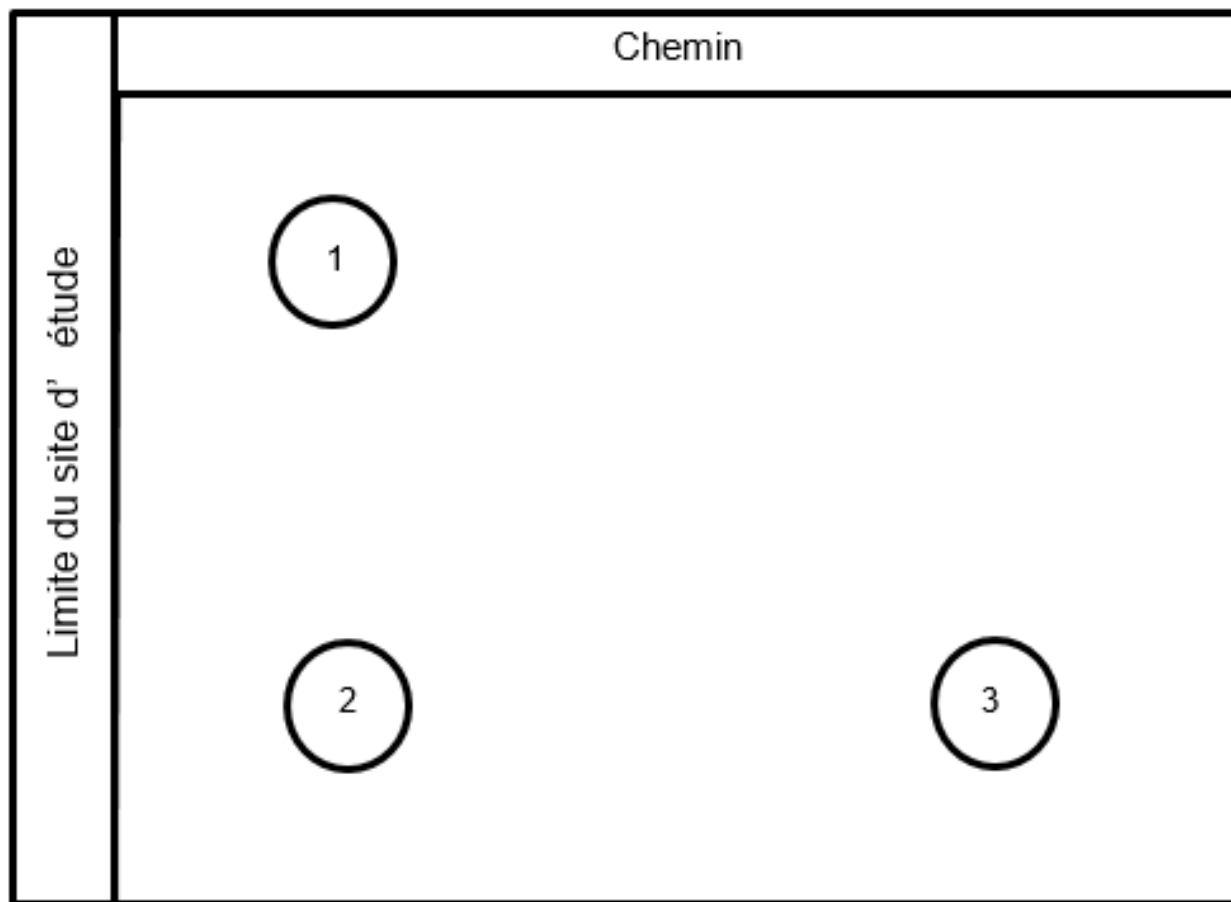
LAIR E. (Endemys) est restée dans la zone de transplantation n°2 afin d'indiquer les emplacements des stations à transplanter, de remettre les conditions naturelles du terrain et de cartographier les différentes stations transplantées.

Les ouvriers de l'entreprise DEBENE sont restés dans la zone de prélèvement n°2 pour reboucher les trous des trois stations prélevées afin de retrouver les conditions naturelles du terrain.

Cette opération de transplantation s'est déroulée en 4 étapes :

- ❖ Etape 1 : la station à prélever a été indiquée au chauffeur par PASTINELLI A-M. L'étiquette et le fer à béton indiquant le numéro de station a été pris par PASTINELLI A-M. Ensuite l'opération de prélèvement a pu commencer. Pour cela, la mini pelle a prélevé la station avec sa botte de terre (30/40 cm de profondeur et environ 20 cm de côté), centrés autour des individus isolés.
- ❖ Etape 2 : la station prélevée, la mini pelle s'est dirigée jusqu'à la zone de transplantation n°2 et a transplanté la station dans le trou indiqué par les écologues d'Endemys. Le fer à béton et l'étiquette ont été remis en place.
- ❖ Etape 3 : LAIR E. s'est chargé à l'aide d'un râteau d'égaliser la terre et d'enlever les herbes pouvant nuire aux orchidées transplantées (asphodèle) afin de retrouver les conditions naturelles du site.
- ❖ Etape 4 : la station transplantée a été cartographiée par LAIR E. à l'aide d'un point GPS et d'un schéma (Figure 6).

Ces 4 étapes ont été renouvelées pour les trois stations à transplanter.



Légende :

Station n°1 : GPS 432 ; *Serapias neglecta* ; 5 pieds

Station n°2 : GPS 431 ; *Serapias neglecta* ; 1 pied

Station n°3 : GPS 430 ; *Serapias neglecta* ; 3 pied

Figure 3. Schéma de la zone de transplantation n°2 avec les numéros de stations

Préparation du terrain de transplantation sur la zone de prélèvement n°3 et de transplantation n°1

Cette étape a été réalisée en parallèle avec la préparation du terrain de transplantation n°1.

Opération de transplantation

Cette transplantation ne comportait qu'une seule station (station n°36). Cette station était située dans une zone qui ne permettait pas à la mini pelle d'y accéder sans détériorer beaucoup de mur. C'est pour cette raison, que les écologues d'Endemys ont pris la décision avec l'accord de la DREAL Corse (présent sur le site) de la transplanter manuellement.

Pour cela, 4 étapes ont été nécessaires :

- ❖ Etape 1 : la station à prélever manuellement. Pour cela, PASTINELLI A-M. (Endemys a prélevé la station avec sa botte de terre (30/40 cm de profondeur et environ 20 cm de côté), centrés autour des individus isolés à l'aide d'une pelle. La station a été mise dans un sac cabas afin de la transporter jusqu'à la zone de transplantation n°1. L'étiquette et le fer à béton indiquant le numéro de station ont été récupérés.
- ❖ Etape 2 : la station prélevée, les écologues d'Endemys se sont dirigés jusqu'à la zone de transplantation n°1 et ont transplanté la station dans le trou prévu pour cette station. Le fer à béton et l'étiquette ont été remis en place.
- ❖ Etape 3 : LAIR E. (Endemys) s'est chargé à l'aide d'un râteau d'égaliser la terre et d'enlever les herbes pouvant nuire aux orchidées transplantées (asphodèle) afin de retrouver les conditions naturelles du site.
- ❖ Etape 4 : la station transplantée a été cartographiée par LAIR E. (Endemys) à l'aide d'un point GPS et d'un schéma (Figure 5).

Balisage des deux zones de transplantation

Une fois les transplantations finies (Photo 11), les écologues d'Endemys ont réalisé un balisage des deux zones de transplantation. Ce balisage a consisté à mettre en défens grâce à du rubalise les zones de transplantation (Photo 12).

Remise en état de la clôture

Une fois l'opération de transplantation d'orchidée achevée, la mini pelle a quitté l'enceinte du site par le lieu d'entrée. La clôture a ensuite été remise en état afin d'éviter toute intrusion de tortues d'Hermann ou autre espèce protégée (hérisson d'Europe).



Photo 11. Zone de transplantation n°1



Photo 12. Balisage de la zone de transplantation n°1

2.1.1.2.2.1.3 Résultats obtenus / Bilan

Aucun problème n'a été observé lors de cette opération de transplantation d'orchidées.

Même s'il est difficile de se prononcer sur l'avenir des populations transplantées, les trois années de suivi (2017, 2018 et 2019) n'ont pas été favorables aux *Serapias*. En effet, même les *Serapias* de la parcelle témoin ne sont pas réapparues au cours de ces deux années.

Quelques hypothèses peuvent néanmoins en découler :

- ❖ L'hiver et le début de printemps ont été moins pluvieux que l'année dernière, est-ce un effet négatif pour les *Serapias* et son champignon symbiotique ?
- ❖ Les travaux situés à proximité ont-ils affectés indirectement la zone témoin ?
- ❖ Envahissement de certaines espèces ont-ils empêché le développement des *Serapias* ?



Photo 13. Zone témoin en 2017



Photo 14. Zone de transplantation n°1 en 2017



Photo 15. Zone de transplantation n°2 en 2017



Photo 16. Zone témoin en 2018



Photo 17. Zone de transplantation n°1 en 2018



Photo 18. Zone de transplantation n°2 en 2018

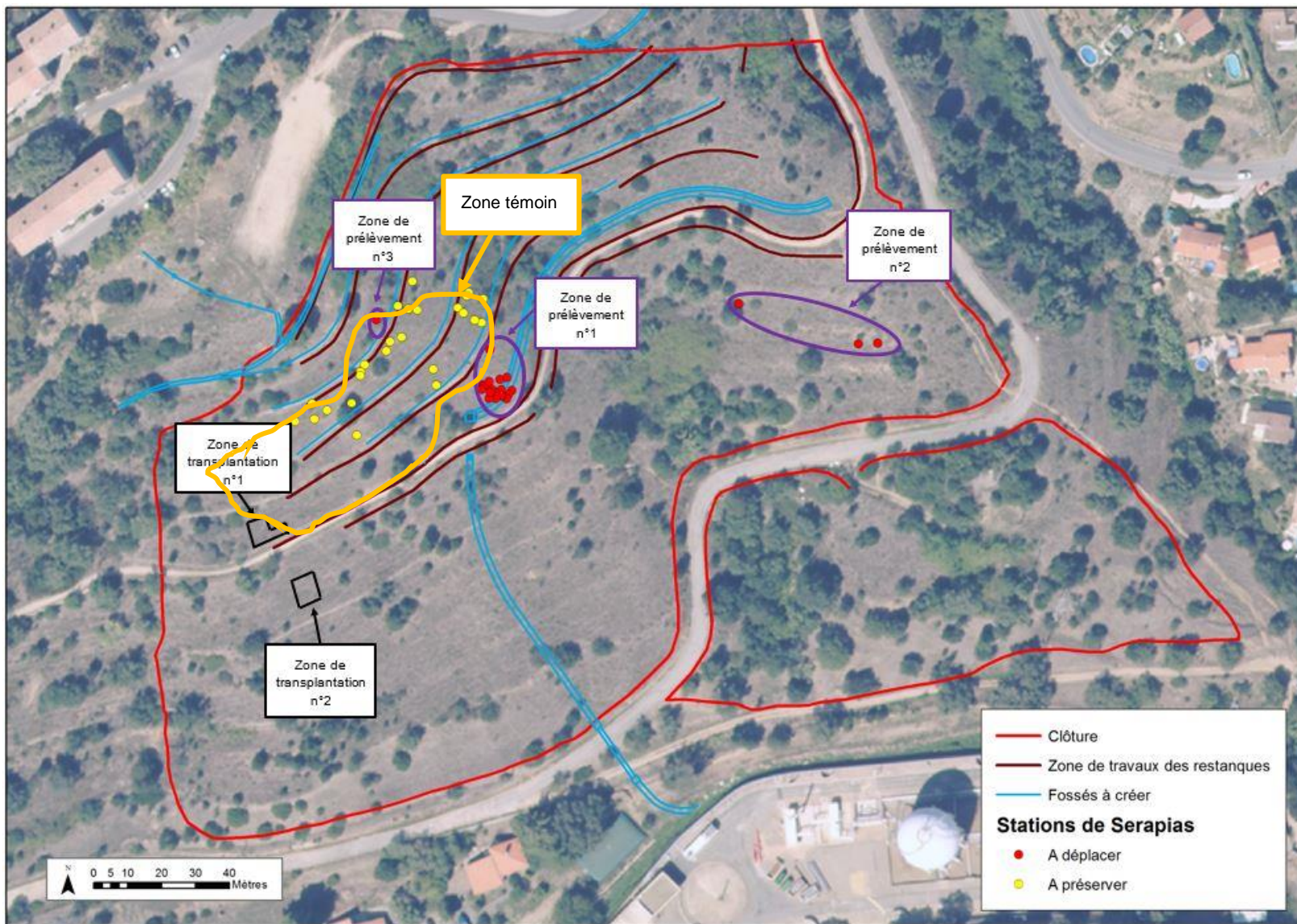


Figure 4. Cartographie des différentes zones d'interventions (zone témoin, zone de prélèvement n°1, n°2 et n°3 et zone de transplantation n°1 et n°2)

