

Travaux Scientifiques
de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia

1997

Contribution
à l'étude de la biologie
et de l'écologie
de *Kosteletzkya pentacarpos*
(L.) Ledeb. (Malvaceae) :
espèce rare et protégée
de la réserve naturelle de l'étang
de Biguglia

S. Ravetto ^{1,2}
G. Paradis ¹
M. Boulmer ²
et C. Lorenzoni ²

1- Laboratoire de Biologie
et d'Ecologie Végétale,
Faculté des Sciences
et Techniques,
Université de Corse,
B.P. 52, 20250 CORTE

2- Conseil Général de la
Haute-Corse
réserve naturelle
de l'étang de Biguglia,
Lido de la Marana,
20290 BORGO

MOTS-CLÉS

banque de graines, écologie, espèce rare, dynamique des populations, gestion, hémicryptophyte, *Kosteletzkya*, marais littoraux, phytosociologie, réserve naturelle.

RÉSUMÉ

Kosteletzkya pentacarpos (L.) Ledeb. (Malvaceae) est une espèce rare et protégée au niveau national. De chorologie est-méditerranéenne, elle présente quelques stations de la péninsule ibérique (limite occidentale) jusqu'en Italie. Absente de la France continentale, elle est représentée en Corse au sein de quatre populations localisées en bordure de quelques étangs et marais littoraux de la plaine orientale (étang de Biguglia, Domaine de Pinia, étang de Gradugine, étang de Palo).

Une étude morphologique des pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* situés sur la rive est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, a permis de renforcer les quelques données disponibles dans les flores italienne et espagnole.

Les relevés phytosociologiques, effectués en 1997 sur les stations de la rive est de l'étang de Biguglia et sur les bordures est et nord-ouest de l'étang de Gradugine, montrent une certaine amplitude écologique de la plante.

Le caractère héliophile de l'espèce a été confirmé par des expériences, mises en place sur la rive est de la réserve naturelle.

Les analyses des prélèvements d'eau de la nappe et de sol réalisés sur la rive est de l'étang de Biguglia, montrent les caractères hygrophile et nitrophile de l'espèce.

La salinité du biotope ne semble pas trop intervenir sur sa répartition puisqu'on la trouve autant dans les milieux doux (étang de Gradugine) que saumâtres (étang de Biguglia). Des expériences réalisées *in situ* sur la banque de graines révèlent la capacité de l'espèce à se maintenir sur le site.

Néanmoins, tout porte à croire que les graines ne subsistent qu'une saison dans le sol, ce qui met en évidence une sensibilité certaine du taxon aux variations du milieu (écologiques, climatiques, physico-chimiques...), ainsi qu'une nécessité de gestion des différents sites.

Une des priorités de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia étant la présentation du site au public, il est prévu la mise en place de divers sentiers de découverte sur certaines rives du plan d'eau.

Cette étude propose un aménagement de l'espace corrélant à la fois protection du milieu, en particulier de *Kosteletzkya pentacarpos*, et sa présentation au public.

● INTRODUCTION

Kosteletzkya pentacarpos (L.) Ledeb. (Malvaceae), ou hibiscus à cinq fruits, est une espèce hémicryptophyte vivace qui se rencontre essentiellement dans les marais côtiers.

Absente du continent français, elle a été observée pour la première fois en Corse par Duvigneaud et Lambinon en 1969 (Lambinon et al., 1986), sur la rive orientale de l'étang de Biguglia. Par la suite elle a été remarquée dans plusieurs petites localités littorales :

- arrière de la plage de Maora (golfe de Santa Manza), par Deschâtres en 1972 (Lambinon et al., 1986),
- bordure de l'étang de la marine de Calzarello (sud-est de Ghisonaccia), par Lambinon en 1979 (Lambinon et al., 1986),
- marais de Cattolica (est de Ghisonaccia), par Lambinon en 1980 (Lambinon et al., 1986),
- marais de l'étang de Palo, par Dutartre en 1981 (Lambinon et al., 1986).

Depuis, elle a disparu des sites de Maora et Cattolica (Lambinon et al., 1986).

En Corse, l'espèce est considérée comme rare puisqu'elle ne se trouve plus que dans quelques localités de la côte orientale : partie est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, trois petites dépressions du site de Pinia (est de Ghisonaccia) et bordures est et ouest de l'étang de Gradugine (Paradis, 1993, Lorenzoni, 1996). Près de l'étang de Palo où elle n'avait plus été observée depuis 1994 (Fridlender, inédit), elle a été retrouvée en 1997 (Manfredi, inédit).

Kosteletzkya pentacarpos possède une chorologie surtout est-méditerranéenne (Asie Mineure) mais a quelques stations de la péninsule ibérique jusqu'en Italie (Castroviejo et al., 1993). Aucune donnée ne nous a permis de définir l'origine du taxon en Corse : la manière dont la plante s'est installée sur l'île est donc encore énigmatique.

Sa rareté l'a faite inscrire, en 1995, sur la liste des espèces protégées au niveau national français, ainsi que dans le Livre Rouge de la flore menacée de France (Olivier et al., 1995).

La bordure orientale de l'étang de Biguglia abrite actuellement la plus importante population corse. Une petite station avait été mentionnée au nord-est de l'étang, sur la carte de la végétation du site (Gamisans et Piazza, 1991), mais une nouvelle station, d'une superficie beaucoup plus vaste (1 ha), a été découverte par J.P. Cantera et M. Boulmer en 1996 au sud-est du plan d'eau.

Les raisons de son installation dans cette partie de la lagune n'ont pas pu être éclaircies. Certains pieds, dans la nouvelle population, paraissant âgés, il est possible qu'une ouverture soudaine du milieu (incendie ou pâturage) ait eu lieu à un moment ou à un autre, après 1991, favorisant ainsi la germination de graines.

La présente étude a été réalisée par Mademoiselle Stéphanie Ravetto, de mai à octobre 1997, dans le cadre d'un stage du DESS "Ecosystèmes méditerranéens" à l'Université de Corse encadrée par G. Paradis directeur du Laboratoire de Biologie et Ecologie végétale, M. Boulmer, directeur de la réserve de l'étang de Biguglia et C. Lorenzoni chargée du suivi scientifique de la réserve au Conseil Général de la Haute-Corse.

Cet article présente les résultats acquis lors du stage. Ils fournissent des éléments pour proposer la réalisation d'aménagements, qui permettent la présentation au public des populations de *Kosteletzkya pentacarpos* en préservant les stations.

Le plan d'exposition est le suivant :

- descriptions morphologique et phénologique de *Kosteletzkya pentacarpos* (Premier chapitre),
- études écologique et biologique de *Kosteletzkya pentacarpos* par des observations, analyses et expériences *in situ* sur les stations de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (Deuxième chapitre),
- comparaison entre les caractères des stations de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia et ceux des autres stations corses (Troisième chapitre),
- proposition d'un aménagement permettant au public la découverte dans la partie est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, des populations de *K. pentacarpos* (Quatrième chapitre).

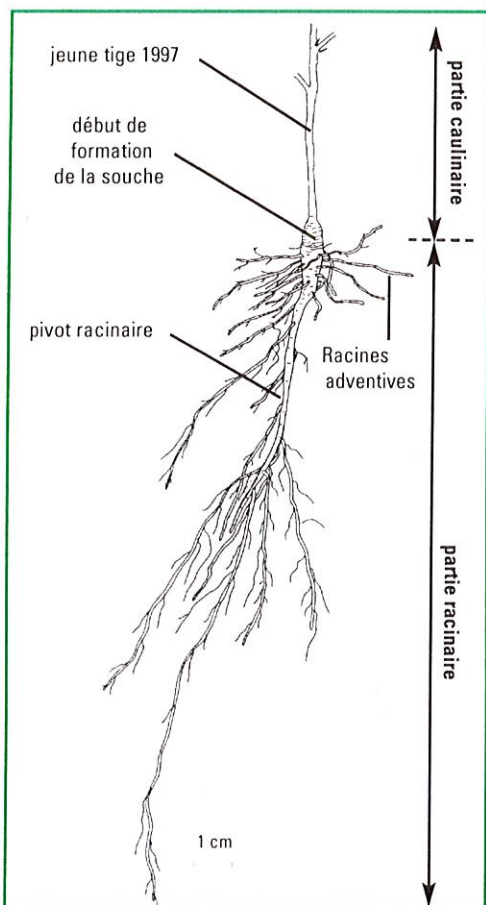
En conclusion sont présentées des expériences complémentaires pour pouvoir mieux connaître le taxon.

En annexes sont présentés les cartes de localisation du protocole de suivi mis en place pour étudier les stations de *Kosteletzkya pentacarpos* de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, les relevés phytosociologiques réalisés sur la réserve naturelle de l'étang de Biguglia ainsi que sur les rives de l'étang de Gradugine, quelques tableaux bruts des mesures effectuées, la localisation des différentes stations de Corse...

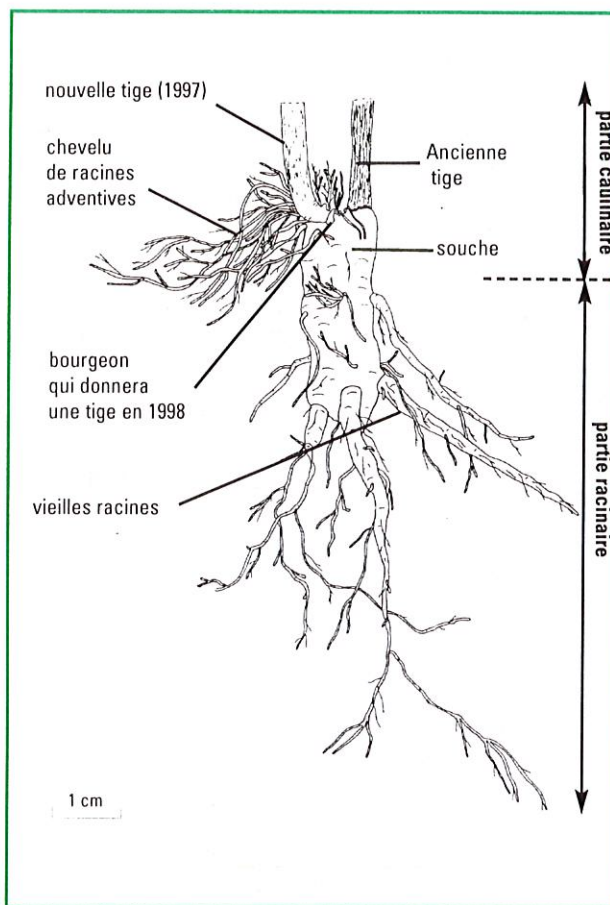
Terminologie.

Les noms des espèces végétales suivent la nomenclature de Gamisans et Jeanmonod (1993). Les noms de lieux sont ceux indiqués sur les cartes topographiques de l'Institut Géographique National (1990).

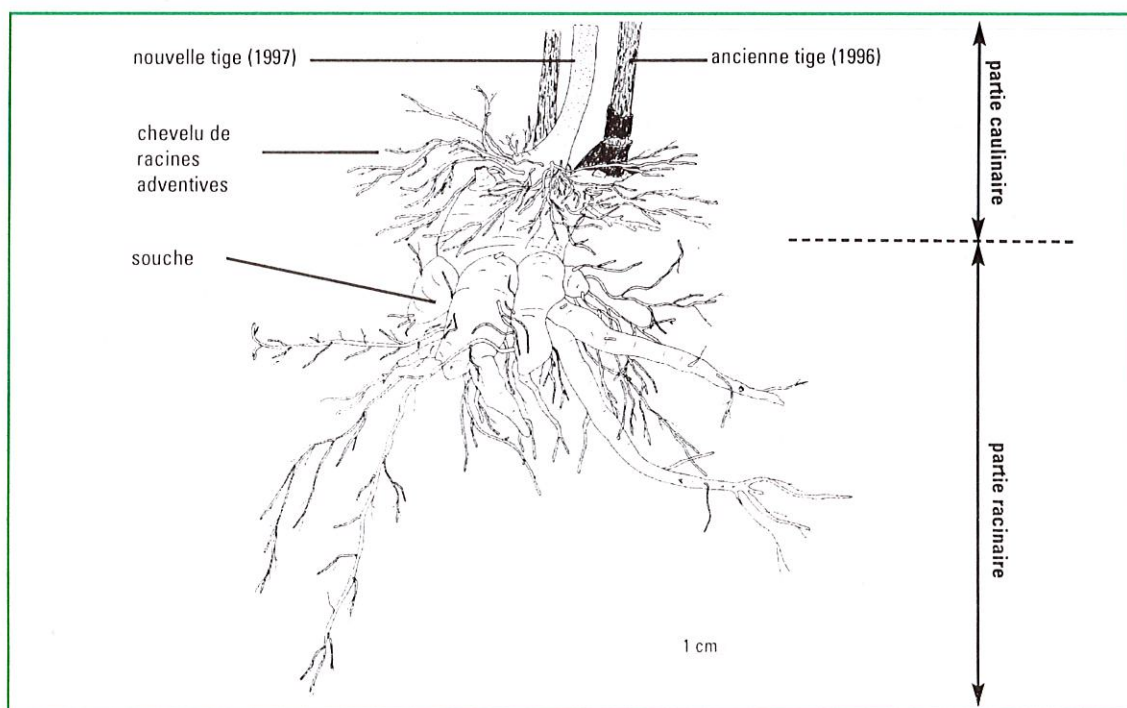
■ FIGURE 1 : Plantule âgée de deux mois



■ FIGURE 2 : Appareil souterrain d'un jeune pied



■ FIGURE 3 : Appareil souterrain d'un jeune pied un peu plus âgé



C.1 MORPHOLOGIE ET PHÉNOLOGIE

CHAPITRE

1 MORPHOLOGIE

Les descriptions morphologiques et phénologiques de *Kosteletzkya pentacarpos* ont été réalisées grâce à de nombreuses observations de terrain (avril à fin juillet 1997). Nous nous sommes également basés sur des descriptions déjà existantes (Pignatti, 1982 ; Castroviejo et al., 1993).

APPAREIL SOUTERRAIN (Figures 1 à 4)

Des plantules âgées de deux mois montrent un appareil racinaire de type pivotant et orné d'un réseau (chevelu) de racines adventives dans sa partie supérieure (partie caulinaire) (figure 1). Dès deux mois, il se forme une « souche », constituée dans sa partie supérieure par la base de la tige, chlorophyllienne, et dans sa partie inférieure par le sommet de la racine. Du Rietz (1931) nomme pachyorthogécorme ce type d'appareil souterrain : c'est un axe hypogé, orthotrope, plus ou moins charnu. La plante y emmagasine une grande quantité de réserves qui lui permettront, au printemps suivant, de donner de nouvelles pousses aériennes.

Afin d'étudier le système souterrain de pieds plus âgés, trois pieds ont été déracinés *in situ*, puis remis en terre. On constate qu'avec l'âge :

- le système pivotant tend à disparaître et à laisser place à un système fasciculé,
- la souche devient de plus en plus grosse et le chevelu de racines adventives plus important en surface (figures 2 à 4).

La plante ne puise donc pas les substances nutritives en profondeur : la majorité des échanges a lieu au niveau de l'horizon supérieur du sol, dans les dix premiers centimètres.

1-2 APPAREIL AÉRIEN

Chaque année, la plante émet plusieurs tiges aériennes (rarement une seule). Ces tiges, comme chez toutes les hémicryptophytes, sont issues de bourgeons situés sur le sommet de la partie caulinaire de la souche. Ces bourgeons, très petits, ne sont visibles qu'au début du développement des pousses aériennes.

1-2-1- TIGE

Les tiges aériennes ont un port dressé (croissance orthotrope) et peuvent atteindre deux mètres de haut. Leur croissance est monopodiale, l'axe principal s'allongeant indéfiniment. Par individu, leur nombre varie de deux à six. Cylindriques, de couleur vert clair et à surface poilue, ces tiges sont ramifiées ou non. Comme chez toutes les Malvales, elles comportent un réseau très développé de fibres libériennes, qui rendent la plante très difficile à couper à la main. Avec le temps, un début de lignification apparaît à la base des tiges sous forme de petits points brun clair.

Les noeuds, non renflés, ne possèdent qu'un seul bourgeon axillaire. La taille des entre-noeuds n'est pas régulière. De l'ordre de 6 à 8 cm à la base de la tige, elle se rétrécit près de l'apex.

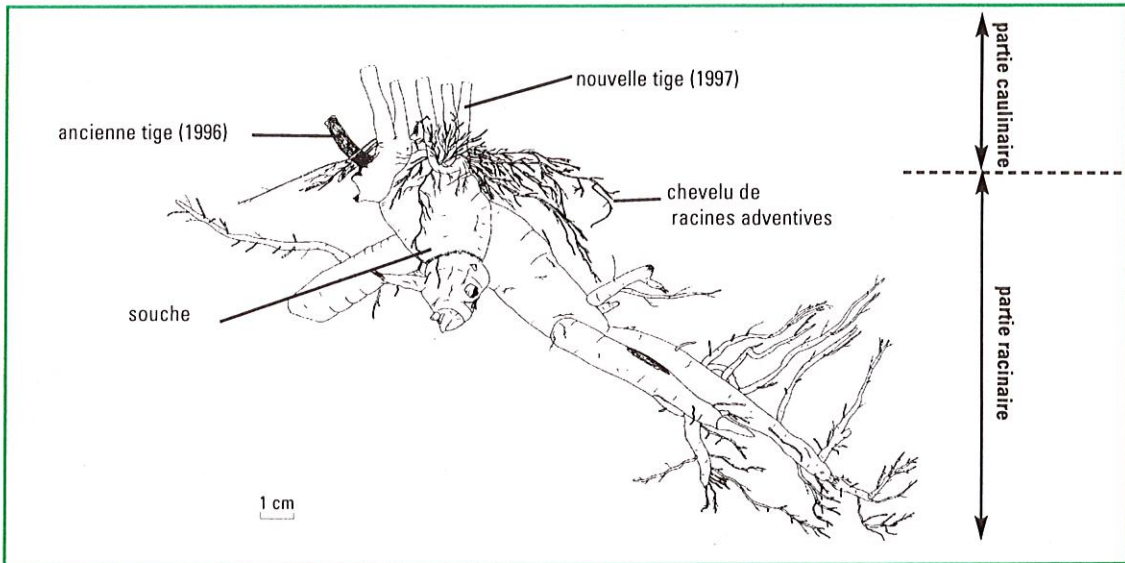
1-2-2- FEUILLE (Figures 5 et 6)

Les feuilles sont insérées suivant une phyllotaxie alterne spiralée d'indice 3/8 et d'enroulement dextre. Elles sont entièrement poilues et pourvues, à leur base, de deux stipules réduites et également poilues (figure 5). Le pétiole est cylindrique et plus long chez les feuilles inférieures. Le limbe est plus ou moins allongé, de couleur vert soutenu, crénelé et découpé en trois à cinq lobes (feuilles palmatilobées). Les feuilles juvéniles sont plus allongées et moins découpées que les feuilles matures (figure 6). La nervation de premier ordre est palmatinerve. A maturité, la feuille a sept nervures divergentes mais la nervure médiane reste la plus importante.

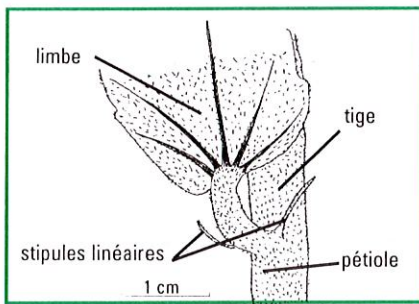
1-3 APPAREIL REPRODUCTEUR (Figures 7 à 8)

Les fleurs sont isolées ou regroupées en petites grappes (Castroviejo et al., 1993) et reliées à un pédoncule axillaire de 5 à 10 cm (Pignatti, 1982). On n'observe pas de bractées à la base. La floraison est généralement acropète, les bourgeons floraux les plus à la base de la tige fleurissant en premier (photographie 1, annexe 1).

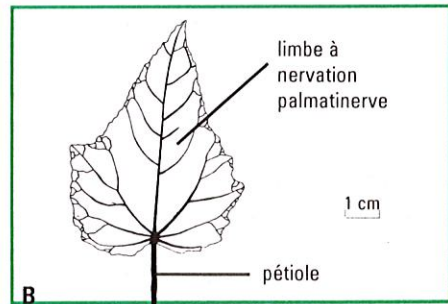
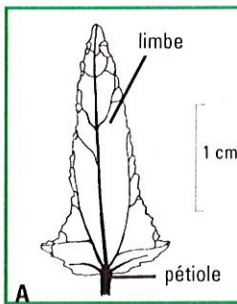
■ FIGURE 4 : Appareil souterrain d'un pied âgé



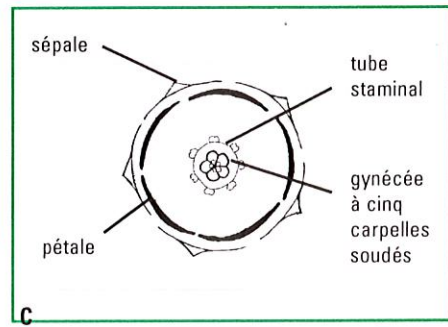
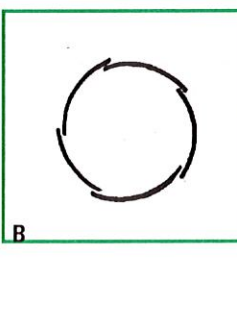
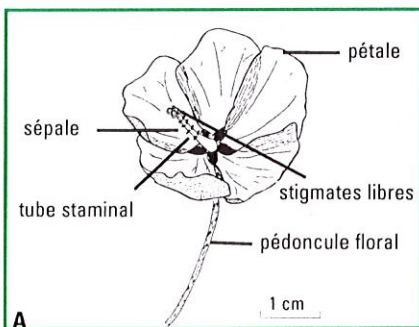
■ FIGURE 5 : Base d'une feuille montrant les deux stipules linéaires et poilues



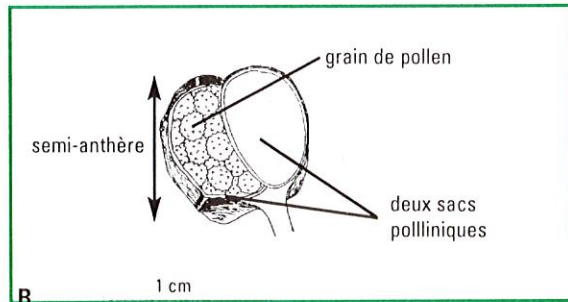
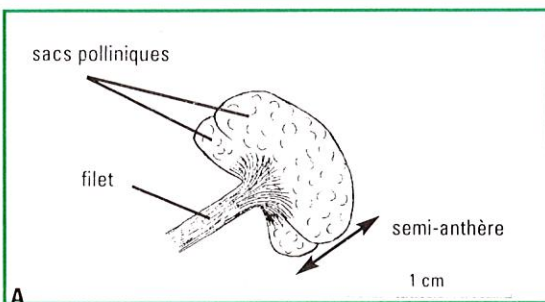
■ FIGURE 6 : Dessins de feuilles A- Feuille juvénile B - Feuille mature



■ FIGURE 7 : A - Fleur B - Préfloraison C - Diagramme floral



■ FIGURE 8 : Dessin d'une demi-anthère A - Vue de profil B - Coupe longitudinale



1-3-1- FLEUR

De formule florale $5 S + 5 P + n E + 5 C$, la fleur est dialypétale et actinomorphe (figures 7 A et C). La préfloraison est de type tordu (figure 7 B). L'épicalice, caractéristique des Malvaceae, est formé de sept à dix (treize) pièces (Castroviejo et al., 1993) linéaires ou filiformes, considérées comme des bractéoles qui se seraient rapprochées de la fleur (Deysson, 1978). Le calice est constitué de cinq sépales soudés à la base, plus ou moins triangulaires, verts et poilus. La corolle est formée de cinq pétales indépendants d'environ 2 cm, de forme obovale, nervurés et poilus sur la face externe. La couleur du limbe est rose violacé alors que l'onglet est jaune. D'après Pignatti (1982) il existerait des fleurs blanches mais en Corse, elles n'ont pas été observées. L'androcée est de type méristémone, c'est à dire qu'il y a eu une multiplication considérable du nombre des étamines. Ces dernières se soudent par les filets et forment une colonne creuse ou tube staminal (androcée monadelphie) entourant le gynécée. Les anthères se détachent du tube à des hauteurs variables, sous forme de loges d'anthères séparées ou semi-anthères. Ainsi, elles ne possèdent que deux sacs polliniques (figure 8). La déhiscence de ces derniers est longitudinale. Le gynécée, supère, est formé de cinq carpelles soudés (gynécée gamocarpellé) et uniovulés. Les cinq styles sont soudés en une colonne mince et poilue d'environ 1,3 cm, qui prolonge l'axe des ovaires. Les cinq stigmates sont libres, couverts de poils incolores et dépassent le tube staminal. Ils s'aplatissent en surface et portent des papilles rosées sur lesquelles sont retenus les grains de pollen. La phase épanouie de la fleur ne dure que peu de temps. En général, la plupart des fleurs sont fécondées puis se fanent à la mi-journée. Le lendemain matin ce sont les gros boutons roses qui s'épanouissent.

1-3-2- GRAIN DE POLLEN

Sa description a été réalisée par le Département Palynologie du Centre Régional d'Innovation et de Transfert de Technologie (C.R.I.T.T.) de Corte.

Le grain de pollen a une taille d'environ 55 µm. Il est coloré en jaune. Sa paroi présente :

- plusieurs ouvertures, toutes en pores sur toute sa surface (type pollinique péripore),
- plusieurs types d'ornementations : verrues (éléments arrondis en relief) et grandes épines.

1-3-3- FRUIT

Les fruits, secs et déhiscents, sont des capsules loculicides, gamocarpiques, à déhiscence dorsale (photographie 2, annexe 1). A l'intérieur de celles-ci, se trouvent cinq graines.

1-3-4- GRAINE

La graine résulte du développement d'un ovule campylotrope, bitégumenté et crassinucellé (Poljakoff-Mayber et al., 1992). Le funicule est persistant sur la graine détachée et couvre la région chalazale, mais il se détache souvent lors du stockage à sec des graines.

Mesurant entre 3 et 4 mm de long et de forme réniforme, la graine a une couleur sombre, brun foncé à noir. En terre ou lorsqu'elle est humide, sa teinte est proche du rouge-bordeaux (photographies 3 et 4, annexe 1). Le tégument est hydrophobe et par conséquent, les graines sont dotées d'un grand pouvoir de flottaison.

(Remarque. D'après Bakker et al. (1996) la taille et la forme des graines renseignent sur leur longévité dans le sol. Ainsi, les graines petites et compactes persistent longtemps (plusieurs années) dans le sol, alors que les graines grosses et allongées ne s'y maintiennent que peu de temps (une saison). Les graines de *Kosteletzkya pentacarpos* ressembleraient plus au deuxième type, ce qui laisse supposer qu'elles ne seraient pas persistantes).

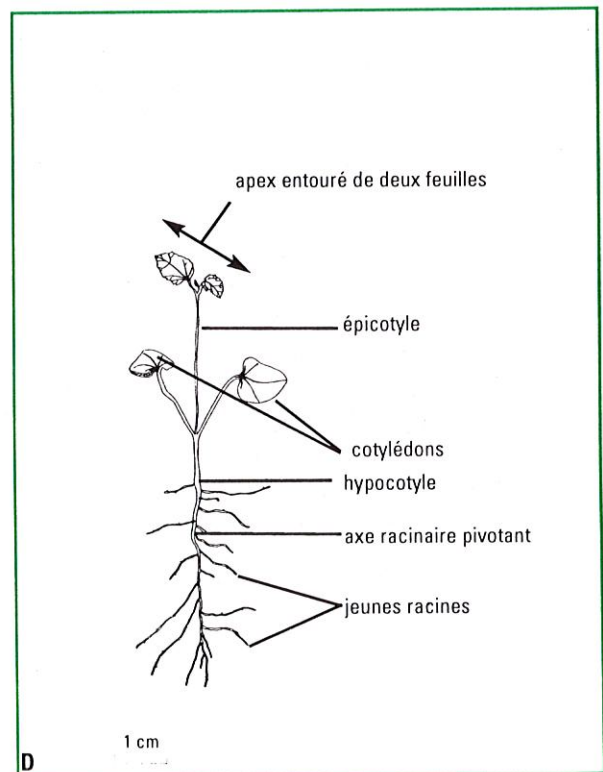
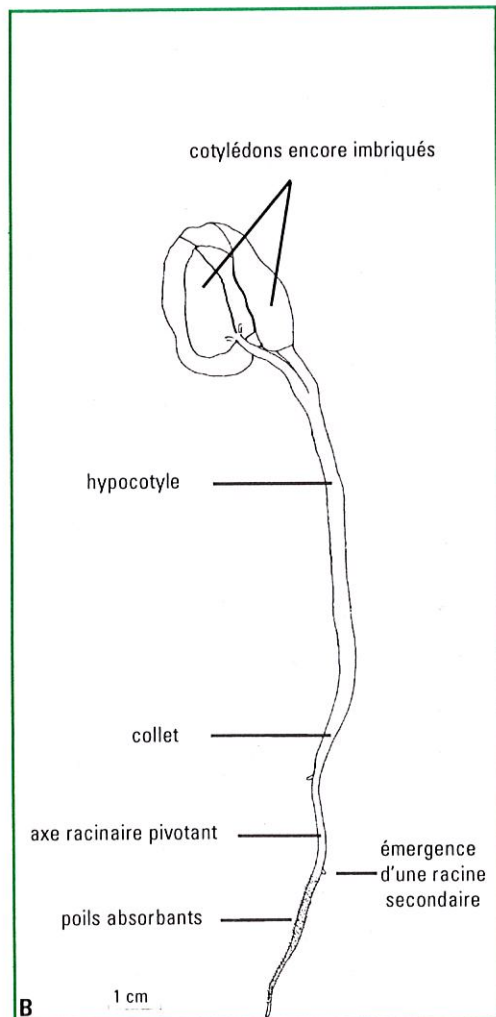
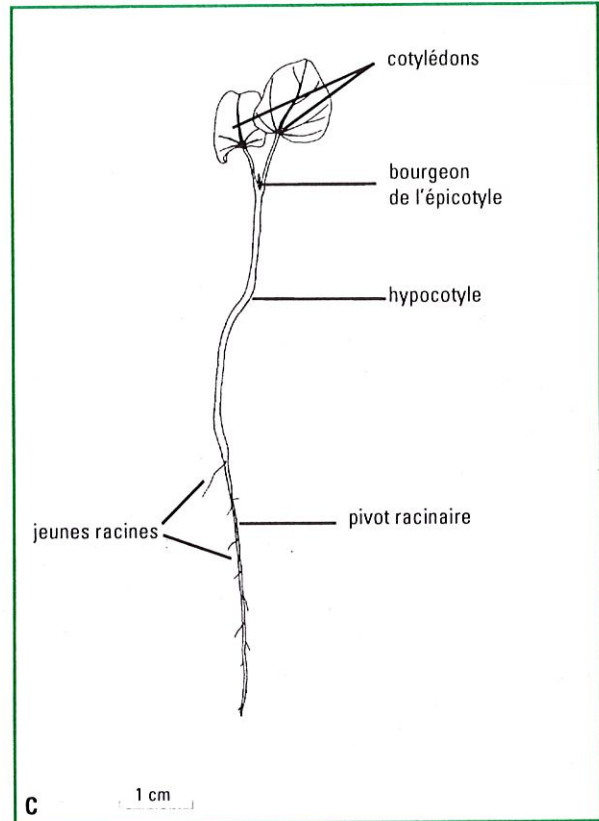
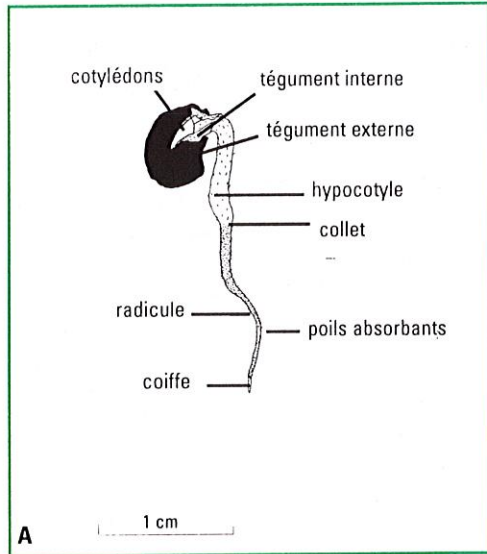
2**PHÉNOLOGIE**

Kosteletzkya pentacarpos étant une espèce hémicryptophytique pérenne, ses populations peuvent vivre plusieurs années sans renouveler leur stock d'individus. Chaque année, une fois la fructification terminée, les axes aériens dégénèrent, mais au printemps suivant, la plante émet de nouvelles pousses aériennes grâce aux réserves emmagasinées dans la souche.

Ainsi, comme toutes les espèces pérennes, *Kosteletzkya pentacarpos* possède deux stratégies : l'une, de maintien sur place, grâce aux souches formées au cours des années précédentes (photographie 7, annexe 1) et l'autre, de colonisation du milieu, à partir de germinations des graines contenues dans le sol (photographie 8, annexe 1). Ces dernières sont très vulnérables et peu d'entre elles réussissent vraiment à s'établir.