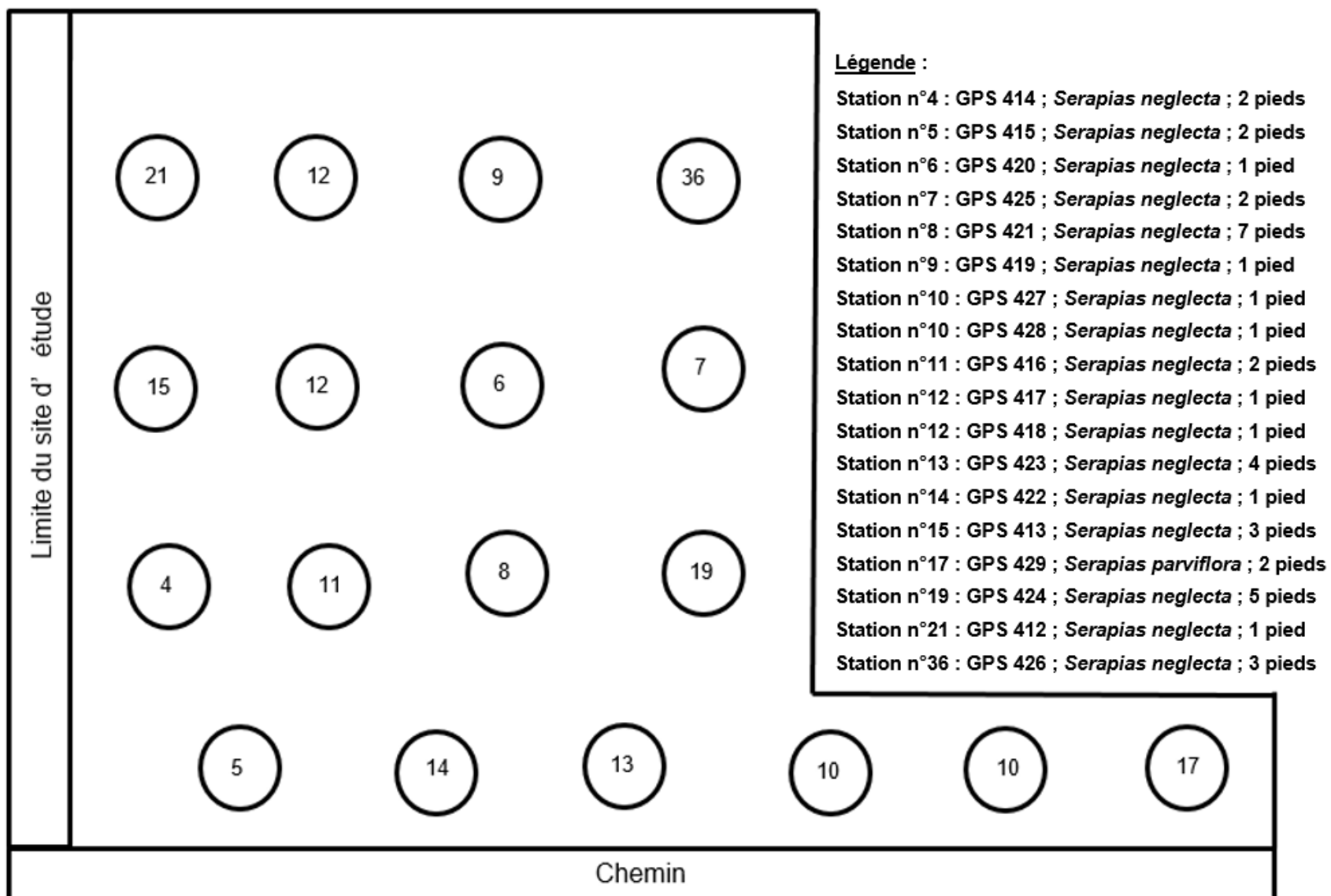
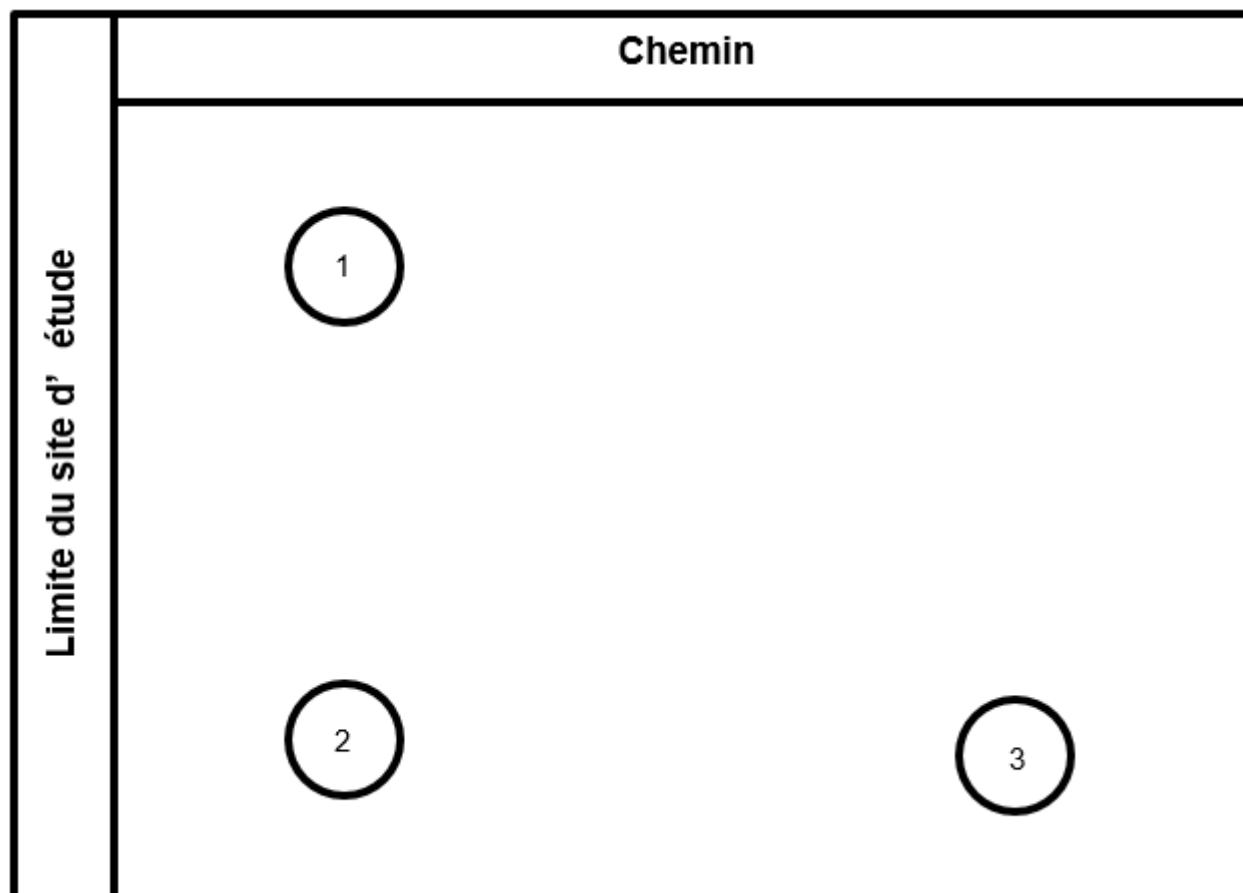


Figure 5. Schéma de la zone de transplantation n°1 avec les numéros de stations



Légende :

Station n°1 : GPS 432 ; *Serapias neglecta* ; 5 pieds

Station n°2 : GPS 431 ; *Serapias neglecta* ; 1 pied

Station n°3 : GPS 430 ; *Serapias neglecta* ; 3 pieds

Figure 6. Schéma de la zone de transplantation n°2 avec les numéros de stations

2.1.1.2.2.2 Projet d'aménagement d'un carrefour giratoire au col du Listinconu

2.1.1.2.2.2.1 Réalisation des protocoles de transplantation

Déplacement expérimental pied par pied

Zone de prélèvement

Suite à la mise à jour des données au niveau du site d'étude, l'opération de transplantation a concerné les stations impactées de *Kickxia commutata* sur la partie basse de la future zone de chantier (cf. carte suivante).

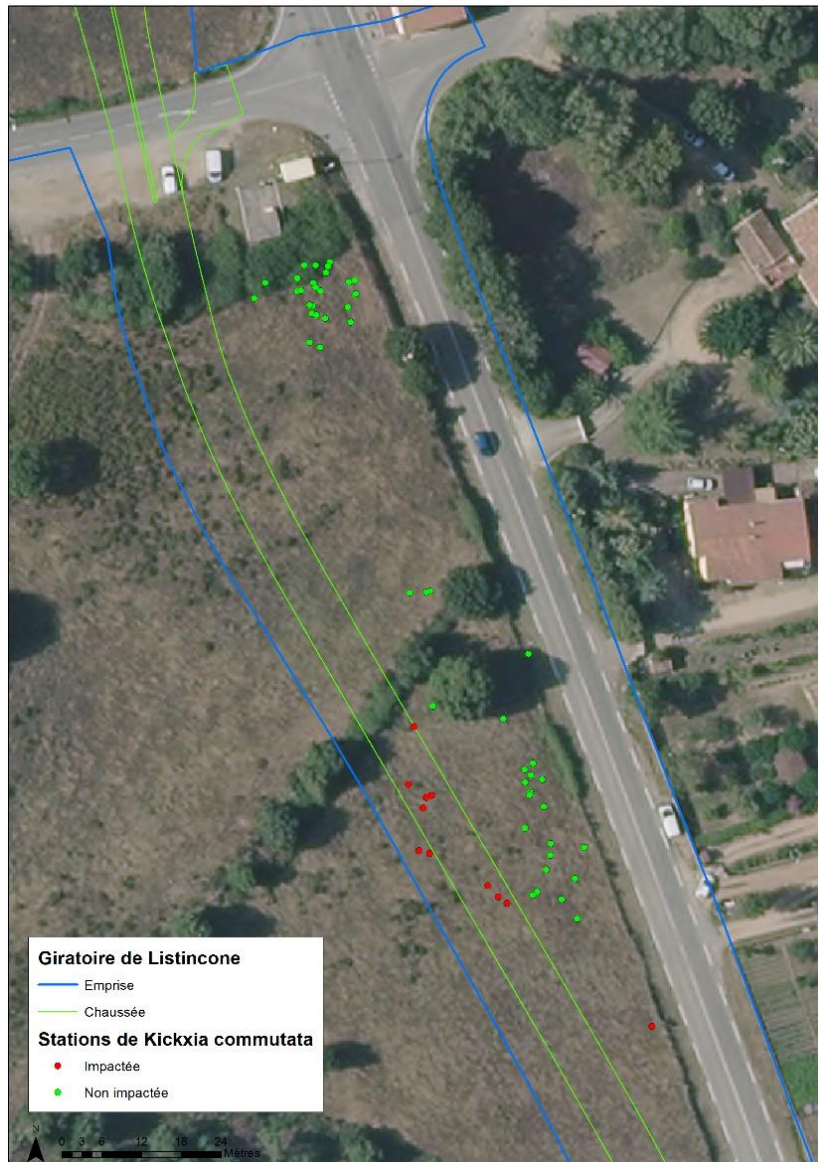


Figure 7. Stations de *Kickxia commutata* recensées sur la partie basse de la future zone de chantier de Listinconu

Transplantation

A.M. Pastinelli et P. Moneglia (ENDEMYS) ont aménagé une zone de transplantation se situant hors zone de chantier future.

A.M. Pastinelli et P. Moneglia (ENDEMYS) ont récolté les stations de *Kickxia commutata* impactées par le futur chantier. Les stations ont été déplacées sous forme de motte de terre. Une station pouvait contenir de 1 à plusieurs spécimens de *Kickxia commutata*.

A.M. Pastinelli et P. Moneglia (ENDEMYS) ont transplanté l'ensemble des stations impactées par les futurs travaux. Au total, 30 stations ont été déplacées.

A.M. Pastinelli et P. Moneglia (ENDEMYS) ont effectué un balisage de la zone de transplantation pour éviter tout piétinement ou détérioration de la zone.

La zone de transplantation sera signalée à l'entreprise en charge des travaux et aux agents de la CDC lors de la réunion de lancement des travaux.



Photo 19. Zone de transplantation



Photo 20. Station déterrée à transplanter (motte)



Photo 21. Station déterrée à transplanter (motte)



Photo 22. Station transplantée

Déplacement de la banque de graines du sol

Lors du suivi environnemental du chantier effectué le 05/12/2018, A.M. Pastinelli (ENDEMYS) a rappelé et validé les modalités de transplantation de l'espèce (calendrier, zones de replantation, engins à utiliser...) avec l'entreprise en charge des travaux et les agents de la CDC. Il a validé avec l'entreprise en charge des travaux et les agents de la CDC de sa venue au démarrage du chantier pour effectuer le balisage des stations présentes au sien de l'emprise du chantier et de la zone de transplantation.

Lors du suivi environnemental du chantier effectué le 10/12/2018, A.M. Pastinelli (ENDEMYS) a effectué le balisage des stations végétales de *Kickxia commutata* à transplanter. Le balisage a été effectué à l'aide de piquet en fer et d'une rubalise de couleur vive afin d'être aisément

délectable par le personnel du chantier. Il a défini et balisé la zone de transplantation des stations d'espèces végétales de *Kickxia commutata*. Il a également balisé à nouveau la zone transplantée en septembre 2018, et la zone (hors emprise) où l'espèce végétale *Kickxia commutata* est présente. A.M. Pastinelli (ENDEMYS) a réalisé ces opérations de balisage en présence des agents de l'entreprise en charge des travaux et les agents de la CDC.

146 pieds de *Kickxia commutata* ont alors été déplacés.



Photo 23. Balisage de la future zone de transplantation



Photo 24. Balisage des stations à transplanter



Photo 25. Balisage de la zone de transplantation effectuée en septembre 2018 et des zones avec présence naturelle de *Kickxia commutata*

Lors du suivi environnemental du chantier effectué le 23/01/2019, A.M. Pastinelli (ENDEMYS) a constaté que les opérations de transplantation des stations de l'espèce végétale *Kickxia commutata* ont été réalisées et a constaté le respect du balisage des zones de transplantation et des zones (hors emprises des travaux) où l'espèce végétale *Kickxia commutata* est présente.

Notons que les opérations de transplantation ont été réalisées par l'entreprise en charge des travaux sans la présence d'un écologue d'Endemys.



Photo 26. Respect des emprises et balisage de stations de *Kickxia commutata*



Photo 27. Zone de transplantation des stations de *Kickxia commutata*

2.1.1.2.2.2 Résultats obtenus / Bilan

Aucun problème n'a été observé lors de l'opération de déplacement de pied par pied de *Kickxia commutata*.

Par contre, l'opération de déplacement de la banque de graines du sol a été réalisée par l'entreprise en charge des travaux sans la présence d'un écologue d'Endemys.

En ce qui concerne le projet d'aménagement d'un carrefour giratoire au col du Listinconu, le suivi a montré les résultats suivants :

- ❖ la transplantation des *Kickxia commutata* par motte réalisée en septembre 2018 à un taux de réussite nul. Aucun des 30 spécimens déplacés n'est réapparu.

la transplantation des *Kickxia commutata* par prélèvement de la banque de graine réalisée en janvier 2019 a eu un taux de réussite positif. En effet, sur les 146 pieds de *Kickxia commutata* déplacés, 8 spécimens ont été recensés en août 2019 et 58 en août 2020.

2.1.1.2.3 CONCLUSION

En ce qui concerne le projet de rénovation de la station GPL de Loretto, même s'il est difficile de se prononcer sur l'avenir des populations transplantées, les trois années de suivi (2017, 2018 et 2019) n'ont pas été favorables aux *Serapias*. En effet, même les *Serapias* de la parcelle témoin ne sont pas réapparues au cours de ces deux années.

Quelques hypothèses peuvent néanmoins en découler :

- ❖ L'hiver et le début de printemps ont été moins pluvieux que l'année dernière, est-ce un effet négatif pour les *Serapias* et son champignon symbiotique ?
- ❖ Les travaux situés à proximité ont-ils affectés indirectement la zone témoin ?
- ❖ Envahissement de certaines espèces ont-ils empêché le développement des *Serapias* ?

En ce qui concerne le projet d'aménagement d'un carrefour giratoire au col du Listinconu, le suivi a montré les résultats suivants :

- ❖ la transplantation des *Kickxia commutata* par motte réalisé en septembre 2018 à un taux de réussite nul. L'une des raisons pourrait être la date trop précoce (le 03/09, les plants étaient encore en fleur), la période trop sèche et l'absence d'arrosage lors de la transplantation.
- ❖ la transplantation des *Kickxia commutata* par prélèvement de la banque de graine réalisée en janvier 2019 a eu un taux de réussite positif.

2.1.2 Autres exemples de transplantation (hors de Corse)

Ce chapitre présente une synthèse de quelques publications concernant le déplacement d'Orchidées.

2.1.2.1 *Orchis militaris* et *Orchis simia* (Sumpter et al., 2004)

La situation actuelle est que les deux espèces (*Orchis militaris* et *Orchis simia*) restent des plantes très rares au Royaume-Uni (Preston et al., 2002). *O. militaris* est limitée principalement à une seule localisation, dont la population est assez importante, dans le Suffolk et à deux autres localisations dans le Chilterns. *O. simia* est limitée à deux localisations dans le Kent (dont une introduction) et une dans l'Oxfordshire.

O. militaris est actuellement sur deux sites dans le Chilterns :

- Le bois de Homefield est une région boisée mixte avec des zones de prairies ouvertes. Il est géré par Berkshire, Buckinghamshire, and Oxfordshire Wildlife Trust (B.B.O.W.T.). Entre 1947 et 2004, il y a eu une augmentation considérable d'*Orchis militaris*. En effet, en 1947, Lang (1980) avait découvert 18 plantes à fleurs. En 1995, le nombre de plantes à fleurs étaient de 45 (Farrell 1985, 1991; Hutchings et al., 1998) pour passer à 100 plantes en 2002. En 2004, l'effectif est passé à 200 plantes.
- Le site privé ne donne aucun accès au public. La population d'*Orchis militaris* est petite. Ce site est nommé Site X. Il est aussi géré par B.B.O.W.T. conformément à un accord avec le propriétaire. Sur le site X, c'est en 1970 qu'*Orchis militaris* a été découvert et pendant 20 ans le nombre de plantes est resté très bas. Il y a eu une augmentation très prononcée atteignant 50 plantes en 2003.

O. simia est localisé sur un seul site dans le Chilterns : Hartslock à Oxfordshire. C'est une zone de 4,4 ha de prairie de craie riche en espèce, achetée par le B.B.O.W.T. en 1975. Dans les années 1920 et 1930, il y avait plus de cent spécimens d'*Orchis simia* à Hartslock. Après la destruction de son habitat en 1950, *Orchis simia* a mené une existence très précaire au site. Le nombre de plantes à fleurs était très bas (entre un et cinq) de 1950 à 1965 (Paul 1965). Pendant les années 1980 et au début des années 1990, une augmentation lente mais stable du nombre de plantes a été constatée suivie d'une augmentation très marquée. Depuis 2000, il y a eu autour de 300 *Orchis simia* à Hartslock. Le nombre de plantes à fleurs d'*Orchis simia* est passé de 200 en 2001 avant de tomber significativement en 2002, bien que toujours restant très élevé en comparaison des récits historiques.

231 tubercules issus des graines d'*O. militaris*, du bois Homefield, rassemblée au fil des ans par les Jardins Botaniques Royaux ont été plantés sur le site du Bois Homefield. Ces tubercules étaient un mélange de plantes d'un an et de deux ans. La première année après la transplantation, seulement une minorité de plantes est ressortie et cette proportion a diminué fermement les années suivantes. Très peu de plantes survivent maintenant. Cependant, quelques plantes ont survécu et ont fleuri.

Dans le cadre du Programme de Rétablissement d'Espèce pour *O. militaris*, douze plantes ont été enlevées (avec l'accord de Nature anglaise) du Bois Homefield en 2000 et transplantées sur un site approprié pour l'espèce. Ce site est approximativement à 25 km du Bois Homefield et se trouve dans la gamme de distribution précédente d'*O. militaris* (Farrell, 1985). Tous les tubercules transférés avaient fleuri soit dans l'année soit l'année précédente. L'année suivante, huit des douze plantes ont fleuri, dont cinq avaient des cosses lors de l'observation d'août. Il est apparu que 33,5 % de ces spécimens avaient des graines. En 2002, dix plantes ont apparus, dont huit étaient en bouton lors de l'observation de début mai. En août, il est apparu que six plantes avaient fleuri. Ils avaient entre zéro et seize cosses par pointe de fleur, suggérant que la pollinisation est relativement pauvre. En 2003, neuf plantes ont apparus, dont sept en fleur, mais aucune n'est montée à graine.

En conclusion, la caractéristique la plus évidente des populations d'*O. militaris* et d'*O. simia* dans le Chilterns est l'augmentation très prononcée des spécimens à fleurs et des plantes végétatives sur tous les sites dans les cinq dernières années. Ces augmentations simultanées pourraient suggérer une cause commune, dont le plus probable pourrait être le changement climatique. Jusqu'à présent, il semble y avoir relativement peu de preuve que le réchauffement

climatique a encore fait une grande différence pour les distributions de la plupart des plantes britanniques (Preston et *al.*, 2002). Pourtant, il a été prouvé que les changements climatiques ont mené à la diffusion vers le nord d'une certaine espèce de papillon en Grande-Bretagne, en Irlande et en Europe (Parmesan et *al.*, 2001).

Un autre facteur qui a contribué à l'augmentation du nombre des deux espèces est la gestion appropriée des sites. Cependant, il est difficile de lier des stratégies particulières de gestion avec les changements du nombre de spécimens d'orchidées à cause du décalage entre la mise de graines et la floraison de plantes. A l'heure actuelle, la longueur précise de cet intervalle de temps est inconnue pour l'espèce (Summerhayes 1951; Farrell 1985; Hutchings et *al.*, 1998). Il est tout à fait possible que des pratiques de gestion à la fin des années 1980 et au début des années 1990 soient responsables des nombres accrus des plantes qui sont arrivées dans les cinq dernières années, mais aucune preuve ne peut les attester.

La stratégie de gestion sur les trois sites était semblable : la clôture des zones contenant les orchidées et l'entretien du buisson. La clôture permet un pâturage contrôlé en automne/hiver en privilégiant le pâturage ovin). En effet, le troupeau est déplacé avant que les orchidées n'apparaissent en surface du sol (novembre à février).

En plus de ces pratiques de gestions communes sur les trois sites, des actions spécifiques à chaque site peuvent avoir contribué au succès des orchidées. La création d'habitat plus approprié a sans aucun doute contribué très significativement à l'augmentation globale de nombre d'*Orchis militaris* et il est indiscutablement un facteur clé. Le premier *Orchis militaris* a mis 10 ans avant de fleurir ce qui suggère qu'un temps considérable doit s'écouler avant que la transplantation soit considérée comme un succès. De plus, la création régulière de nouvelles zones pour des orchidées fournit un environnement dynamique dans lequel de nouvelles plantes peuvent coloniser. Des populations petites et isolées peuvent être vulnérables. Donc, une stratégie de gestion qui fournit régulièrement de nouvelles zones écologiquement appropriées pour les orchidées, en maintenant des zones déjà établies semble raisonnable. Enfin, la pollinisation manuelle est une autre pratique de gestion qui pourrait avoir joué un rôle significatif dans l'expansion des populations des deux orchidées.

2.1.2.2 *Spiranthes brevilabris* et *Epidendrum nocturnum* (Stewart S. L., 2008)

Cas 1 : *Spiranthes brevilabris*

Le but de la recherche de conservation sur *Spiranthes brevilabris* était de propager l'espèce et de déterminer les méthodes de réintroduction qui permettraient la réintroduction de la plante avec des habitats appropriés dans la zone de la Floride du centre-nord (Stewart, 2002, 2003, 2007a).

Des études de germination de graines symbiotiques avec *Spiranthes brevilabris* ont été entreprises en 2001, qui a abouti à plus de 200 jeunes plants acclimatés aux conditions de serre (Stewart et *al.*, 2003). 172 plants ont été utilisés dans des études de réintroduction au sein de six sites dans la Forêt Nationale de Goethe (Comté de Levy).

Avant la réintroduction, les jeunes plants portant des feuilles de *Spiranthes brevilabris* ont été transférés de plaques Petri à plats d'aluminium de 44 mm x 12.5 mm, contenant environ 15 à 20 grammes de sol stérilisé. Ce dernier est identique à l'habitat du pin flatwood, habitat de

l'espèce, dans le Comté d'Alachua en Floride. Trois jeunes plants ont été placés dans chaque plat. Dans le même plat, chaque jeune plant a été infecté du même champignon pour empêcher le mélange de moisissures d'orchidée pendant l'acclimatation de serre et la croissance. On a permis à tous les jeunes plants de grandir dans des conditions de serre pendant 78 jours. Après ce temps, 178 jeunes plants ont été préparés pour la réintroduction.

Depuis que cette étude a représenté la première réintroduction d'orchidée du Nord-américaine de façon symbiotique cultivée, la méthode de réintroduction a été conçue pour minimiser la perturbation tant à la plante qu'à son associé fongique. Cinq sites de réintroduction dans la Forêt Nationale de Goethe, où *Spiranthes floridana* n'a pas été contacté, ont été choisis. Chaque site a été choisi en se basant sur la présence de plantes associées et d'un type de sol semblable du site d'origine de la plante dont un site où l'espèce a déjà été contactée.

À chaque site, les deux associés fongiques différents ont été établis. Les plantes ont été soigneusement enlevées de leurs plats d'aluminium, avec le sol environnant intact et placées dans des trous pré creusés peu profonds. Chaque terrain a été arrosé avec l'eau du robinet jusqu'à ce que la zone soit saturée. Par la suite, aucun nouvel arrosage artificiel n'a eu lieu. Aucun engrais n'a été utilisé. Les jeunes plants ont été contrôlés pour la survie pendant plusieurs périodes de pousse (Stewart et al., 2003). Après un mois, 100 % de jeunes plants réintroduits ont survécu. Dix-sept des jeunes plants introduits (soit 9,9 %) ont fleuri après six mois (Stewart, 2002, 2003; Stewart et al., 2003).

En 2004, sur 3 sites (sur 6 sites de réintroduction dans la Forêt Nationale de Goethe) tous les jeunes plants ont disparu. Cependant, > 70 % des jeunes plants se sont maintenus sur trois sites de réintroduction et ont fleuri. Tant en 2005 qu'en 2006, seulement deux des sites de réintroduction pourraient être localisés. À ces deux sites, 53.4 % des plantes réintroduites révélaient être en fleurs (Stewart 2007a).

Cas 2 : *Epidendrum nocturnum*

L'utilisation de graines symbiotiques dans la propagation d'*Epidendrum nocturnum* a été entreprise pour produire des plantes pour des études de réintroduction préliminaires (Massey et Zettler, 2007; Zettler et al., 2007). Les graines d'*Epidendrum nocturnum* ont été rassemblées par Fakahatchee Strand State Preserve (FSSP) et Florida Panther National Wildlife Refuge (FPNWR) et ont germé en utilisant un champignon isolé de *Spiranthes brevilabris*.

Les graines de collection ont aisément germé et ont abouti à un total de 284 jeunes plants infectés de champignon qui ont été acclimatés aux conditions de serre. Après 163 jours dans des conditions de serre, 203 jeunes plants ont survécu. De ces jeunes plants, 43 plantes ont été préparées pour la réintroduction dans des sites à FPNWR (16 mois après l'ensemencement de graine).

Trois sites au FPNWR ont été choisis pour étudier la réintroduction de jeunes plants d'*Epidendrum nocturnum*. Le premier site a été choisi du fait qu'*Epidendrum nocturnum* a été trouvé dans ce site et ce dernier représente l'emplacement de collection de graine. Les deuxièmes et troisièmes sites ont été choisis du fait qu'ils avaient des habitats semblables au premier site et hébergeaient une autre espèce : *Encyclia tampensis*.