■ FIGURE 9 : Dessins des stades jeunes de développement

A - Germination épigée B - Stade à cotylédons imbriqués C - Stade à cotylédons étalés D - Stade à deux feuilles



2-1 GERMINATION ET DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTULE (Figure 9)

2-1-1- DIFFÉRENTS STADES DE LA GERMINATION

Méthode

Sur le terrain, ce sont surtout les stades ultimes de la germination qui sont facilement repérables, c'est-à-dire lorsque les deux cotylédons sont bien épanouis. Les stades antérieurs se déroulent en partie en terre et sont difficilement visibles. Aussi, pour étudier tous les stades de la germination, nous avons fait germer des graines, scarifiées à l'aide d'un scalpel, sur du coton imbibé d'eau, dans des boîtes de Pétri. Après la sortie de la radicule, les graines ont été transplantées par lots de dix, dans trois pots contenant de la terre de la bordure de l'étang.

Résultats

La germination est épigée (figure 9 A) : la graine s'imbibe d'eau par la fente de scarification et double de volume. Le tégument externe se craquèle et la radicule sort au bout de deux jours au niveau du micropyle (photographies 9 et 10, annexe 1). Aussitôt après, elle s'enfonce verticalement dans le substrat, et ce, quelle que soit la position de la graine (géotropisme positif). Les poils absorbants apparaissent peu de temps après. Les premiers apparus marquent avec précision l'emplacement du collet (Deysson, 1978). De plus, dans cette région, un léger rétrécissement de l'axe permet de distinguer la radicule de l'axe hypocotylé (figure 9 B).

L'hypocotyle commence à se développer en direction inverse, au dessus du substrat (géotropisme négatif). Sa croissance soulève les cotylédons qui restent dans un premier temps dans le tégument de la graine et se colorent en vert clair (figure 9 A). Le tégument finit par tomber et les deux cotylédons, d'abord imbriqués l'un dans l'autre (figure 9 B), se séparent et s'épanouissent. Ils prennent une couleur vert foncé et se positionnent parallèlement au sol optimisant ainsi la photosynthèse. Les deux cotylédons sont cordiformes et de tailles inégales (photographie 8, annexe 1).

(Les travaux effectués aux Etats-Unis par Poljakoff-Mayber et al. (1992) sur les graines de *Kosteletzkya virginica* ont montré une structure cellulaire particulière au niveau de la zone chalazale, qui facilite l'entrée d'eau sous le tégument. S'il en est de même pour *Kosteletzkya pentacarpos*, il est possible qu'en conditions naturelles, les changements saisonniers (température, humidité, luminosité...), les abrasions mécaniques... sont des facteurs qui endommagent le tégument et facilitent l'entrée d'eau et par suite, la germination des graines).

2-1-2- DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTULE (Figure 9 C et D)

Une fois les deux cotylédons bien épanouis, nous avons suivi, pendant 20 jours, le début de la croissance des plantules dans les trois pots. Nous avons ainsi observé la formation et l'apparition des feuilles. Les résultats des mesures sont réunis dans un tableau en annexe 4.

Après la germination, tous les pieds ont une feuille au bout de 10 jours, deux feuilles au bout de 15 et trois feuilles au bout de 18. On constate donc qu'une fois la première feuille apparue, les autres apparaissent rapidement.

2-1-3- CONDITIONS DE GERMINATION ET DE DÉVELOPPEMENT DES PLANTULES D'APRÈS DES EXPÉRIENCES IN SITU

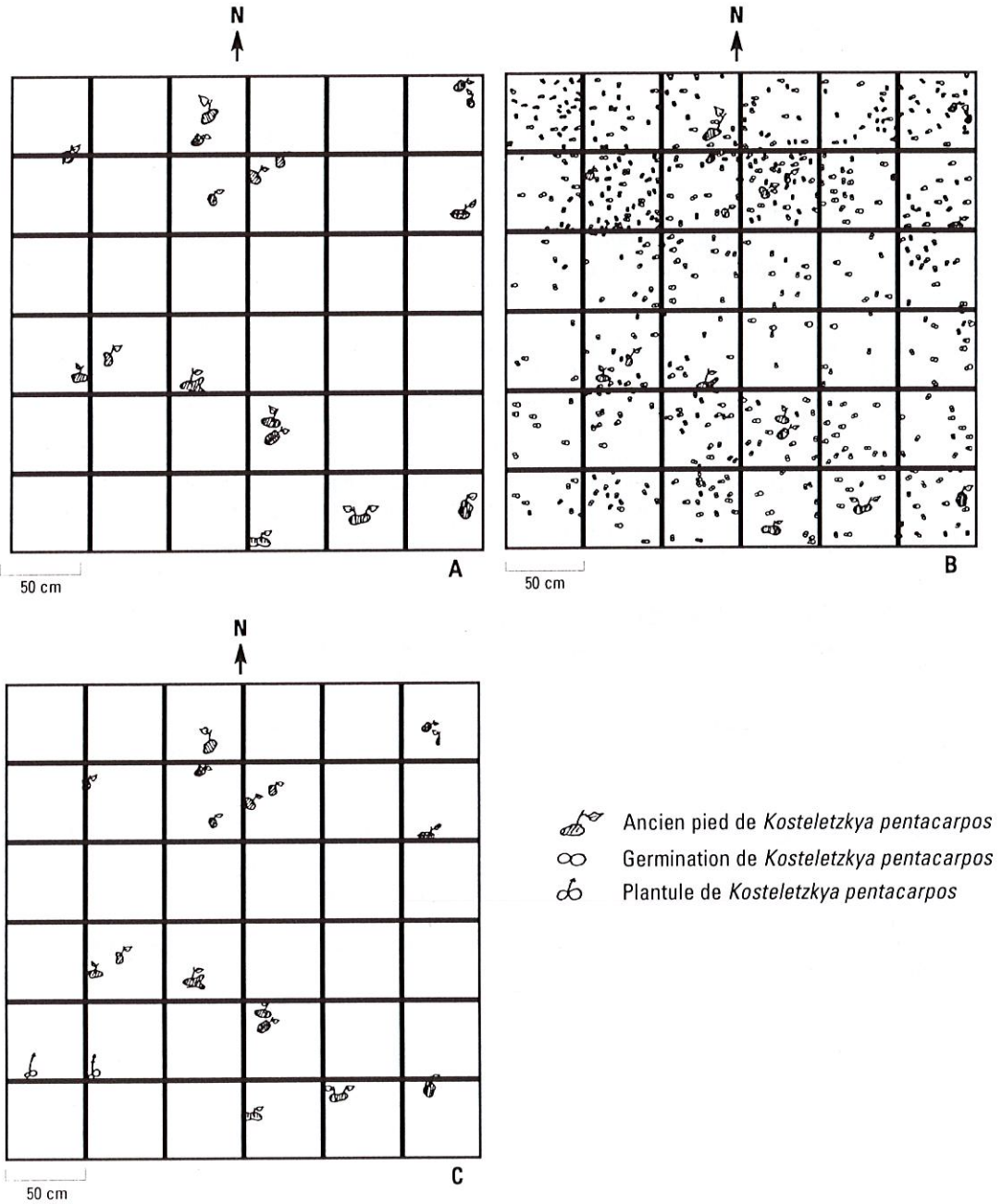
Sur le terrain, alors que les débuts de la croissance des jeunes pousses aériennes à partir de souches ont été observés dès le 23 avril, les premières germinations n'ont eu lieu qu'aux alentours du 7 mai.

D'après des expériences de Myriam Virevaire (Conservatoire Botanique National de Porquerolles, comm. orale), la température optimale de germination se situerait, en Corse, entre 15°C et 20°C, ce qui pourrait expliquer le petit décalage dans le temps observé entre les germinations et les rejets de souche.

(Pour *Kosteletzkya virginica*, rencontrée au sud des Etats-Unis, dans le même type de milieu qu'en Corse, la température optimale est beaucoup plus élevée, de l'ordre de 28°C à 30°C (Poljakoff-Mayber et al., 1994). La latitude du sud des Etats-Unis étant différente de celle de la Corse, les données du Conservatoire Botanique National de Porquerolles sont les plus appropriées pour les *Kosteletzkya pentacarpos* de l'étang de Biguglia).

La température n'est pas le seul facteur influençant la germination. La luminosité du milieu a également un rôle important comme le suggère l'expérience suivante. Le 17 mai 1997, un carré de 9 m² a été défriché dans une zone recouverte en totalité, sur une épaisseur d'environ 1 m, par des *Juncus maritimus*. De nulle, la luminosité du milieu est ainsi devenue maximale. Au bout d'une semaine tout l'espace libre était colonisé par plus de 350 germinations de *Kosteletzkya pentacarpos* (figures 10 A et B).

■ FIGURE 10 : Disposition des pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* à l'intérieur du carré défriché
 A - Disposition initiale (17 mai 1997)
 B - Répartition des germination et des plants mères (1^{er} juin 1997)
 C - Disposition au 1^{er} août 1997 après que la pluie ait asphyxié la majorité des plantules



Mais, d'importantes précipitations, survenues au début du mois de juin (103,2 mm en deux jours d'après les données de la station météorologique de l'aéroport de Bastia-Poretta), ont recouvert la surface du sol d'une couche de 10 cm d'eau. Cette dernière a perduré jusqu'au 17 juillet et a été fatale aux plantules, asphyxiées par le manque d'oxygène. Seules deux d'entre elles ont persisté (figure 10 C). Il semble donc que, même si les populations en place soient, en apparence, relativement résistantes et vigoureuses, elles restent encore fort dépendantes des fluctuations du milieu quant à leur renouvellement.

2-2

CROISSANCE DES POUSSES AÉRIENNES À PARTIR DES SOUCHES

Une étude plus longue de la croissance à partir des souches a été effectuée sur le terrain dans cinq stations différentes.

2-2-1-

MÉTHODE D'ÉTUDE

La croissance des plants de *Kosteletzkya pentacarpos* sur la rive est de l'étang de Biguglia a pu être évaluée en marquant, à l'aide d'étiquettes plastifiées, une cinquantaine de pieds dans cinq stations différentes. Ces stations ont été choisies non seulement en fonction de leur localisation mais également en fonction des formations végétales les caractérisant. Les tiges marquées ont été mesurées une fois par semaine, de la base jusqu'à l'apex, de la fin du mois d'avril à la fin du mois de juillet. Le nombre de tiges de chaque pied a aussi été compté et la moyenne a été calculée par station, afin de voir si ce caractère peut être pris en compte pour estimer l'âge des populations de chaque station.

2-2-2-

DESCRIPTION DES 5 STATIONS (Localisation donnée en annexe 5 : cartes 2, 3 et 4).

Les stations 1 à 4 se trouvent au sud de la presqu'île de San Damiano. La zone englobant ces quatre stations (située en face du camp de vacances C.C.A.S) a été décrite en 1996 par Cantera (document non publié, archives de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia) comme étant la plus vaste et la plus dense de l'étang de Biguglia. C'est certainement la plus importante de France qui abrite, en effet, quelques 10 000 pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* sur une surface de plus d'un hectare.

Une cinquième station a été étudiée au nord de la presqu'île. Elle avait été répertoriée par Gamisans et Piazza (1991) lors de l'établissement de la carte de la végétation de la périphérie de l'étang. Elle serait par conséquent, plus ancienne que les précédentes, à moins que la station découverte par Cantera et Boulmer en 1996 ait été oubliée par Gamisans et Piazza.

■ **Station 1.** Elle couvre une superficie d'environ 40 m². La population de *Kosteletzkya pentacarpos* y est particulièrement dense mais les pieds, ne présentant que peu de grosses souches, semblent être assez jeunes. La station est caractérisée par une phragmitaie relativement étendue au sein de laquelle se distinguent trois strates de végétation :

- une strate haute (supérieure à 1,5 m) couvrant environ 50 % de la zone et essentiellement représentée par *Phragmites australis*,
- une strate moyenne (de 0,8 m à 1,5 m) couvrant environ 60 % de la zone et également représentée par *Phragmites australis* en association avec *Juncus maritimus* et *Scirpus maritimus*,
- une strate basse (inférieure à 0,8 m) dont le recouvrement est d'environ 40 % et essentiellement représentée par *Aster tripolium*.

Cette station est restée inondée durant la quasi-totalité du suivi. La présence d'espèces hygrophiles, telles que *Scirpus maritimus*, montre que le degré d'humidité y est relativement élevé.

■ **Station 2.** Cette station, située un peu plus au nord que la première, couvre une superficie d'environ 150 m². Les pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* y sont un peu plus épars, quoique relativement nombreux. La station est essentiellement constituée par une jonchaie très dense et très épaisse, présentant deux strates :

- une strate haute constituée par *Phragmites australis*, *Oenanthe lachenalii* et *Lysimachia vulgaris* et couvrant environ 30 % de la zone,
- une strate moyenne représentée par *Juncus maritimus* couvrant toute la zone, la rendant quasi impénétrable par la lumière.

Cette station a également été inondée presque en continu. Les plants de *Kosteletzkya* ne semblent pas en avoir souffert.

■ **Station 3.** Elle couvre environ 60 m². *Kosteletzkya pentacarpus* y est représenté en grande quantité, surtout à l'est de la zone. A proximité de l'étang, les pieds sont plus rares alors que dans la même position, les stations précédentes présentent davantage de pieds.

Cette station est représentée par une végétation assez diversifiée. Le nombre d'espèces y est plus important que dans les autres stations étudiées. Les graminées telles qu'*Agrostis stolonifera* y occupent une grande superficie. Trois strates peuvent être distinguées :

- une strate haute à *Phragmites australis* et *Dorycnium rectum*, dont le recouvrement est faible (30%),
- une strate moyenne, représentée par *Juncus maritimus* et couvrant 50 % de la zone,
- une strate basse, représentée par *Agrostis stolonifera* et couvrant 80 % de la zone.

Cette station semble être un peu plus ensoleillée que les autres en raison du faible recouvrement de la strate haute. Elle a été également soumise aux variations de la nappe d'eau.

■ **Station 4.** C'est la station d'étude située le plus au nord. Elle couvre une superficie d'environ 60 m². Un incendie au mois de février 1996 a brûlé toute la végétation, laissant le sol nu pendant plus d'un mois, avant que le milieu ne soit reconquis par des espèces pionnières. Le feu a entraîné un meilleur ensoleillement, par suite de la disparition de la strate haute et de la quasi inexistence de la strate moyenne durant les mois d'avril et mai.

Dès le mois d'avril, des germinations d'*Aster tripolium* ont occupé toute la surface en formant une strate basse dont le recouvrement a atteint 90 %. Dans la partie de la station proche de l'étang, de nombreuses germinations de *Kosteletzkya pentacarpus* se sont établies sur d'anciennes taches de *Spartina versicolor* brûlées.

A la fin du mois de juillet, *Phragmites australis* a bien recolonisé le milieu et représente l'espèce principale des strates haute et moyenne, avec un recouvrement respectif de 10 % et de 30 %.

Dans cette station, les anciens pieds de *Kosteletzkya* sont très vigoureux et nettement plus hauts que ceux des autres stations. Leur croissance a vraisemblablement débuté plus tôt. Cette station, contrairement aux autres, a été peu inondée. L'eau de pluie n'y a persisté que quelques jours après les précipitations du début du mois de juin.

■ **Station 5.** Cette station, qui couvre une superficie d'environ 40 m², est la seule étudiée au nord de la presqu'île de San Damiano. D'après le recensement effectué par Cantera et Boulmer en 1996, il en existe d'autres dans cette zone mais qui n'ont pas été prises en compte dans cette étude.

La végétation comprend trois strates :

- une strate haute, constituée par *Phragmites australis* et dont le recouvrement atteint 25 %,
- une strate moyenne, essentiellement représentée par une jonchaie à *Juncus maritimus* et couvrant environ 85 % de la zone,
- une strate basse, représentée par des espèces halophiles (*Halimione portulacoides* et *Sarcocornia fruticosa*) et recouvrant 10 % de la surface.

L'intérêt de cette station 5 réside dans le fait qu'elle se situe dans une zone de confinement, au niveau de laquelle, d'après Gamisans (1991), s'observe une diminution du taux de salinité du fait de la diminution de la fréquence d'ouverture du grau et, par conséquent, d'une restriction des apports d'eau salée dans toute la partie nord de l'étang.

La végétation de sansouire (*Halimione portulacoides* et *Sarcocornia fruticosa*) est relictuelle. La phragmitaie et la jonchaie prennent progressivement le dessus sur elle.

Plus à l'est, en direction de la route, existe une ceinture de *Cladium mariscus* mêlés à quelques *Phragmites australis*. Cette cladiaie forme une strate dense et haute, dont le recouvrement atteint 100 %.

Il est possible d'observer quelques rares pieds de *Kosteletzkya pentacarpus* dans cette cladiaie, alors qu'ils sont bien plus abondants dans la jonchaie à *Juncus maritimus*.

D'après la taille des souches (certaines dépassant 13,5 cm de diamètre), les pieds de *Kosteletzkya pentacarpus* des deux localisations semblent âgés.

En ce qui concerne les variations de la nappe, le milieu a été saturé en eau durant la quasi totalité de l'étude.

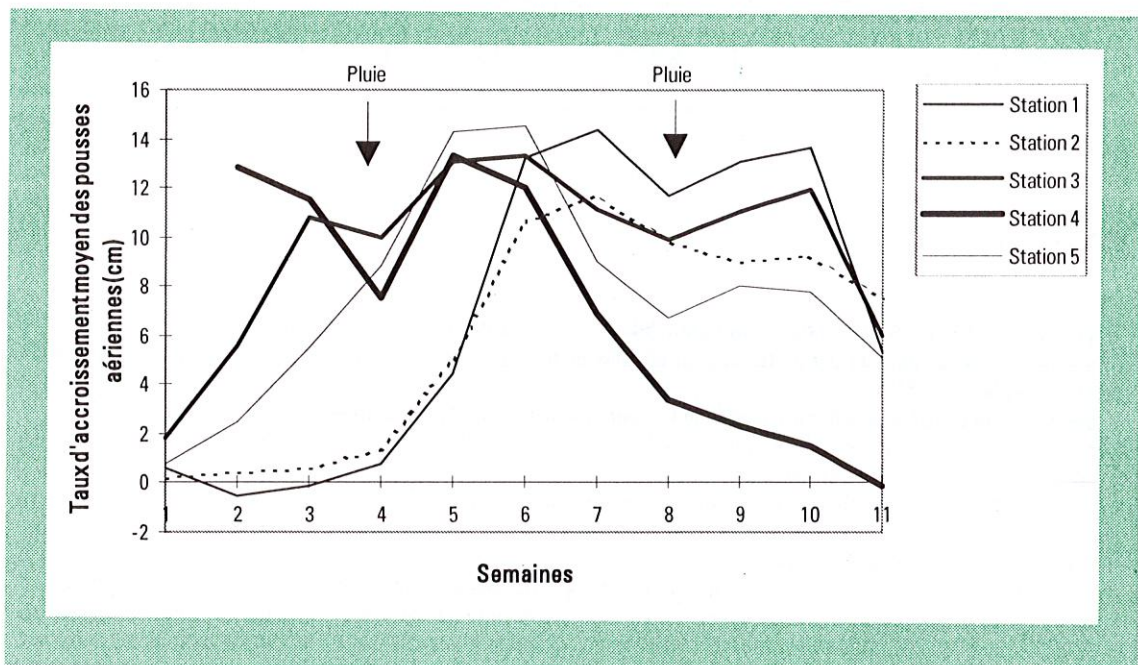


2-2-3- RÉSULTATS

Croissance des pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* dans les cinq stations d'étude

Pour chaque semaine, la taille moyenne des pieds marqués, l'écart-type et le taux d'accroissement moyen (différence des valeurs de taille moyenne d'une semaine à l'autre) (annexe 6) ont été calculés. Grâce à ces données, le graphe des taux d'accroissement moyen des pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* dans chaque station d'étude a été tracé (figure 11). Ce graphe est plus parlant que celui de l'évolution des tailles moyennes au cours du temps, car il dépend moins des caractéristiques propres aux stations. Ainsi, bien que la taille moyenne des pieds puisse être supérieure dans une station A à la taille moyenne des pieds dans une station B, ces deux stations peuvent avoir le même taux d'accroissement d'une semaine à l'autre.

■ FIGURE 11 : Taux d'accroissement moyen des pousses aériennes de *Kosteletzkya pentacarpos* dans les cinq stations d'étude de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)



■ Nombre moyen de tiges par pied de *Kosteletzkya pentacarpos*

Le nombre moyen de tiges par pieds de chaque station est donné dans le tableau 1. Afin de comparer les moyennes obtenues dans les différentes stations étudiées, nous avons réalisé une ANOVA. Une fois vérifiées les conditions d'application (distribution normale des échantillons et homoscedasticité des variances), ce type d'analyse permet de connaître la différence entre les moyennes. D'après Dagnélie (1986), le test ne s'applique pas à la normalité des échantillons lorsque leur effectif est supérieur ou égal à 30 et il n'y a pas vérification, non plus, de l'homogénéité des variances lorsque le nombre d'échantillons est le même pour toutes les stations. Ainsi, pour réaliser l'ANOVA, nous avons choisi de ne considérer que le nombre de tiges des 35 premiers pieds de chaque station.

■ **TABLEAU 1** : Nombre moyen de tiges aériennes par pied de *Kosteletzkya pentacarpos* dans chaque station d'étude de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)

	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5
Effectif	47	52	45	35	45
Nombre moyen de tiges par pieds	4,277	4,712	4,756	4,514	2,778
Ecart-type	2,6268	2,9923	2,3077	3,8300	1,6636

2-2-4- INTERPRÉTATION

■ **Croissance des pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* dans les cinq stations d'étude**

Les cinq courbes de la figure 11 ont toutes une forme, plus ou moins, en M. Les quatre segments du M correspondent à quatre périodes différentes :

- une période 1, de croissance rapide, qui débute toujours à partir de la taille minimale,
- une période 2, de ralentissement de la croissance,
- une période 3, de reprise de la croissance,
- une période 4, de grand ralentissement, qui peut même aboutir à un arrêt total de la croissance.

■ **Période 1 (phase de croissance rapide)**

Selon les stations, le début de la croissance des plantes s'étale sur des périodes plus ou moins longues. En effet, pour les stations 1 et 2, l'accroissement s'effectue sur cinq semaines, pour la station 3, sur deux semaines et pour la station 5, sur quatre semaines. En ce qui concerne la station 4, du fait de la précocité de la croissance de la population, au démarrage des mesures nous avons constaté que celle-ci avait déjà atteint la période 2.

Mention faite des événements pluvieux, survenus pendant cette première période, il est possible de constater, sur le graphe, que toutes les pentes des courbes augmentent après les pluies. Même les courbes des stations 3 et 4, qui pourtant étaient en phase descendante, remontent significativement.

La pluie paraît donc très favorable à la croissance. Sans doute, ces apports d'eau douce diluent les éléments du substrat, qui a tendance à se saliniser en période de sécheresse. Cela pourrait montrer que *Kosteletzkya pentacarpos*, bien que plante appartenant aux groupements des lagunes saumâtres, ne présente pas un caractère halophile très marqué et qu'au contraire, des apports d'eau oligohaline favorisent sa croissance.

Le graphe montre également que le début de la croissance a été difficile (taux d'accroissement négatif) pour les stations 1 et 2 comparativement aux autres pendant les 4 premières semaines. Durant cette période, les jeunes pousses aériennes ont été dévorées par une espèce de coléoptère herbivore, *Podagrica menestri* (famille des Chrysomelidae, sous-famille des Alticinae) (Photographie 11, annexe 1). D'après Mme Nicole Berti, spécialiste du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris, qui a réalisé l'identification (M-C. Andrei-Ruiz, comm. personnelle), cet insecte avait déjà été signalé en Corse sur d'autres malvacées (*Althaea officinalis*, *Hibiscus* spp, *Malva* spp, *Lavatera olbia*). Il semble donc que ce coléoptère fasse des dégâts également sur *Kosteletzkya* (photographie 12, annexe 1). Quoi qu'il en soit, les plants ont subsisté et ont même récupéré leur retard et présentent ultérieurement des taux d'accroissement atteignant jusqu'à 14,4 cm (cinquième semaine) pour la station 1.

■ Période 2 (phase de ralentissement de la croissance)

Cette période s'étale sur sept semaines, pour la station 3, quatre semaines, pour les stations 4 et 5 et trois semaines, pour les stations 1 et 2. Toutes ces phases descendantes des courbes sont interrompues par une ou plusieurs (station 3) phases de reprise de la croissance (période 3). En effet, la station 4 voit cette période survenir juste après le premier épisode pluvieux des 1^{er} et 2 juin (103,2 mm de pluie). Dans les autres stations, cette phase survient juste après le second épisode pluvieux des 29 et 30 juin.

Dans la station 3, deux périodes 3 se produisent, chacune après les épisodes pluvieux du mois de juin.

En revanche, ces dernières pluies n'ont pas eu d'effet sur la station 4, cette dernière étant déjà rentrée dans sa phase de floraison.

Il semble donc que, si la période 2 n'était pas coupée par des reprises de la croissance dues aux précipitations, l'allure générale des courbes prendrait plutôt une forme en V retourné mais avec une phase descendante plus longue que la phase ascendante.

■ Période 4 (phase de ralentissement important de la croissance)

Cette période survient, pour la station 4, à la sixième semaine c'est à dire entre le 13 et le 20 juin. Pour les autres stations, elle a lieu à la dixième semaine, soit entre le 11 et le 18 juillet. Ainsi, la période 4 se situe à chaque fois entre dix et quinze jours avant la floraison.

A partir de ce moment, la plante n'utilise plus son énergie pour la croissance mais pour la floraison. Ceci explique que les dernières précipitations du mois de juin n'ont pas eu d'influence sur le taux d'accroissement de la station 4. Ces résultats, laissent supposer que la plante a besoin d'un certain degré d'humidité pour croître de façon optimale et qu'une fois la croissance terminée, *Kosteletzkya pentacarpus* semble être moins sensible aux variations du milieu. L'examen de la fin de la courbe de la station brûlée (station 4), permet de remarquer que le taux d'accroissement diminue considérablement par rapport aux autres stations. Ceci peut être dû à la précocité de sa période 4, mais aussi à la prédation d'un insecte qui pénètre et chemine dans la plante (photographie 13, annexe 1) et en consomme l'intérieur, engendrant la nécrose des apex, ce qui provoque une diminution de la taille des pieds (Tableau 4, annexe 4). De plus, cela entraîne l'avortement de bourgeons floraux. Cet insecte n'a pu être observé directement. Seuls ses excréments ont été aperçus au niveau des bourgeons apicaux et axillaires. Dans les autres stations, ce phénomène a également été observé mais les plants semblent être moins touchés.

■ Nombre moyen de tiges par pied de *Kosteletzkya pentacarpus*

Dans notre cas, les conditions d'application n'ont pas été testées (effectif supérieur à 30 et toujours égal à 35). Les résultats sont donnés dans le tableau 2.

■ TABLEAU 2 : Analyse de variance à un facteur du nombre de tiges par pied de *Kosteletzkya pentacarpus* dans les cinq stations d'étude de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)

Multiple Range Tests			
Method : 95,0 percent Newman-Keuls			
	count	Mean	Homogeneous Groups
COL_5	35	2.68571	x
COL_1	35	4.14286	x
COL_4	35	4.51429	x
COL_2	35	4.65714	x
COL_3	35	5.11429	x

Ainsi, l'ANOVA met en évidence que le nombre moyen de tiges aériennes par pied de *Kosteletzkya pentacarpus* de la zone au sud de l'étang (zone en face du C.C.A.S.) est le même dans toutes les stations. Mais, ce nombre est nettement supérieur à celui de la station au nord de l'étang de Biguglia (compris entre deux et trois tiges aériennes par pied).

En considérant que les plants de *Kosteletzkya pentacarpus* de la station au nord de l'étang sont plus âgés que ceux des stations du sud (d'après la cartographie de l'étang effectuée par Gamisans et Piazza en 1991), les résultats nous montrent que le nombre de tiges aériennes par pied diminue avec le temps.

Il semblerait donc que la taille de la souche soit un critère plus fiable dans la détermination de l'âge des *Kosteletzkya pentacarpus*.

2-3 FLORAISON ET FRUCTIFICATION

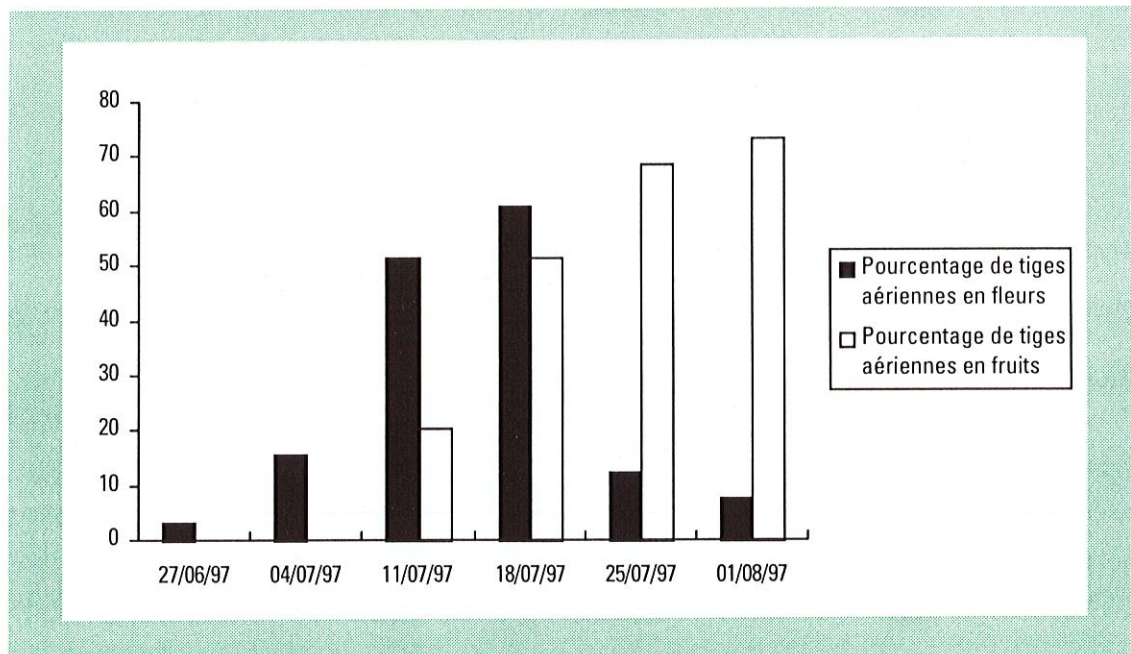
2-3-1- MÉTHODE

A partir de la fin du mois de juin, dans les cinq stations étudiées, et en se basant sur les cinquante pieds marqués, nous avons compté une fois par semaine le nombre de tiges portant des fleurs et/ou des fruits. Le stade fleur est considéré comme atteint lorsqu'au moins, une fleur épanouie ou en bouton prêt à éclore (bouton coloré en rose) est observée. Le stade fruit est considéré comme atteint lorsque la corolle fanée est tombée.

2-3-2- RÉSULTATS

En raison de la période de floraison de l'espèce, de juillet à la mi-septembre (Paradis, 1993), seule la station 4 (station brûlée) a pu être étudiée tout au long de l'expérimentation. En ce qui concerne les autres stations, le suivi n'est pas complet. Un histogramme du pourcentage de tiges aériennes en fleurs et/ou en fruits au cours du temps, a été établi pour la station 4 (figure 12).

■ FIGURE 12 : Evolution saisonnière des tiges aériennes en fleurs et/ou en fruits dans la station 4 de *Kosteletzkya pentacarpos* de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)



2-3-3- INTERPRÉTATION

C'est dans la station 4 que les premières fleurs ont été observées le 30 juin 1997, ce qui confirme que cette station était en avance par rapport aux autres. Les fleurs des stations 3 et 5 ont été observées respectivement une et deux semaines après. Pour les stations 1 et 2, ce n'est qu'au 1^{er} août que les premières fleurs ont été observées.

On peut donc dire que début août, toutes les stations étaient en fleurs, bien que de nombreux pieds restaient encore en boutons. Ainsi, la période de pleine floraison a lieu à la mi-août, comme l'a noté Paradis (1993).

Pour la station 4, le cycle de floraison se déroule sur un mois. Au delà, la majorité des pieds a fini de fleurir et porte des fruits.

Il faut remarquer, cependant, qu'il n'y a jamais 100 % des pieds en fleurs. Ceci n'est pas seulement dû au fait que les observations ont été effectuées une seule fois par semaine. Certains pieds ont pu, pendant cet intervalle de temps, terminer leur floraison. D'autres n'ont peut-être pas fleuri à cause de l'insecte qui creuse des galeries dans la plante. Les fruits ne sont pas indemnes non plus. Une petite larve vermiforme pénètre par l'extérieur en traversant la paroi de la capsule. Elle creuse ensuite des galeries dans les graines les unes après les autres et celles-ci sont perdues pour le stock de semences.