La méthode de réintroduction de plante était la même pour les trois sites. Les jeunes plants d'*Epidendrum nocturnum* ont été placés sur des troncs à *Fraxinus caroliniana* à environ 1,5-2 mètres au-dessus du sol du marais.

Une étude précédente a indiqué qu'environ 60 % des plants d'*Epidendrum nocturnum* sur site de collection de graine au FPNWR sont arrivés dans cette gamme de hauteur (S.L. Stewart, données non publiées). Les plantes ont été placées avec une petite quantité de sphaigne fraîche, humide autour du système de racine de jeune plant en mettant le jeune plant contre le tronc d'arbre à l'emplacement approprié pour la plante. Des études préliminaires sur la réintroduction de deux autres orchidées épiphytes (*Cyrtopodium punctatum* et *Prosthechea cochleata* var. *triandra*) au sud la Floride, ont démontré que cette méthode de maille en plastique était adaptée pour la réintroduction d'orchidées épiphytes (S.L. Stewart et L. Richardson données non publiées). Une fois réintroduit, on n'a pas fourni d'eau ou d'engrais aux jeunes plants d'*Epidendrum nocturnum*. Quinze plantes ont été réintroduites au premier site, tandis que 14 plantes ont été placées aux deux autres sites.

Après un mois, 100 % des jeunes plants d'*Epidendrum nocturnum* réintroduit ont survécu sur les trois sites. Après six mois, 50 % de jeunes plants sur tous les sites ont survécu. Huit mois après la réintroduction, seulement deux jeunes plants sur le deuxième et le troisième site ont survécu, tandis que 42 % de jeunes plants au premier site ont survécu. Après un an, aucun jeune plant n'a survécu au deuxième et au troisième site et 20 % de jeunes plants ont r échappés au premier site. La haute mortalité des jeunes plants d'*Epidendrum nocturnum* a été très probablement relatée à la petite taille des plants réintroduits (environ 7 cm de longueur totale et l'incapacité de ces petits jeunes plants à faire face aux périodes de dessiccation (S.L. Stewart, observation personnelle).

Conclusion

La réintroduction de *Spiranthes brevilabris* représente le premier exemple de la réintroduction réussie d'une orchidée de façon symbiotique cultivée aux États-Unis. Le fait que > 50 % des plantes réintroduites à deux sites de réintroduction restent et se reproduisent démontre le succès tant de la méthode de propagation symbiotique que des méthodes de réintroduction de plante. Cependant, le manque de contrôle à long terme est problématique. La disparition de plantes aux quatre autres sites de réintroduction pourrait être réduite si le contrôle à long terme était mis en place.

L'importance de programmes de contrôle à long terme bien conçus dans la conservation et la gestion de n'importe quelle espèce a été clairement démontrée (Martin et al., 2007). Néanmoins, la réussite de la réintroduction de l'orchidée terrestre rare *Spiranthes brevilabris* représente en Floride, une meilleure connaissance sur l'ensemble des sciences de propagation et sur la biologie de réintroduction pour la conservation d'une espèce individuelle et les débuts de l'espèce dans la conservation intégrée.

De plus, pour la réussite d'une réintroduction d'orchidées épiphytes, y compris *Epidendrum nocturnum*, les plants utilisés doivent être grand et mûre au moment de la réintroduction. On considère que cette réintroduction est un succès puisque des informations de valeur ont été gagnées concernant les exigences de réintroduction d'*Epidendrum nocturnum* même si seulement trois jeunes plants r échappés après un an dans le premier site.

Zettler et al., (2007) ont montré l'importance du site d'accueil pour la survie des jeunes plants d'*Epidendrum nocturnum* réintroduits. Malheureusement, les effets à long terme de ces questions de diversité génétiques ne sont pas souvent observés pour beaucoup de générations. L'observation du site d'accueil peut indiquer un degré d'adaptation génétique

locale pour *Epidendrum nocturnum* qui jouera un grand rôle dans le succès ou l'échec d'efforts de réintroduction futurs avec cette espèce dans la Floride du Sud-Ouest.

2.1.2.3 *Spiranthes sarksii* (Hammons et al., 2010)

Une décharge superficielle solide est nécessaire pour la Station de Bryan/Collège, le Texas et des zones environnantes. Pendant la construction, environ 379 *Spiranthes parksii* seront détruits. L'avis Biologique a exigé 57 hectares de zones réglementées soient achetés autour de l'empreinte de décharge pour protéger et conserver *Spiranthes* et servir de sites d'accueil pour les individus transplantés. Aussi, l'Avis Biologique permet à la recherche de développer des procédures de transplantation de plantes en danger dans des secteurs protégés.

Toutes les transplantations ont été effectuées à la fin de la croissance de feuilles en rosette pour minimiser la perturbation pendant la période de croissance. De plus, la transplantation a été effectuée quand l'humidité du sol était bonne. Tous ont été placés dans des zones réglementées où d'autres *Spiranthes parksii* et *Spiranthes cernua* ont été précédemment contactés. Les emplacements des plantes ont été marqués dans le champ avec des étiquettes et des positions GPS.

De plus, plusieurs centaines de *Spiranthes parksii* et *Spiranthes cernua* ont été marqués dans la même zone pour contrôler la survie et les comparée avec les transplantés. Tous les individus transplantés (entre 22 et 540) ont été contrôlés pendant la floraison et la production de feuilles en rosette chaque année après la transplantation.

Deux méthodes ont été utilisées. La première consiste à faire une transplantation de racine nue et la deuxième consiste à faire une transplantation intacte du sol.

Transplantation de racine nue

Elle est basée sur la taille et la longueur de la rosette de feuilles. Six petits et quatre grands individus ont été transplantés au printemps 2007. Chaque feuille et tubercule ont été mesurés et chacun ont été additionné pour donner la longueur totale de la rosette de feuilles et la longueur totale du tubercule. Afin de déterminer si la taille de feuille et la taille de tubercule ne soient pas endommagés pendant la transplantation. Le sol a été enlevé des tubercules de racine, les individus ont été enveloppés dans un essuie-tout humide et transplanté aux zones réglementées dans deux heures qui ont suivies les fouilles.

Au printemps 2008, 57 nouveaux spécimens de *Spiranthes cernua* et *Spiranthes parksii* et deux connus de *Spiranthes parksii* ont été transférées et transplantées. Au printemps 2009, 14 spécimens connus de *Spiranthes parksii* ont été transplanté dont six avaient une infection de moisissures mycorrhizal sur 5 cm et sur le tubercule racinaire et ont été mis à l'isolement dans le laboratoire.

Le pourcentage de rosette de feuilles et la production de fleurs de ces transplantations ont été systématiquement plus bas que des rosettes de feuilles restées sur place. Cependant, un individu a fleuri comme *Spiranthes parksii* en 2008 et d'autres individus produisent toujours végétativement un *Spiranthes parksii*. Seize a semblé être détruit par des porcs sauvages pendant l'hiver de 2008 après la transplantation. Malgré cette perturbation, trois individus transplantés sur la zone sont apparu en 2009.

Les transplantations de racine nue du printemps 2007 ont eu un pourcentage plus haut de post-production que ceux au printemps 2008 et que celui de la transplantation complète de sol au printemps 2007. Cependant, ceci pourrait être dû à une petite taille de l'échantillon.

Tandis que les pourcentages sont systématiquement plus bas pour des transplantations de racine nue au printemps 2008, un de 59 a fleuri comme *Spiranthes parksii* et certains persistent toujours végétativement.

La transplantation de racine nue de 14 *Spiranthes parksii* du printemps 2009 (floraison au moins une fois dans les deux ans précédents) a produit des inflorescences et des rosettes de feuilles après la transplantation, y compris ceux qui avaient 5 cm d'un tubercule de racine enlevé.

Dans cette étude, *Spiranthes cernua* (le printemps 2007) et *Spiranthes parksii* (le printemps 2008 et 2009) a répondu positivement à la transplantation de racine nue. Trois *Spiranthes cernua* qui ont fleuri après la transplantation de racine nue au printemps 2007 avait des plus grandes rosettes de feuilles. Le succès de cette transplantation pourrait être dû aux grands tubercules de racine souterrains qui pourraient être utilisés pour compenser les effets de perturbation causée par la transplantation. Aussi, *Spiranthes parksii* transplanté au printemps 2009 pourrait aussi utiliser des réserves souterraines pour compenser les effets de transplantation.

Transplantation intacte du sol

Au printemps 2007, une pipe PVC de 20 cm de diamètre a été utilisée pour creuser, en gardant le sol intact, autour des tubercules de racine. La pipe PVC a été coupée dans des longueurs de 15 cm et en biseau au fond donc il pourrait être martelé dans le sol autour d'une rosette de feuilles. Une pelle a été alors placée au-dessous de la pipe PVC pour que le sol dans la pipe PVC puisse être creusé. Après les fouilles, les plantes ont été transplantées aux zones réglementées dans les deux heures qui suivent. Un trou a été soigneusement creusé dans les zones réglementées pour adapter le diamètre et la profondeur de la transplantation à l'intérieur de la pipe PVC. Après le placement de la transplantation et de la pipe PVC dans le trou pré creusé, la pipe PVC a été enlevée et le sol a été alimenté dans les fentes autour de la transplantation pour remplir n'importe quels grands espaces aériens.

La production de rosette de feuilles et de fleur par la méthode de transplantations intactes de sol a été semblable à ceux restés sur place mais ont surpassé le pourcentage d'individus non transplantés.

Ces plantes ont aussi exposé la variabilité considérable. Certaines sont restées inertes durant quatre périodes de pousse avant l'apparition d'une tige en fleurs ou d'une rosette de feuilles. Cinq *Spiranthes parksii* ont fleuri, dont deux ont fleuri les trois années consécutives. D'autres individus de *Spiranthes cernua* ont fleuri et d'autres restent à déterminer (dégât par un herbivore avant que l'identification ne puisse être confirmée).

Les efforts de la transplantation intacte de sol de *Spiranthes parksii* des secteurs protégés ont porté ses fruits (Parker, 2006). Cependant, les données quantitatives et les observations à long terme n'ont pas été faites. Les efforts de la transplantation intacte de sol sur d'autres orchidées terrestres ont échoué, comme avec *Isotria medeoloides* (Brumbeck et al., 1996). Dans cette étude, *Spiranthes parksii* et *Spiranthes cernua* a répondu bien à cette méthode. En fait, comparé aux rosettes de feuilles non transplantées du site d'étude, le pourcentage de transplantations intactes de sol a été plus grand dans les trois dernières années de croissance.

Ceci pourrait être dû au placement de transplantations depuis qu'ils ont été placés dans les zones d'habitat idéal de *Spiranthes parksii* et *Spiranthes cernua*. Des rosettes de feuilles peuvent persister dans les zones qui sont devenues défavorables pour fleurir en raison de l'empiétement boisé. Cependant, des données quantitatives devraient être rassemblées pour vérifier ceci. Tandis que toutes les transplantations ont été placées dans des zones où *Spiranthes parksii* et *Spiranthes cernua* étaient connues, le placement pourrait probablement influencer la post-production puisque les micro-habitats varient grandement dans un patchwork de savane. De plus, la taille initiale de rosettes de feuilles avant la transplantation pourrait affecter la post-production. Cependant, l'analyse détaillée de micro-habitats et des tailles de plante devrait être conduite pour poursuivre ces hypothèses.

Conclusion

Les deux méthodes de transplantation ont rapporté un retour positif mais la méthode intacte de sol serait préférable. Non seulement cette méthode a rapporté la survie la plus haute, mais le sol intact peut contenir les tubercules d'autres espèces que l'individu cible.

En déterrant un *Spiranthes parksii* pour la transplantation de racine nue au printemps 2009, un autre individu a été trouvé. Ceci a été aussi vu en prenant des échantillons de sol autour des plantes individuelles. En retournant au laboratoire pour tamiser des échantillons de sol, le tubercule de racine de *Spiranthes spp.* a été trouvé.

En vue des résultats d'individus transplantés dans cette étude, on pourrait conclure que les individus meurent en raison de la transplantation. Cependant, des individus transplantés et témoins ont tous les deux baissés et/ou ont fluctué dans la production ultérieure après que la transplantation a été introduite.

Le contrôle à long terme de ces individus est crucial afin de clarifier des caractéristiques biologiques et les variables environnementales qui influencent sur la persistance d'individus témoins et transplantés.

2.1.2.4 *Spiranthes spiralis* et *Botrychium lunaria* (Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien, 2002 ; Bardin, 2004)

Dans le cadre de travaux de réfection des étanchéités internes et externes réalisés sur l'Aqueduc de la Vanne, sur les linéaires des Arcades du Grand-Maître à Fontainebleau-77 (septembre –décembre 2002), la SAGEP a procédé, sous la responsabilité scientifique du Conservatoire botanique national du Bassin parisien, à la transplantation de populations de deux espèces végétales protégées au titre du Code de l'Environnement.

Le Conservatoire botanique est lié à la SAGEP par une convention de cinq ans, convention qui fixe les engagements et responsabilités de chacune des deux parties dans le bon déroulement de cette opération. Le Conservatoire botanique s'engage à réaliser annuellement le suivi des populations transplantées pour évaluer la pertinence des choix effectués lors des travaux et acquérir des connaissances scientifiques sur la réponse de populations végétales soumises à un stress lors d'opérations de transplantation.

Les travaux de réfection de l'étanchéité de l'Aqueduc ayant débuté en 2001, il avait été préalablement décidé d'exclure des travaux les linéaires sur lesquels les plantes protégées sont implantées.

Dès le début du mois d'avril 2001, des gardes corps ont été posés de part et d'autre de l'Aqueduc. Pour ce faire, aucune intervention sur l'Aqueduc lui-même n'a été nécessaire. Après la phase de sécurisation du site, une protection à chaque limite des zones protégées a été installée, évitant ainsi toute intrusion dans les portions abritant *Spiranthes spiralis* et de *Botrychium lunaria*. Le décapage du substrat sur les lots préalablement définis a été réalisé au cours du mois de mai. Ce substrat a été stocké le long de l'Aqueduc, afin d'être régalé sur une hauteur de 40 cm après les travaux de réfection de l'isolation supérieure. La mise en sécurité de l'infrastructure a nécessité l'installation d'une ligne de vie sur la surface de l'Aqueduc. Ainsi, un filin métallique, maintenu tous les 13 mètres par un potelet, a été posé dans le courant du mois de juin 2001. Certains de ces potelets ont été nécessairement posés à l'intérieur des zones protégées. Le Conservatoire botanique a surveillé l'installation de ce filin dans les zones protégées. La réfection de l'étanchéité de l'Aqueduc a enfin été suivie d'un régalage, sur une épaisseur approximative de 40 cm, du substrat décapé.

En 2002, les travaux ont été réalisés à l'identique sur les zones protégées. Préalablement, les populations de *Spiranthes spiralis* et de *Botrychium lunaria* ont été déplacées, avec leur substrat, sur une zone rénovée en 2001. Les zones choisies pour la transplantation ont été celles situées le plus proche possible des stations de ces deux plantes, afin de respecter les conditions locales d'ensoleillement et de pluviosité. La technique de prélèvement par dalle a été utilisée. Le régalage de la terre décapée avant travaux est un élément très important pour la réussite du programme de sauvegarde des populations de *Spiranthes spiralis* et de *Botrychium lunaria*. En effet, en plus d'être replacées sur l'Aqueduc aux Arcades du Grand Maître, les populations naturelles retrouveront un contexte écologique similaire à celui qui existe actuellement. La présence de ce substrat nécessite un entretien régulier consistant en une fauche annuelle. Cette fauche, qui sera réalisée après la période de dispersion des graines de *Spiranthes spiralis*, maintiendra les conditions écologiques favorables à la pérennisation des populations des deux espèces protégées. La création de zones tampons aux limites des populations, sans engazonnement, devrait permettre une recolonisation naturelle.

Au printemps 2002, une cartographie des populations, réalisée au GPS, a permis de délimiter les linéaires de l'Aqueduc sur lesquels l'opération de transplantation devait être réalisée. Parallèlement au remplacement des populations naturelles sur l'Aqueduc de la Vanne, des populations de sécurité ont été créées, de façon à renforcer la présence des deux espèces dans le contexte bellifontain. La création de ces populations n'aura aucun effet légal pour les populations naturelles : l'effectif de la population de *Spiranthes spiralis* le permettant, la moitié sera déplacée, alors qu'une phase de multiplication in vitro préservera les individus de *Botrychium lunaria* de l'Aqueduc de la Vanne. Le site pressenti, attenant à l'Aqueduc de la Vanne, appartient à la Ville de Paris et est géré par la SAGEP, ce qui facilitera la mise en place des mesures de gestion futures dans un contexte foncier pérenne. Ainsi, la moitié des individus de *Spiranthes spiralis* sera déplacée, de même que le substrat qui leur est associé. Pour *Botrychium lunaria*, une phase préalable de multiplication in vitro à partir de matériel prélevé sur les individus de l'Aqueduc permettra la création de cette population ex nihilo sans effet délétère sur celle de l'Aqueduc, dont l'effectif est extrêmement réduit.

Un premier suivi des populations de *Spiranthes spiralis* a été réalisé en 2003.

Rappelons que sur l'Aqueduc de la Vanne, la station de *Spiranthes spiralis* se divise en deux petites populations espacées d'une centaine de mètres environ noté zone A et zone B. Pour la zone A, la moitié des effectifs de la population A de *S. spiralis* est restée sur l'Aqueduc (nommée Population A non transplantée), soit près de 300 individus. L'autre moitié a été déplacée avec son substrat (nommée Population B non transplantée). Pour la zone B, la population de *Spiranthes spiralis* a été coupée en deux : l'une est restée sur l'Aqueduc (nommée Population A transplantée), l'autre a été transplantée dans la zone de sécurité (nommée Population B transplantée).

La cartographie des populations d'espèces rares et protégées a été réalisée avec l'aide d'un tachéomètre. La précision centimétrique de l'instrument a permis un suivi individuel des individus dans le temps et l'espace. Au sol, des étiquettes ont été maintenues enfoncées avec des clous permettant de retrouver les individus d'une année sur l'autre. Les positions du tachéomètre ont été géoréférencées à l'aide d'un GPS. Elles ont été fixées et ont permis la répétitivité de la cartographie d'une année sur l'autre (potelets de ligne de vie, extrémité de clôture).

La population A non transplantée, en 2003, comptait 57 rosettes et aucune fleur n'a été observée cette année. La population B, non transplantée, de *Spiranthes spiralis* ne comptait aucune rosette. La population A transplantée compte 57 individus. A la différence population A non transplantée, tous les individus étaient fleuris en 2003. La population B transplantée, ne comptait aucune rosette cette année.

Globalement, la zone A de *Spiranthes spiralis*, que ce soit sur l'Aqueduc après stockage temporaire des dalles ou dans la station d'accueil, s'exprime à hauteur de 20% de ses potentialités (une soixantaine de rosettes dans les deux stations sur les 300 que comptent théoriquement chacune des deux portions déplacées, selon les derniers comptages de 2000). Par contre, pour la zone B de *Spiranthes spiralis* aucun individu n'a pu être retrouvé cette année. Le caractère sporadique de l'espèce peut expliquer de forts changements d'effectifs d'une année sur l'autre. Ceci a notamment été observé sur la zone B où des prospections entre 1997 et 2000 avaient parfois montré une absence totale de rosettes de *Spiranthes spiralis*.

Conclusion

Bardin (2004) a réalisé un premier suivi des populations de *Spiranthes spiralis*. S'il est difficile de se prononcer sur l'avenir des populations transplantées, il n'en reste pas moins un premier bilan assez satisfaisant quant à la reprise des populations déplacées dans le cadre de la réfection des étanchéités de l'Aqueduc (Bardin, 2004). Bardin (2004) souligne que ce bilan reste peu encourageant pour les populations de *Spiranthes spiralis*. En effet, certaines populations ne sont pas réapparues cette année, les autres ont vu leurs effectifs diminuer avec parfois une absence totale de hampes florales. Mais, tous ces résultats peuvent témoigner d'un stress de transplantation dont il faudra évaluer l'impact sur le moyen terme, d'autant plus que le caractère sporadique et épisodique de ces deux espèces est très bien connu (Bardin, 2004).

2.2 CONCLUSION

Les techniques de transplantation ont été :

- ❖ Semis direct de graines
- ❖ Bouturage
- ❖ Déplacement de plants avec racines nues ou en mottes
- ❖ Transplantation de tubercules / bulbes
- ❖ Transplantation de la banque de graines du sol
- ❖ Marcottage

Le succès d'une transplantation dépend de plusieurs facteurs :

- ❖ La gestion appropriée d'un site (entretien, réduction de la concurrence, protection d'herbivores, clôture, création d'habitat favorable, pollinisation manuelle si nécessaire) ;
- ❖ Le choix des plants utilisés (âge, type, capacité biologique) ;
- ❖ Le nombre d'individus réintroduits ;
- ❖ Le choix du site à transplanter (espèce déjà présente, site géré ou non) ;
- ❖ Le choix de la méthode de transplantation (transplantation complète du sol, graine, bouturage, semis direct, etc.) ;
- ❖ La période de transplantation ;
- ❖ L'engagement financier des différentes institutions impliquées.

Les échecs sont à 34 % de raison inconnue ; 29 % du à un habitat peu approprié ; 10 % du la prédation (10 %) et 8 % du à la dégradation de l'habitat. Ils sont souvent liés à la conjonction de plusieurs facteurs :

- ❖ Une méconnaissance de la biologie de l'espèce,
- ❖ Un effectif utilisé particulièrement faible,
- ❖ Un mauvais choix de l'habitat d'introduction et une variabilité stationnelle parfois difficile à évaluer *a priori*,
- ❖ Un choix non optimal du type de matériel biologique manipulé (graine/bouture/plant),
- ❖ Une mauvaise prise en compte de l'utilisation de l'espace tout au long de l'année par les différents acteurs,
- ❖ Une absence de marquage des populations ou d'individus concernés pour le suivi,
- ❖ Un changement climatique (même si peu de preuve atteste ce facteur).

Beaucoup de faiblesses dans des programmes de réintroduction ont été constatées :

- ❖ Un contrôle insuffisant après réintroduction (cessant d'habitude après 4 ans) ;
- ❖ Une documentation inadéquate, qui est particulièrement aiguë pour les réintroductions qui sont considérées comme des échecs ;
- ❖ Un manque de compréhension des raisons sous-jacentes à baisse dans populations de plantes existant ;

- ❖ Une évaluation trop optimiste de succès basé sur résultats à court terme ;
- ❖ Des mauvais critères de succès pour des projets de réintroduction.

2.3 LES DIFFERENTS PROTOCOLES ENVISAGEABLES POUR LA TRANSPLANTATION DES ESPECES PROTEGEES IMPACTEES PAR L'EXPLOITATION DE LA CARRIERE BETAG

D'après la bibliographie et les retours d'expériences les protocoles connus sont :

- ❖ Semis direct de graines
- ❖ Bouturage
- ❖ Déplacement de plants avec racines nues ou en mottes
- ❖ Transplantation intacte de sol avec partie enfouie de la plante dans le sol (tubercules, bulbes, stolons, rhizomes)
- ❖ Transplantation de la banque de graines du sol
- ❖ Marcottage

Les espèces à transplanter sont :

- *Isoetes* sp.
- *Kickxia commutata*
- *Ranunculus ophioglossifolius*
- *Serapias parviflora*
- *Vicia altissima*

Tableau II. Protocoles envisageables pour la transplantation des espèces protégées impactées par le projet

ESPECES CONCERNEES	PROTOCOLES ENVISAGEABLES	COMMENTAIRES
<i>Serapias parviflora</i>	Semi direct de graines	Récolte des graines très fastidieuse, et contrainte de calendrier (transplantation à réaliser en automne 2020) qui ne permet pas d'envisager une récolte de graine qui devrait être réaliser en fin de printemps.
	Déplacement de plants en mottes	Contraintes de calendrier (transplantation à réaliser en automne 2020) qui ne permet pas d'envisager un déplacement des plants entiers qui devrait se faire au printemps quand la partie aérienne est apparue (espèce géophyte).

ESPECES CONCERNEES	PROTOCOLES ENVISAGEABLES	COMMENTAIRES
	Transplantation intacte de sol	Technique envisageable sur cette espèce géophyte, grâce au balisage de spécimens préalablement réalisé en période favorable, et technique systématiquement testée pour le genre <i>Serapias</i>
	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les tubercules et graines
<i>Isoetes duriei</i> / <i>I. histris</i>	Déplacement de plants avec racines nues ou en mottes	Contraintes de calendrier (transplantation à réaliser en automne 2020) qui ne permet pas d'envisager un déplacement des plants entiers qui devrait se faire au printemps quand la partie aérienne est apparue (espèce hémicryptophyte).
	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les spores.
	Transplantation intacte de sol	Technique envisageable sur cette espèce hémicryptophyte, grâce au balisage de spécimens préalablement réalisé en période favorable.
<i>Kickxia commutata</i>	Déplacement de plants avec racines nues ou en mottes	Contraintes de calendrier (transplantation à réaliser en automne 2020) qui ne permet pas d'envisager un déplacement des plants entiers qui devrait se faire en été quand la partie aérienne est apparue (espèce hémicryptophyte).
	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les graines.
	Semi direct de graines	Récolte des graines très fastidieuse, et contrainte de calendrier avec une transplantation à réaliser en novembre 2020, période tardive où peu de plants (voir aucun) portent des graines, ce qui ne permet pas d'envisager une récolte de graines qui devrait être réalisée en fin d'été.

ESPECES CONCERNEES	PROTOCOLES ENVISAGEABLES	COMMENTAIRES
	Transplantation intacte de sol	Technique envisageable sur cette espèce hémicryptophyte, grâce au balisage de spécimens préalablement réalisé en période favorable.
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Déplacement de plants avec racines nues ou en mottes	Contraintes de calendrier (transplantation à réaliser en automne 2020) qui ne permet pas d'envisager un déplacement des plants entiers qui devrait se faire au printemps quand la plante apparait (espèce annuelle).
	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les graines.
	Semi direct de graines	Récolte des graines très fastidieuse, et contrainte de calendrier (transplantation à réaliser en octobre 2020) qui ne permet pas d'envisager une récolte de graine qui devrait être réalisée en fin de printemps.
	Transplantation intacte de sol	Technique non envisageable sur cette espèce car elle est plante annuelle c'est-à-dire qui meurt après leur reproduction.
<i>Vicia altissima</i>	Déplacement de plants avec racines nues ou en mottes	Contraintes de calendrier (transplantation à réaliser en automne 2020) qui ne permet pas d'envisager un déplacement des plants entiers qui devrait se faire au printemps quand la partie aérienne est apparue (espèce hémicryptophyte).
	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les graines.
	Semi direct de graines	Technique envisageable en prélevant les graines en période favorable en été, prélèvement réalisé en juillet 2020.
	Transplantation intacte de sol	Technique difficilement envisageable sur cette espèce dont le balisage du pied est très fastidieux en raison de la végétation épaisse où elle pousse et de la difficulté à retrouver la base de la longue tige qui s'entremêle à la végétation alentour.