C.2

ÉCOLOGIE DES POPULATIONS DE *Kosteletzkya pentacarpos* DE LA RÉSERVE NATURELLE DE L'ÉTANG DE BIGUGLIA

CHAPITRE

1

ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION ASSOCIÉE

1-1

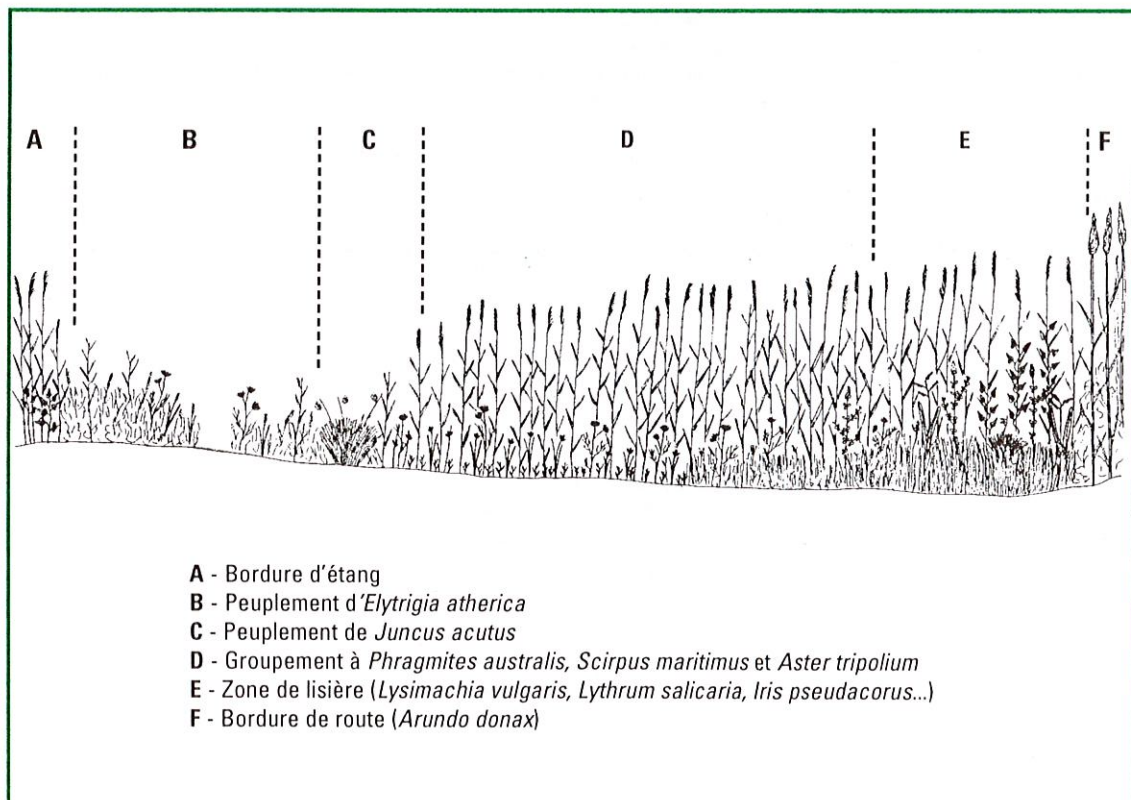
MÉTHODE

Pour étudier les groupements végétaux comportant *Kosteletzkya pentacarpos*, six transects ont été mis en place sur la rive est de l'étang, cinq au sud de la presqu'île de San Damiano, en face du C.C.A.S. et un dans la partie nord. Chaque transect, orienté est-ouest entre la route et l'étang, est délimité par au moins quatre piquets en bois marqués (cartes 2, 3 et 4, annexe 5). Ces transects sont localisés dans les zones utilisées pour le suivi de la croissance. Leur emplacement au sein des différentes zones a été choisi en fonction du type de végétation rencontrée.

Le long de chaque transect, des relevés phytosociologiques ont été effectués à chaque changement de végétation. Les paramètres notés sont : la surface totale du relevé, le pourcentage de recouvrement de la végétation, la distance à l'étang, les espèces rencontrées et pour chacune d'elles, les coefficients classiques d'abondance-dominance et de sociabilité (d'après Guinochet, 1973).

Les profils topographiques de chaque ligne ont été réalisés, au théodolite, avec l'aide de Monsieur Salvadori, technicien au Conseil Général de la Haute-Corse mis à la disposition de la direction de la réserve naturelle. Cet appareil positionné sur une station fixe, permet, en association avec une mire, de mesurer les coordonnées angulaires et métriques de points (précision au millimètre).

■ FIGURE 13 : Schéma de la zonation végétale type de la zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* dans la station du bassin sud de l'étang de Biguglia (cf. annexe7)



1-2 CARACTÉRISTIQUES DES TRANSECTS

Dans la partie sud de la station il est possible de distinguer une zonation végétale type (figure 13). Ce sont les nuances à l'intérieur des différentes formations végétales qui ont influencé le choix des emplacements des transects.

Transect 1. Les zones A et B du profil type (zone à *Elytrigia atherica* et *Agrostis stolonifera*) n'étant pas représentées sur ce transect, il s'étend de la route jusqu'à l'étang, sur une longueur de 63 m. Il est surtout occupé par un groupement à *Phragmites australis*, *Calystegia sepium* et *Scirpus maritimus* et ne comporte que peu de pieds de *Kosteletzkya pentacarpos*.

Remarque : Les zones A et B étant représentées dans les quatre autres transects de ce secteur, nous ne les avons prises en compte que dans le transect 3. C'est donc le seul des quatre transects qui s'étend de la route à l'étang. Les autres s'arrêtent généralement avant l'eau.

Transect 2. D'une longueur de 28 m, il se termine 30 m avant le rivage. Il est caractérisé par une population de *Phragmites australis*, *Juncus maritimus* et *Scirpus maritimus*. C'est le transect où *Kosteletzkya pentacarpos* présente les plus forts coefficients de recouvrement.

Transect 3. Il s'étend sur 63 m, de la route jusqu'à l'étang. Sur une longueur de 40 m, la zone est recouverte par une formation à *Juncus maritimus* relativement dense. La population de *Kosteletzkya pentacarpos* est relativement bien représentée tout le long de la ligne.

Transect 4. Il débute à 13,5 m de l'étang et s'étend jusqu'à la route sur une longueur de 36 m. Il se caractérise par un groupement à *Spartina versicolor* et *Phragmites australis* sous forme de deux taches séparées par la zone de lisière du profil type. *Kosteletzkya pentacarpos* est bien représenté dans cette dernière zone mais totalement absent des taches à *Spartina versicolor*.

Transect 5. Il s'étend de la lisière de la route jusqu'à 15,5 m avant l'étang, sur une longueur de 24 m. Il est représenté par une mosaïque d'espèces des *Molinio-Arrhenatheretea* et des *Phragmiti-Magnocaricetea*. La population de *Kosteletzkya pentacarpos* est surtout présente à proximité de la lisière. Il est probable que durant les années précédentes, une perturbation (feu ou pâturage) a modifié le milieu et a favorisé sa recolonisation, ceci engendrant une grande diversité spécifique. On note ainsi des espèces de prairie humide, telles que *Agrostis stolonifera*, *Lythrum salicaria* mais également des thérophytes telles que *Lythrum hyssopifolia*.

Transect 6. C'est le seul de la partie nord de l'étang. Il s'étend de la lisière de la route jusqu'au rivage, sur une longueur de 19 m. Il est caractérisé par un groupement à *Phragmites australis* et *Juncus maritimus*. Cependant, il diffère des autres, et notamment du transect 2, par la présence d'espèces des *Arthrocnemetea fruticosi* et surtout par la présence d'une ceinture à *Cladium mariscus* d'environ 5 m de large. La population de *Kosteletzkya pentacarpos* semble y être bien implantée, la majorité des pieds se trouvant dans la jonchaie (voir supra).

1-3 RÉSULTATS

Tous les relevés de chaque transect ont été rassemblés dans six tableaux distincts (annexe 7). Les inclusions phytosociologiques des différentes espèces ont été attribuées d'après Guinochet et de Vilmorin (1973). Sur les profils topographiques, la répartition spatiale de la végétation de chaque transect a été représentée (annexe 7).

Les relevés ont ensuite été réunis dans une même matrice et traités par une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) avec le logiciel SYN-TAX 5.02. Mac (Podani, 1995). D'après Guinochet (1973), l'AFC est une technique statistique très bien adaptée aux analyses phytosociologiques d'ordination des relevés et donc des groupements. Elle permet de comparer des variables qualitatives entre elles. Elle permet de représenter sur un même graphe tous les relevés et toutes les espèces de ces relevés.

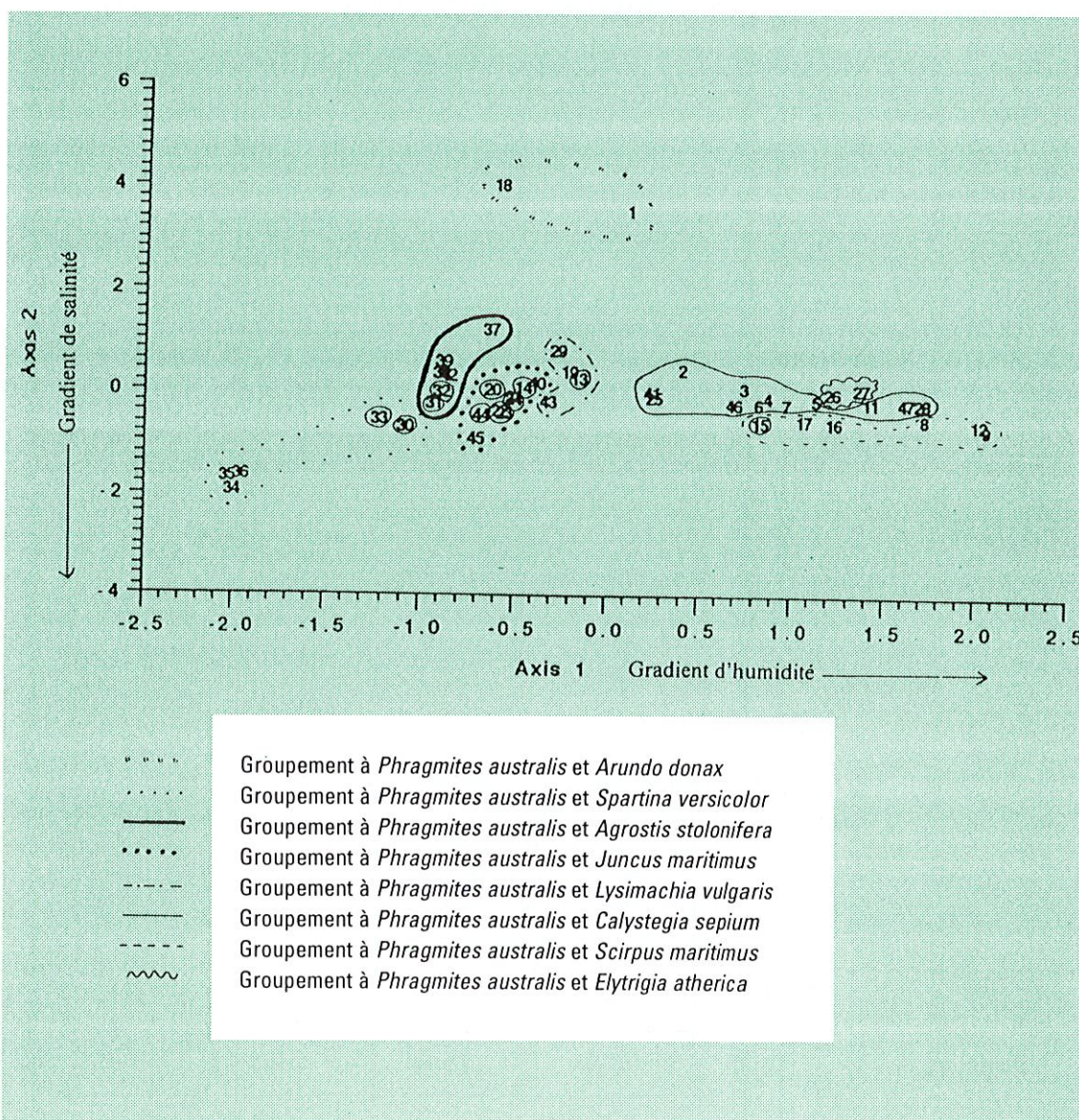
INTERPRÉTATION (Figure 14)

Pour connaître les groupements végétaux associés à *Kosteletzkya pentacarpos*, seul est retenu le graphe des relevés. Pour interpréter les axes, les deux relevés présentant *Cladium mariscus* (relevés 1 et 2 du transect 6) ont été éliminés de la matrice car leur contribution étant trop forte empêchant d'interpréter les résultats de façon objective.

Les résultats de l'AFC montrent que le plan factoriel (1, 2) apporte le plus d'informations (24,95 %) pour l'interprétation des relevés.

Comme tous les relevés contiennent *Phragmites australis*, nous avons, dans un premier temps, cherché leur seconde espèce majoritaire, ce qui permet de présenter les regroupements visibles sur la figure 14. Dans un second temps, nous avons cherché à interpréter la signification des deux axes.

■ FIGURE 14 : Répartition des relevés phytosociologiques des transects d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia dans le plan axe1/axe 2



L'axe 1 paraît correspondre à un gradient d'humidité, car les relevés correspondant au groupement à *Scirpus maritimus* se projettent du côté positif et ceux correspondant au groupement à *Spartina versicolor* se projettent du côté négatif. Or, *Scirpus maritimus* ne croît que dans les milieux longtemps humides au printemps, tandis que *Spartina versicolor* croît de préférence sur des substrats plus secs.

L'axe 2 paraît correspondre à un gradient de salinité, car, d'une part, les relevés correspondant au groupement présentant *Arundo donax*, espèce des milieux d'eau douce, se projettent du côté positif et, d'autre part, les relevés avec *Spartina versicolor*, espèce supportant un substrat salé, se projettent du côté négatif.

Les relevés où *Kosteletzkya pentacarpos* est bien représenté (coefficient d'abondance-dominance compris entre 2a et 3 ; relevés entourés sur le graphe) sont associés aux groupements à *Agrostis stolonifera*, *Juncus maritimus*, *Lysimachia vulgaris* et *Scirpus maritimus*. Il est possible de constater, cependant, que les relevés où l'espèce est abondante (relevés 14, 21, 22, 31, 32) appartiennent en majorité à des groupements à *Juncus maritimus* et *Phragmites australis*.

Ces observations montrent que dans la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, *Kosteletzkya pentacarpos* est une espèce relativement ubiquiste, présente dans des groupements des *Phragmiti-Magnocaricetea*, des *Juncetea maritimi* et des *Molinio-Arrhenatheretea*.

L'analyse de la position des relevés mentionnant *Kosteletzkya pentacarpos* par rapport aux axes, montre que pour l'axe 1 (gradient d'humidité), l'espèce préfère les biotopes relativement humides. Elle ne se trouve jamais avec *Spartina*. Cependant sa place au sein du groupement à *Scirpus maritimus* montre qu'elle n'est pas adaptée aux taux d'humidité trop forts.

Sa position par rapport à l'axe 2, montre qu'elle ne semble pas être implantée dans les biotopes trop salés ou trop doux. Ces observations basées sur les caractères phytosociologiques seront confirmées par les analyses de la nappe et du sol (voir infra).

2 DENSITÉ DES POPULATIONS

2-1 MÉTHODE

Afin de déterminer la densité des populations de *Kosteletzkya pentacarpos*, cinq carrés permanents de 9 m² ont été disposés dans les cinq stations de suivi. Chaque carré a été divisé en 36 carrés de 50 cm de côté. Le nombre de pieds à l'intérieur de chaque petit carré a été compté puis la moyenne du nombre de pieds/0,25 m² de chaque station a été calculée.

En évaluant le nombre de pieds par carré une fois par an, et en recalculant les moyennes, un suivi de la densité des populations pourra être effectué, en comparant les moyennes avec celles des années précédentes par ANOVA.

2-2 RÉSULTATS

Les densités moyennes de chaque station ont été rassemblées dans le tableau 3.

■ TABLEAU 3 : Densité moyenne de pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* dans les stations d'étude de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)

	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5
Densité moyenne (nombre de pieds/m ²)	7,31	0,53	1,92	0,75	0,97
Ecart type	7,4597	0,7362	1,5189	1,1052	1,424

2-3 INTERPRÉTATION

La station 1 possède la densité maximale de pieds. La strate haute y est assez bien développée (50 % de recouvrement total) et, par l'ombre qu'elle crée, évite un assèchement trop rapide du milieu. La strate basse possède un recouvrement de l'ordre de 40 % qui permet l'installation de nombreuses espèces et notamment de *Kosteletzkya pentacarpos*.

La station 2 a la plus faible densité de pieds au m². Cette station a une strate moyenne très développée (recouvrement de 100 %), essentiellement constituée par *Juncus maritimus*.

La station 3 possède une densité relativement élevée. C'est une station très ouverte. Seule la strate basse a un recouvrement important (80 %), mais qui ne semble pas avoir gêné la plante.

La station 4 a brûlé cette année. Aussi, le manque de données sur son aspect avant le sinistre ne permet pas d'analyser sa faible quantité de pieds au m².

La station 5 ressemble à la station 2 par sa composition végétale et par le recouvrement de sa strate moyenne (85 %). Par rapport aux stations 2, 3 et 4, elle ne possède pas une densité trop faible. Il est possible que lors de l'installation de la population, installation antérieure aux années 90, le milieu était plus ouvert et a subi des modifications depuis. Au vu de ces observations, la densité des populations de *Kosteletzkya pentacarpos* dépend fortement du degré d'ouverture du milieu.

3 ETUDE DE LA BANQUE DE GRAINES

3-1 MÉTHODE

La banque de graines de *Kosteletzkya pentacarpos* a été étudiée dans quatre milieux différents :

- la station 1, où la densité des pieds est la plus importante,
- la station 2, au sein de laquelle la jonchaie recouvre tout le milieu en formant une strate moyenne très épaisse et très dense,
- la zone à *Spartina versicolor*, où seuls quelques pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* sont visibles en périphérie,
- la station 4 (zone brûlée), où la strate basse est très développée (recouvrement de 90 %) et caractérisée par de nombreuses germinations d'*Aster tripolium*.

A l'intérieur de chaque zone dix petits blocs de terre, d'environ 14 cm de côté, ont été prélevés. Quelques prélèvements préalables et totalement aléatoires ayant montré que la majorité des graines se trouvent dans la couche superficielle du sol, dans les six premiers centimètres, seule la couche supérieure des blocs a été traitée pour le comptage des graines. Tous les blocs ont subi le même traitement : un premier comptage à la main au cours duquel les échantillons ont été débarrassés des grosses racines et un comptage de vérification où les blocs désorganisés ont été plongés dans l'eau. Les quelques graines restantes, flottant en surface, ont été récupérées avec un tamis de 1,25 mm de maille (Numata, 1984). Les graines ont ensuite été stockées dans des piluliers en verre, à l'abri de la lumière.

Lors du comptage des graines, ont été différenciées les graines sèches, les graines scarifiées, c'est à dire à tégument externe craquelé mais dont la radicule n'a pas percé le tégument interne et enfin les graines germées dont la radicule a traversé le tégument interne.

3-2 RÉSULTATS

Une synthèse des résultats est donnée dans le tableau 4.

■ TABLEAU 4 : Nombre moyen de graines/m² de *Kosteletzkya pentacarpos* dans les stations d'étude de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia

	STATION 1	STATION 2	ZONE À <i>Spartina versicolor</i>	STATION 4
Date de prélèvement	22 mai 1997	18 juin 1997	10 juin 1997	30 juin 1997
Nombre moyen de graines/m ²	1259,26	247,94	97,54	854,71
Ecart-type	575,8858	195,9899	129,4815	371,3625

Etant donné le faible nombre d'échantillons (10), il n'est pas possible de considérer la condition de normalité. De plus, par le test de Kruskal-Wallis, l'homogénéité des variances n'est pas obtenue. Aussi, une comparaison des moyennes à l'aide d'un test non paramétrique a été effectuée. Les résultats sont donnés dans le tableau 5.

■ **TABLEAU 5 :** Différences entre les banques de graines de *Kosteletzkya pentacarpos* des stations d'étude de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia données par le test non paramétrique.

STATION 1 - STATION 2	différentes
STATION 1 - <i>Spartina</i>	différentes
STATION 1 - STATION 4	identiques
STATION 2 - <i>Spartina</i>	identiques
STATION 2 - STATION 4	identiques
<i>Spartina</i> - STATION 4	différentes

3-3 INTERPRÉTATION

Le test regroupe les banques de graines des stations 1 et 4, qui sont les plus importantes, et celles de la station 2 avec celle de la zone à *Spartina*, qui sont les plus faibles. Il isole la banque de graines de la zone à *Spartina versicolor*, quasi inexistante, par rapport à celles des stations 1 et 4. Enfin, il confère une position médiane à la banque de graines de la station 2, puisqu'il la considère comme identique à celle de la station 4 mais la différencie de celle de la station 1.

Malgré le regroupement proposé par ce test, la banque de graines de la zone à *Spartina* est bien plus faible que celle de la station 2. Si nous voulions vraiment mettre en évidence une différence entre les banques de graines de ces deux stations, il faudrait augmenter la prise d'échantillon dans chaque station (au moins 30).

Par corrélation de ces valeurs à la densité moyenne de chaque zone, la station 1 présente le plus grand nombre de graines au m² et elle possède également la plus forte densité moyenne (7,31). La zone à *Spartina versicolor* ne possède que quelques pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* en périphérie et le nombre moyen de graines au m² est le plus faible. Enfin, les stations 2 et 4 ont des densités moyennes relativement proches (0,53 pour la station 2 et 0,75 pour la station 4 (tableau 3) et leurs banques de graines sont considérées comme identiques par le test.

Par ailleurs, dans la zone brûlée (station 4) deux micromilieus sont distingués :

- l'un, sur une ancienne tache à *Spartina versicolor* brûlée, comportant un grand nombre de germinations de *Kosteletzkya pentacarpos*,

- l'autre, comportant de nombreuses germinations d'*Aster tripolium* (formant 90 % de la strate basse) et très peu de germinations de *Kosteletzkya pentacarpos*.

Aster tripolium effectue sa floraison au mois de septembre et sa fructification un peu plus tard. Ses graines se trouvent, par conséquent, plus en surface que celles de *Kosteletzkya pentacarpos*. En outre, les graines d'*Aster tripolium* germent dès le début du mois d'avril. Elles ont donc constitué une strate basse importante et, en colonisant le maximum d'espace, ont empêché les graines de *Kosteletzkya pentacarpos* de germer.

Dans ce cas, la banque de graines de *Kosteletzkya pentacarpos* n'est pas à mettre en cause. Seul le phénomène de compétition entre les deux espèces est responsable du faible nombre de germinations observé sur le site.

On peut ajouter que le nouvel assèchement, à la mi juillet, du carré de la station 2 (voir supra) n'a pas entraîné de nouvelles phases de germination des graines de *Kosteletzkya pentacarpos*. Il semble donc que toutes les graines viables dans le sol ont germé dès qu'elles en ont eu l'occasion, épuisant totalement la banque de graines disponibles. Cette observation paraît montrer qu'en fait, les graines ne sont pas pérennes dans le substrat. D'ailleurs, leur position en surface du sol est en accord avec cette hypothèse (Bakker et al., 1996).

4 ETUDE DES FACTEURS ABIOTIQUES CLIMATIQUES

4-1 ENSOLEILLEMENT DU MILIEU

4-1-1- MÉTHODE

Lors de la mise en place des carrés permanents, pour chaque station, le recouvrement total respectif des différentes strates de végétation a été noté. Ces strates sont les suivantes : strate haute (supérieure à 1,5 m), strate moyenne (comprise entre 0,8 m et 1,5 m) et strate basse (inférieure à 0,8 m).

Nous avons ensuite cherché à analyser l'effet de la luminosité sur la taille maximale des populations de *Kosteletzkya pentacarpos*. Pour cela, deux types de variables ont été pris en compte : trois variables qualitatives (recouvrement respectif de chaque strate de végétation), une variable quantitative (taille maximale des plantes).

L'Analyse Multiple des Correspondances (AMC) est la méthode la plus adaptée pour étudier les corrélations entre ces deux types de variables.

4-1-2- RÉSULTATS

Les recouvrements totaux (en %) des différentes strates ainsi que les tailles maximales de chaque station sont donnés dans le tableau 6.

■ TABLEAU 6 : Recouvrement des différentes strates de végétation et tailles maximales observés dans chaque station d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia

	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5
Recouvrement de la strate haute (%)	50	30	30	10	25
Recouvrement de la strate moyenne (%)	60	100	50	30	85
Recouvrement de la strate basse (%)	40	0	80	90	10
Taille maximale (cm)	77,7	65,5	105,4	89,9	83,2

4-1-3- INTERPRÉTATION

Pour réaliser l'AMC, 4 variables ont été choisies : Sh (recouvrement de la strate haute), Sm (recouvrement de la strate moyenne), Sb (recouvrement de la strate basse), Tm (taille moyenne maximale).

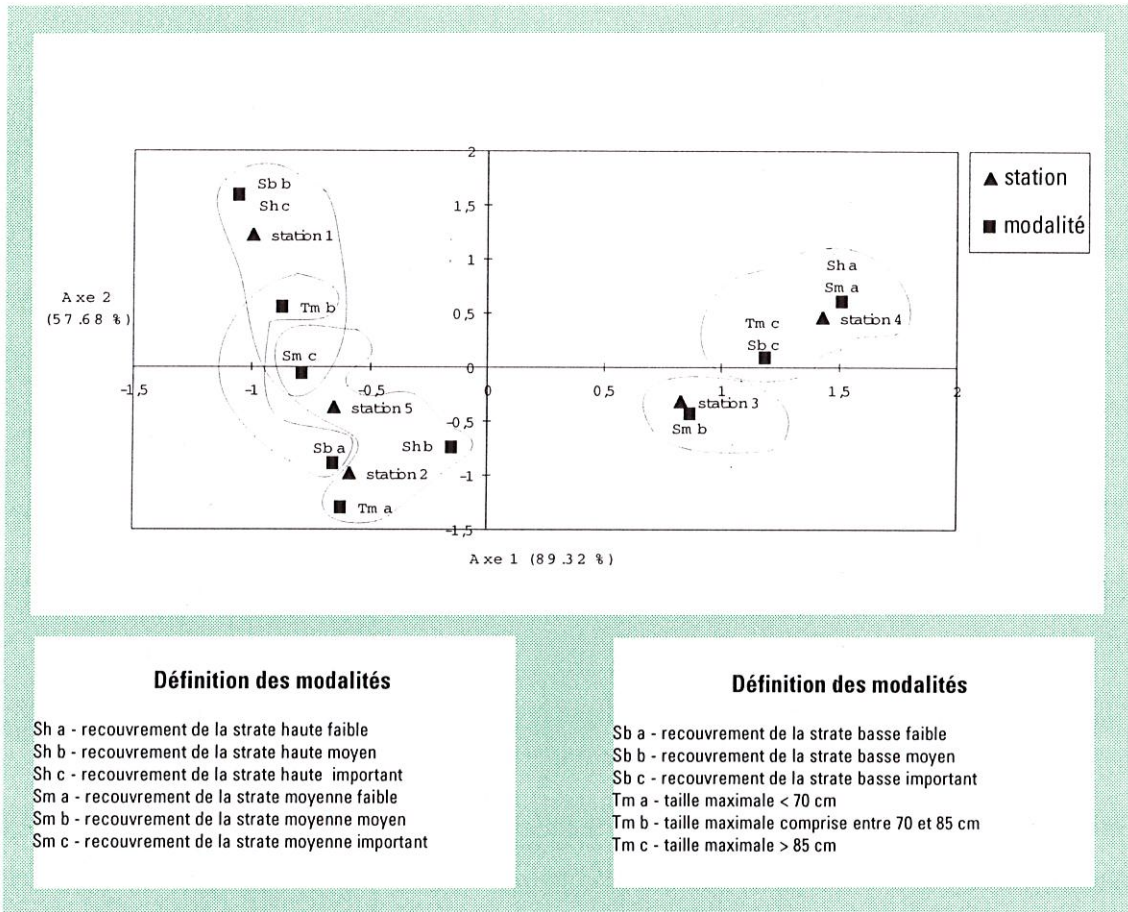
Pour les strates, 3 modalités ont été définies : a (recouvrement faible), b (recouvrement moyen), c (recouvrement important).

La variable taille maximale a également été divisée en 3 modalités : Tm a (taille inférieure à 70 cm), Tm b (taille comprise entre 70 et 85 cm), Tm c (taille supérieure à 85 cm).

Nous avons été obligés de choisir tous les axes proposés (4) pour pouvoir expliquer le maximum d'informations, la station 5 n'étant bien corrélée qu'à l'axe 4 (corr = 0,464).

Les regroupements de toutes les modalités sur le plan factoriel possédant le plus d'inertie, à savoir la plan (1, 2), ont ensuite été réalisés (figure 15).

■ FIGURE 15 : Plan de représentation des modalités des variables utilisées dans l'AMC expliquant le taux de croissance de *Kosteletzkya pentacarpos* à la réserve naturelle de l'étang de Biguglia



En analysant les différents groupements, on remarque que la modalité Tm a (taille maximale inférieure à 70 cm) est fortement corrélée aux modalités Sh c, Sm c et Sb b, c'est à dire respectivement : strate haute importante, strate moyenne importante et strate basse moyenne.

Par contre, la modalité Tm c (taille maximale supérieure à 85 cm) est fortement corrélée aux modalités Sh a, Sm a et Sb c (respectivement, strate haute faible, strate moyenne faible et strate basse importante).

On voit aussi que la station 4 est corrélée à la modalité Tm c (taille maximale supérieure à 85 cm), alors que la station 2 est corrélée à la modalité Tm a (taille maximale inférieure à 70 cm).

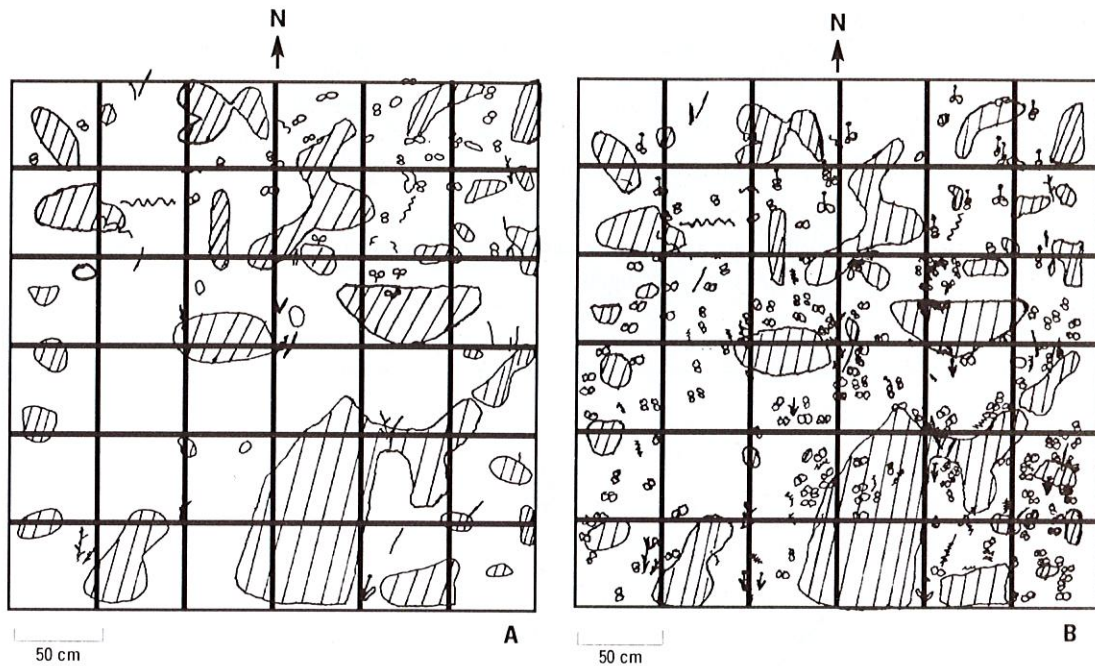
Or, la station 4 (station brûlée) fait partie des stations les plus ouvertes (avec la station 3) et la station 2 (station à *Juncus maritimus* très dense) est la plus fermée (fortement corrélée à Sm c : strate moyenne importante).









Il semblerait donc que la strate basse favorise une taille maximale supérieure à 85 cm par un maintien du degré d'humidité du milieu, les plantes étant sensibles aux périodes sèches. En revanche, une fois que les jeunes tiges aériennes ont traversé cette strate, la croissance est favorisée lorsque les strates moyenne et haute ne présentent qu'un faible recouvrement. Ces déductions permettent de mettre en évidence le caractère héliophile continu (germination et croissance) de *Kosteletzkya pentacarpos* suggéré par Paradis (1993).

Par contre, la lumière étant favorable à la germination, un recouvrement trop important de la strate basse, ne permet pas aux graines de germer.

Une seconde expérience a été réalisée *in situ* pour observer l'influence de la lumière sur la germination. Nous avons vu qu'au niveau de la zone brûlée, le plus grand nombre de germinations se trouve sur des anciennes taches à *Spartina versicolor* brûlées, bien dénudées par le feu. Afin de vérifier si une banque de graines existait sous les *Spartina*, un carré de 1 m² a été disposé à cheval sur une partie présentant un grand nombre de germinations et sur une partie encore recouverte par des souches de *Spartina*, sans germination apparente. Cette seconde zone a été éclaircie et son évolution suivie (figure 16).

■ FIGURE 16 : Représentation des germinations de *Kosteletzkya pentacarpos* dans la zone d'étude à *Spartina versicolor* de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia
 A - Juste après le défrichement (le 21 mai 1997)
 B - Situation au 10 juin 1997



-  Tache de *Spartina versicolor*
-  *Calystegia sepium*
-  *Phragmites australis*
-  *Sonchus maritimus*
-  Germination d'*Aster tripolium*
-  Germination d'*Oenanthe lachenalii*
-  Germination de *Kosteletzkya pentacarpos*
-  Plantule de *Kosteletzkya pentacarpos*

Au 10 juin 1997, de nombreuses germinations et plantules de *Kosteletzkya pentacarpos* sont apparues. Ainsi si le milieu est trop fermé les germinations n'ont pas lieu alors qu'elles se produisent en le défrichant. **La lumière a donc une influence positive à la fois sur la germination et sur la croissance des nouvelles tiges aériennes.**

4-2 ETUDE DE LA NAPPE

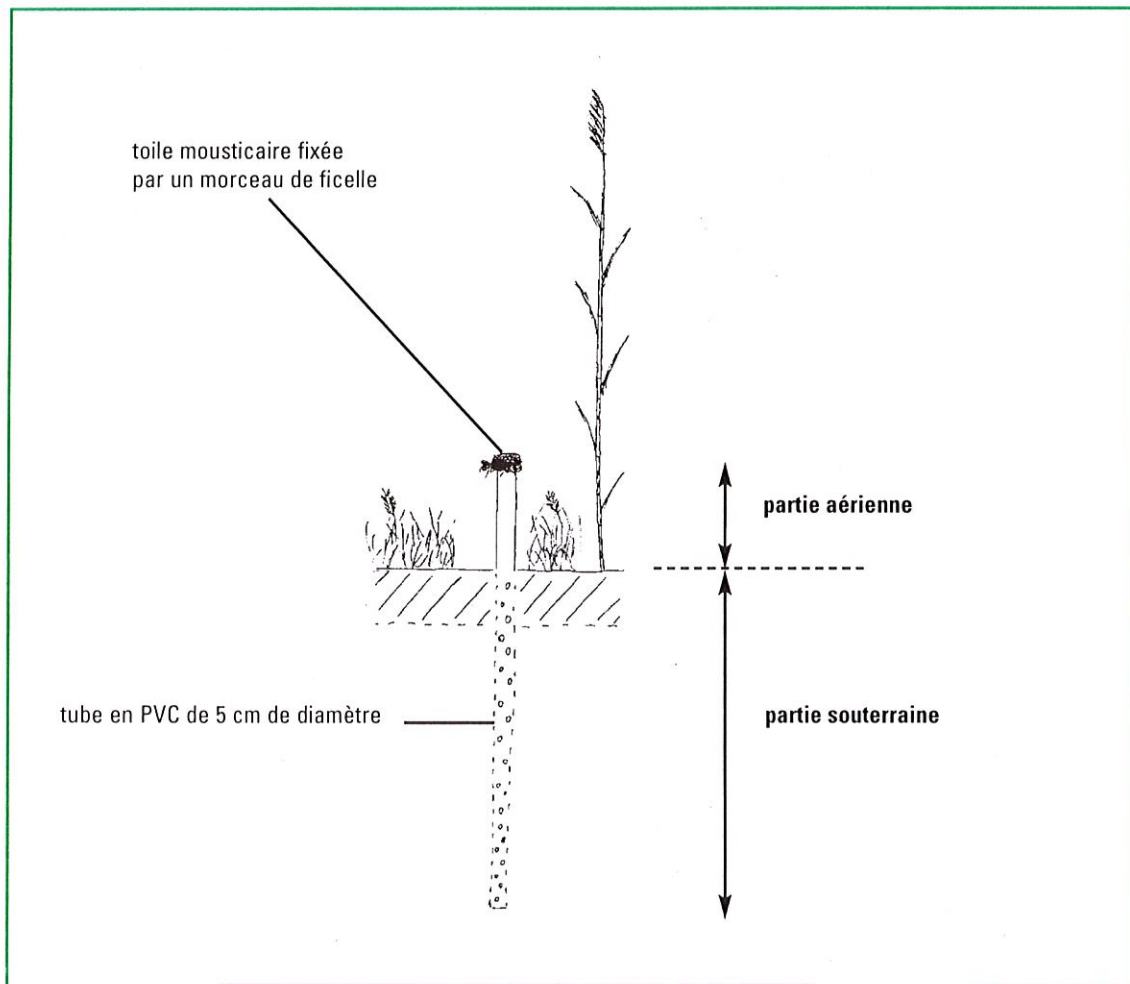
4-2-1- MÉTHODE

Plusieurs paramètres ont été étudiés : variation du niveau de la nappe, conductivité, pH et éléments azotés et phosphatés de l'eau.

■ Variation du niveau de la nappe

Pour étudier les variations du niveau de la nappe nous avons utilisé des piézomètres. Il s'agit de tube en PVC de 2 m de long et 5 cm de diamètre, percés sur 1,5 m de long. Ils sont enfoncés dans le substrat de telle sorte que les 50 cm non troués dépassent de la surface du sol (figure 17). Pour éviter le colmatage par des feuilles mortes et devenir des pièges pour les insectes, l'ouverture est bouchée avec une toile moustiquaire, fixée avec un morceau de ficelle (photographie 14, annexe 1).

■ **FIGURE 17 :** Dessin du positionnement d'un piézomètre utilisé pour l'étude de la variation du niveau de la nappe à la réserve naturelle de l'étang de Biguglia



30 piézomètres ont été implantés au niveau des deux zones d'étude : 26 dans la zone sud et 4 dans la zone nord. Ils ont été disposés en lignes, orientées est/ouest, pour pouvoir mettre en évidence d'éventuels gradients entre la route et l'étang (cartes 2, 3 et 4, annexe 5). La plupart des lignes de piézomètres sont contiguës et parallèles à un transect de la végétation.

Deux fois par semaine, la hauteur du niveau de la nappe dans chaque piézomètre a été mesurée à l'aide d'une baguette graduée, au bout de laquelle est fixé un flotteur. On peut ainsi connaître les variations du niveau de la nappe, au cours du temps.

■ Conductivité et pH de l'eau

Quatre prélèvements d'eau ont été effectués dans chaque piézomètre, à l'aide d'une pompe à main. La conductivité a été mesurée avec un conductimètre de terrain LF 197 de la marque WTW, associé à une cellule 4 pôles Tetracon 325 à capteur de température intégré. Le pH a été mesuré avec un pHmètre de terrain IP 66 de la marque WTW, associé à une électrode combinée pH/température. Nous avons effectué la moyenne des quatre valeurs obtenues pour chaque piézomètre.

■ Eléments azotés et phosphatés de l'eau

Les prélèvements d'eau et de sol ont été limités à deux zones : l'une au nord de l'étang sur le transect 6 et l'autre au sud de l'étang sur le transect 2.

Un autre prélèvement a été réalisé au sud, au sein d'un groupement à *Phragmites australis* et *Spartina versicolor*, ne comportant pas de *Kosteletzkya pentacarpos*, afin de chercher à savoir si, seule la luminosité du milieu en était responsable, le recouvrement total étant de 100 % ou bien si d'autres facteurs intervenaient.

Le 11 juin 1997, nous avons donc prélevé 1 litre d'eau dans les piézomètres correspondants au transect 2 (P2 1, P2 2, P2 3, P2 4), dans ceux correspondants au transect 6 (P8 1, P8 2, P8 3, P8 4) et dans un, au niveau de la zone à *Spartina* (P5 3). Les échantillons ont immédiatement été portés à l'Office d'Équipement Hydraulique de Corse à Bastia, où les paramètres suivants ont été déterminés : azote total, ions ammonium, nitrites, nitrates, phosphore total et phosphates. Afin de déterminer les paramètres les plus corrélés à *Kosteletzkya pentacarpos*, une analyse statistique a été réalisée sur le logiciel MINITAB. Étant donné la présence d'une variable qualitative (présence de *Kosteletzkya pentacarpos*) parmi les 10 variables choisies, une AMC (Analyse Multiple des Correspondances) a été effectuée.

Du fait de la grande variabilité des intervalles de valeurs entre le nord et le sud, deux analyses distinctes ont été effectuées. La zone à *Spartina versicolor* n'a cependant pas été introduite dans les AMC. Elle n'a été analysée qu'une fois les corrélations avec *Kosteletzkya pentacarpos* déterminées.

4-2-2- RÉSULTATS

■ Variation de la nappe

Les résultats ont été rassemblés dans un tableau en annexe 9. Lors de l'intégration des variables pour l'analyse statistique, a été pris en compte le nombre de jours où la hauteur de la nappe dépassait le niveau du sol (valeurs positives dans le tableau de résultats).

Dans la zone au sud de l'étang, la durée où le niveau de la nappe est supérieur à celui du sol, augmente avec l'éloignement de l'étang. Pour la zone au nord, le même phénomène se produit, mais au niveau du piézomètre P8 4, une remontée du niveau topographique explique la diminution de la durée d'inondation du milieu.



■ Conductivité et pH de l'eau

Les résultats bruts sont réunis dans deux tableaux en annexe 9. Les valeurs moyennes des mesures sont données dans le tableau 7.

Au vu des résultats de la conductivité, la nappe est moins salée dans la partie nord de l'étang que dans la partie sud, ce qui peut paraître paradoxal, le bassin nord étant plus ou moins en contact avec la mer au niveau du grau. Dans tous les cas, pour les deux zones, s'observe une diminution de la conductivité avec l'éloignement de l'étang.

Il est possible de penser qu'en se rapprochant de la route, donc de la mer, la conductivité allait augmenter. En fait, d'après F. Santoni, directeur du laboratoire de contrôle et de recherche - hydrologie et environnement de l'Office hydraulique de Corse (comm. orale), il existe dans le cordon lagunaire une lentille d'eau douce dont l'épaisseur maximale se trouve à peu près au milieu du lido. Cette nappe d'eau douce repose sur la nappe d'eau salée provenant de la mer. Ce phénomène expliquerait la diminution de la conductivité observée.

En ce qui concerne le pH, aucun gradient n'est vraiment identifiable. La partie nord de l'étang est en général, très légèrement plus acide mais les valeurs restent proches de la neutralité dans les deux cas.

■ Eléments azotés et phosphatés de l'eau

Les résultats sont réunis dans le tableau 8. Dans l'ensemble, les valeurs sont très élevées. D'après B. Roché du SEMA - DIREN de Corse (comm. orale), ces données ressemblent beaucoup à des résultats d'analyse de fosses septiques. Les teneurs en azote total, ammonium, nitrates ainsi que phosphore total et phosphates montrent que le milieu est très chargé par rapport à des eaux naturelles. Par ailleurs, les faibles valeurs en nitrites en comparaison avec celles de l'ion ammonium indiquent qu'il manque un maillon dans le cycle de l'azote. Ces faibles teneurs peuvent s'expliquer par le fait que les prélèvements ont été effectués à la mi-juin. Les eaux de la nappe étant certainement peu chargées en oxygène à cette période, la transformation de NH_4^+ en NO_2^- n'a pu s'effectuer qu'au ralenti.

■ TABLEAU 7 : Conductivité moyenne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) et pH moyen mesurés dans les piézomètres des stations d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)

PIEZOMETRE	CONDUCTIVITE MOYENNE EN $\mu\text{S}/\text{CM}$	ECART - TYPE	PH MOYEN	ECART - TYPE
P2 1	15 243	6441.420	7.368	0.1597
P2 2	5025	1520.384	7.555	0.1115
P2 3	5415	1663.661	7.288	0.1520
P2 4	1107	242.813	7.465	0.1287
P5 3	5005	1421.185	7.293	0.1445
P8 1	10 403	252.768	6.920	0.1033
P8 2	7005	702.685	6.900	0.1846
P8 3	5400	606.355	6.978	0.0900
P8 4	1085	314.378	7.263	0.1021

■ TABLEAU 8 : Teneurs en éléments azotés et phosphatés des échantillons d'eau prélevés dans les piézomètres des stations d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)

LIEU DE PRÉLÈVEMENT	Nt (mg/l)	NH4 ⁺ (mg/l)	NO2 ⁻ (mg/l)	NO3 ⁻ (mg/l)	Pt (mg/l)	PO4 ³⁻ (mg/l)
P2 1	3.97	2.50	0.06	5.00	0.20	0.02
P2 2	26.83	2.50	0.11	17.00	1.00	0.27
P2 3	20.22	4.60	0.08	47.00	4.00	0.42
P2 4	14.00	2.00	0.05	48.00	1.30	0.33
P5 3	7.77	2.50	0.09	52.00	1.00	0.30
P8 1	26.83	2.50	0.09	16.00	1.16	0.38
P8 2	39.66	4.00	0.10	20.00	1.80	0.51
P8 3	42.77	3.50	0.07	34.00	7.00	0.53
P8 4	10.11	4.00	0.10	144.00	2.50	0.24

Ces observations montrent qu'autour de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, les structures d'assainissement ne sont pas encore suffisantes. Le nombre de villas raccordées au réseau et les rejets antérieurs à l'installation du réseau d'assainissement, soit par le biais de fosses septiques, soit par percolation à travers le lido, sont certainement à l'origine des fortes teneurs obtenues.

En comparant les résultats des deux stations, force est de constater que la zone au nord de l'étang a des eaux plus chargées en éléments nutritifs que la partie sud. Comme la plupart des apports sont d'origine anthropique et que la majorité des lotissements et campings construits sur le lido se trouve dans la partie nord de l'étang, ces résultats ne sont pas surprenants.

4-2-3- INFLUENCE DES PARAMÈTRES DE LA NAPPE SUR LA RÉPARTITION DE *Kosteletzkya pentacarpos*

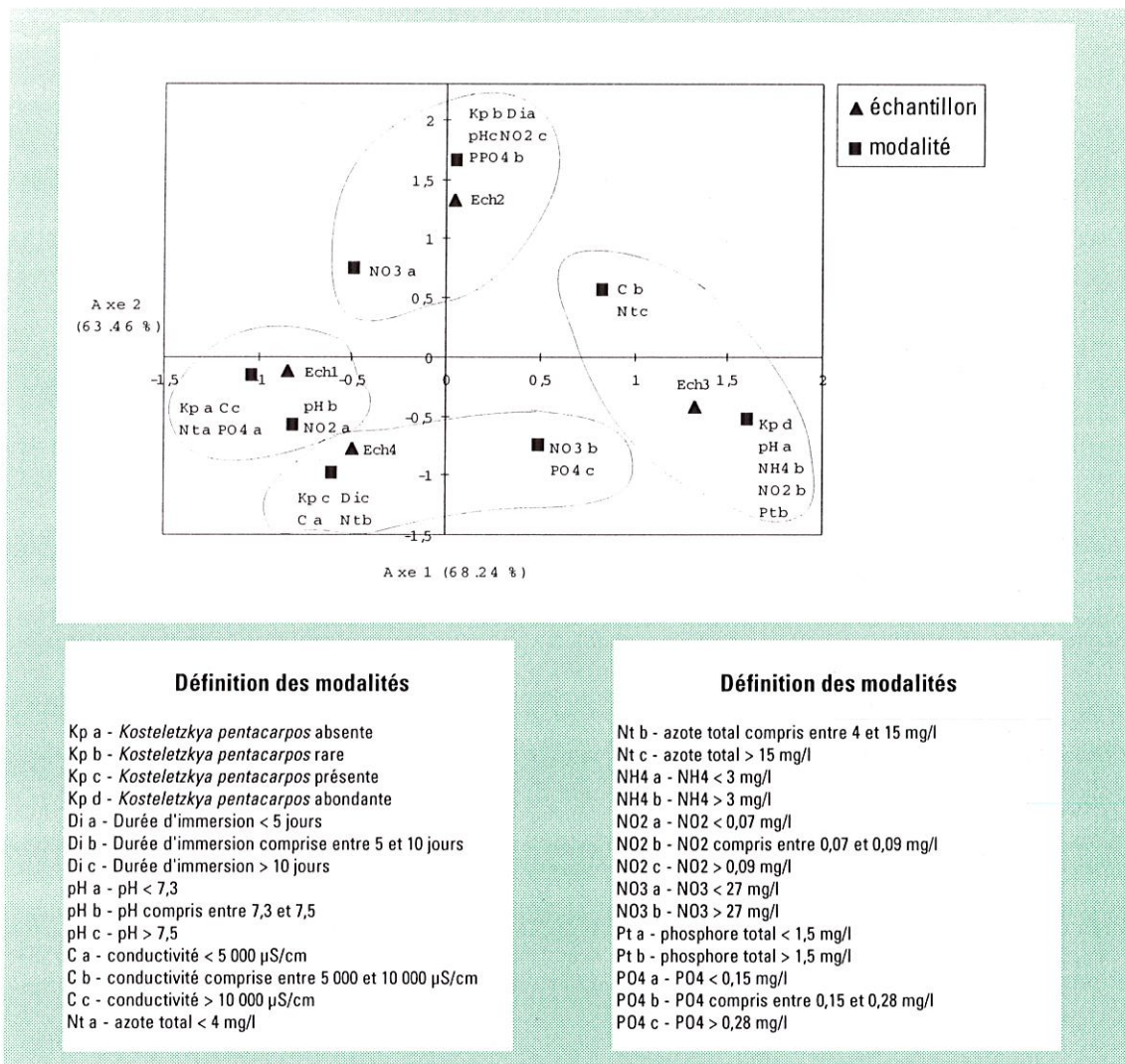
Pour réaliser les AMC, nous avons choisi dix variables : neuf quantitatives (durée d'immersion du milieu, pH de l'eau, conductivité de l'eau et teneurs en azote total, ions ammonium, nitrites, nitrates, phosphore total et phosphates) et une qualitative (présence de *Kosteletzkya pentacarpos*).

Chaque variable a été divisée en plusieurs modalités (au moins deux) qui diffèrent selon les stations. Pour les variables quantitatives, ces modalités sont des classes de valeurs tandis que pour la variable qualitative ces modalités sont : absente (Kp a), rare (Kp b), présente (Kp c), abondante (seulement pour la zone au sud) (Kp d).

■ Zone au sud de l'étang

Le plan factoriel (1, 2), représentant 73,17 % de l'inertie totale, a été seul utilisé pour analyser les données. Les modalités apportant la plus grande contribution aux axes ont été reportées sur le graphe. L'AMC permet de distinguer quatre ensembles, chacun correspondant à un prélèvement différent (figure 18).

■ FIGURE 18 : Regroupement des différentes modalités utilisées pour l'AMC sur les différents paramètres de la nappe dans la zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpus* au sud de l'étang de Biguglia



■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpus* en fonction des localisations des prélèvements d'eau

La modalité Kp a (*Kosteletzkya* absente) est corrélée à l'échantillon 1, alors que la modalité Kp d (*Kosteletzkya* abondante) est corrélée à l'échantillon 3.

En se référant aux données brutes, il est possible de constater qu'autour de la zone de prélèvement de l'échantillon 1 aucun pied de *Kosteletzkya pentacarpus* n'est présent, alors qu'autour de la zone de prélèvement de l'échantillon 3, la plante est fort abondante (densité de 7,31 pieds par m²). Les lieux de prélèvement des deux échantillons, à 3 m de l'étang pour l'échantillon 1 et à 40 m pour l'échantillon 3, corroborent les résultats de l'analyse des transects, à savoir que les *Kosteletzkya pentacarpus* ne se localisent pas trop près de l'étang.

Il faut signaler que, sur ce transect, *Kosteletzkya pentacarpus* commence à se trouver à environ 30 m de l'étang et ce, sur une longueur de 20 m. Il est très rare d'en observer à proximité de l'étang mais aussi à l'opposé, près de la route.

■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpus* en fonction des paramètres de la nappe

La figure 18 montre les corrélations suivantes :

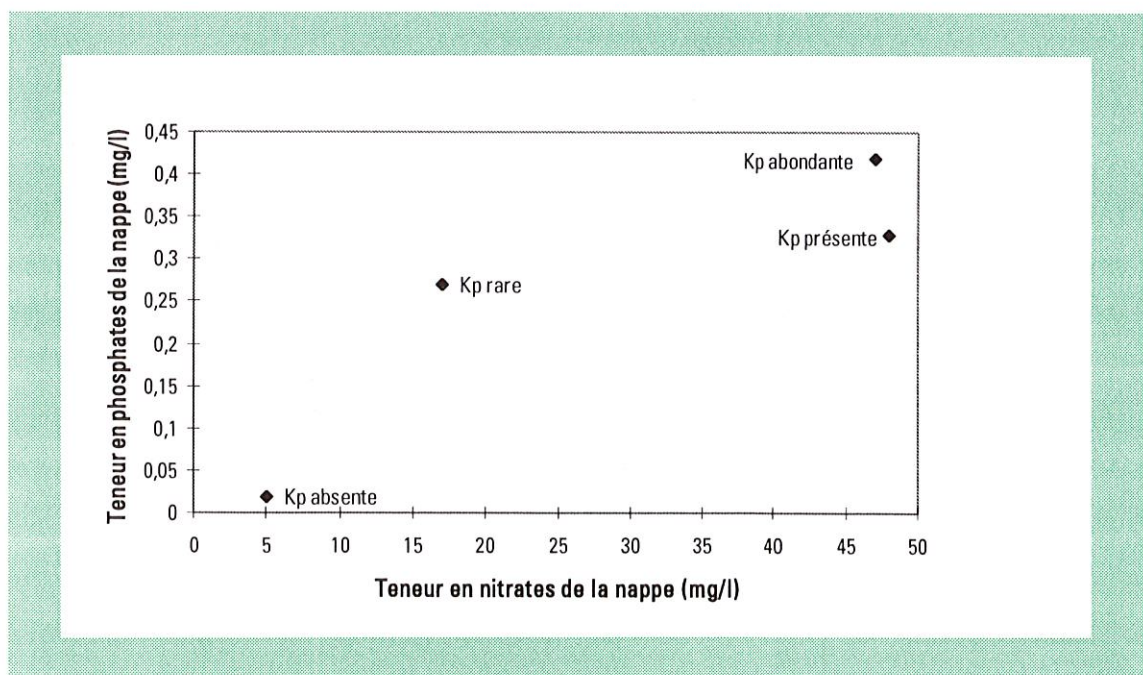
Modalités corrélées à <i>Kosteletzkya pentacarpus</i> absente	Modalités corrélées à <i>Kosteletzkya pentacarpus</i> abondante
Durée d'immersion comprise entre 5 et 10 jours	-
Conductivité supérieure à 10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Conductivité comprise entre 5 000 et 10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
pH compris entre 7,3 et 7,5	pH inférieur à 7,3
Teneur en azote total inférieure à 4 mg/l	Teneur en azote total supérieure à 15 mg/l
-	Teneur en ions ammonium supérieure à 3 mg/l
Teneur en nitrites inférieure à 0,07 mg/l	Teneur en nitrites comprise entre 0,07 et 0,09 mg/l
-	Teneur en phosphore total supérieure à 1,5 mg/l
Teneur en phosphates inférieure à 0,15 mg/l	-

Par rapport à la nappe, *Kosteletzkya pentacarpus* se situe plutôt sur les zones en arrière de l'étang où la salinité est moins importante que près de l'étang. De plus, la bordure immédiate du plan d'eau étant légèrement surélevée par rapport au reste de la rive, celle-ci reste inondée moins longtemps, ce qui du point de vue de l'humidité ne semble pas convenir à l'espèce.

En ce qui concerne la valeur du pH, il est difficile d'en dégager des conclusions car ce facteur varie beaucoup au cours du temps (voir les données brutes en annexe 9). Toutefois, d'après l'AMC, la plante se localiserait dans les endroits où le pH de l'eau est relativement proche de la neutralité ($< 7,3$).

Les localités où la plante est abondante, voire simplement présente (échantillons 3 et 4), sont corrélées aux plus fortes teneurs en éléments azotés et phosphatés (figure 19).

■ **FIGURE 19** : Abondance de *Kosteletzkya pentacarpus* en fonction des teneurs en nitrates et phosphates de la nappe dans la zone d'étude au sud de l'étang de Biguglia



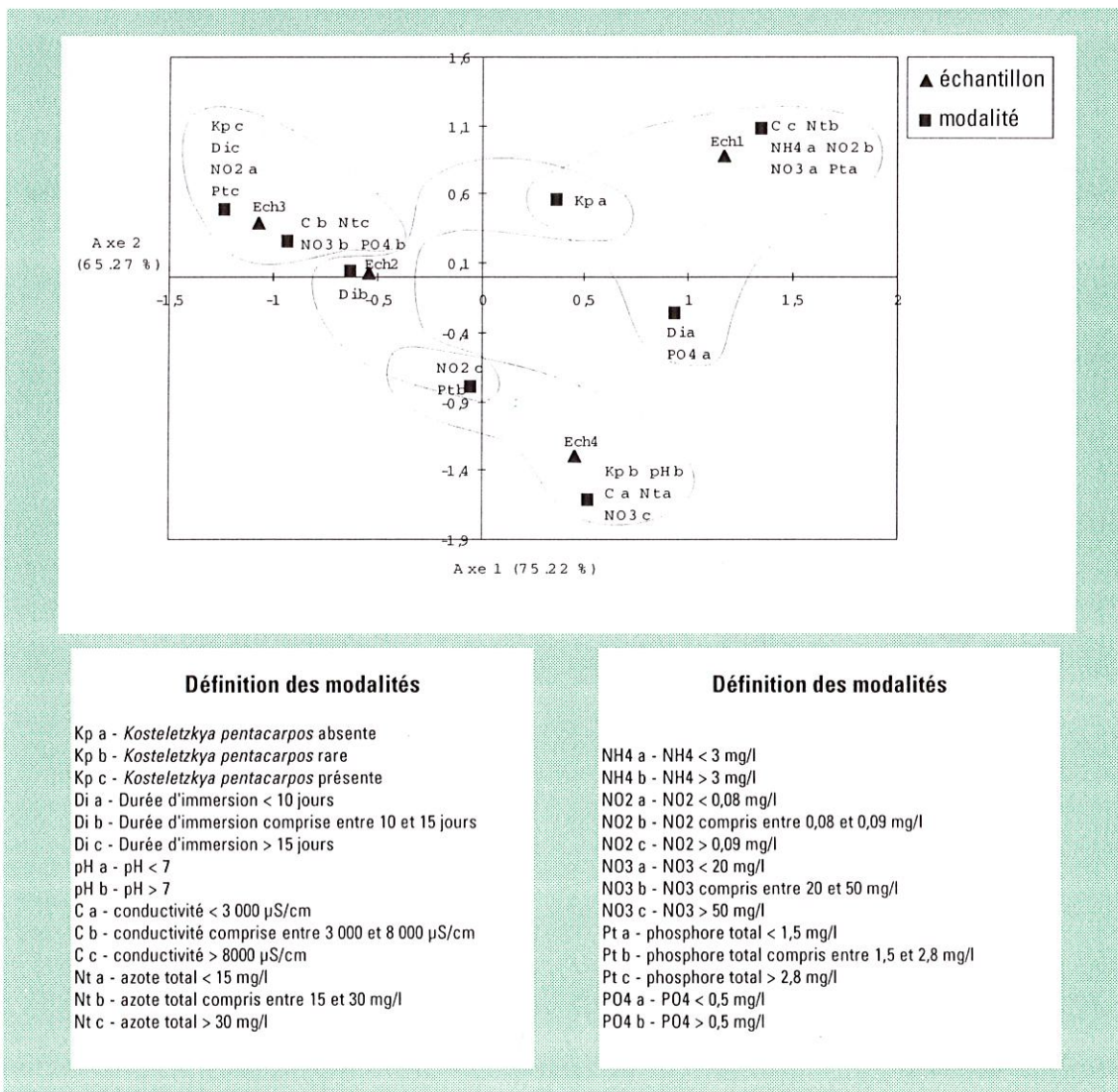
Ces résultats montrent que *Kosteletzkya pentacarpus* privilégie les milieux fortement eutrophisés.

En analysant les résultats concernant le piézomètre P53, localisé dans la zone à *Spartina versicolor* dense et au niveau de laquelle *Kosteletzkya pentacarpus* est absente, on remarque que les valeurs obtenues pour la conductivité et pour le pH ne sont pas des valeurs critiques pour l'espèce (conductivité = 5005 µS/cm, donc comprise entre 5 000 et 10 000 µS/cm et pH = 7,295, donc légèrement inférieur à 7,3). En ce qui concerne les éléments azotés, la teneur en azote total de l'eau est largement inférieure à 15 mg/l (azote total = 7,77 mg/l). La teneur en NH4+ est également un peu faible par rapport aux teneurs nécessaires à la plante (2,5 mg/l au lieu de plus de 3 mg/l). En ce qui concerne la teneur en phosphore total, elle est plus faible que la teneur nécessaire (1 mg/l au lieu de 1,5 mg/l). Au niveau des *Spartina*, l'absence de *Kosteletzkya pentacarpus* ne semble pas liée à des valeurs inadaptées de la conductivité ou du pH. La teneur en éléments nutritifs est vraisemblablement le facteur limitant la répartition. En outre, par suite du caractère héliophile de l'espèce, le degré de fermeture élevé du milieu doit également avoir une forte influence à ce niveau.

■ Zone au nord de l'étang

Comme pour la zone au sud de l'étang, le plan factoriel (1, 2), dont le pourcentage d'inertie total est de 82,64 %, a été retenu pour l'analyse des résultats. Seules, les variables apportant la plus forte contribution aux axes ont été représentées (figure 20). Dans ce cas également, l'AMC permet de mettre en évidence quatre regroupements de modalités, chacun correspondant à un prélèvement différent.

■ FIGURE 20 : Regroupement des différentes modalités utilisées dans l'AMC sur les différents paramètres de la nappe dans la zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpus* au nord de l'étang de Biguglia



Sur le graphe, s'observent les corrélations suivantes :

Modalités corrélées à <i>K. pentacarpus</i> absente	Modalités corrélées à <i>K. pentacarpus</i> présente
Durée d'immersion inférieure à 15 jours	Durée d'immersion supérieure à 15 jours
Conductivité supérieure à 8 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Conductivité comprise entre 3 000 et 8 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Teneur en azote total comprise entre 15 et 30 mg/l	Teneur en azote total supérieure à 30 mg/l
Teneur en ions ammonium inférieure à 3 mg/l	-
Teneur en nitrites supérieur à 0,08 mg/l	Teneur en nitrites inférieure à 0,08 mg/l
Teneur en nitrates inférieure à 20 mg/l	Teneur en nitrates comprise entre 20 et 50 mg/l
Teneur en phosphore total inférieure à 2,8 mg/l	Teneur en phosphore total supérieure à 2,8 mg/l
Teneur en phosphates inférieure à 0,5 mg/l	Teneur en phosphates supérieure à 0,5 mg/l

■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpus* en fonction des localisations des prélèvements d'eau

L'échantillon 2 est corrélé à la modalité Kp a (*Kosteletzkya pentacarpus* absente) et l'échantillon 3 à la modalité Kp c (*Kosteletzkya pentacarpus* présente). Ainsi, comme dans la zone au sud, les *Kosteletzkya pentacarpus* ne se répartissent qu'à une distance significative du plan d'eau. La zone étant beaucoup moins large que celle du sud (trois fois moins large), les plantes restent cependant localisées dans la moitié de la zone la plus proche de la route, sans pour autant être trop près de cette dernière.

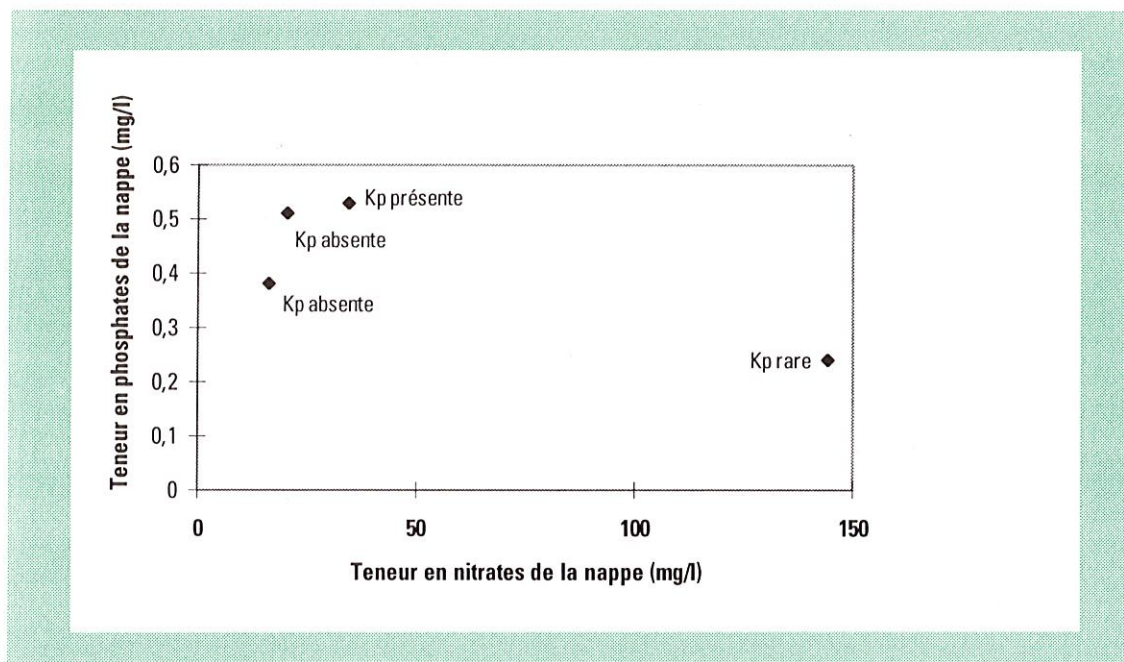
■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpus* en fonction des paramètres de la nappe

Comme dans la zone au sud, la plante est absente des localités où la nappe est trop salée. Elle semble se localiser de façon privilégiée dans les milieux possédant un degré d'humidité élevé (modalité Di c).

La figure 21 montre que les localités où la nappe est eutrophe lui conviennent. En revanche, elle n'est que très peu présente dans les endroits où la teneur en nitrates de la nappe est trop élevée. Ceci montre que le degré de nitrophilie de la plante possède certaines limites.



■ FIGURE 21 : Abondance de *Kosteletzkya pentacarpos* en fonction des teneurs en nitrates et en phosphates de la nappe dans la zone d'étude au nord de l'étang de Biguglia



4-3 CARACTÈRES ÉDAPHIQUES

4-3-1- MÉTHODES

Des prélèvements de sol d'environ 20 cm de profondeur ont été effectués à proximité des piézomètres utilisés pour évaluer les éléments minéraux de l'eau. Ils ont été réalisés les 25 et 26 juin, période où les stations étaient encore inondées, donc saturées en eau.

18 analyses ont été effectuées suivant les méthodes classiques (Annexe 2).