3 LES PROTOCOLES RETENUS POUR LA TRANSPLANTATION DES ESPECES PROTEGEES IMPACTEES PAR L'EXPLOITATION DE LA CARRIERE BETAG

Tableau III. Protocoles retenus pour la transplantation des espèces protégées impactées par le projet

ESPECES CONCERNEES	PROTOCOLES RETENUS	COMMENTAIRES
<i>Serapias parviflora</i>	Transplantation intacte de sol	Technique envisageable sur cette espèce géophyte, grâce au balisage de spécimens préalablement réalisé en période favorable, et technique systématiquement testée pour le genre <i>Serapias</i> . Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.
	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les tubercules et graines. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.
<i>Isoetes duriei / I. histrix</i>	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les spores. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.
	Transplantation intacte de sol	Technique envisageable sur cette espèce hémicryptophyte, grâce au balisage de spécimens préalablement réalisé en période favorable. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.
<i>Kickxia commutata</i>	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les graines. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.
	Transplantation intacte de sol	Technique envisageable sur cette espèce hémicryptophyte, grâce au balisage de spécimens préalablement réalisé en période favorable. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.

ESPECES CONCERNEES	PROTOCOLES RETENUS	COMMENTAIRES
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les graines. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.
<i>Vicia altissima</i>	Transplantation de la banque de graines du sol	Technique envisageable en prélevant la couche superficielle du sol d'une épaisseur de 10 cm contenant les graines. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience.
	Semi direct de graines	Technique envisageable en prélevant les graines en période favorable en été, prélèvement réalisé en juillet 2020. Nécessité de multiplier les expérimentations avec cette technique dans le but d'obtenir un nombre suffisant de retours d'expérience. Par ailleurs, des <u>tests de germination</u> seront réalisés avec le CBNC, au moins 100 graines récolté le 25 juin 2020 seront consacrer à ces tests.

Préalablement à la transplantation, une préparation des zones d'accueil est effectuée :

- Débroussaillage et griffage du sol des zones où seront déposées les terres avec les banques de graines de *Isoetes duriei* / *I. histrix*, *Kickxia commutata* et *Vicia altissima*, contenant également des tubercules de *Serapias parviflora* ;
- Débroussaillage et griffage du sol des zones où seront déposées les Semi direct de graines de *Vicia altissima* ;
- Débroussaillage et réalisation d'une légère dépression à l'endroit où sera déposée la banque de graine des *Isoetes* sp. et *Ranunculus ophioglossifolius* ;
- Réalisation des pré-trous où seront déposés les prélèvements par mottes (transplantation intacte de sol) des *Serapias parviflora*, *Isoetes duriei* / *I. histrix* et *Kickxia commutata*.

4 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Tableau IV. Plan d'échantillonnage

Protocoles	Espèces	Zones de prélèvement	Quantités prélevées	Sites d'accueil	Zones « témoins »
Transplantation intacte de sol	<i>Serapias parviflora</i>	Sur le site « Etang d'Arasu, cf. Figure 9	100 spécimens	Sur le site de compensation, cf. Figure 10	<p>Une zone « témoins » sera mise en place sur chaque site d'accueil afin de contrôler l'apparition naturelle des espèces. cf. Figure 11</p> <p>+</p> <p>Stations « témoins » correspondant aux stations recensées en 2020 sur le site de compensation de <i>Serapias parviflora</i>, <i>Ranunculus ophioglossifolius</i> et <i>Vicia altissima</i>. cf. Figure 11</p> <p>Aucune station recensée d'<i>Isoetes duriei / I. histris</i> et de <i>Kickxia commutata</i> sur le site de compensation comme station « témoins ».</p>
	<i>Isoetes duriei / I. histris</i>	Sur le site « Vallon d'Arasu, cf. Figure 8	30 spécimens		
	<i>Kickxia commutata</i>	Sur le site « Vallon d'Arasu, cf. Figure 8	14 spécimens		
Transplantation de la banque de graines du sol	<i>Serapias parviflora</i>	Sur le site « Etang d'Arasu, cf. Figure 9	Banque de graines de 97 spécimens		
	<i>Isoetes duriei / I. histris</i>	Sur le site « Vallon d'Arasu, cf. Figure 8	Banque de graines de 176 spécimens		
	<i>Kickxia commutata</i>	Sur le site « Vallon d'Arasu, cf. Figure 8	Banque de graines d'au moins 50 spécimens		
	<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Sur le site « Etang d'Arasu, cf. Figure 9	Banque de graines de 88 spécimens		

Protocoles	Espèces	Zones de prélèvement	Quantités prélevées	Sites d'accueil	Zones « témoins »
	<i>Vicia altissima</i>	Sur le site « Etang d'Arasu, cf. Figure 9	Banque de graines d'au moins 100 spécimens		
Semi direct de graines	<i>Vicia altissima</i>	Sur le site « Etang d'Arasu, cf. Figure 9	> 1000 graines		

4.1 ZONES DE PRELEVEMENT ET QUANTITES PRELEVEES

4.1.1 Zones de prélèvement

→ cf. Figure 8. Zones de prélèvements sur le site « Vallon d'Arasu » Figure 9. Zones de prélèvements

→ cf. Figure 9. Zones de prélèvements sur le site « Etang d'Arasu »

4.1.2 Quantités prélevées

Tableau V. Effectifs totaux de la flore protégée recensés en 2020 et effectifs prélevés

Espèce(s)	2020	PROTOCOLES RETENUS	Effectifs prélevés
<i>Isoetes histrix / I. duriei</i>	Site « Vallon d'Arasu » : ~ 182 spécimens	Transplantation de la banque de graines du sol	Banque de graines de 176 spécimens
	Site « Etang d'Arasu » : ~ 24 spécimens	Transplantation intacte de sol	30 spécimens
<i>Serapias parviflora</i>	Site « Etang d'Arasu » : 197 spécimens	Transplantation intacte de sol	100 spécimens
		Transplantation de la banque de graines du sol	Banque de graines de 97 spécimens
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Site « Vallon d'Arasu » : 300-600 spécimens Site « Etang d'Arasu » : 88 spécimens	Transplantation de la banque de graines du sol	Banque de graines de 88 spécimens
<i>Kickxia commutata</i>	30-70 spécimens	Transplantation de la banque de graines du sol	Banque de graines d'au moins 50 spécimens
		Transplantation intacte de sol	14 spécimens
<i>Vicia altissima</i>	Site « Vallon d'Arasu » : Minimum 44 spécimens	Transplantation de la banque de graines du sol	Banque de graines d'au moins 100 spécimens

Espèce(s)	2020	PROTOCOLES RETENUS	Effectifs prélevés
	Site « Etang d'Arasu » : Minimum 274 spécimens	Semi direct de graines	> 1000 graines

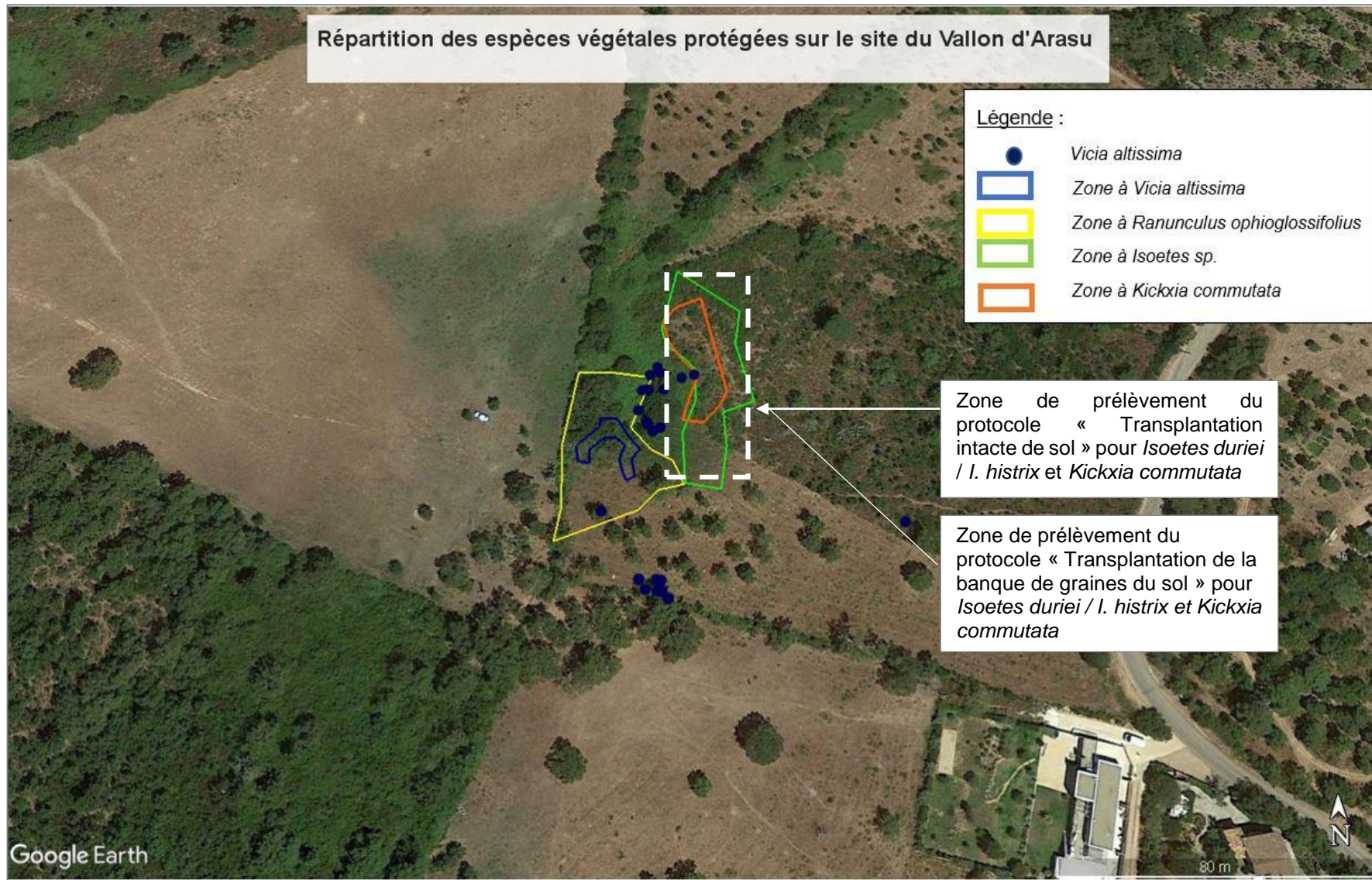


Figure 8. Zones de prélèvements sur le site « Vallon d'Arasu »

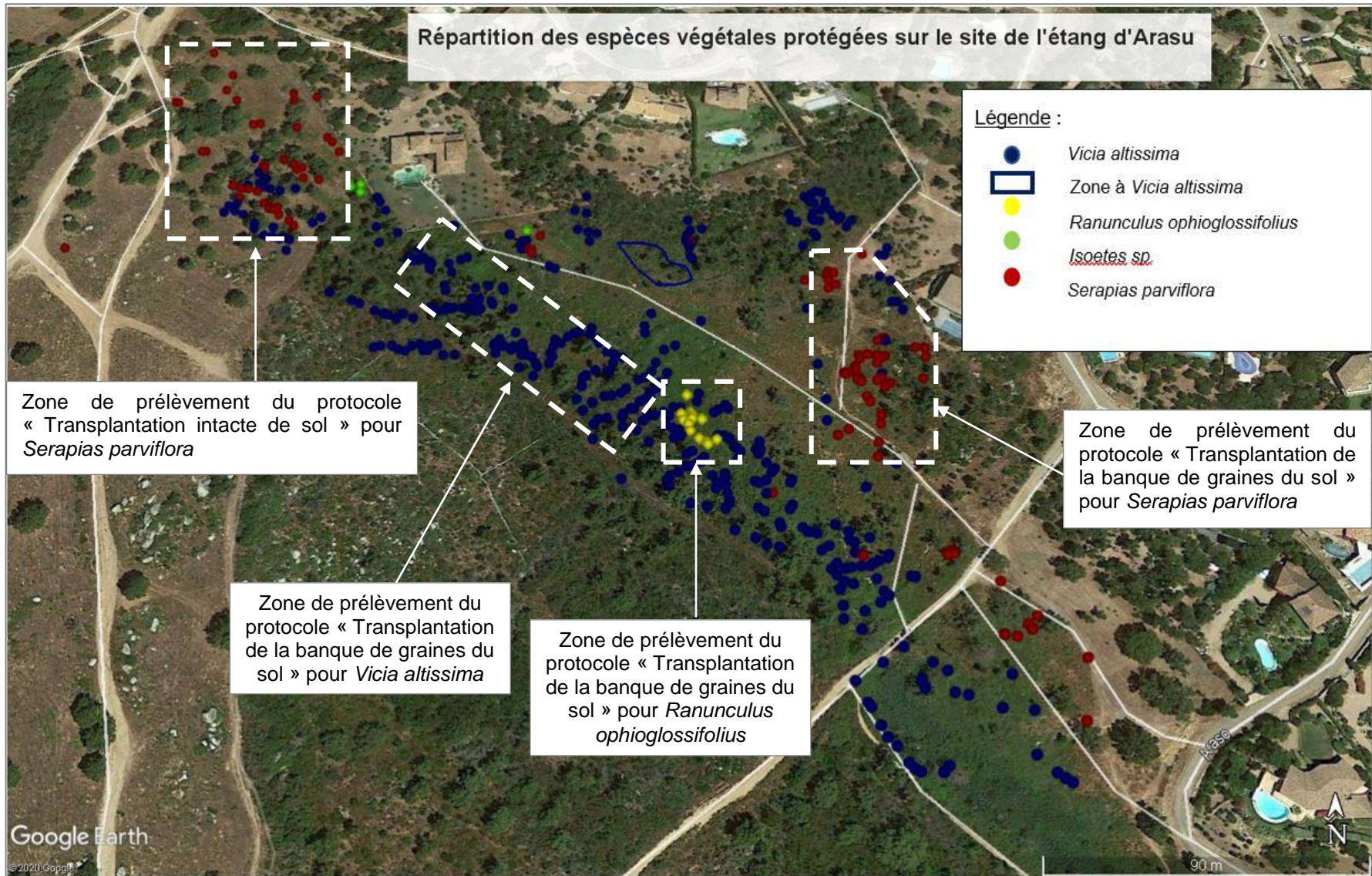


Figure 9. Zones de prélèvements sur le site « Etang d'Arasu »

4.2 LES SITES D'ACCUEIL

4.2.1 Localisation des sites d'accueil

Les prélèvements seront transplanter au sein du site de compensation sous maîtrise foncière par le maître d'ouvrage et qui fait l'œuvre d'un plan de gestion en faveur de la biodiversité (plan de gestion en cours d'élaboration et qui intégrera la mesure de transplantation et le suivi des stations végétales existantes et transplantées), sur des zones a priori favorables aux espèces (au regard des conditions écologiques) et protégées.