■ Résultats

Les résultats, rassemblés dans le tableau 10 en annexe 3 montrent que dans l'ensemble, les sols sont très riches en matière organique (teneur rarement inférieure à 40 %). Celle-ci est essentiellement composée de racines enchevêtrées de façon plus ou moins compacte. Le rapport C/N est en général supérieur à 12, ce qui montre que cette matière organique est mal décomposée. Lors des prélèvements, tous les sols étaient submergés et donc saturés en eau. Ce sont dans l'ensemble des sols salés et un peu acides. D'après P. Favreau ingénieur agronome à l'Office Départementale Agricole Régionale Corse (comm. orale), par rapport aux sols de la plaine, les taux en calcium (Ca), phosphore assimilable (P) et fer (Fe) sont élevés et ceux en potassium (K), sodium (Na), zinc (Zn) et cuivre (Cu) sont très élevés.

■ Comparaison des éléments entre la zone nord et la zone sud.

Au nord, la quantité d'éléments fins est plus importante et la conductivité est quasiment deux fois plus élevée. Cela paraît logique étant donné que le bassin nord de l'étang est plus ou moins en contact avec la mer au niveau du grau. Ces valeurs sont cependant en désaccord avec celles obtenues pour la nappe. De même, les teneurs en Mg, K et Na sont plus importantes. Par contre, celle de Ca, Fe et Mn sont plus faibles au nord.

■ Comparaison des résultats entre la surface et la profondeur (toutes zones confondues).

Les sédiments ont la même granulométrie en surface (de 0 cm à 5-15 cm) et en profondeur (de 5-15 cm à 25-30 cm). La matière organique et surtout l'azote ont des teneurs plus élevées en surface mais la décomposition de cette matière organique est comparable pour les deux niveaux (elle est faible). Le pH est nettement moins acide en surface. P et Zn ont des teneurs deux fois plus élevées en surface. D'après P. Favreau, le fait que le sol soit très organique favorise la mobilisation du phosphore organique. De plus, comme le sol est submergé, le phosphore s'y trouve sous forme réduite, donc moins lié au fer et au manganèse, et par conséquent, plus disponible. Il peut ainsi migrer par lessivage latéral ou vertical. Le fer assimilable est plus faible en surface. Il est possible que de fortes réductions permettent sa mobilisation par lessivage.

■ Comparaison entre les divers prélèvements de la zone sud.

La fosse 1 correspond au substrat le plus salé (conductivité = 6230 μ S/cm). En bordure d'étang, sur toute la longueur de la station en face de la Caisse Centrale d'Action Sociale (C.C.A.S.) existe un dépôt de coquilles. Celui-ci entraîne un taux de calcium élevé (35 meq/100 g de terre) et par conséquent, un pH beaucoup plus basique que celui des autres prélèvements. A cet endroit, le sol possède une faible teneur en matière organique. Le rapport C/N de 6,5 montre qu'elle est bien décomposée. Ce milieu, moins sensible à la montée de la nappe car un peu surélevé, facilite les phénomènes de décomposition de la matière organique. La couche d'humus, beaucoup moins épaisse que celle des autres prélèvements, est plus aérée et mêlée à de nombreuses coquilles. Cet horizon est plus riche en Na, Ca et Mn, mais plus pauvre en Cu, Zn et Fe. Sa couleur noire, et non rougeâtre comme celle des autres horizons, illustre la faible teneur en fer. En général, le calcium est corrélé à la matière organique et augmente presque de façon linéaire avec elle. Or ici, le taux de Ca est fort alors que celui de la matière organique est faible. D'après P. Favreau (comm. orale), ceci se produit en présence de pH basiques de l'ordre de 7,5 à 8. C'est le cas ici (pH = 7,47).

Les fosses 2, 3 et 4 se situent de plus en plus loin de l'étang. La conductivité et la teneur en sodium sont comparables pour les fosses 2 et 3, moins élevées que pour la fosse 1 mais plus élevées que pour la fosse 4. Ceci montre donc qu'il existe un gradient de salinité décroissant du plan d'eau vers la route, comme on l'a observé pour la nappe.

La fosse 2 possède un horizon inférieur beaucoup plus organo-minéral que les autres fosses. Ceci est mis en évidence par la valeur du rapport C/N (11,7) et par un faible taux de matière organique comparé aux autres prélèvements (fosse 1 non comprise).

La fosse 4 possède un peu moins de limons fins et de sables grossiers que les autres mais un peu plus de sables fins. Elle est un peu plus riche en phosphore assimilable et en calcium ce qui retentit sur le pH, moins acide (6,58). Elle est, en revanche, plus pauvre en fer, manganèse et zinc.

La fosse 5, qui se trouve à la même latitude que la fosse 3 mais pas sur le même transect, possède une conductivité très élevée (6780 μ S/cm), supérieure à celle de la fosse 1. Cela entraîne une teneur élevée en Na (30 meq/100 mg de terre) et en K (2,4 meq/100 mg de terre). Son pH est relativement acide. Elle possède également un taux de Zn et de P assez élevé.

■ Comparaison entre les prélèvements de la zone nord.

Au niveau des prélèvements de la zone nord, le gradient de conductivité ne se retrouve pas. Les fosses 7 et 8 sont les plus salées. La végétation appartient aux *Arthrocnemetea fruticosi* (avec des groupements à salicornes vivaces). La ceinture à *Cladium mariscus*, présente au niveau de la fosse 9, traduit un caractère moins salé. La texture du sédiment organo-minéral (horizons B et C) de la fosse 9 est nettement moins riche en éléments fins (argile et limon fin), mais plus riche en sable que les autres fosses. L'horizon C possède un taux de matière organique bas comparé aux autres horizons. Il semble qu'en profondeur se produise une meilleure dégradation (C/N = 9,5).

Les sols les plus salés (fosses 6, 7 et 8) sont plus riches en magnésium, potassium, sodium, fer et zinc que ceux de la fosse 9.

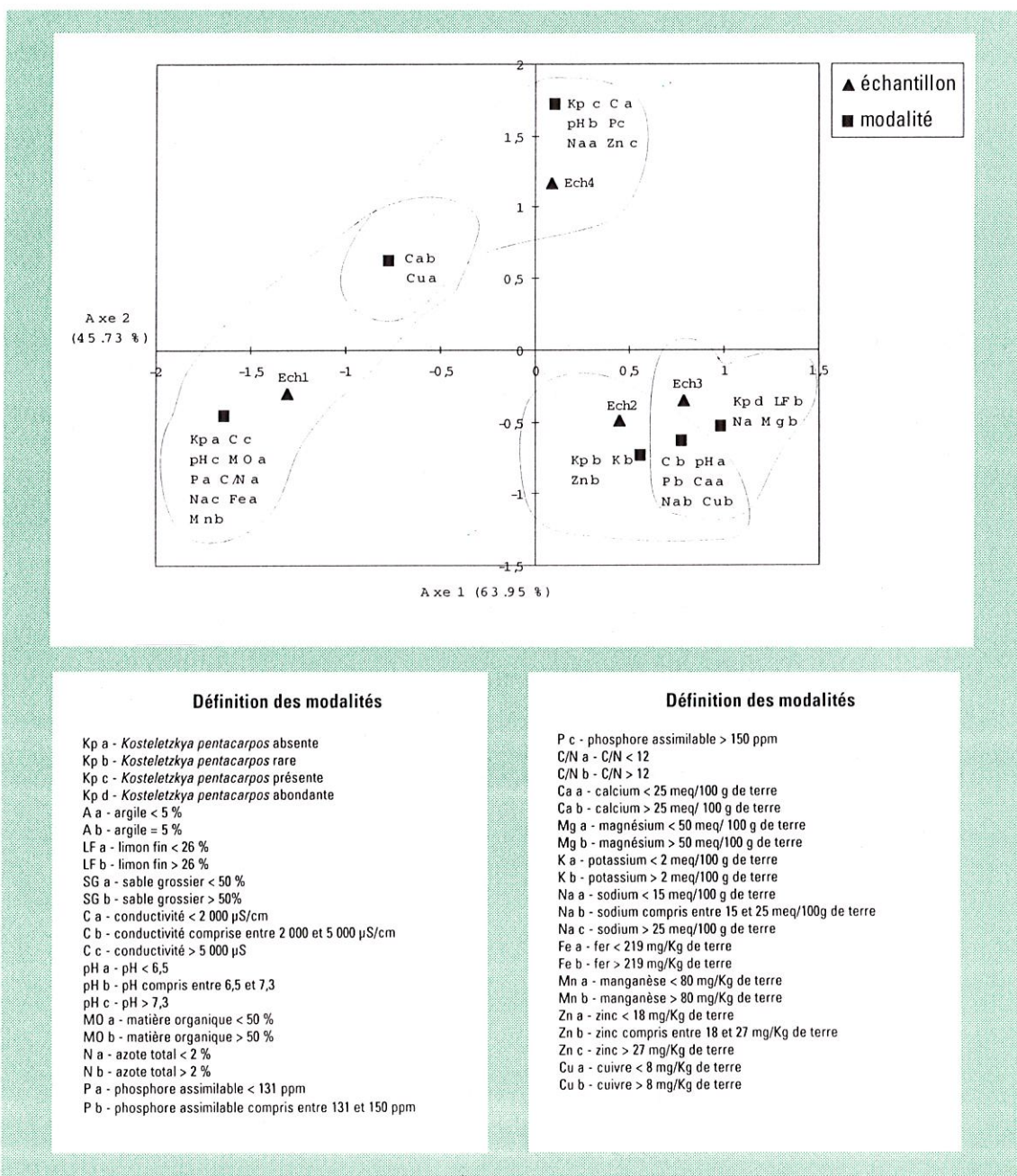
4-3-3- INTERPRÉTATION

Afin de comprendre la répartition de *Kosteletzkya pentacarpos* en fonction des différents paramètres du sol, des AMC ont été réalisées. Dans ce cas, elles possèdent 20 variables dont une qualitative, la présence de *Kosteletzkya pentacarpos*. Les modalités de cette variable sont identiques à celles utilisées pour les deux AMC précédentes. Au vu des caractéristiques de l'appareil racinaire de la plante (chevelu de racines adventives en surface), seules ont été prises en compte les valeurs des horizons supérieurs des fosses.

■ Zone au sud de l'étang

Dans le plan factoriel (1, 2) qui présente une inertie totale de 78.96 %, l'AMC permet de différencier quatre groupes, chacun correspondant à un échantillon (figure 22).

■ FIGURE 22 : Regroupement des modalités utilisées dans l'AMC sur les différents paramètres du sol dans la zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* au sud de l'étang de Biguglia



■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpos* en fonction des localisations des prélèvements de sol.

L'échantillon 1 et la modalité Kp a (*Kosteletzkya pentacarpos* absente) sont corrélés négativement à l'axe 1, tandis que l'échantillon 3 et la modalité Kp d (*Kosteletzkya pentacarpos* abondante) lui sont corrélés positivement. Cela signifie qu'au niveau de la fosse 1, aucun pied de *Kosteletzkya pentacarpos* n'est présent alors qu'au niveau de la fosse 3 la plante est abondante.

■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpos* en fonction des paramètres du sol.

La figure 22 montre les corrélations suivantes :

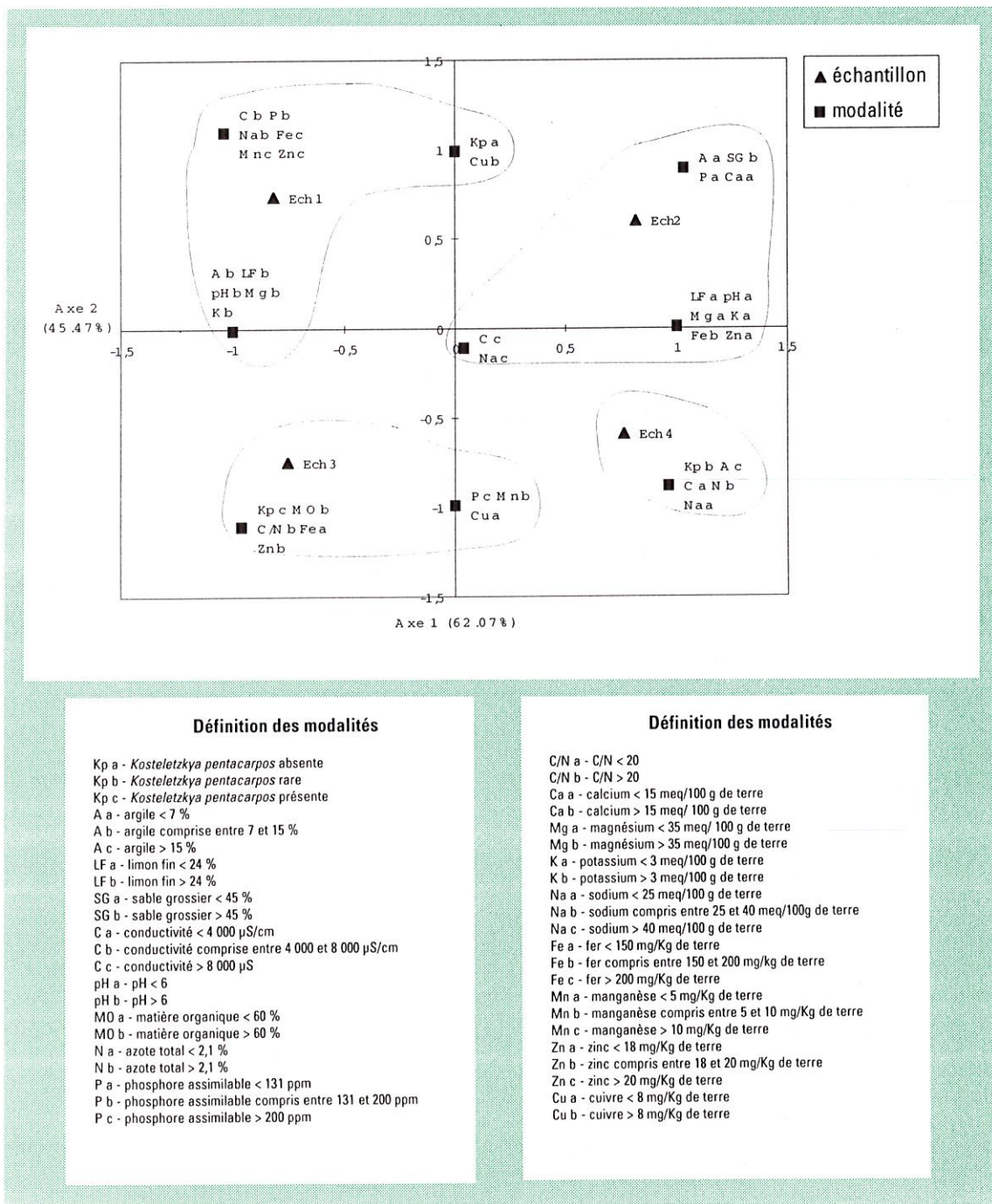
Modalités corrélées à <i>K. pentacarpos</i> absente	Modalités corrélées à <i>K. pentacarpos</i> abondante
-	teneur en limon fin supérieure à 26 %
conductivité supérieure à 5 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	conductivité comprise entre 2 000 et 5 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
pH supérieur à 7,3	pH inférieur à 6,5
teneur en matière organique inférieure à 50 %	-
-	teneur en azote total inférieure à 2 %
teneur en phosphore assimilable inférieure à 131 ppm	teneur en phosphore assimilable comprise entre 131 et 150 ppm
C/N inférieur à 12	-
teneur en Ca supérieure à 25 meq/100 g de terre	teneur en Ca inférieure à 25 meq/100 g de terre
teneur en Na supérieure à 25 meq/100g de terre	teneur en Na comprise entre 15 et 25 meq/100g de terre
teneur en Fe inférieure à 219 mg/Kg de terre	-
-	teneur en Mg supérieure à 50 meq/100 g de terre
teneur en Mn supérieure à 80 mg/Kg de terre	-
-	teneur en Zn inférieure à 18 mg/Kg de terre
teneur en Cu inférieure à 8 mg/Kg de terre	teneur en Cu supérieure à 8 mg/Kg de terre

La différence de conductivité est nettement significative entre les deux cas, et semble trop élevée au niveau de la première fosse, où *Kosteletzkya pentacarpos* est absent (6 230 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Comme il existe une forte corrélation linéaire entre la conductivité et la teneur en sodium, la différence se fait également ressentir au niveau de cet élément. La différence de salinité est infime entre les fosses 2 et 3 et cependant l'espèce est rare au niveau de la fosse 2. Il se pourrait donc que la salinité du milieu ne soit pas un facteur limitant à proprement parler et que ce soit plutôt une combinaison de plusieurs facteurs, interagissant les uns sur les autres, qui limite l'expansion du taxon. Une différence importante existe au niveau des pH. La fosse 1, très riche en calcium, possède un pH beaucoup plus basique que celui des autres fosses. Cependant, il ne semble pas que la teneur en calcium soit un facteur limitant l'expansion de la plante, puisqu'au niveau de la fosse 4 la teneur en calcium est quasiment similaire à celle de la fosse 1, et pourtant *Kosteletzkya pentacarpos* est présent. Le pH est en revanche, beaucoup moins basique. En ce qui concerne la granulométrie, il semble que *Kosteletzkya pentacarpos* soit parfaitement adapté à des sols riches en éléments fins. En outre, une importante teneur en matière organique (> 50 %) paraît lui convenir. Si l'on compare maintenant la fosse 5, au niveau de laquelle *Kosteletzkya pentacarpos* est absent, avec la fosse 3 où *Kosteletzkya pentacarpos* est abondant, la conductivité est particulièrement élevée au niveau de l'échantillon 5 (6 780 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les taux de sodium et de potassium y sont également plus importants.

Zone au nord de l'étang

Le plan factoriel (1, 2), qui représente 74,45 % de l'inertie totale, a été choisi pour interpréter les résultats (figure 23). Le graphe met en évidence quatre groupements, chacun lié à un échantillon.

FIGURE 23 : Regroupement des modalités utilisées dans l'AMC sur les différents paramètres du sol dans la zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* au nord de l'étang de Biguglia



■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpus* en fonction des localisations des prélèvements de sol

L'échantillon 1 est corrélé avec la modalité Kp a (*Kosteletzkya pentacarpus* absente) et l'échantillon 3 avec la modalité Kp c (*Kosteletzkya pentacarpus* présente). Sur le terrain, l'échantillon 2 ne comporte pas non plus de *Kosteletzkya pentacarpus*.

■ Répartition de *Kosteletzkya pentacarpus* en fonction des paramètres du sol

La figure 23 montre les corrélations suivantes :

Modalités corrélées à <i>K. pentacarpus</i> absente	Modalités corrélées à <i>K. pentacarpus</i> présente
Teneur en argile comprise entre 7 et 15 %	-
Teneur en limon fin supérieure à 24 %	-
Conductivité comprise entre 4 000 et 8 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	-
pH supérieur à 6	-
-	Teneur en matière organique supérieure à 60 %
Teneur en phosphore assimilable comprise entre 131 et 200 ppm	Teneur en phosphore assimilable supérieure à 200 ppm
-	C/N supérieur à 20
-	-
Teneur en Na comprise entre 25 et 40 meq/100g de terre	-
Teneur en Mg supérieure à 35 meq/100 g de terre	-
Teneur en K supérieure à 3 meq/100 g de terre	-
Teneur en Fe supérieure à 200 mg/Kg de terre	Teneur en Fe inférieure à 150 mg/Kg de terre
Teneur en Mn supérieure à 10 mg/Kg de terre	Teneur en Mn comprise entre 5 et 10 mg/Kg de terre
Teneur en Zn supérieure à 20 mg/Kg de terre	Teneur en Zn comprise entre 18 et 20 mg/Kg de terre
Teneur en Cu supérieure à 8 mg/Kg de terre	Teneur en Cu inférieure à 8 mg/Kg de terre

Dans cette zone, *Kosteletzkya pentacarpos* semble adapté à des taux de salinité importants, supérieurs à 10 000 μS et, par là même, à des fortes teneurs en sodium. Le taux de matière organique de la fosse 3 est particulièrement élevé et dépasse largement les 60 % (80,2 %). Cette matière est très mal dégradée (C/N = 24,7) ce qui signifie que le sol est très riche en carbone. Enfin, il semble que la plante nécessite sur ce site, des teneurs en oligoéléments assez faibles (par rapport aux teneurs rencontrées dans l'étang).

■ Conclusions sur les caractéristiques édaphiques.

Il est difficile de faire une synthèse édaphique sur les deux zones et de définir précisément les caractéristiques édaphiques de *Kosteletzkya pentacarpos*. En effet, si au sud l'espèce ne se trouve pas sur les bords de l'étang, car le site est trop salé, comment se fait-il qu'au nord elle arrive à croître sur des biotopes où la teneur en sels dépasse largement celle du sud (presque le double) ?

L'installation de la population au sud étant vraisemblablement plus récente que celle du nord, il est fort possible qu'elle ne soit pas terminée. D'ailleurs, au niveau du transect 3, *Kosteletzkya pentacarpos* se rencontre à 12 m du plan d'eau. De plus, plusieurs pieds s'observent çà et là à quelques mètres de la bordure de l'étang, certains même possédant des fleurs. Si la fructification est efficace, il n'est pas impossible qu'avec le temps, de plus en plus de pieds s'implantent à proximité du plan d'eau.

Il ressort que **l'espèce semble privilégier les biotopes assez riches en éléments fins qui retiennent, par conséquent, les éléments nutritifs. Des pH légèrement acides semblent lui être favorables. Enfin, il se pourrait que les milieux très riches en matière organique faiblement dégradée lui conviennent assez bien.**

C.3 COMPARAISON AVEC LES AUTRES STATIONS DE LA CORSE

CHAPITRE

1 STATIONS DES BORDURES DE L'ÉTANG DE GRADUGINE

Situé au sud de Ghisonaccia, l'étang de Gradugine est compris entre les fleuves Abatescu au sud et Fium'Orbu au nord. D'une superficie de 11 ha pour une profondeur maximale de 3,5 m, il est ceinturé par le grand marais de Canna (plus de 150 ha), en partie drainé (carte 5, annexe 11). Le pourtour de l'étang est constitué d'alluvions récentes sablo-argileuses très hydromorphes, tandis que les marais de Canna sont plus limono-argileux et légèrement tourbeux (Frisoni et al., 1978).

La communication entre l'étang et le Fium'Orbu paraît exceptionnelle. Le plan d'eau est alimenté par les eaux d'infiltration issues du marais de Canna et par un diverticule de l'Abatescu. En été, l'embouchure de celui-ci est fermée, mais un mince filet d'eau se jette dans l'étang. Des infiltrations d'eau marine sous le cordon littoral ne sont pas à exclure et peuvent expliquer la présence d'espèces subhalophiles (*Tamarix africana*, *Scirpus maritimus*).

■ Localisation des micro-stations de *Kosteletzkya pentacarpos*.

Les populations de *Kosteletzkya pentacarpos*, considérées jusqu'à 1996 comme les plus belles de Corse (Paradis, 1993 ; Lorenzoni, 1996), se répartissent en plusieurs petites micro-stations, des côtés est et nord-ouest de l'étang (carte 5, annexe 11).

Côté est. La comparaison de deux transects, effectués l'un en 1992 (Paradis, 1993) et l'autre en juillet 1997, montre que du côté est, le milieu a beaucoup changé avec une tendance très nette à la fermeture et une réduction du nombre de touffes de *Juncus acutus* qui sont recouvertes par l'expansion d'*Elytrigia atherica*. Cette fermeture s'explique par un abandon du pâturage bovin en ces lieux, l'éleveur préférant parquer ses bêtes de façon à limiter leurs divagations sur le cordon lagunaire et afin qu'elles soient mieux nourries. De plus, le milieu semble s'être adouci, la ceinture de *Typha angustifolia* en étant l'illustration (figure A', annexe 12).

Côté nord-ouest. Du côté nord-ouest de l'étang, la station est un peu différente. On y trouve plus d'espèces de marais telles que *Carex acutiformis*, *Juncus effusus*, *Phragmites australis*, *Tamarix africana*... La construction d'une digue en terre, à partir de 1993, a favorisé l'ouverture du milieu et, par là-même la présence de nombreux pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* sur les pourtours de la digue. Le pâturage de bovins, intense ici, maintient le milieu ouvert et est un autre facteur favorable à l'expansion de *Kosteletzkya pentacarpos*.

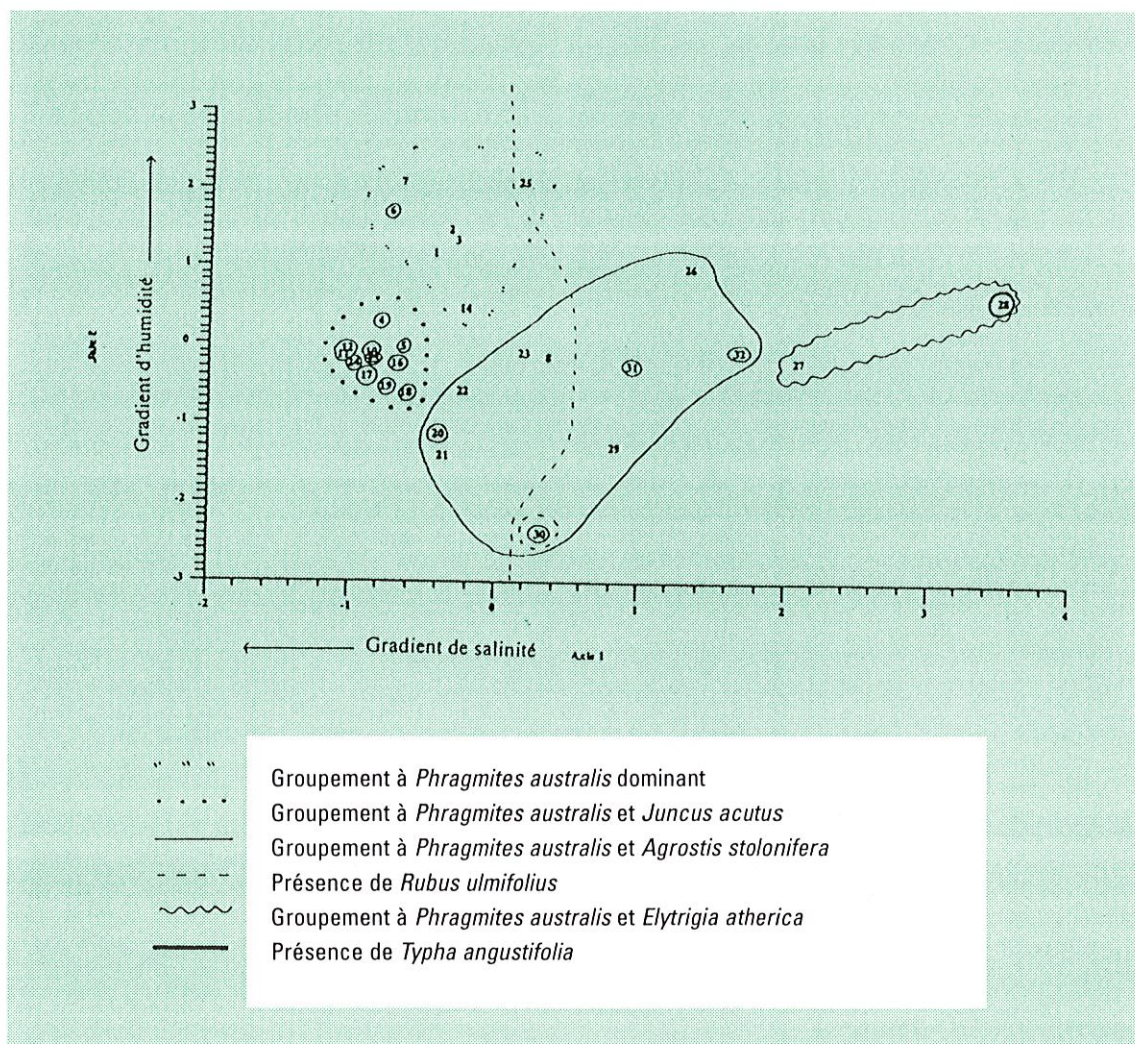
■ **Etude des populations de bordure de l'étang de Gradugine**

Des relevés phytosociologiques ont été effectués, d'une part, le long d'un transect (relevés n° 1 à 7) et d'autre part, chaque fois qu'un certain nombre de pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* était observé (tableaux et schémas en annexe 12).

■ **Comparaison des populations de l'étang de Gradugine avec celles de réserve naturelle de l'étang de Biguglia**

Afin de comparer les relevés phytosociologiques des deux sites, une AFC a été réalisée. La matrice comporte 32 relevés, ceux présentant *Cladium mariscus* ayant été écartés. Le plan factoriel (1, 2), possédant le meilleur pourcentage d'inertie (25,21 %), a été choisi comme plan de représentation (figure 24).

■ **FIGURE 24 :** Plan de représentation des relevés phytosociologiques de l'étang de Gradugine et de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia sur les axes 1 et 2



L'axe 1 met en évidence le gradient de salinité. En effet, le graphe montre que cet axe est corrélé positivement au groupement à *Elytrigia atherica*. Le relevé 28, à l'extrémité, possède en plus l'espèce *Typha angustifolia*, caractéristique des biotopes humides et oligohalins. A ce groupement s'oppose le groupement à *Juncus maritimus*, bien représenté dans les milieux plus saumâtres. (Le relevé 30, caractérisé par *Rubus ulmifolius*, espèce des milieux peu humides non salés, possède un pourcentage de corrélation faible avec l'axe 1 (5,9 %) et ne participe donc pas à son interprétation). En séparant les relevés de l'étang de Gradugine et ceux de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, l'axe 1 révèle une importante différence entre les deux sites : l'un est oligohalin (Gradugine) et l'autre plus saumâtre (Biguglia). L'axe 2 met en évidence le facteur humidité. Il est corrélé positivement au groupement à *Phragmites australis*, bien représenté dans les biotopes humides. Le groupement à *Rubus ulmifolius*, caractéristique des milieux plus secs, est corrélé négativement à l'axe.

Conclusions. Adaptation à la salinité. Tous les relevés où *Kosteletzkya pentacarpos* est bien représenté (coefficient d'abondance-dominance entre 2b et 3) ont été entourés sur le graphe. On constate que sur l'ensemble des deux étangs, l'amplitude d'adaptation à la salinité de *Kosteletzkya pentacarpos* semble être plus importante en bordure de l'étang de Gradugine que dans la réserve naturelle de l'étang de Biguglia. En effet, le relevé 32 (Gradugine) comporte des espèces des milieux doux, telles que *Typha angustifolia*, *Juncus effusus* ou *Carex acutiformis*, très rarement présentes sur la rive est de l'étang de Biguglia. *Kosteletzkya pentacarpos* est donc capable de vivre dans des biotopes à très faibles taux de salinité.

Du point de vue humidité, l'analyse montre que *Kosteletzkya pentacarpos* est méso-hygrophile, c'est à dire qu'elle nécessite un degré d'humidité ni trop faible, ni trop important, ce qui est en accord avec les observations sur la réserve naturelle de l'étang de Biguglia. Cependant, près de l'étang de Gradugine, certains pieds ont été observés à proximité de l'eau, voire même dans l'eau. Dans la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, certains pieds ont été également observés à moins de trois mètres du plan d'eau. (Si la plante est capable de vivre dans de telles conditions écologiques, il est possible que dans quelques années, se produise une extension des populations en direction des plans d'eau).

■ Propositions de gestion du site

La pression touristique sur les biotopes à *Kosteletzkya pentacarpos* des bordures de l'étang de Gradugine est très faible. Mais la présence d'espèces nitrophiles, telles que *Paspalum distichum* ou *Polygonum lapathifolium*, montre que le milieu est relativement riche, ce qui paraît favorable à *Kosteletzkya pentacarpos*, dont certains pieds atteignent deux mètres. Cependant une eutrophisation trop importante ne sera pas favorable. Aussi, il serait souhaitable de contrôler de façon plus stricte les rejets dans la zone et vérifier si les infrastructures en matière d'assainissement sont suffisantes. Les aménagements littoraux (campings, marinas, bungalows) de la commune de Ghisonaccia ainsi que la présence de caves vinicoles sur le bassin versant pourraient ne pas être sans influence.

Le pâturage de bovins, important dans les marais de Canna, au nord et au nord-ouest de l'étang de Gradugine, en maintenant un degré d'ouverture constant du milieu, favorise la présence de *Kosteletzkya pentacarpos*. Par contre, du côté est de l'étang, la suppression de ce pacage a entraîné une fermeture du milieu. Les touradons à *Juncus acutus*, décrits par Paradis (1993), ne sont plus visibles aujourd'hui et se confondent avec le reste de la végétation. De plus, sur les marges du marais, les ronces (*Rubus ulmifolius*) avancent à partir du revers du cordon littoral et ont tendance à envahir la roselière. Par leur recouvrement, ils provoquent la disparition de certaines espèces et notamment celle de *Kosteletzkya pentacarpos*. Il faudrait donc, dans les zones qui se referment, limiter le recouvrement végétal, soit de façon mécanique, soit en réintroduisant le pâturage.

2 STATIONS DU DOMAINE DE PINIA

Le Domaine de Pinia, localisé sur la commune de Ghisonaccia et d'une superficie de 363 ha, est limité au nord par l'ancien grau de l'étang d'Urbino et au sud par la plage de Vignale. Il appartient au Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres et fait actuellement l'objet de mesures de protection et de gestion.

Trois stations de *Kosteletzkya pentacarpos* sont signalées (Lorenzoni, 1996) en bordure de marais, occupant des dépressions pouvant recevoir de l'eau de mer lors des fortes tempêtes hivernales.

Station 1. La première station, la plus méridionale, se situe à l'est du marais de Vangalelli, en lisière d'une roselière. Le substrat, différent de celui de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, est très sableux et sec. Des morceaux de branches apportés par la mer forment à sa surface un épais tapis boisé. La végétation comprend *Althaea officinalis*, *Tamarix africana*, *Phragmites australis* mesurant à peine 1 m de hauteur et *Elytrigia atherica*.