→ La Figure 10 présente les sites où seront transplantées les espèces protégées.

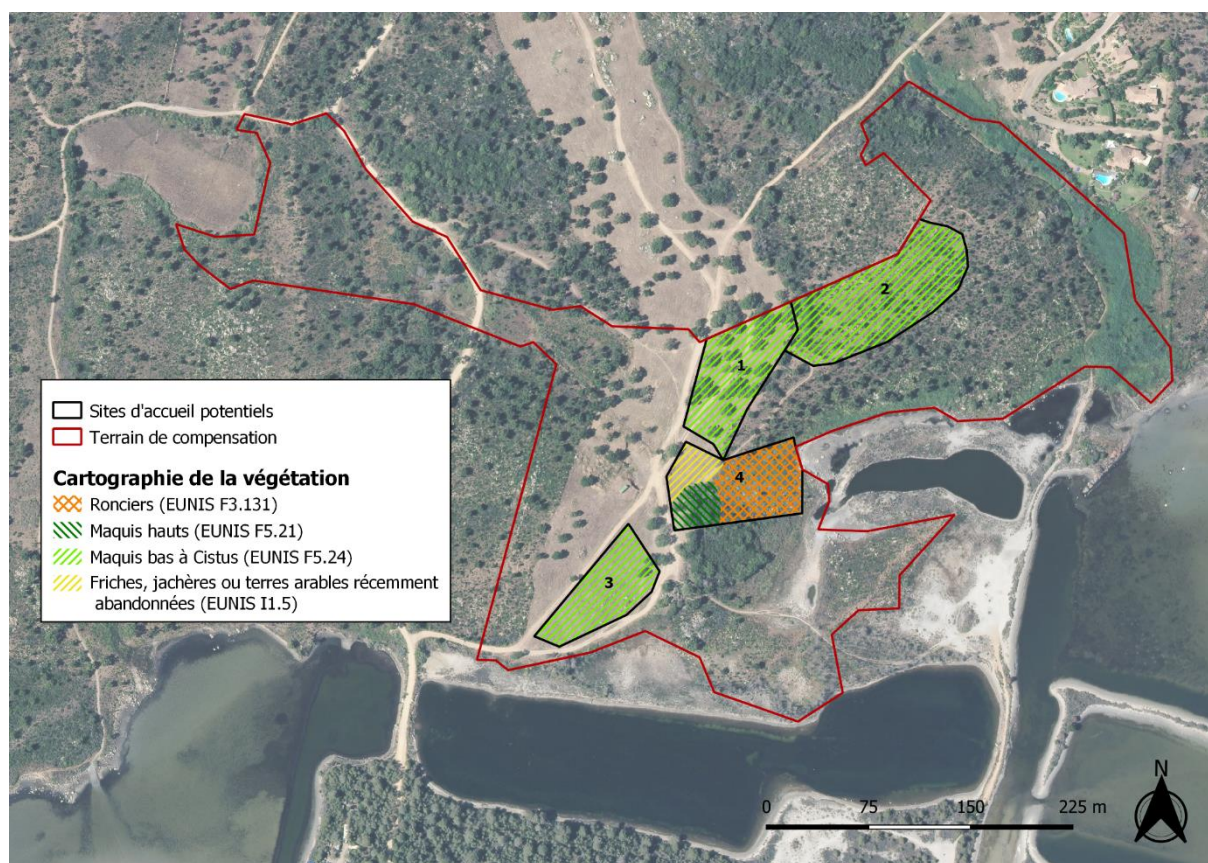


Figure 10. Localisation des sites d'accueil des espèces transplantées

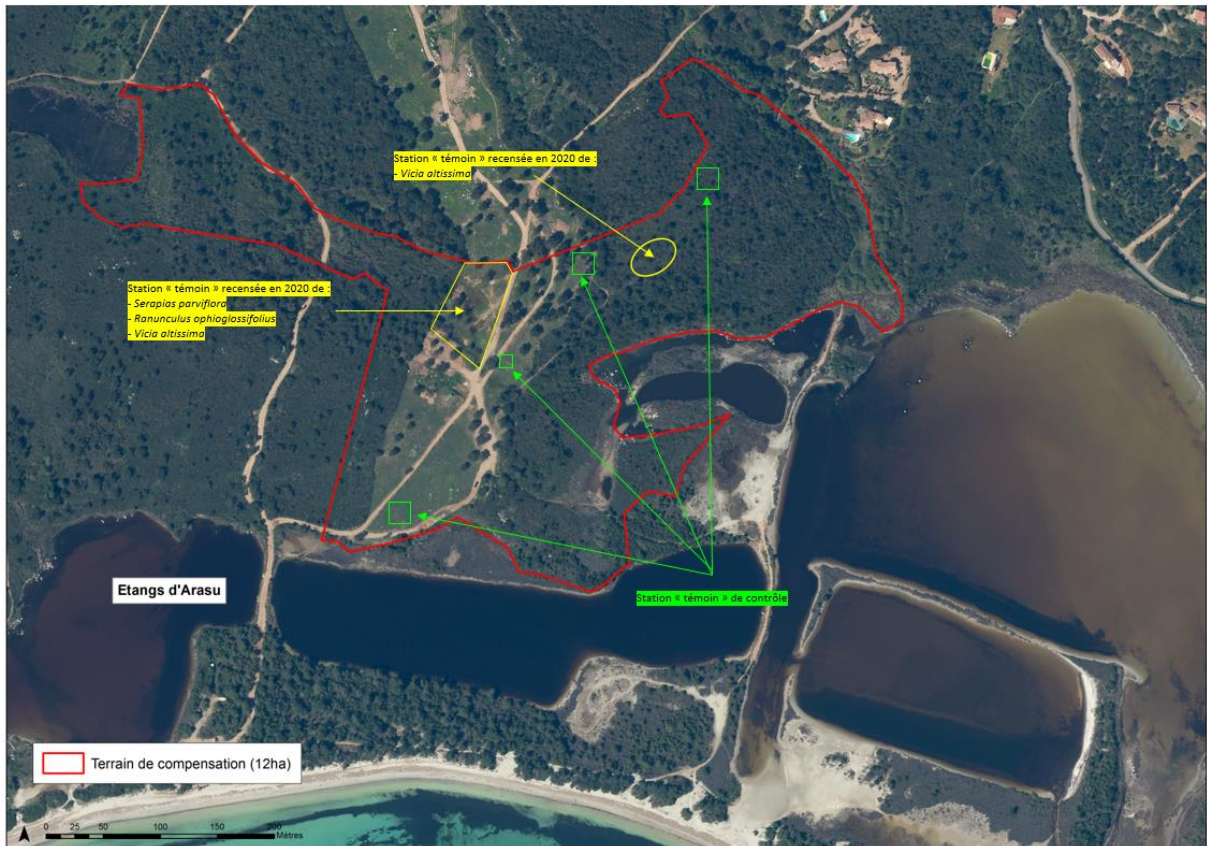


Figure 11. Sites « témoins »

4.2.2 Descriptif des sites d'accueil des espèces transplantées

4.2.2.1 Relevés phytosociologiques sur les sites d'accueils

4.2.2.1.1 RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES

cf. Figure 12. Localisation des relevés phytosociologiques et ci-après les tableaux des relevés phytosociologiques.



Figure 12. Localisation des relevés phytosociologiques

N° du relevé :	1	
Hauteur de la végétation moyenne (cm)	70	
Pourcentage de recouvrement de la végétation	100	
Habitat naturel identifié (code EUNIS) :	11.5	
Espèces recensées		
Nom français	Nom scientifique	Coefficient d'abondance/dominance
Inule visqueuse	<i>Dittrichia viscosa</i>	3
Ronce à feuilles d'ormes	<i>Rubus ulmifolius</i>	2
Myrte commun	<i>Myrtus communis</i>	1
Scirpe jonc	<i>Scirpoides holoschoenus</i>	3
Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>	i
Ciste	<i>Cistus sp.</i>	+
Cirse commun	<i>Cirsium vulgare</i>	2
Tamaris	<i>Tamarix sp.</i>	+
Lampourde d'Italie	<i>Xanthium italicum</i>	+

N° du relevé :	2	
Hauteur de la végétation moyenne (cm)	70	
Pourcentage de recouvrement de la végétation	100	
Habitat naturel identifié (code EUNIS) :	F3.131	
Espèces recensées		
Nom français	Nom scientifique	Coefficient d'abondance/dominance
Ronce à feuilles d'ormes	<i>Rubus ulmifolius</i>	4
Myrte commun	<i>Myrtus communis</i>	2
Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	2
Salsepareille d'Europe	<i>Smilax aspera</i>	1
Filaria à feuilles étroites	<i>Phillyrea angustifolia</i>	1
Arbousier	<i>Arbutus unedo</i>	+

N° du relevé :	3	
Hauteur de la végétation moyenne (cm)	140	
Pourcentage de recouvrement de la végétation	98	
Habitat naturel identifié (code EUNIS) :	F5.21	
Espèces recensées		
Nom français	Nom scientifique	Coefficient d'abondance/dominance
Myrte commun	<i>Myrtus communis</i>	+
Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	+
Salsepareille d'Europe	<i>Smilax aspera</i>	1
Filaria à feuilles étroites	<i>Phillyrea angustifolia</i>	1
Arbousier	<i>Arbutus unedo</i>	3
Bruyère arborescente	<i>Erica arborea</i>	3
Chêne liège	<i>Quercus suber</i>	1
Lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i>	+
Brachypode rameux	<i>Brachypodium retusum</i>	1
Daphné garou	<i>Daphne gnidium</i>	+

N° du relevé :	4	
Hauteur de la végétation moyenne (cm)	50	
Pourcentage de recouvrement de la végétation	99	
Habitat naturel identifié (code EUNIS) :	F5.24	
Espèces recensées		
Nom français	Nom scientifique	Coefficient d'abondance/dominance
Ronce à feuilles d'ormes	<i>Rubus ulmifolius</i>	4
Myrte commun	<i>Myrtus communis</i>	2
Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	2
Salsepareille d'Europe	<i>Smilax aspera</i>	1
Filaria à feuilles étroites	<i>Phillyrea angustifolia</i>	1
Arbousier	<i>Arbutus unedo</i>	+
Lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i>	1
Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>	+
Brachypode rameux	<i>Brachypodium retusum</i>	3
Chêne vert	<i>Quercus ilex</i>	+
Grande fêrulle	<i>Ferula communis</i>	i

N° du relevé :	5	
Hauteur de la végétation moyenne (cm)	30	
Pourcentage de recouvrement de la végétation	95	
Habitat naturel identifié (code EUNIS) :	F5.24	
Espèces recensées		
Nom français	Nom scientifique	Coefficient d'abondance/dominance
Inule visqueuse	<i>Dittrichia viscosa</i>	1
Brachypode rameux	<i>Brachypodium retusum</i>	+
Ciste	<i>Cistus sp.</i>	4
Daphné garou	<i>Daphne gnidium</i>	1
Asperge sauvage	<i>Asparagus acutifolius</i>	+
Arbousier	<i>Arbutus unedo</i>	+
Chêne liège	<i>Quercus suber</i>	1
Bruyère arborescente	<i>Erica arborea</i>	+
Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	+
Scille de l'automne	<i>Prospero autumnale</i>	+
Lavande à feuilles alignées	<i>Lavandula stoechas</i>	+

N° du relevé :	6	
Hauteur de la végétation moyenne (cm)	80	
Pourcentage de recouvrement de la végétation	95	
Habitat naturel identifié (code EUNIS) :	F5.24	
Espèces recensées		
Nom français	Nom scientifique	Coefficient d'abondance/dominance
Myrte commun	<i>Myrtus communis</i>	+
Ciste de Montpellier	<i>Cistus monspeliensis</i>	4
Filaria à feuilles étroites	<i>Phillyrea angustifolia</i>	1
Arbousier	<i>Arbutus unedo</i>	1
Bruyère arborescente	<i>Erica arborea</i>	1
Chêne liège	<i>Quercus suber</i>	1
Lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i>	1
Brachypode rameux	<i>Brachypodium retusum</i>	+

4.2.2.1.2 DELIMITATION HABITAT HUMIDE

Deux espèces à transplanter est spécifiquement liée à des milieux humides ou aquatiques : la renoncule à feuilles d'ophioglosses et les isoètes. Un site présente un caractère humide et pourrait constituer un site d'accueil des spécimens transplantés : Cf. carte ci-dessous.

Commentaire de carte : Sur ce site, l'habitat « Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées » contient plusieurs espèces caractéristiques des zones humides. On peut citer le saule cendré (*Salix cinerea*), le tamaris (*Tamarix sp.*) et le scirpe jonc (*Scirpoides holoschoenus*).



Figure 13. Site d'accueil favorable à caractère humide pour accueillir la renoucle à feuilles d'ophioglosses et les isoètes

4.2.2.2 Photographies des sites d'accueil étudiés

Photo 28. Site 1



Photo 29. Site 2



Photo 30. Site 3



Photo 31. Site 4 (photo 1/3)



Photo 32. Site 4 (photo 2/3)



Photo 33. Site 4 (photo 3/3)



5 CALENDRIER

Tableau VI. Calendrier de réalisation de des transplantations

Protocoles	Espèces	Calendrier de réalisation
Transplantation intacte de sol	<i>Serapias parviflora</i>	Novembre 2020
	<i>Isoetes duriei / I. histrix</i>	Novembre 2020
	<i>Kickxia commutata</i>	Novembre 2020
Transplantation de la banque de graines du sol	<i>Serapias parviflora</i>	Novembre 2020
	<i>Isoetes duriei / I. histrix</i>	Novembre 2020
	<i>Kickxia commutata</i>	Novembre 2020
	<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Novembre 2020
	<i>Vicia altissima</i>	Novembre 2020
Semi direct de graines	<i>Vicia altissima</i>	Novembre 2020

6 SUIVI

Un suivi des stations transplantées sera assuré par ENDEMYS durant 20 ans :

- ❖ Un suivi tous les ans durant les 5 premières années.
- ❖ Un suivi tous les 3 ans durant les 10 années suivantes.

Le suivi consistera à quantifier les effectifs et les surfaces occupées des espèces transplantées.

7 BIBLIOGRAPHIE

AKERROYD J. et WYSE JACKSON P., 1995. A handbook for botanic gardens on the reintroduction of plants to the wild. Richmond, BGCI, 180 p.

ALLEN, W.H., 1994. Reintroduction of endangered plants. *BioScience* 44, 65–68.

BELL, T.J., BOWLES, M.L., MCEACHERN, A.K., 2003. Projecting the success of plant

population restoration with viability analysis. In: Brigham, C.A., Schwartz, M.W. (Eds.), *Population Viability in Plants*. Springer, Berlin, pp. 313–350.

BARDIN P-H., 2004. Suivi en 2003 de l'opération de transplantation des populations de *Spiranthes spiralis* et *Botrychium lunaria* dans le cadre des travaux de réfection de l'étanchéité de l'Aqueduc de la Vanne au niveau des Arcades du Grand-Maître (Fontainebleau-77). 15p.

- BOTTIN, L., LE CADRE, S., QUILICHINI, A., BARDIN, P., MORET, J., MACHON, N., 2007. Reestablishment 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* 14, 410–419.
- BRUMBACK, W.E. and FYLER, C.W., 1996. Small Whorled Pogonia (*Isotria medeoloides*) Transplant Project. In Falk, D.A., C.I. Millar, and M. Olwell. 1996. *Restoring Diversity: Strategies for Reintroduction of Endangered Plants*. Washington, D.C.: Island Press.
- CLEWELL A.F. et ARONSON J., 2010. La Restauration écologique. Actes Sud, Paris, 340 p.
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DU BASSIN PARISIEN (CBNBP), 2002. Demande d'autorisation de transplantation de deux populations d'espèces protégées en Ile-de-France : *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall. et *Botrychium lunaria* (L.) Swartz. 39p.
- DEREDEC, A., COURCHAMP, F., 2007. Importance of the Allee effect for reintroductions. *Ecoscience* 14, 440–451.
- FARRELL, L., 1985. Biological flora of the British Isles: *Orchis militaris* L. *Journal of Ecology* 73: 1041–1053.
- FARRELL, L., 1991. Population changes and management of *Orchis militaris* at two sites in England, in: WELLS, T.C. E. et WILLEMS, J. H. (eds.) *Population ecology of terrestrial orchids*. SPB Academic Publishing, The Hague. pp.63–68.
- FISCHER, J., LINDENMAYER, D.B., 2000. An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation* 96, 1–11.
- GODEFROID S., PIAZZA C., ROSSI G., BUORD S., STEVENS A.D., AGURAIUJA R., COWELL C., WEEKLEY C.W., VOGG G., IRIONDO J., JOHNSON I., DIXON B., GORDON D., MAGNANON S., VALENTIN B., BJUREKE K., KOOPMAN R., VICENS M., VIREVAIRE M., VANDERBORGHT T. (2010). How successful are plant species reintroductions? *Biol. Cons.* 144: 672-682.
- GORBUNOV Y.N., DZYBOV D.S., KUZMIN Z.E. et SMIRNOV I.A., 2008. Methodological recommendations for botanic gardens on the reintroduction of rare and threatened plants. Tula, Grif et Co.
- HAMMONS J. R., SMEINS F. E., ROGERS W. E., 2010. Transplant Methods For *Spiranthes sarksii*. *NANOJ* 16(1): 38-46
- HELENURM K., 1998. Outplanting and differential source population success in *Lupinus guadalupensis*. *Conservation Biology* 12, 118–127.
- HODDER, K.H., BULLOCK, J.M., 1997. Translocations of native species in the UK: implications for biodiversity. *Journal of Applied Ecology* 34, 547–565.
- HOEKSTRA J.M., BOUCHER T.M., RICKETTS T.H. et ROBERTS C., 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecol. Lett.* 8: 23-29.
- HUTCHINGS M.J., 2010. The population biology of the early spider orchid *Ophrys sphegodes* Mill. III. Demography over three decades. *J. Ecol.* 98: 867- 878.
- HUTCHINGS, M. J., MENDOZA, A. et HAVERS, W., 1998. Demographic properties of an outlier population of *Orchis militaris* L. (*Orchidaceae*) in England. *Botanical Journal of the Linnean Society* 126: 95–107.
- IPCC 2007. *Climate change 2007: the physical science basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- JEANMONOD D. et GAMISANS J., 2007. *Flora Corsica*. Édisud: 921 p.
- KARK S., LEVIN N., GRANTHAM H.S. et POSSINGHAM H.P., 2009. Between-country collaboration and consideration of costs increase conservation planning efficiency in the Mediterranean Basin. *PNAS* 106: v15368-15373.
- KRAUSS S.L., DIXON B. et DIXON K.W., 2002. Rapid genetic decline in a translocated population of the endangered plant *Grevillea scapigera*. *Cons. Biol.* 16: 986-994.
- LANG, D., 1980. *Orchids of Britain*. Oxford University Press, Oxford.
- MACNAB J., 1983. Wildlife management as scientific experimentation. *Wildlife Soc. Bull.* 11: 397-401.
- MARTIN, J., KITCHENS W.M., and HINES J.E., 2007. Importance of well-designed monitoring programs for the conservation of endangered species: case study of the snail kite. *Conservation Biology* 21:472-81.
- MASSEY, E.E. and ZETTLER L.W., 2007. An expanded role for in vitro symbiotic seed germination as a conservation tool: two case studies in North America (*Platanthera leucophaea* and *Epidendrum nocturnum*). *Lankesteriana* 7:303-08

- MAUNDER, M., 1992. Plant reintroductions: an overview. *Biodiversity and Conservation* 1, 51–61.
- MCMAHAN, L.R., 1990. Propagation and reintroduction of imperiled plants, and the role of botanical gardens and arboreta. *Endangered Species Update* 8, 4–7.
- MC NAUGHTON, S.J., 1989. Ecosystems and conservation in the twenty-first century. In: Western, D., Pearl, M. (Eds.), *Conservation for the Twenty-first Century*. Oxford University Press, New York, pp. 109–120.
- MEDAIL F. et MYERS N. 2004. Mediterranean Basin. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions (ed. by R.A. Mittermeier, P. Robles Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoreaux and G.A.B. da Fonseca), p. 144-147. CEMEX, Monterrey, Conservation International, Washington and Agrupacio'n Sierra Madre, Mexico.
- MEDAIL F. et QUEZEL P., 1999. Biodiversity hotspots in the Mediterranean Basin: setting global conservation priorities. *Cons. Biol.* 13: 1510-1513.
- MENGES E.S., 2008. Restoration demography and genetics of plants: when is a translocation successful? *Aust. J. Bot.* 56: 187-196.
- MILTON, S.J., BOND, W.J., DU PLESSIS, M.A., GIBBS, D., HILTON-TAYLOR, C., LINDER, H.P., RAITT, L., WOOD, J., DONALDSON, J.S., 1999. A protocol for plant conservation by translocation in threatened lowland fynbos. *Conservation Biology* 13, 735–743.
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., DA FONSECA G.A.B. et KENT J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- PARKER, K.M., 2006. Personal communication. Texas Ecological Services, College Station, Texas.
- PARMESAN, C., RYRHOLM N., STEFANESCU C., HILL J-K., THOMAS C-D., DESCIMON H., HUNTLEY B., KAILA L., KULLBERG J., TAMMARU T., TENNENT W-J., THOMAS J-A. et WARREN M., 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399: 579–583. PAUL, V. N., 1965. Survey No. 1: Orchids of the Chilterns. Chiltern Research Committee.
- PAVLICK B.M., 1996. Defining and measuring success. In: Falk D.A., Millar C.I. et Olwell M. (eds.), *Restoring Diversity: Strategies for the Reintroduction of Endangered Plants*. Island Press, Washington, DC: 127-155.
- PIAZZA C., HUGOT L., RICHARD F., SCHATZ B., 2011. In situ conservation operations in Corsica, 1987-2004 : assessing the balance and drawing. *Ecologia Mediterranea* 37: 7-16.
- PRESTON, C. D., PEARMAN, D. A. et DINES, T. D. (eds.), 2002. *New Atlas of the British and Irish flora*. Oxford University Press, Oxford.
- PRIMACK, R., DRAYTON, B., 1997. The experimental ecology of reintroduction. *Plant Talk* 97 (October), 25–28.
- REED, D.H., LOWE, E.H., BRISCOE, D.A., FRANKHAM, R., 2003. Fitness and adaptation in a novel environment: effect of inbreeding, prior environment, and lineage. *Evolution* 57, 1822–1828.
- RICHARD F., KACZMAR M., HUGOT L. et SCHATZ B. First report of successful population transfer of a rare plant: the case of *Ophrys eleonora*. in prep.
- RICKETTS T.H., DINERSTEIN E., BOUCHER T., BROOKS T.M., BUTCHART S.H.M., HOFFMANN M., LAMOREUX J.F., MORRISON J., PARR M., PILGRIM J.D., RODRIGUES A.S.L., SECHREST W., WALLACE G.E., BERLIN K., BIELBY J., BURGESS N.D., CHURCH D.R., COX N., KNOX D., LOUCKS C., LUCK G.W., MASTER L.L., MOORE R., NAIDOO R., RIDGELY R., SCHATZ G.E., SHIRE G., HOLLY STRAND H., WETTENGEL W. et WIKRAMANAYAKE E., 2005. Pinpointing and preventing imminent extinctions. *PNAS* 102: 18497-18501.
- ROUT T.M., HAUSER C.E. et POSSINGHAM P., 2009. Optimal adaptive management for translocation of a threatened species. *Ecol. Appl.* 19: 515-526.
- SALA O.E., CHAPIN F.S., ARMESTO J.J., BERLOW E., BLOOMFIELD J., DIRZO R., HUBER-SANWALD E., HUENNEKE L.F., JACKSON R.B., KINZIG A., LEEMANS R., LODGE D.M., MOONEY H.A., OESTERHELD M., LEROY POFF N., SYKES M.T., WALKER B.H., WALKER M. et WALL D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- SARRAZIN, F., BARBAULT, R., 1996. Reintroduction: challenges and lessons for basic ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 11, 474–478.
- SOORAE, P.S., SEDDON, P.J., 1998. *Re-introduction Practitioners Directory*. Published Jointly by the IUCN Species Survival

Commission's Re-introduction Specialist Group, Nairobi, Kenya, and the National Commission for Wildlife Conservation and Development, Riyadh, Saudi Arabia.

SUMMERHAYES, V. S., 1951. Wild orchids of Britain. Collins, London.

SUMPTER J. P., D'AYALA R., PARFITT A. J., PRATT P., RAPER C., 2004. The current status of Military (*Orchis militaris*) and Monkey (*Orchis simia*) Orchids in the Chilterns. *Watsonia* 25: 175–183

STEWART, S.L., 2002. Saving a native orchid: a case study on the reintroduction of *Spiranthes brevilabris* into native habitats in Florida. *Orchids Oct.*:916-19.

STEWART, S.L., 2003. Successful re-introduction of the short-lipped ladies'-tresses to Florida, USA: implications for the future of native orchid restoration. *Re-Introduction NEWS* 22:21-22.

STEWART, S.L., 2007a. Integrated conservation of Florida Orchidaceae in the

genera *Habenaria* and *Spiranthes*: model orchid conservation systems for the Americas. Ph.D. Dissertation, University of Florida, Gainesville.

STEWART S. L., 2008. Orchid reintroduction in the united states: A mini-review. *NANOJ* 16(1): 56-59.

STEWART, S.L., L.W. ZETTLER, J. MINSO, and P.M. BROWN., 2003. Symbiotic germination and reintroduction of *Spiranthes brevilabris* Lindley, an endangered orchid native to Florida. *Selbyana* 24:64-70.

THOMPSON J.D., 2005. Plant evolution in the Mediterranean. Oxford University Press, Oxford, 293 p.

ZETTLER, L.W., S.B. POULTER, K.I. MCDONALD, and S.L. STEWART., 2007. Conservation-driven propagation of an epiphytic orchid (*Epidendrum nocturnum*) with a mycorrhizal fungus. *HortScience* 42:135-139.