D'après A. Manfredi, garde du Conservatoire du Littoral sur le Domaine de Pinia (comm. orale), 17 pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* ont réussi à traverser l'épaisseur de bois juste après les pluies du début du mois de juin 1997. La sécheresse ultérieure est à l'origine de l'aspect désolé de la station : les pieds mesurent moins de 35 cm et aucun bouton floral n'a été observé.

En comparant avec les données recueillies dans la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, la croissance a, ici, commencé un mois et demi plus tard. Il semblerait que les pluies survenues au début du mois de juin aient amorcé la croissance des pieds en humidifiant le milieu, relativement sec auparavant.

Les conditions fréquemment variables du milieu (sécheresse, tempêtes...) rendent ce biotope hostile. Il est probable que la population de *Kosteletzkya pentacarpos* ne s'y maintiendra pas longtemps.

Station 2. La seconde station se trouve au nord-est du marais de Cattolica, qui est une petite vallée encaissée, en arrière de la plage.

Deux pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* avaient été observés et marqués en 1996. Un seul a été vu en juillet 1997. La sécheresse semble être le principal facteur responsable de la dormance du second pied, la végétation, à *Agrostis stolonifera* dominant, étant peu dense. (Il est possible qu'avec une fin de printemps bien arrosée, d'autres pieds dormants réapparaissent sur le site. Il faudrait s'assurer que la plante est capable de persister dans le sol à l'état dormant plusieurs années consécutives).

L'unique pied de *Kosteletzkya pentacarpos* de la station a le même aspect chétif que celui de la station précédente, mais possède un plus grand nombre de tiges, sans doute en raison d'un âge plus avancé (bien que cela ne soit pas un critère de longévité) (photographie 17, annexe 1). A sa base, trois plantules, issues de germinations, ont été observées. Du fait de la rareté des épisodes pluvieux, ces plantules ne persisteront pas.

Donc, comme la précédente, cette station semble relativement en danger et sa survie dépend des conditions climatiques.

Station 3. La troisième station la plus au nord du domaine de Pinia, au niveau de l'aire de stationnement n° 4. Ancrée au sein d'une dépression est un peu plus profonde que les autres et où l'humidité persiste jusqu'au mois de juillet, elle semble être la seule à pouvoir se maintenir.

Elle comprend deux micro-stations, la première en lisière d'une roselière et la seconde, un peu plus en arrière, au sein de laquelle croissent des espèces des *Molinio-Arrhenatheretea* (photographies 18 et 19, annexe 1). Toutes deux comprennent une vingtaine de pieds de *Kosteletzkya pentacarpos*, qui paraissent plus grands, plus sains et plus vigoureux que ceux des stations précédentes, certains même étant en fleurs.

Bien que le caractère persistant de cette station puisse être déduit des observations, une fermeture du milieu n'est pas à exclure. Aussi, ce site doit être surveillé, le maintien d'un certain degré d'ouverture par voie mécanique est à envisager.

(Remarque. Le bouturage de *Kosteletzkya pentacarpos* étant possible, un renforcement des populations des deux autres stations peut être envisagé à partir de leurs pieds mères. Si le taux de réussite par cette méthode s'avère trop faible, une solution reste possible grâce à la banque de graines de la station 3. Il faudrait évidemment vérifier si elle existe et si elle est assez conséquente. Si la facilité des germinations, notée à Biguglia, se retrouve ici, il sera aisé d'obtenir des plantules et de les réintroduire sur les deux sites à risques).

3 STATION NATURELLE ET ESSAI DE RÉINTRODUCTION SUR LES BORDS DE L'ÉTANG DE PALO

L'étang de Palo, avec une superficie de 110 ha, fait partie des grands étang et zones humides de la Corse. Compris entre le fleuve Abatescu et la base aérienne de Solenzara (elle-même juste au nord du fleuve Travu), il est allongé parallèlement au rivage et partagé en deux par la presqu'île d'Isola (Carte I. G. N., 1990; Frisoni et al., 1978). Cet étang d'origine lagunaire (de Casabianca et al., 1967) se situe sur des alluvions récentes. Il est en partie constitué par des vases riches en matière organique sauf sur les rives est et ouest, formées d'éléments plus grossiers (respectivement sables et graviers). Des sols asphyxiques et des limons constituent la partie nord. Celle-ci reçoit les eaux d'infiltration transitant par une dépression marécageuse qui met en relation l'étang avec les marais adjacents à l'embouchure de l'Abatescu. Au sud, la zone de communication avec la mer étant souvent colmatée, il existe une zone de débordement dans la partie médiane du lido (Frisoni et al., 1978).

Six fois plus petit que l'étang de Biguglia et légèrement moins profond, l'étang de Palo présente des biotopes analogues mais des biocénoses plus pauvres, en raison de grands écarts de température et de salinité, les faibles apports en eau douce et l'évaporation considérable engendrant des salinités variant de 7,5 à 41 ‰ (de Casabianca, 1972-73).

En ce qui concerne la végétation de bordure, la partie la plus intéressante est la zone étendue (40 ha) au nord. Elle se compose d'une mosaïque de roselières, jonchaies et enganes cernées par un rideau de *Tamarix africana*. Les rives ouest et sud, ainsi que la presqu'île, sont couvertes par un maquis assez épais.

L'étang de Palo est propriété, depuis 1994, du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres. Il fait l'objet de plusieurs mesures de gestion et de protection et c'est pour cela que la réintroduction de *Kosteletzkya pentacarpos* a pu y être envisagée.

■ Station naturelle de *Kosteletzkya pentacarpus*

Quelques pieds de *Kosteletzkya pentacarpus* avaient été signalés par Dutartre en 1981 (Lambinon et al., 1986) dans les marais autour de l'étang de Palo. En 1993 deux petites touffes ont été observées par A. Fridlender (inédit) au nord de l'étang à la hauteur du parking d'accès. Ces pieds et quelques autres ont été retrouvés en 1994 par A. Fridlender (inédit), qui signalait que la zone était fortement piétinée. La station n'avait pas été observée en 1995 et 1996. En août 1997, A. Manfredi a retrouvé une vingtaine de pieds de *Kosteletzkya pentacarpus*, environ 10 m en arrière de la zone où l'espèce a été réintroduite en 1996.

■ Protocole de réintroduction

Le 11 novembre 1996, 15 boutures racinées (issues du Conservatoire Botanique National de Porquerolles) ont été plantées en 2 lots à proximité du lieu d'observation par A. Fridlender des anciens pieds mères : 9 plants sur une placette humide et 6 plants sur une placette un peu plus sèche, l'ensemble des 2 placettes représentant une superficie d'environ 10 m². Chaque plant a été repéré à l'aide d'un tuteur en bois. La parcelle a été clôturée pour éviter tout passage, que ce soit de 4x4 ou de promeneurs. (Le plan des plantations et une fiche répertoriant les caractéristiques du milieu nous ont été fournis par C. Piazza, Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de la Corse).

En 1997, huit mois après la réintroduction des quinze pieds, cinq se sont bien développés, ce qui représente un taux de réussite d'environ 33 %. Ce taux, apparemment peu élevé, n'est pas un signe d'échec, car les pieds développés en 1997 se situent dans la placette la plus humide, ce qui montre le caractère quelque peu hygrophile du taxon. Par ailleurs, la proximité de la mer, malgré la protection par un petit bosquet d'arbustes (myrtes et lentisques) n'exclue pas un taux de salinité élevé du milieu. De plus, le substrat largement sableux de la zone est peut-être aussi à mettre en cause, ce type de sol ne retenant que très peu l'humidité.

En outre, la plante a pu subir un stress. En effet, la culture des plants ayant été d'abord effectuée à Porquerolles, il est probable que ceux-ci ont mal supporté le changement de milieu, les plantes ayant souvent besoin d'un certain temps d'adaptation avant de se développer de manière optimale. Il est donc possible qu'en 1998 un nombre plus important de pieds réimplantés se développera.

Les plants réintroduits à Palo sont à suivre régulièrement et attentivement, de manière à pouvoir apprécier les capacités de la plante à se développer après bouturage et à s'adapter à un changement de milieu. Les résultats obtenus au fil des années permettront d'évaluer ce mode de réintroduction par bouture sur d'autres sites.

C.4 PROPOSITION D'AMÉNAGEMENT DE LA RÉSERVE NATURELLE DE L'ÉTANG DE BIGUGLIA

CHAPITRE

1 DOIT-ON PRÉSENTER *Kosteletzkya pentacarpus* AU PUBLIC ?

L'un des principaux objectifs de la réserve est de présenter les divers atouts du site de l'étang de Biguglia tout en sensibilisant le public à la protection de la nature. L'aménagement d'un sentier du côté est, sur la rive de l'étang, permettra de faire visiter en libre accès cette partie de la réserve en évitant les débordements sur le milieu. Etant donné que les stations de *Kosteletzkya pentacarpus* se trouvent de ce côté-ci de la réserve, le tracé définitif du sentier devra en tenir compte.

L'un des problèmes qui se pose est de savoir si l'on doit ou non présenter l'espèce au public. *Kosteletzkya pentacarpus*, espèce rare et protégée au niveau européen (annexe IV du projet de la Directive « Habitats » C.E.E. 92/43, relative aux habitats de la faune et de la flore sauvages), n'est actuellement qu'assez faiblement représentée mondialement. Son aire de répartition s'étend en Russie méridionale, en Iran, en Italie, en Espagne et en Corse. Elle n'est pas présente en Crète, à Chypre et en Afrique du Nord. Sur le territoire français, l'espèce n'existe que dans les localités de la côte orientale corse mentionnées précédemment.

Par suite du petit nombre de stations ouest-méditerranéennes, il paraît normal de protéger le plus possible les différents biotopes au sein desquels elle se maintient. Mais pour des mesures efficaces de protection optimale, le parti pris est de sensibiliser le grand public à ce type de préservation et de gestion et notamment, dans un premier temps, lui faire connaître l'espèce.

La bordure de l'étang de Biguglia possédant la plus grande station de Corse et ayant le statut envié de Réserve Naturelle de France, s'avère être l'endroit idéal pour montrer la plante.

En expliquant aux visiteurs que l'espèce est protégée et qu'il ne faut, par conséquent, ni la cueillir ni dégrader son biotope, on pourra arriver à une bonne gestion à condition que chacun respecte les recommandations.

Nous proposons un type d'aménagement qui présente *Kosteletzkya pentacarpos* au public sans pour autant détériorer ses différentes stations.

2 ITINÉRAIRE DU SENTIER

Un tracé du sentier a déjà été proposé par les paysagistes Freyret et Chazelle (1992). Cet itinéraire doit cependant respecter les priorités de gestion de la réserve, à savoir préserver la nature tout en la présentant au public. Il doit permettre aux visiteurs de rencontrer le maximum de biotopes. La largeur du sentier, définie pour minimiser l'impact sur la végétation et pour permettre l'accès à un nombre conséquent de visiteurs, sera de 1,2 m environ. Ainsi, lors des visites guidées en groupe, l'ensemble du groupe doit pouvoir entendre les commentaires.

Une esquisse du sentier a été réalisée *in situ* en 1996 par les agents d'entretien de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia. Durant notre étude (printemps et été 1997), il a été constaté que la végétation s'était quasiment refermée. Il en ressort que ce type de milieu nécessite un entretien régulier (déboursoillage,...) pour permettre un accès continu au public.

Par ailleurs, la zone étant souvent inondée, on doit surélever le sentier, soit en constituant une digue en sable ou graviers, soit en construisant des passages sur platelage en bois.

Cependant l'itinéraire provisoire proposé par Freyret et Chazelle (1992) ne prend pas en compte les stations de *Kosteletzkya pentacarpos*. Le tracé définitif devra en tenir compte. Les stations de *Kosteletzkya pentacarpos* ne se situant en général que dans la première moitié de la rive, le sentier devra passer dans la moitié restante, la plante ne s'établissant qu'accidentellement à proximité de l'étang. Le sentier sera ainsi plus ou moins proche du plan d'eau selon la largeur de la rive. Une modification du plan d'aménagement sommaire est donnée en annexe 21.

3 PRÉSENTATION DES SITES ET DES ESPÈCES REMARQUABLES AU PUBLIC

Le long du sentier de la partie est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, il est prévu quatre points de stationnement principal et neuf de stationnement secondaire ainsi que plusieurs niveaux d'accès aux différents sentiers. Les points de stationnement principaux seront équipés de panneaux de présentation de la réserve (panneaux déjà existants) ainsi que du tracé des différents sentiers avec les moyens d'accès, les aires de stationnement et un moyen de se repérer sur le plan.

Par ailleurs, il est prévu la confection de plaquettes, disponibles dans les différents points d'accueil de la réserve et dans les syndicats d'initiative des environs. Ces plaquettes donneront aux visiteurs des informations précises sur les thèmes les intéressants. Une plaquette, en projet, sur la flore de l'étang, permettra de présenter *Kosteletzkya pentacarpos*.

4 CHOIX DE LA STATION DE PRÉSENTATION DE *Kosteletzkya pentacarpos*

Il faut expliquer au public qu'une espèce n'est pas considérée comme rare seulement lorsqu'elle est faiblement représentée en nombre mais également lorsque son aire de répartition géographique est réduite.

La station choisie devra permettre d'observer facilement la plante (milieu ouvert) et par conséquent devra posséder un assez grand nombre de pieds de *Kosteletzkya pentacarpos*. L'aménagement d'un ponton d'observation perpendiculaire au sentier s'avère être la meilleure solution pour que les visiteurs puissent voir l'espèce sans divaguer sur le site. Pour cela il faut trouver une zone sur la rive est où une telle installation reste possible sans trop endommager la population de *Kosteletzkya pentacarpos*.

La station d'étude n° 3 se prête le mieux à l'installation de telles infrastructures. En effet, la disposition en demi-cercle des *Kosteletzkya pentacarpos* en fond de station permettrait la construction du ponton d'observation. D'autre part, la petite largeur de la station (24 m) ainsi que la faible densité de la végétation faciliteraient l'observation du taxon. Enfin, l'aspect esthétique de la station au mois de juillet et d'août n'est pas négligeable. Durant ces deux mois, de nombreux végétaux (*Oenanthe lachenalii*, *Lythrum hyssopifolia*, *Dorycnium rectum*, *Lotus glaber*, *Kosteletzkya pentacarpos*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*...) sont en fleurs. Ces fleurs ajoutent au milieu une touche de couleurs vives qui égaient l'aspect terne, observé dans les autres stations, où dominent *Phragmites australis* et *Juncus maritimus*. Le ponton devra être en bois de châtaignier ou de pin traité au vert. Sa longueur à partir du sentier devra être de 15 m pour qu'on puisse voir *Kosteletzkya pentacarpos* de suffisamment près.

L'installation du ponton d'observation comprend les opérations suivantes : débroussailler la zone, établir un profil topographique et y mettre en place le ponton (modules de 1,5 x 2 m posés au sol, fixés entre eux et maintenus au sol par des pieux).

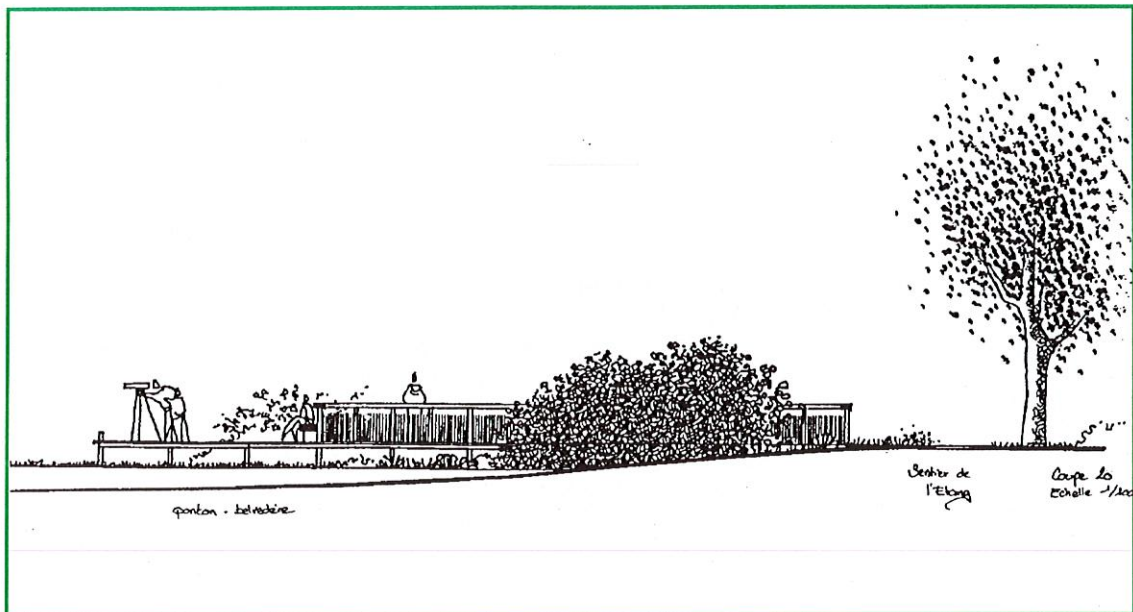
La régénération de la végétation dans ce type de milieu étant rapide, il ne sera pas nécessaire, après les travaux, de faire des replantations de plantes de milieux humides: les différentes dégradations devraient s'estomper d'elles-mêmes.

Au niveau du ponton, un panneau de 50 x 30 cm sera installé pour apporter des explications sur *Kosteletzkya pentacarpos*, sur les autres espèces végétales du site et sur le type d'habitat rencontré.

Comme support, le Komacel, léger, résistant et de faible coût, sera utilisé. Les photos et le texte seront réalisés sur un autocollant par sérigraphie. Cette méthode est très avantageuse : les autocollants se remplacent facilement, résistent bien aux intempéries et aux ultraviolets, sont de faible coût et il n'y a pas de limitation dans le choix des couleurs ou de la composition.

Un schéma de l'aménagement de la zone est donné sur la figure 25 (d'après Freytet, 1997).

■ **FIGURE 25** : Schéma d'un ponton d'observation type à la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (d'après Freytet, 1997)



5 COÛTS ET ENTRETIEN

5-1 COÛT

Le coût des plaquettes de présentation des divers centres d'intérêt de la réserve n'a pas encore été évalué. Une estimation de l'investissement (en 1997-1998) représenté par la construction du ponton est donnée dans le tableau 9.

■ **TABLEAU 9 :** Estimation du coût d'aménagement (en 1997-1998) du ponton d'observation à la réserve naturelle de l'étang de Biguglia

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL H.T.
ponton	mètre linéaire	15	2 400,00 F	36 000,00 F
panneau d'information	unité	1	1 500,00 F	1 500,00 F

5-2 ENTRETIEN

Le milieu devra être entretenu tout au long de l'année. Bien que la végétation ne soit pas très dense, un débroussaillage devra être effectué régulièrement pour permettre à *Kosteletzkya pentacarpos* de bien se développer. Le ponton lui-même devra être surveillé de sorte qu'aucun incident technique ne se produise lorsque des visiteurs s'y promèneront (maintenance, rénovation...).



CONCLUSION

Cette étude a permis de préciser la morphologie, la phénologie et l'écologie de *Kosteletzkya pentacarpos*.

Les pousses aériennes se développent à partir de la fin avril et leur croissance s'effectue pendant les deux mois suivants. Les fleurs apparaissent durant les mois de juillet et d'août avec un maximum au mois d'août. Les fruits se développent à partir du moment où les premières fleurs sont fécondées, et le maximum de la fructification a lieu en septembre. Chaque pied possède un grand nombre de fruits et, par conséquent, cinq fois plus de graines. Toutefois, les graines sont souvent endommagées par une petite larve vermiforme qui traverse le tégument externe du fruit et attaque les graines encore immatures. Mais, la banque de graine demeure assez importante.

La prospection des différentes stations de Corse où l'espèce est mentionnée, a montré que *Kosteletzkya pentacarpos* se localise au sein de groupements de plusieurs classes phytosociologiques telles que les *Phragmiti-Magnocaricetea*, les *Juncetea maritimi*, les *Molinio-Arrhenatheretea* et les *Nerio-Tamaricetea*. **Cela traduit une certaine amplitude écologique de la plante**, ces classes phytosociologiques caractérisant des biotopes différents.

Néanmoins, la majorité des relevés phytosociologiques, au sein desquels la plante a un fort coefficient d'abondance-dominance (2b à 3), possèdent toujours les espèces *Phragmites australis* et *Juncus maritimus*.

Grâce à des expériences, le **caractère héliophile de l'espèce** a pu être confirmé. Dans les stations trop fermées, les densités de population et la taille moyenne des pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* sont assez réduites. En revanche, l'incendie survenu en février 1997 sur la rive est de l'étang de Biguglia, a permis une ouverture du milieu, vraisemblablement à l'origine de la précocité de la population de *Kosteletzkya pentacarpos* à cet endroit. Par ailleurs, la disparition du pâturage, effectif en 1993 sur la rive est de l'étang de Gradugine, a entraîné une diminution de la densité des populations de *Kosteletzkya pentacarpos* en raison d'une colonisation intense du site par des végétaux fortement compétiteurs (*Elytrigia atherica*, *Juncus maritimus*..).

Grâce à l'étude de la variation du niveau de la nappe durant les mois de juin et de juillet, nous avons remarqué que **l'espèce ne se localise pas dans les endroits trop vite secs** (bordure de l'étang de Biguglia où il existe un petit bourrelet coquillier, ou à l'opposé, en bordure de la route). Il est difficile de dire si ce facteur est le seul qui entre en jeu dans l'expansion de la plante, étant donné que les éléments d'un système dépendent les uns des autres dans leur fonctionnement et dans leur évolution.

Quoi qu'il en soit, d'après nos observations, la plante se localise dans les endroits qui demeurent humides pendant les mois de juin et juillet, ce qui montre un certain **degré d'hygrophilie du taxon**. Il serait cependant nécessaire d'étudier le cycle annuel in situ de la variation du niveau de la nappe, pour tirer des conclusions quant à la position de la plante par rapport à ce facteur.

L'absence de *Kosteletzkya pentacarpos* juste en arrière de l'étang provient sans doute du fait qu'à ce niveau la teneur en nitrates de la nappe est assez faible. Sur la rive est de l'étang de Biguglia, **les populations les plus denses se situent souvent sur des endroits où les teneurs en ions ammonium et nitrate sont élevées**. En outre, au niveau de l'étang de Gradugine, *Kosteletzkya pentacarpos* est souvent associé à des espèces telles que *Paspalum distichum* ou *Polygonum lapathifolium*, nitrophiles caractérisées.

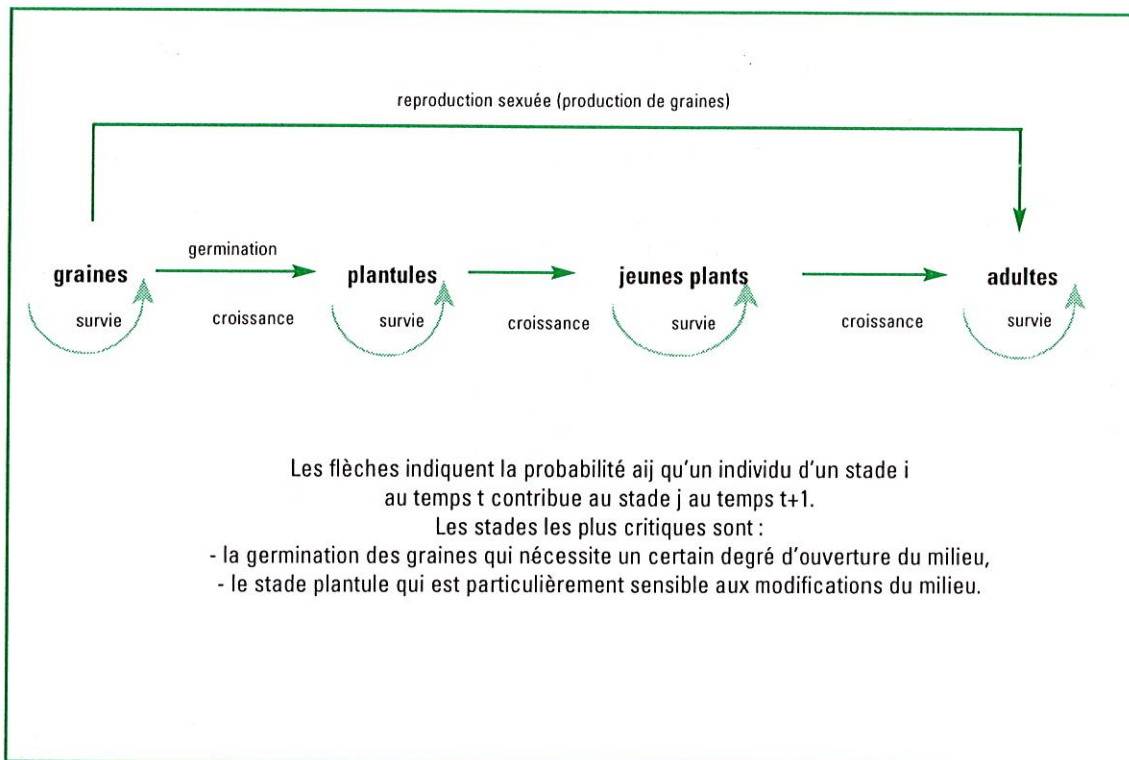
Les prélèvements d'eau et de sol ont montré que ***Kosteletzkya pentacarpos* est une espèce assez euryhaline** puisqu'on la trouve aussi bien dans des biotopes oligohalins (bord de l'étang de Gradugine) que dans les biotopes où la conductivité dépasse les 10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (zone d'étude en bordure du bassin nord de l'étang de Biguglia). La mise en place d'expériences permettrait de tester la résistance à la salinité des différents stades de développement de *Kosteletzkya* afin de juger de l'importance de ce facteur.

Dans tous les cas, le facteur luminosité-ouverture du milieu a une grande importance, non seulement sur la croissance des pieds de *Kosteletzkya pentacarpus* mais également sur sa germination. En effet, après l'incendie de février 1997 sur la rive est de l'étang de Biguglia, de nombreuses germinations de *Kosteletzkya pentacarpus* ont eu lieu, dans les endroits les plus ouverts et non colonisés par les annuelles (*Aster tripolium* entre autres).

Par la suite, une estimation de la banque de graines dans les différentes stations d'étude a révélé une certaine facilité de l'espèce à se maintenir dans le sol. Cependant, il semble que les stades germination et plantule soient très fragiles. Nous avons vu, au niveau du carré défriché dans la station 2 (zone à *Juncus maritimus* très abondant), que les jeunes plantules n'ont pas résisté à une durée d'immersion trop longue du site.

Par ailleurs, dans la zone brûlée, *Spartina versicolor* recolonise de façon importante le milieu et a tendance à le monopoliser à nouveau. Il est quasiment certain que les plantules établies sur ce site ne persisteront pas longtemps par manque de lumière.

Ceci peut être schématisé dans le cycle de vie de *Kosteletzkya pentacarpus* (d'après Schemske et al., 1994, schéma modifié).



Pour la survie de l'espèce, il est donc nécessaire d'entreprendre des mesures de gestion des différents sites :

- maintien d'un certain degré d'ouverture du milieu par différents moyens : pâturage, piétinement des bêtes, coupe mécanique
- réduction de l'expansion des végétaux compétiteurs.

Dans la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, il est prévu l'aménagement d'un sentier parcourant toute la rive est. Son itinéraire devra prendre en compte les stations à *Kosteletzkya pentacarpus* et un ponton d'observation pourra être installé de façon à présenter la plante au public.

Cette étude a permis d'approfondir la connaissance de la biologie et de l'écologie de *Kosteletzkya pentacarpus* mais de nombreuses questions restent en suspens.

Pour avoir une idée sur les possibilités de maintien de l'espèce dans le substrat, il faudrait étudier les banques de graines des différents sites corses et estimer le nombre de graines produites par individu. L'étude menée dans la réserve naturelle de l'étang de Biguglia a montré une grande facilité de germination des graines prélevées dans le substrat (capacité de germination de 100 %). Qu'en est-il pour les autres populations de la Corse ?

Un défrichage de l'ancienne station de Santa Manza pourrait être effectué afin de vérifier si des souches dormantes se maintiennent dans le substrat. Ainsi, des études sur la persistance des graines et des souches dans le sol devraient être envisagées.

Le problème de la dissémination est à approfondir, ne serait ce que pour essayer de comprendre l'origine du taxon en Corse. Le nombre de graines était corrélé à la densité des populations, une barochorie paraît donc certaine. Le pouvoir de flottaison des graines ayant été démontré (lors du protocole utilisé dans l'étude de la banque de graines), il faudrait imaginer des expériences pour savoir si le pouvoir germinatif des graines est conservé, après une période de flottaison dans l'eau de mer, c'est à dire pour savoir si la dissémination peut se produire par thalassochorie. De plus, il serait intéressant d'étudier la biologie de la reproduction : les individus sont-ils auto-compatibles ou nécessitent-ils une fécondation croisée ?

Il faudrait vérifier s'il existe une variabilité génétique entre les différentes populations de Corse par l'étude des enzymes et de l'ADN. Cela permettrait peut-être d'expliquer les localisations de l'espèce sur des biotopes différents.

Dans une perspective de biologie appliquée, le site de Palo doit être surveillé de façon à pouvoir évaluer le mode de réintroduction utilisé. On pourrait aussi renforcer les populations sur les sites où *Kosteletzkya pentacarpus* est faiblement présent (Pinia) et même réintroduire le taxon sur les sites où il a disparu.



BIBLIOGRAPHIE

- BAKKER J-P., BAKKER E-S., ROSEN E., VERWEIJ G-L. and BEKKER R-M., 1996.- Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrubland. *Journal of Vegetation Science* 7 : 165-176.
- CANTERA J-P., 1993.- Esquisse de l'avifaune nicheuse de la zone humide de Canna Gradugine. *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Rés. Nat. Corse*, 44 : 65-80.
- CASABIANCA M-L. (de), 1967.- Etude écologique des étangs de la côte orientale (Corse). *Bull. Soc. Sci. Hist. Nat. Corse*, fasc. 1 : 41-43.
- CASABIANCA M-L. (de), KIENER A. et HUVE H., 1972-73.- Biotopes et biocénoses des étangs saumâtres corses : Biguglia, Diana, Urbino, Palo. *Vie et milieu*, vol XXIII, fasc. 2, Ser. C, 212 p.
- CASTROVIEJO S., AEDO C., CIRUJANO S., LAINZ M., MONTSERRAT P., MORALES R., MUNOZ GARMENDIA F., NAVARRO C., PAIVA J. y SORIANO C., 1993.- Flora iberica, vol. III, Plumbaginaceae (partim)-Capparaceae, Real Jardin Botánico, C. S. I. C., Madrid : 193-196.
- CONSEIL GENERAL DE LA HAUTE-CORSE, 1996.- Plan de gestion de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia, 379 p + annexes.
- DAGNELIE P., 1986.- Théorie et méthode statistique, vol. 2. Les presses agronomiques de Gembloux, 461 p.
- DEYSSON G., 1978.- Organisation et classification des plantes vasculaires : I. organisation générale. Société d'édition d'enseignement supérieur, 385 p.
- DU RIETZ E-G., 1931.- Life-forms of terrestrial flowering plants. *Acta Phytogeographica Suecica*. III, 95 p.
- FREYTET A., 1997.- Avant projet sommaire d'aménagement du sentier de l'étang de la rive est. Département de la Haute-Corse, 52 p.
- FREYTET A. et CHAZELLE C., 1992.- Etang de Biguglia : avant projet sommaire d'aménagement de la rive est. Département de la Haute-Corse, 73 p.
- FRISONI G-F. et DUTRIEUX E., 1992.- L'étang de Biguglia : diagnostic écologique 1991-1992. Rapport IARE/Conseil Général de la Haute-Corse/DIREN Corse/AGENC/OEHC, 148 p.
- FRISONI G-F., ROUAULT T., HENARD D., BROCHOT S. et VAULOT D., 1978.- Inventaire des zones humides du littoral oriental corse. C.t.g.r.e.f./a.l.a, 229 p.
- FRONTIER S. et PICHOD-VIALE D., 1995.- Ecosystèmes. Structure-fonctionnement-évolution. 2e ed. Masson, 447 p.
- GAMISANS J., 1991.- Flore et végétation de la Réserve Naturelle de l'Etang de Biguglia (Corse du N.E.). *Trav. Sci. Parc Nat. Rég. Rés. Nat. Corse*, 33 : 1-67.
- GAMISANS J. et JEANMONOD D., 1993.- Catalogue des plantes vasculaires de la Corse (2e éd.). Compléments au prodrome de la flore corse, D. Jeanmonod et H-M. Burdet (eds). Conservatoire et jardin botaniques de Genève, 258 p.
- GAMISANS J. et PIAZZA C., 1991.- Flore et végétation de la Réserve Naturelle de l'Etang de Biguglia. A.G.E.N.C., pour le compte du Conseil Général de la Haute-Corse, 21 p + annexes.

- GUINOCHET M., 1973.- Phytosociologie. Masson et cie, Editeurs, 227 p.
- GUINOCHET M. et VILMORIN R. (de), 1973.- Flore de France. Editions du C. N. R. S. Paris, 5 tomes, 1879 p.
- I. G. N. (Institut Géographique National), 1990.- Carte topographique au 1/25 000e, Aiguilles de Bavella-Solenzara (4253ET TOP25).
- I. G. N. (Institut Géographique National), 1990.- Carte topographique au 1/25 000e, Aléria-Ghisonaccia (43520T TOP25).
- I. G. N. (Institut Géographique National), 1996.- Photographies aériennes, mission 1996 FD 2A-2B / 250.
- LAMBINON J., DESCHATRES R. et DUTARTRE G., 1986.- *Kosteletzkya pentacarpos* (L.) Ledeb. In JEANMONOD, D., BOCQUET, G. et BURDET, H-M., Notes et contributions à la flore de la Corse, Candollea 41 : 44.
- LORENZONI C., 1996.- *Kosteletzkya pentacarpos* (L.) Ledeb. In JEANMONOD D. et BURDET H-M., Notes et contributions à la flore de la Corse, Candollea 51 : 544.
- NUMATA M., 1984.- Analysis of seeds in the soil. Handbook of vegetation science : 161-169.
- OLIVIER L., GALLAND J-P, MAURIN H., 1995.- Livre rouge de la flore menacée de France, tome I : espèces prioritaires. Muséum national d'histoire naturelle, Service du patrimoine naturel, Conservatoire botanique national de Porquerolles, Ministère de l'environnement, Paris.
- PARADIS G., 1993.- Observations phytosociologiques sur des stations de *Kosteletzkya pentacarpos* (L.) Ledeb. (Malvaceae) de la côte orientale corse. *Le Monde des plantes*, 448 : 15-19.
- PIGNATTI S., 1982.- Flora d'Italia. Edagricole, Bologna, vol 2 : 95.
- PODANI J., 1995.- SYN-TAX 5. 02. Mac. Computer Programs for Multivariate Data Analysis on the Macintosh system. User's guide. Scientia Publishing, Budapest, 91 p.
- POLJAKOFF-MAYBER A., SOMERS G-F, WERKER E. and GALLAGHER J-L., 1992.- Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae) : their structure, germination, and salt tolerance. I. Seed structure and germination. *American Journal of Botany*, vol 79 (3) : 249-256.
- POLJAKOFF-MAYBER A., SOMERS G-F, WERKER E. and GALLAGHER J-L., 1994.- Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae) : their structure, germination, and salt tolerance. II. Germination and salt tolerance. *American Journal of Botany*, vol 81 (1) : 54-59.
- RADULESCU M., 1991.- Le littoral sableux du domaine de Pinia, commune de Ghisonaccia. AGENC/CEPREL, 38 p + annexes.
- SCHEMSKE D-C., BRIAN C-H., RUCKELHAUS M-H., GOODWILLIE C., PARKER I-M. and BISHOP J-G., 1994.- Evaluating approaches for the conservation of rare and endangered plants. *Ecology*, 75, 3 : 584-606.

ANNEXE

1

Planches
photographiques

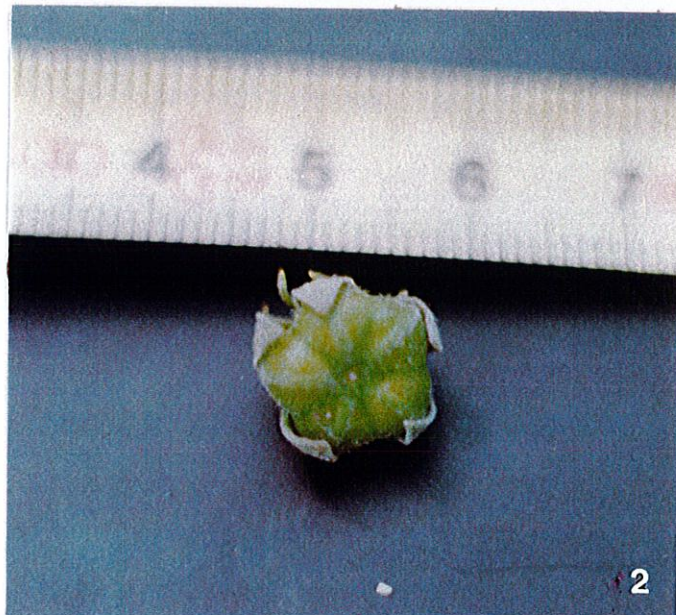
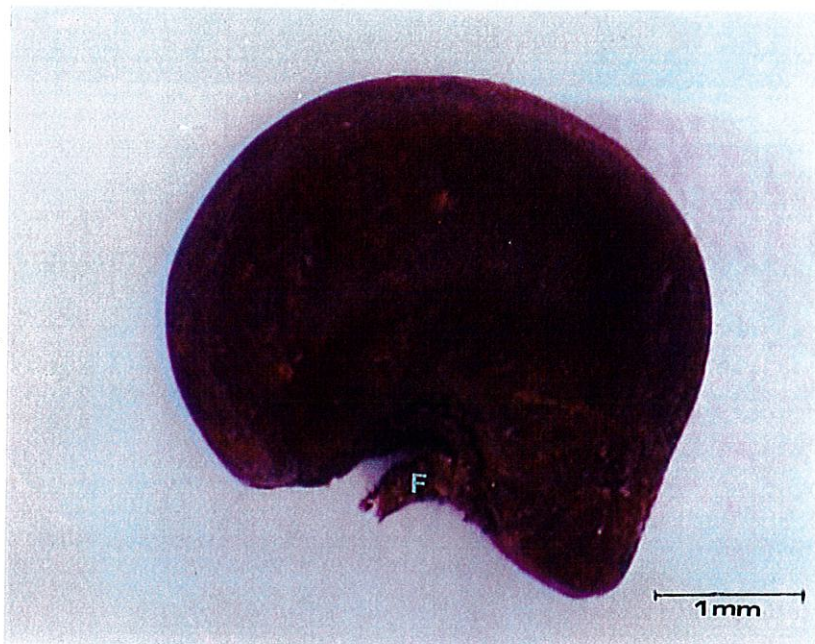
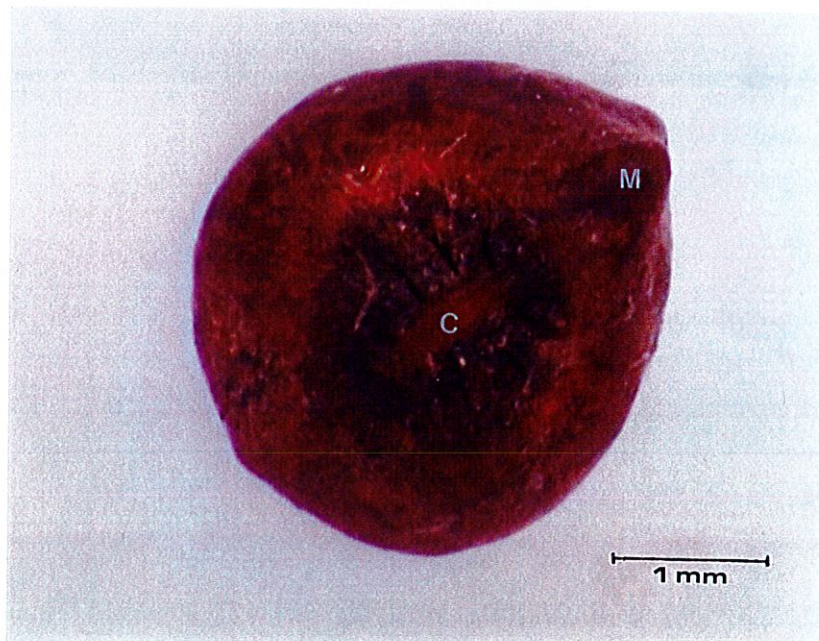


PHOTO 1 : Illustration de la floraison acropète d'une tige de *Kosteletzkyia pentacarpos*.

PHOTO 2 : Fruit de *Kosteletzkyia pentacarpos*.



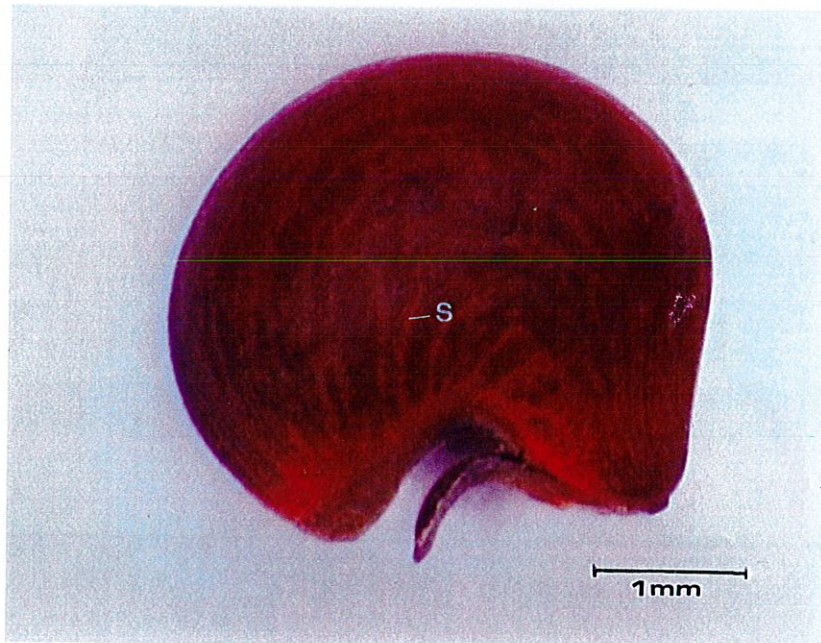
3



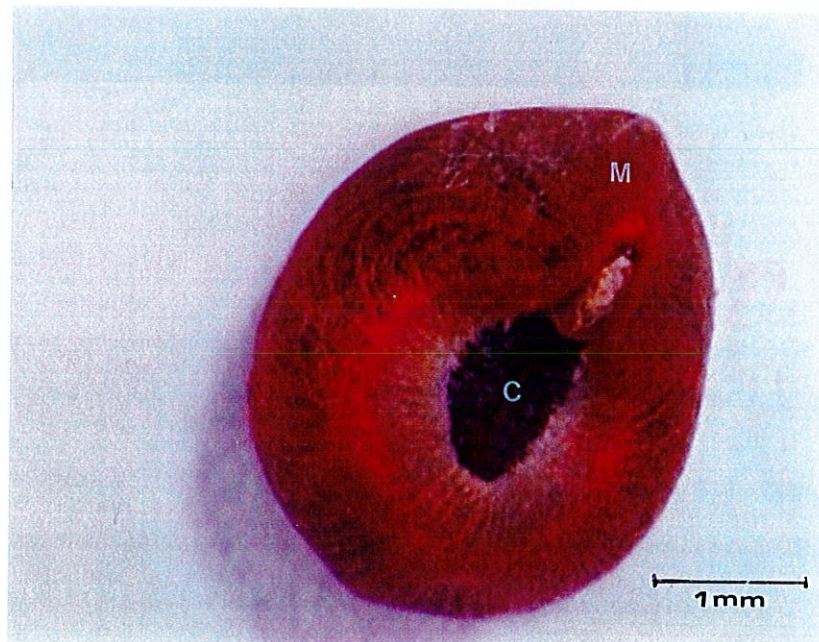
4

PHOTO 3 : Graine de *Kosteletzkya pentacarpos* récoltée sur l'étang de Biguglia (vue de profil). Le funicule (F) est encore accroché.

PHOTO 4 : Graine de *Kosteletzkya pentacarpos* récoltée sur l'étang de Biguglia (vue de dessus). La zone chalazale (C) et le micropyle (M) sont bien visibles.



5



6

PHOTO 5 : Graine de *Kosteletzkya pentacarpos* issue de pieds provenant de l'étang de Gradugine (vue de profil). Les stries (S) sont bien visibles.

PHOTO 6 : Graine de *Kosteletzkya pentacarpos* issue de pieds provenant de l'étang de Gradugine (vue de dessus). On distingue nettement la zone chalazale (C) et le micropyle (M).



PHOTO 7 : Départ d'un rejet (R) au niveau de la souche d'un pied de *Kosteletzky pentacarpos* de l'étang de Biguglia.

PHOTO 8 : Germinations de graines de *Kosteletzky pentacarpos*. Les deux cotylédons sont épanouis de façon parallèle au substrat.

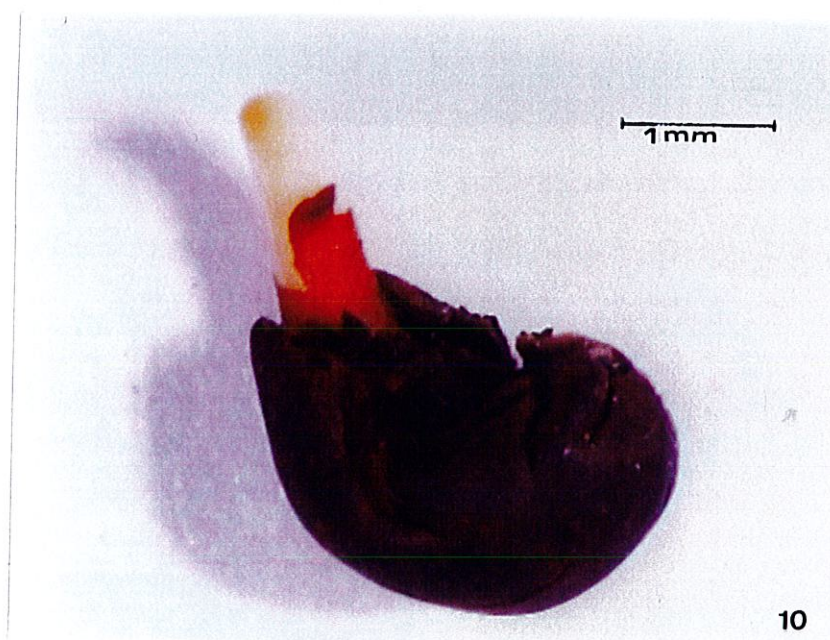
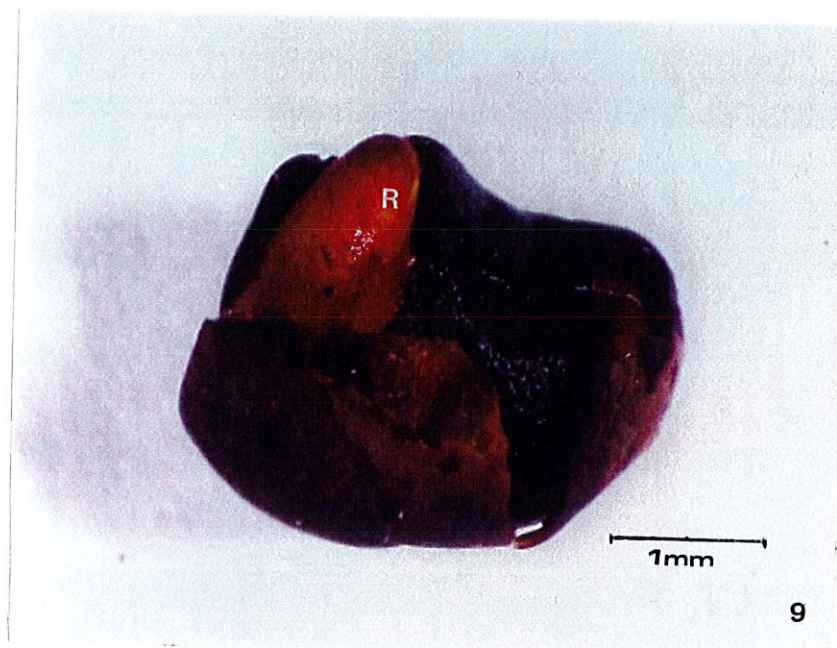


PHOTO 9 : Stade initial de la germination d'une graine de *Kosteletzkya pentacarpos*. La radicule (R) n'a pas encore traversé le tégument interne.

PHOTO 10 : La radicule a traversé le tégument interne.



PHOTO 11 : *Podagrica menestri* (Chrysomelidae).

PHOTO 12 : Dégâts causés par le Coléoptère *Podagrica menestri* sur deux jeunes pousses de *Kosteletzkya pentacarpos*.



PHOTO 13 : Nécroses observées au niveau de l'apex d'un pied de *Kosteletzkya pentacarpos*.

PHOTO 14 : Partie apparente d'un piézomètre.



PHOTO 15 : Carré effectué dans la zone brûlée le 30 mai 1997. On distingue mal les germinations de *Kosteletzkya pentacarpos* mais nous en avons compté 72.

PHOTO 16 : Situation au 1^{er} août.



17



18



19

PHOTO 17 : Station 2 de *Kosteletzkya pentacarpos* du Domaine de Pinia.

PHOTO 18 : Microstation en bordure de roselière, au niveau de la station 3 du Domaine de Pinia.

PHOTO 19 : Microstation en arrière de la roselière, au niveau de la station 3 du Domaine de Pinia.

ANNEXE

2

Méthode d'analyse
pédologique

La majorité des prélèvements possèdent deux horizons sauf celui à proximité du piézomètre P2 1 qui n'en possède qu'un. En outre, trois horizons ont été distingués dans le prélèvement effectué dans la zone à *Spartina versicolor*.

Après avoir fait sécher pendant cinq jours les échantillons détrempés à l'étuve à 60 °C, nous avons noté une réduction importante de leur volume et de leur poids et l'on s'est rendu compte qu'ils étaient en partie constitués par du matériel végétal (beaucoup de petites racines). Ces constatations nous ont conduit dans un premier temps à déterminer le pourcentage de matière organique et au vu des résultats, nous avons décidé de traiter les échantillons comme des sols.

■ Pourcentage de matière organique.

Une quantité précise de 50 g de chaque échantillon a été mise au four, durant deux heures trente à 550 °C. Le résidu a ensuite été pesé et le pourcentage de matière organique ainsi déterminé.

■ Analyse granulométrique (5 fractions) par sédimentation.

Elle a pour but de déterminer le pourcentage des cinq fractions de particules minérales suivantes : l'argile (A), les limons fins (LF), les limons grossiers (LG), les sables fins (SF) et les sables grossiers (SG) (norme AFNOR X 31-107). Cette méthode consiste à séparer les différentes classes de particules par sédimentation pour les fractions fines (A et LF) et par tamisage pour les fractions supérieures (LG, SF et SG). La terre a d'abord été débarrassée des graviers supérieurs à 2 mm. Le pourcentage de graviers a été inférieur à 1 % pour tous les prélèvements. L'analyse débute par une destruction de la matière organique à l'eau oxygénée et un chauffage pour obtenir une suspension stable. Ici, la perte de masse pendant le séchage initial des échantillons nous a obligé à travailler sur les sédiments issus de la première analyse (détermination du pourcentage de matière organique). A l'aide d'une pipette, dans une allonge, deux prélèvements de petit volume connu sont effectués (application de la loi de Stokes, loi de sédimentation des particules dans un liquide). Pour chaque prélèvement, le résidu obtenu est pesé après évaporation. Ces poids vont permettre la détermination du pourcentage d'argile et de limon fin. Les pourcentages des autres fractions sont obtenus par pesée après passage sur différents tamis (200, 50 et 20 µm).

■ pH et conductivité.

Après avoir pesé 10 g de la plupart des échantillons (sauf pour le deuxième horizon de la zone à *Spartina* pour lequel, par manque de sol, nous avons préféré privilégier la mesure des autres paramètres), une quantité de 25 ml d'eau bidistillée a été ajoutée dans chaque bécher (rapport prise d'essai/ solution = 1/2,5). Cependant, vu la consistance de nos sols, l'eau a été absorbée en quelques secondes, les échantillons ont doublé de volume mais sont restés totalement solides. Il a donc fallu ajouter le double d'eau pour pouvoir plonger les électrodes de mesure (rapport prise d'essai/solution = 1/5). Le pH a été mesuré selon la norme AFNOR X 31-103. La conductivité a été déterminée selon la norme AFNOR X 31-113. La méthode consiste à extraire les sels de l'eau et à réaliser une mesure conductimétrique. Cette mesure est exprimée en µS/cm.

■ Azote total.

Le principe de cette analyse consiste à minéraliser l'azote organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur puis à effectuer le dosage par colorimétrie (longueur d'onde = 660 nm). Les résultats sont exprimés en %.

■ Phosphore assimilable (méthode Truog).

Le principe de cette analyse consiste à extraire les formes de phosphore soluble dans une solution d'acide sulfurique (0.1 N) et de sulfate d'ammonium. La prise d'essai est de 1 g pour 200 ml de solution. Le dosage est réalisé par flux continu (longueur d'onde 620 nm). Les résultats sont exprimés en ppm.

■ Rapport C/N.

Grâce à la formule $MO = C \times 1,72$, la teneur en carbone du sol a pu être déterminée. Le rapport C/N a alors été calculé. Ce paramètre représente le degré de dégradation de la matière organique. Ainsi s'il est inférieur à 12 la matière organique est bien décomposée.

■ Bases échangeables (Ca, Mg, K, Na).

Le principe repose sur une extraction de cations du sol par agitation de la prise d'essai avec une solution d'acétate d'ammonium à 77,08 g/l (rapport de mélange d'extraction de 1/20 (masse/volume)). Nous avons donc pesé 5 g de sol pour 100 ml de solution. Etant donné la difficulté de différencier la partie sol et la partie végétale du substrat séché, nous avons, tant bien que mal, essayé de prélever un milieu le plus homogène possible.

Le Ca^{2+} et le Mg^{2+} ont été dosés par spectrométrie d'absorption atomique et le K^+ et le Na^+ par spectrométrie d'émission de flamme. Cette analyse a été réalisée selon la norme AFNOR X 31-108. Les résultats sont exprimés en meq/100 g de terre.

■ Oligoéléments (Fe, Mn, Zn, Cu).

L'extraction des oligo-éléments se fait sous agitation bien définie dans une solution mixte d'acétate d'ammonium en présence d'E.D.T.A. (rapport prise d'essai/solution = 1/10). Nous avons donc pesé 5 g de terre pour 50 ml de solution. Les teneurs en oligoéléments ont été déterminées par spectrométrie d'absorption atomique et sont exprimées en mg/Kg de terre (norme AFNOR X 31-120).

ANNEXE

3

Résultats des
analyses de sols
prélevés à différents
niveaux des transects
établis sur la rive
est de la réserve
naturelle de l'étang
de Biguglia

■ TABLEAU 10 : Résultats des 18 analyses de sols prélevés à différents niveaux des transects 2 (zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia) et 6 (zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* en bordure du bassin nord de l'étang de Biguglia) et au sein d'une tache à *Spartina versicolor*

Sol	Granulométrie				Conductivité (μ S)	pH eau	Azote total (%)	Phosphore assimilable (ppm)	Matière organique	C/N	Bases échangeables (meq/100g de terre)				Oligoéléments (mg/Kg de terre)				
	Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins							Sables grossiers	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
1A	3	17	3	15	61	6230	7,47	2,03	112	22,6	6,5	35,0	26,0	1,8	32,0	28	137,0	8,60	4,2
2A	4	14	5	17	60	3210	6,14	2,13	150	60,1	16,4	21,4	28,8	2,4	19,5	349	33,3	26,40	12,0
2B	10	33	2	12	43	5220	5,46	1,38	40	27,8	11,7	17,0	22,6	1,6	22,5	688	34,9	8,68	16,0
3A	5	37	4	16	37	4500	6,03	1,97	136	58,4	17,2	21,7	80,3	1,6	19,5	409	22,3	15,10	9,5
3B	3	12	5	15	64	5180	5,30	1,56	44	47,4	17,7	19,8	28,6	1,7	21,0	736	20,5	8,43	14,0
4A	5	18	5	28	43	1370	6,58	2,40	169	66,0	16,0	34,7	28,5	1,8	6,5	326	19,0	36,50	7,3
4B	6	4	15	34	42	2390	6,17	1,94	116	67,6	20,3	26,5	21,4	1,8	4,5	165	9,6	9,23	6,2
5A	10	33	4	18	35	6780	5,81	1,98	145	64,9	19,1	20,1	26,0	2,4	30,0	320	30,1	27,90	9,2
5B	8	11	12	34	35	5350	5,30	1,71	92	49,9	17,0	21,8	30,0	1,8	30,0	938	48,9	12,10	16,0
6A	14	25	5	18	39	5910	6,74	2,00	189	56,5	16,4	16,9	35,1	3,6	37,0	302	12,8	25,40	12,0
6B	15	22	6	14	45	5930	5,90	1,67	96	47,8	16,6	10,6	24,4	2,4	35,0	60	5,6	15,60	27,0
7A	6	21	4	13	56	8410	5,92	1,91	94	59,9	18,2	14,9	33,6	2,4	41,5	160	4,3	17,20	8,8
7B	14	28	2	17	40	13730	5,13	1,89	68	57,3	17,6	18,1	39,0	2,8	66,0	457	8,3	15,80	13,0
8A	15	25	6	19	34	11950	6,01	1,89	221	80,2	24,7	17,0	39,8	3,8	54,0	148	7,6	18,40	5,5
8B	13	42	3	19	23	11720	5,40	2,21	72	68,1	17,9	17,9	37,5	3,8	55,0	367	13,0	15,00	6,5
9A	17	23	3	18	40	3990	5,87	2,13	226	59,1	16,1	17,3	32,3	2,4	20,0	179	6,0	14,50	7,4
9B	6	4	4	28	58	.	.	2,51	98	74,3	17,2	19,1	32,9	1,8	12,5	37	7,0	6,86	7,4
9C	4	8	12	27	48	2550	5,90	2,05	44	33,6	9,5	17,7	30,3	1,8	12,5	78	5,8	10,70	11,0
Moyenne sud Ecart-type	6,0 2,7	19,9 11,6	6,1 4,4	21,0 8,6	46,7 11,7	4470,0 1795,8	6,0 0,7	1,9 0,3	111,6 45,5	51,6 16,5	15,8 4,2	24,2 6,5	32,5 18,2	1,9 0,3	20,6 9,8	439,9 291,4	39,5 38,3	17,0 10,5	10,5 4,3
Moyenne nord Ecart-type	11,6 4,8	22,0 11,0	5,0 3,0	19,2 5,1	42,6 10,8	8023,8 4086,1	5,9 0,5	2,0 0,2	123,1 69,5	59,6 13,9	17,1 3,9	16,6 2,5	33,9 4,8	2,8 0,8	37,1 19,3	198,7 145,8	7,8 3,1	15,5 5,1	11,0 6,5
Moyenne surface	8,8	23,7	4,3	18,0	45,0	5816,7	6,3	2,0	160,2	58,6	16,7	22,1	31,3	2,5	28,9	246,8	16,9	21,1	8,4
Ecart-type Moyenne profondeur	5,3 9,1	7,5 20,0	1,0 7,1	4,2 21,5	10,9 42,5	3104,2 6508,8	0,5 5,6	0,2 1,8	45,5 71,5	15,3 49,9	4,7 16,0	7,6 18,7	4,8 29,2	0,8 2,2	14,2 30,8	123,1 436,1	11,1 18,3	8,6 11,9	2,7 13,7
Ecart-type	4,6	13,4	5,1	8,9	11,6	4089,1	0,4	0,3	28,1	14,5	3,6	4,5	6,5	0,8	20,8	328,1	15,8	3,2	6,6

ANNEXE

4

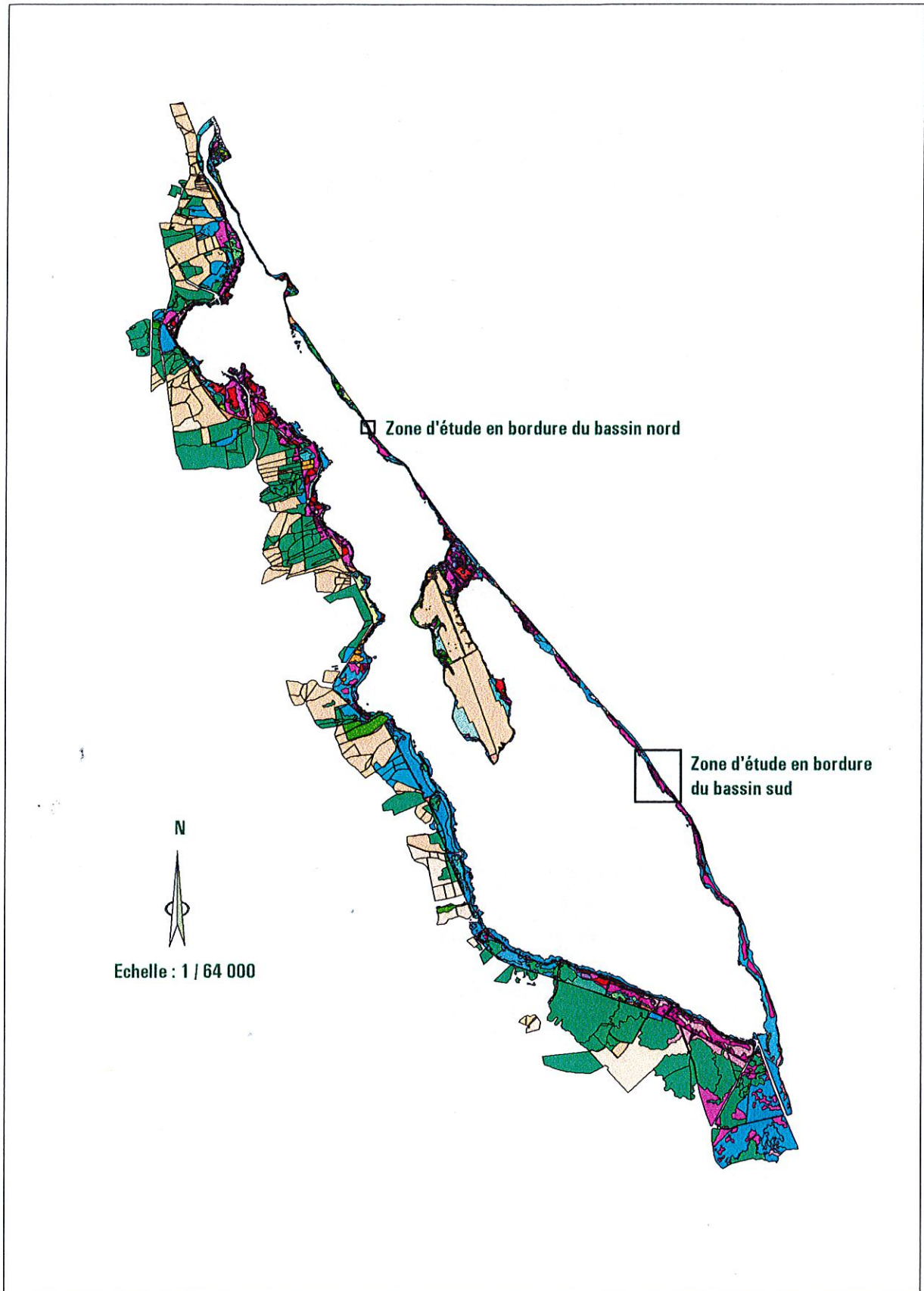
Evolution du nombre
de feuilles par
plantule de
Kosteletzkya
pentacarpos
de la réserve
naturelle de
l'étang de Biguglia

ANNEXE

5

Cartes de localisation
du protocole
de suivi et des
stations d'étude des
populations de
Kosteletzkya
pentacarpos
sur la rive est de la
réserve naturelle de
l'étang de Biguglia

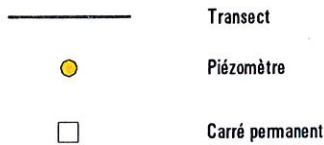
Carte 1. Localisation des zones d'étude du *Kosteletzky pentacarpus*
sur la rive est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia



Carte 2. Localisation du protocole de suivi et des stations d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* au sud de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia





PROTOCOLE DE SUIVI




VEGETATION

PHRAGMITI-MAGNOCARICETEA

-  Phragmition
1 Groupement à *Phragmites australis* subsp. *australis*
-  Magnocaricion elatae
2 Groupement à *Arundo donax*


JUNCETEA MARITIMI

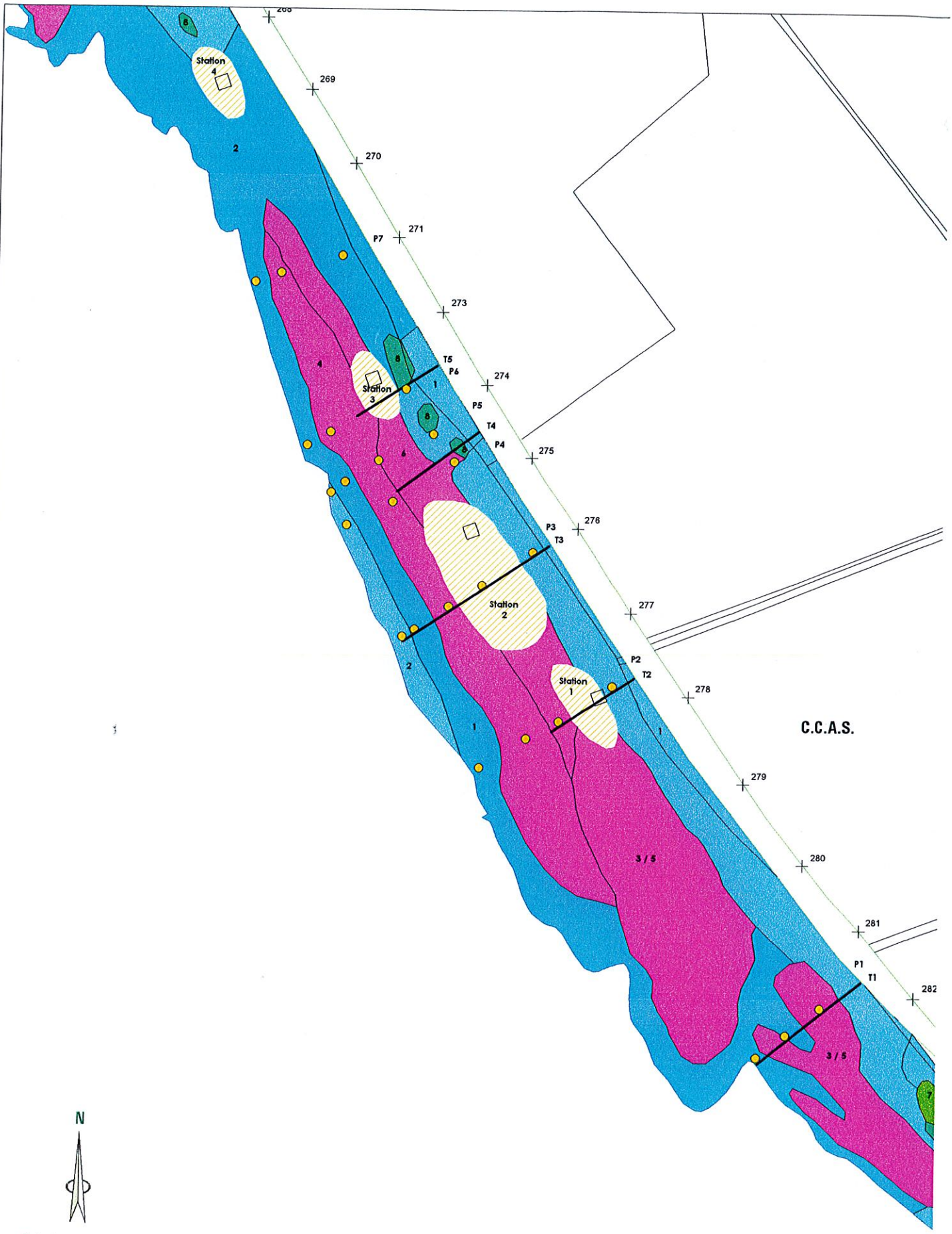
- Juncetalia maritimi
 - Juncion maritimi
-  *Puccinellio festuciformis*-*Juncetum maritimi*
Spartino-Juncetum maritimi
 - 3 Groupement à *Spartina versicolor*, *Phragmites australis* et *Oenanthe lachenalii*
 - 4 Groupement à *Spartina versicolor* et *Phragmites australis*
 - 5 Groupement à *Juncus maritimus*
 - 6 Groupement à *Juncus maritimus* et *Phragmites australis*

QUERCETEA ILICIS

-  Quercetalia ilicis
7 Peuplement de *Quercus suber* et arbres isolés

QUERCO-FAGAGETEA

-  Populetalia albae
8 Aulnaie à *Alnus glutinosa*

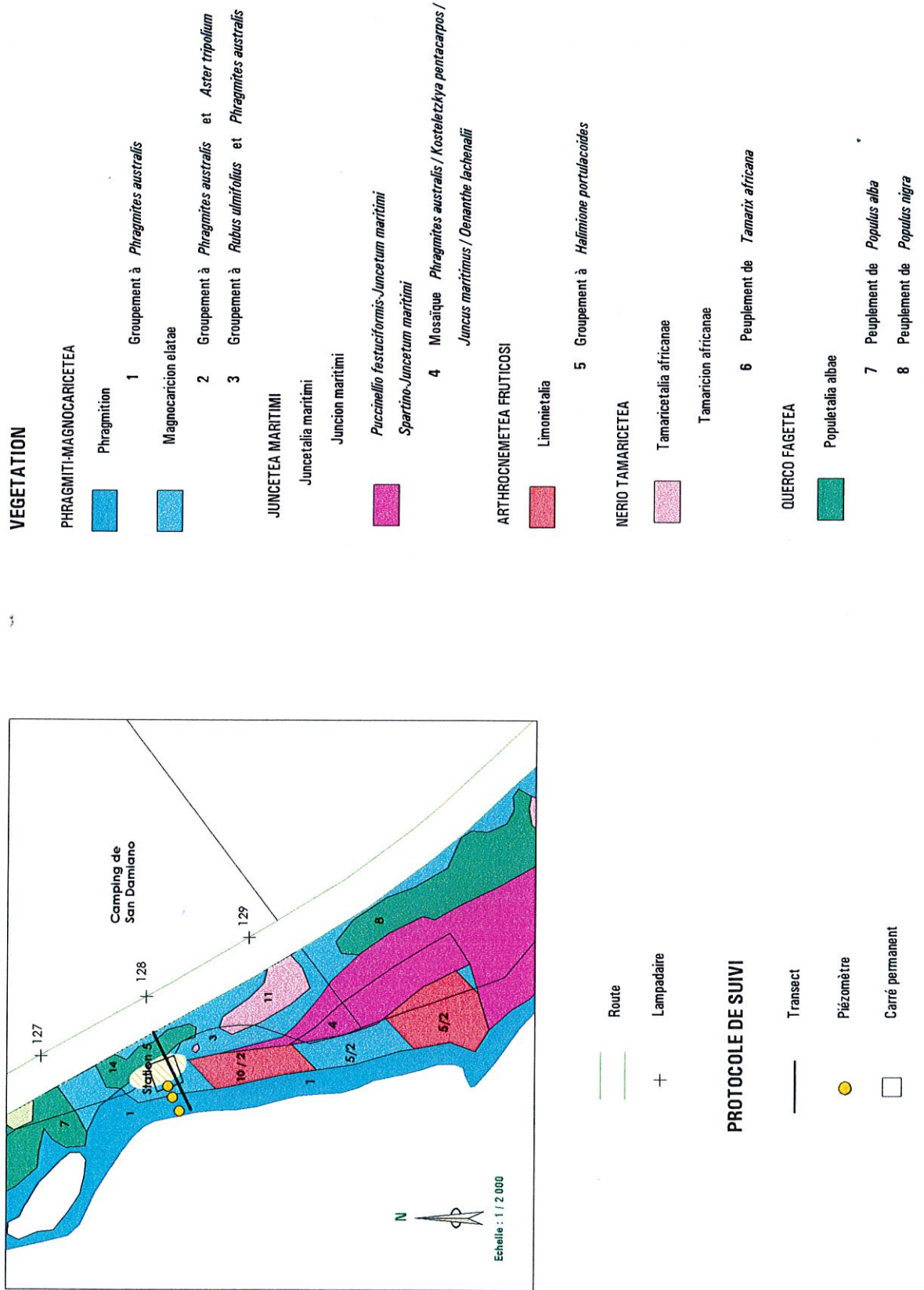


C.C.A.S.



Echelle : 1 / 2 000

Carte 3. Localisation du protocole de suivi de *Kosteletzkya pentacarpos* et de la station d'étude au nord de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia



ANNEXE

6

Tableau récapitulatif
intégrant la taille
moyenne (cm),
l'écart-type (cm)
et le taux de
croissance (cm)
des pieds de
Kosteletzkya
pentacarpus,
dans chacune
des stations d'étude

■ TABLEAU 12 : Tableau récapitulatif intégrant la taille moyenne (cm), l'écart type (cm) et le taux de croissance (cm) des pieds de *Kosteletzkya pentacarpos* marqués par semaine (du 7 mai au 25 juillet 1997), dans chaque station d'étude de la rive est de l'étang de Biguglia





















STATION	Unité : cm	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	Semaine 8	Semaine 9	Semaine 10	Semaine 11	Semaine 12
		07/05/97	15/05/97	23/05/97	30/05/97	06/06/97	13/06/97	20/06/97	26/06/97	04/07/97	11/07/97	18/07/97	25/07/97
STATION 1	Taille moyenne	1,20	1,80	1,30	1,20	2,00	6,40	19,60	34,00	45,70	58,80	72,40	77,70
	Ecart-type	0,9116	1,1677	0,9561	0,8267	0,9482	2,8877	7,9890	11,2278	13,1341	14,3510	16,2467	20,9666
	Taux croissance	-	0,60	-0,50	-0,10	0,80	4,40	13,20	14,40	11,70	13,10	13,60	5,70
STATION 2	Taille moyenne	0,25	0,44	0,90	1,50	2,80	7,70	18,30	30,00	39,80	48,80	58,00	65,50
	Ecart-type	0,2787	0,3957	0,7246	1,3176	2,5011	4,9166	9,6569	11,3380	11,4857	11,8633	14,7025	16,1003
	Taux croissance	-	0,19	0,46	0,60	1,30	4,90	10,60	12,00	9,80	9,00	9,20	7,50
STATION 3	Taille moyenne	0,90	2,70	8,30	19,10	29,10	42,20	55,50	66,60	76,50	87,50	99,40	105,40
	Ecart-type	0,5625	1,6940	5,6407	9,0213	11,1815	12,6672	12,5118	12,7817	13,3652	15,0360	16,9756	16,9022
	Taux croissance	-	1,80	5,60	10,80	10,00	13,10	13,30	11,10	9,90	11,00	11,90	6,00
STATION 4	Taille moyenne	-	18,70	31,50	43,00	50,50	63,80	75,80	82,70	86,10	88,40	89,90	89,80
	Ecart-type	-	8,2000	10,7000	13,0000	15,0000	19,1000	26,1995	24,1505	26,1995	27,8894	28,5285	28,2546
	Taux croissance	-	-	12,80	11,50	7,50	13,30	12,00	6,90	3,40	2,30	1,50	-0,10
STATION 5	Taille moyenne	0,30	1,02	3,50	9,00	17,80	32,10	46,60	55,60	62,30	70,30	78,10	83,20
	Ecart-type	0,5146	1,2765	3,4614	7,0997	10,9659	13,4057	13,2971	13,3382	13,8625	15,0271	20,964	22,009
	Taux croissance	-	0,72	2,48	5,50	8,80	14,30	14,50	9,00	6,70	8,00	7,80	5,10

ANNEXE

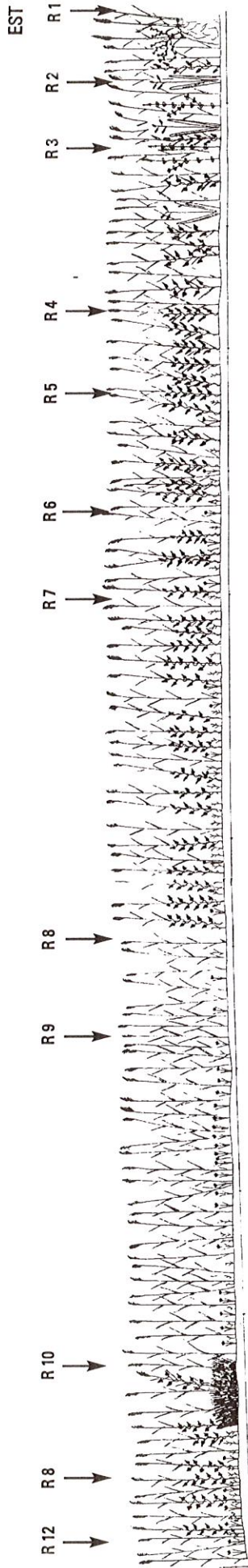
7

Profils
topographiques,
répartition spatiale
de la végétation
et relevés
phytosociologiques,
effectués sur la
rive est de la
réserve naturelle de
l'étang de Biguglia

Légende des figurés utilisés pour illustrer les profils topographiques, effectués sur les différents transects mis en place sur la rive est de l'étang de Biguglia

	<i>Agrostis stolonifera</i>		<i>Juncus acutus</i>
	<i>Arundo donax</i>		<i>Juncus maritimus</i>
	<i>Aster tripolium</i>		<i>Lysimachia vulgaris</i>
	<i>Atriplex prostrata</i>		<i>Oenanthe lachenalii</i>
	<i>Calystegia sepium</i>		<i>Pistacia lentiscus</i>
	<i>Cladium mariscus</i>		<i>Phragmites australis</i>
	<i>Dorycnium rectum</i>		<i>Rubus ulmifolius</i>
	<i>Elytrigia atherica</i>		<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>lacustris</i>
	<i>Halimione portulacoides</i>		<i>Scirpus maritimus</i>
	<i>Iris pseudacorus</i>		<i>Spartina versicolor</i>

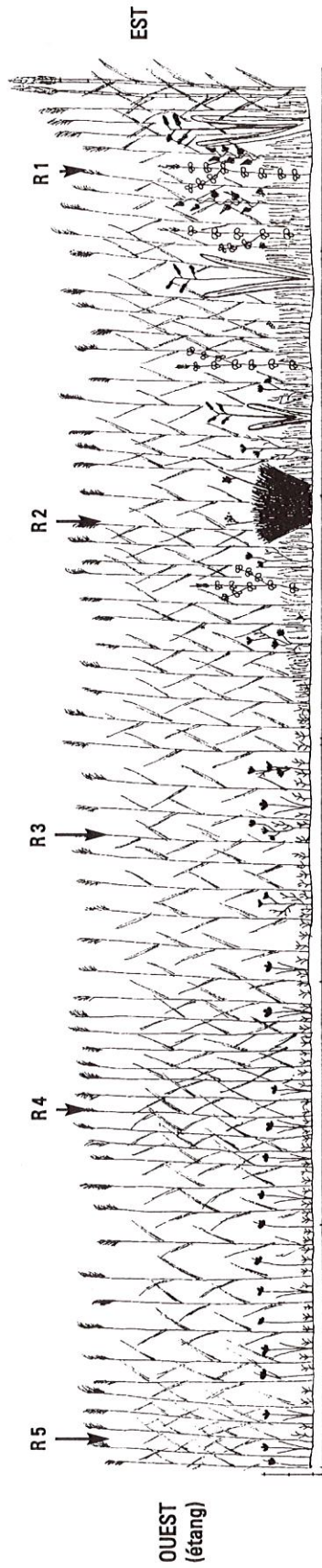
■ FIGURE A : Profil topographique et répartition spatiale de la végétation sur le transect 1 (zone d'étude en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)



■ TABLEAU A : Relevés phytosociologiques effectués sur le transect 1 (zone d'étude en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Longueur 63 m												
Numéro du relevé	10	25	10	20	10	20	10	10	10	10	30	20
Surface (m ²)	100	100	100	100	100	100	100	90	90	100	100	100
Recouvrement (%)	5	4	4	7	8	10	10	2	4	5	6	4
Nombre d'espèces	63	58	53	48	42	33	29	18	15	7	3	1
Distance à l'étang (m)												
<i>Koeleria pentacarpos</i>				1.1	+1	+1						
Espèces dominantes												
<i>Phragmites australis</i>	4.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	4.5	5.5
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	2a.1	4.1	4.1	3.1	4.1	3.1	3.5			2b.1	5.5	
<i>Scirpus maritimus</i>				1.1	1.1	1.1	1.1	3.5	4.5		2a.3	3.5
Compagnes des Phragmito-Magnocaricetea												
<i>Arundo donax</i>	3.3											
<i>Iris pseudacorus</i>		2a.3										
<i>Lysimachia vulgaris</i>		1.1					+1					
<i>Galium elongatum</i>			1.1	1.1	1.1	2a.3	1.1				1.1	
<i>Typha angustifolia</i>			+1	+1	1.1	1.1	+1					
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>						1.1	1.1					
<i>Dorycnium rectum</i>	1.2											
Espèces des Juncetea maritimi												
<i>Aster tripolium</i>				1.1	2b.3	2a.3	2b.3		1.1	+1	1.1	2b.3
<i>Juncus maritimus</i>							1.2			5.5		
Espèces des Molinio-Arrhenatheretea												
<i>Denanthe lachenalii</i>					+1	2a.3	1.1					
<i>Rumex crispus</i>						+1						
Autres espèces												
<i>Rubus ulmifolius</i>	2a.1											
<i>Atriplex prostrata</i>									+1	1.1	2a.3	2a.3

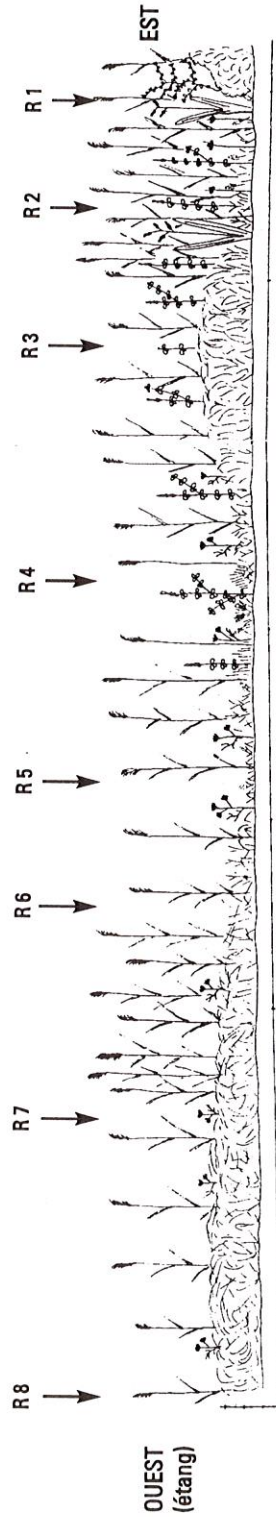
■ FIGURE B : Profil topographique et répartition spatiale de la végétation sur le transect 2 (zone d'étude de *Kosteletzky pentacarpos* en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)



■ TABLEAU B : Relevés phytosociologiques effectués sur le transect 2 (zone d'étude en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)

	1	2	3	4	5
Longueur : 28 m					
Numéro du relevé	20	20	20	30	30
Surface (m ²)	100	100	90	90	90
Recouvrement (%)	12	11	10	8	9
Nombre d'espèces	56	49	42	37,3	30
Distance à l'étang (m)	.	2a.3	3.5	2a.3	+1
<i>Kosteletzky pentacarpos</i>	.	.	.	.	.
Espèces dominantes					
<i>Phragmites australis</i>	4.5	4.5	3.5	4.5	3.5
<i>Juncus maritimus</i>	4.5	3.5	1.2	2a.2	2b.3
Compagnes des <i>Phragmiti-Magnocaricetea</i>					
<i>Lysimachia vulgaris</i>	2b.5	2a.1	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	2b.1	1.1	1.1	.	1.1
<i>Galium elongatum</i>	2a.1	2a.1	1.2	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	1.1	2a.3	.	.	.
<i>Arundo donax</i>	1.1	.	.	.	.
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>	+1	.	.	1.3	2a.3
<i>Scirpus maritimus</i>	.	.	2b.5	2b.3	2a.3
Compagnes des <i>Juncetea maritimi</i>					
<i>Aster tripolium</i>	1.1	+1	2b.5	3.5	3.5
<i>Juncus acutus</i>	.	1.1	.	.	.
Espèces des <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>					
<i>Potentilla reptans</i>	+1	.	.	.	.
<i>Oenanthe lachenalii</i>	.	2a.1	2a.3	1.1	1.3
<i>Lythrum salicaria</i>	.	1.1	1.1	.	.
Autres espèces					
<i>Trifolium vesiculosum</i>	+1	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	+1	.	.	.	.
<i>Puccinellia festuciformis</i>	.	.	1.1	+1	+1

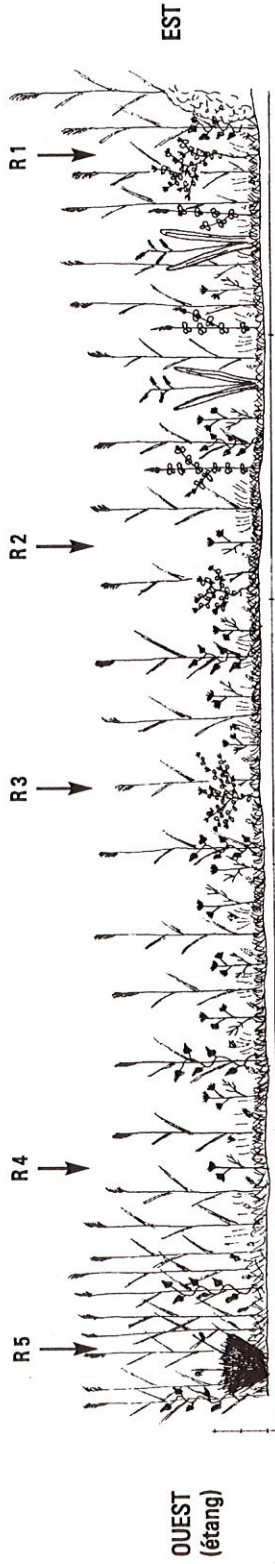
■ FIGURE D : Profil topographique et répartition spatiale de la végétation sur le transect 4 (zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpos* en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)



■ TABLEAU D : Relevés phytosociologiques effectués sur le transect 4 (zone d'étude en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)

Longueur : 36 m		1	2	3	4	5	6	7	8
Numéro du relevé		1	2	3	4	5	6	7	8
Surface (m ²)		20	10	10	20	20	10	20	20
Recouvrement (%)		100	100	100	100	100	100	100	100
Nombre d'espèces		9	12	9	9	10	5	7	7
Distance à l'étang (m)		50	46	43	40	33	27,5	21	13,5
<i>Kosteletzkya pentacarpos</i>		.	2a.3	2b.3	2b.3	2a.3	.	.	.
Espèces dominantes									
<i>Phragmites australis</i>		4.5	2b.5	2b.5	2a.5	2a.5	3.5	2a.5	2b.5
<i>Spartina versicolor</i>		1.1	3.5	1.1	.	2a.3	4.5	5.5	5.5
<i>Juncus maritimus</i>		.	1.1	2b.5	2b.5	2b.5	1.1	2a.3	2a.3
Compagnes des <i>Phragmiti-Magnocaricetea</i>									
<i>Lysimachia vulgaris</i>		2b.3	2a.3	2b.3	2a.3	1.1	.	1.1	.
<i>Calyptegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>		2b.1	2a.1	.	+1	1.1	.	+1	+1
<i>Iris pseudacorus</i>		2a.3	.	+1	1.1	+1	.	.	.
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>		2a.3	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Dorycnium rectum</i>		2a.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium elongatum</i>		.	+1	.	.	.	.	.	.
Compagnes des <i>Juncetea maritimi</i>									
<i>Juncus acutus</i>		.	+1	.	.	.	.	.	.
<i>Sonchus maritimus</i>		.	.	.	.	.	.	.	1.1
Espèces des <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>		2a.3	1.1	1.1	2b.3	2a.3	.	.	+1
<i>Oenanthe lachenalii</i>		.	1.1	2a.3	2a.3	2a.3	+1	2b.5	2a.3
<i>Lythrum salicaria</i>		.	+1	+1	1.3	2a.3	+1	+1	.
Autre espèce									
<i>Rubus ulmifolius</i>		+1	.	.	.	.	.	.	.

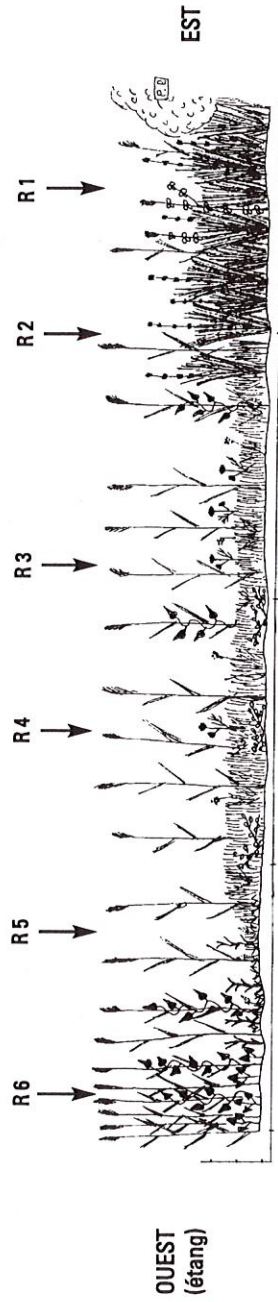
■ FIGURE E : Profil topographique et répartition spatiale de la végétation sur le transect 5 (zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpus* en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)



■ TABLEAU E : Relevés phytosociologiques effectués sur le transect 5 (zone d'étude en bordure du bassin sud de l'étang de Biguglia)

	1	2	3	4	5
Longueur : 24 m					
Numéro des relevés	20	100	100	100	100
Surface (m²) 15	100	100	100	100	100
Recouvrement (%)	13	14	11	12	11
Nombre d'espèces	38	31	26	19	15,5
Distance à l'étang (m)		2a.3	1.1	+1	+1
<i>Kosteletzkya pentacarpus</i>					
Espèces dominantes					
<i>Phragmites australis</i>	2b.5	2a.5	2a.5	2a.5	3.5
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>	2a.3	3.5	3.5	3.5	2b.5
<i>Juncus maritimus</i>	2a.3	2a.2	2a.2	2b.5	2a.5
Compagnes des <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>					
<i>Lysimachia vulgaris</i>	2b.3	2a.3	+1		
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	2a.1	2b.1	2b.1	2b.1	2b.1
<i>Iris pseudacorus</i>	2a.1	2a.1			
<i>Donycium rectum</i>	2a.1	+1	2a.1	1.1	
<i>Galium elongatum</i>	+1			+1	
<i>Scirpus maritimus</i>					
<i>Althaea officinalis</i>					+1
Compagnes des <i>Juncetea maritimi</i>					
<i>Juncus acutus</i>	1.1			1.1	1.1
<i>Sonchus maritimus</i>		2a.1	2b.3	1.1	
<i>Carex extensa</i>		1.2			
<i>Inula crithmoides</i>		+1	1.1		
<i>Elytrigia atherica</i>				1.1	2a.3
Espèces des <i>Malinio-Arrhenatheretea</i>					
<i>Oenanthe lachenalii</i>	1.1	2b.3	2b.3	2a.3	1.1
<i>Lythrum salicaria</i>	1.1	+1			1.1
<i>Rumex crispus</i>					1.1
Autres espèces					
<i>Lythrum hyssopifolium</i>		2a.1	2a.1	+1	+1
<i>Rubus ulmifolius</i>	1.1				
<i>Carex distans</i>	+1				

■ FIGURE F : Profil topographique et répartition spatiale de la végétation sur le transect 6 (zone d'étude de *Kosteletzkya pentacarpus* en bordure du bassin nord de l'étang de Biguglia)



■ TABLEAU F : Relevés phytosociologiques effectués sur le transect 6 (zone d'étude en bordure du bassin nord de l'étang de Biguglia)

	1	2	3	4	5	6
Longueur : 19 m						
Numéro des relevés	10	10	10	10	10	10
Surface (m²)	100	100	100	100	100	100
Recouvrement (%)	10	10	6	6	11	5
Nombre d'espèces	19	15	10,5	7,5	3,5	1
Distance à l'étang (m)		1,1	2a.3			
<i>Kosteletzkya pentacarpus</i>						
Espèces dominantes						
<i>Phragmites australis</i>	2a.5	2a.1	2b.5	2b.5	2b.5	3.5
<i>Juncus maritimus</i>		1.1	3.5	3.5	2a.3	
Compagnes des <i>Phragmit-Magnocaricetea</i>						
<i>Cladium mariscus</i>	4.5	5.5				
<i>Lysimachia vulgaris</i>	2a.3	1.1				
<i>Althaea officinalis</i>	+1					
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>		+1			2a.1	2b.5
<i>Galium elongatum</i>					+1	
Compagnes des <i>Juncetea maritimi</i>						
<i>Sonchus maritimus</i>	+1				1.1	
<i>Aster tripolium</i>		+1			3.3	1.1
<i>Elytrigia atherica</i>					1.1	
Espèces des <i>Arthrocnemetea fruticosi</i>						
<i>Halimione portulacoides</i>		+1	1.1	2b.5		
<i>Sarcocornia fruticosa</i>				1.3		
<i>Limonium narbonense</i>					+1	
Espèces des <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>						
<i>Lythrum salicaria</i>	2a.3	+1				
<i>Oenanthe lachenalii</i>	+1	1.1	2a.3	+1		
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>	+1		1.1	+1	2a.3	
Rumex crispus					+1	
Autres espèces						
<i>Tamarix africana</i>	+1					
<i>Pistacia lentiscus</i>	+1					
<i>Atriplex prostrata</i>					1.1	2a.5
<i>Aster squamatus</i>						1.1

ANNEXE

8

variation du niveau
de la nappe

■ TABLEAU 13 : Tableau de la variation du niveau de la nappe, mesurée du 3 juin 1997 au 24 juillet 1997, au niveau des 30 piézomètres disposés sur la rive est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia

piézomètre	03/06/97	06/06/97	09/06/97	13/06/97	19/06/97	23/06/97	26/06/97	30/06/97	03/07/97	08/07/97	10/07/97	14/07/97	17/07/97	21/07/97	24/07/97
P11	-2	-2	-7	-10	-8	-4	-6	-3	-2	-4	-5	-13	-15	-11	-13
P12	8,5	8,5	3,5	1,5	2,5	5,5	4,5	6,5	7,5	4,5	4,5	0,5	-2,5	-0,5	-1,5
P13	4,5	2,5	1,5	0,5	0,5	2,5	1,5	3,5	3,5	1,5	1,5	-2,5	-5,5	-3,5	-4,5
P21	4	4	-1	-4	-2	2	0	3	4	2	1	-6	-8	-5	-7
P22	-3	1	-1	-3	-5	-4	-4	-1	0	-2	-2	-8	-11	-10	-11
P23	5	4	2	0	-1	0	0	2	3	2	0	-3	-6	-6	-6
P24	8	7	4	3	2	2	2	5	6	5	3	1	-3	-2	-2
P31	-11	-11	-15	-17	-18	-14	-15	-13	-11	-14	-15	-20	-24	-11	-22
P32	1	0	-1	-4	-6	-3	-4	-1	0	-2	-3	-9	-13	-10	-12
P33	4,5	3,5	1,5	0,5	-1,5	-1,5	-0,5	1,5	2,5	0,5	0,5	-4,5	-9,5	-7,5	-8,5
P34	12	11	9	7	5	5	6	9	5	8	7	3	-1	-1	-1
P35	5	4	3	1	0	0	0	3	3	2	1	-2	-6	-4	-6
P41	-6	-6	-9	-14	-12	-10	-10	-7	-8	-10	-10	-16	-19	-16	-18
P42	9	8	6	3	2	3	3	5	7	5	4	-2	-6	-4	-4
P43	11	9	7	4	3	4	5	7	8	6	5	1	-3	-2	-2
P51	6	4	0	-2	1	3	2	4	4	3	1	-4	-7	-6	-6
P52	7	5	0	-1	0	2	1	4	5	2	2	-4	-7	-5	-7
P53	7,5	5,5	3,5	1,5	0,5	1,5	1,5	3,5	4,5	2,5	2,5	-3,5	-8,5	-3,5	-5,5
P54	9,5	8,5	6,5	4,5	3,5	7,5	4,5	7,5	7,5	5,5	5,5	0,5	-4,5	0,5	-2,5
P61	0	-1	-5	-9	-5	-3	-4	-1	-1	-3	-5	-11	-14	-10	-13
P62	2	2	-1	-6	-4	-2	-2	0	0	-1	-4	-9	-12	-9	-10
P63	2	0	-5	-6	-5	-4	-4	-2	-2	-3	-4	-9	-13	-10	-12
P64	9	6	4	1	1	2	2	4	5	3	2	-4	-6	-5	-7
P71	-12	-13	-18	-21	-17	-15	-16	-14	-12	-15	-16	-22	-25	-22	-23
P72	-3	-3	-7	-11	-8	-6	-7	-5	-4	-7	-8	-14	-17	-13	-15
P73	3,5	2,5	0,5	-3,5	-1,5	-0,5	-0,5	1,5	0,5	-0,5	-1,5	-7,5	-10,5	-7,5	-8,5
P81	10	3	1	-3	-2	1	1	3	3	1	0	-5	-8	-5	-8
P82	5	4	3	0	0	3	2	4	3	3	2	-3	-5	-3	-5
P83	2	9	4	4	4	7	7	8	9	7	7	2	0	2	1
P84	2	2	0	-2	-2	1	0	2	1	0	0	-4	-5	-3	-6

ANNEXE

9

Valeurs brutes de
conductivité et de pH
de la nappe

■ **TABLEAU 14 :** Valeurs brutes de la conductivité ($\mu\text{S/cm}$) mesurée au niveau des 30 piézomètres disposés sur la rive est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia

DATE	09/06/1997	16/06/1997	24/06/1997	02/07/1997
PIEZOMETRE	CONDUCTIVITE ($\mu\text{S/cm}$)	CONDUCTIVITE ($\mu\text{S/cm}$)	CONDUCTIVITE ($\mu\text{S/cm}$)	CONDUCTIVITE ($\mu\text{S/cm}$)
P1 1	16 210	15 810	17 500	23 800
P1 2	10 470	13 010	22 100	22 800
P1 3	3 490	4 190	8 760	5 860
P2 1	10 150	9 220	21 300	20 300
P2 2	6 670	5 910	3 410	4 110
P2 3	3 690	4 290	6 820	6 860
P2 4	1 247	932	874	1 376
P3 1	12 770	11 850	25 200	25 700
P3 2	3 920	5 350	5 500	6 210
P3 3	2 650	2 360	3 840	4 620
P3 4	4 090	3 510	5 060	5 030
P3 5	957	934	905	1 006
P4 1	8 490	7 440	6 080	5 850
P4 2	3 610	3 730	4 810	5 150
P4 3	2 120	1 306	1 037	1 848
P5 1	6 270	6 850	14 720	14 290
P5 2	4 960	5 470	5 640	5 920
P5 3	4 300	4 030	4 580	7 110
P5 4	4 120	3 370	3 320	4 520
P6 1	7 600	5 890	5 800	5 910
P6 2	5 100	3 400	2 640	2 680
P6 3	1 195	1 488	1 623	1 551
P6 4	897	1 600	1 876	1 150
P7 1	12 380	11 310	18 000	17 070
P7 2	3 080	3 200	2 940	2 850
P7 3	1 709	2 610	1 056	1 399
P8 1	10 060	10 440	10 670	10 440
P8 2	6 860	6 090	7 360	7 710
P8 3	4 980	6 270	5 360	4 990
P8 4	1 115	780	934	1 509

■ **TABLEAU 15** : Valeurs brutes du pH mesuré au niveau des 30 piézomètres disposés sur la rive est de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia (1997)

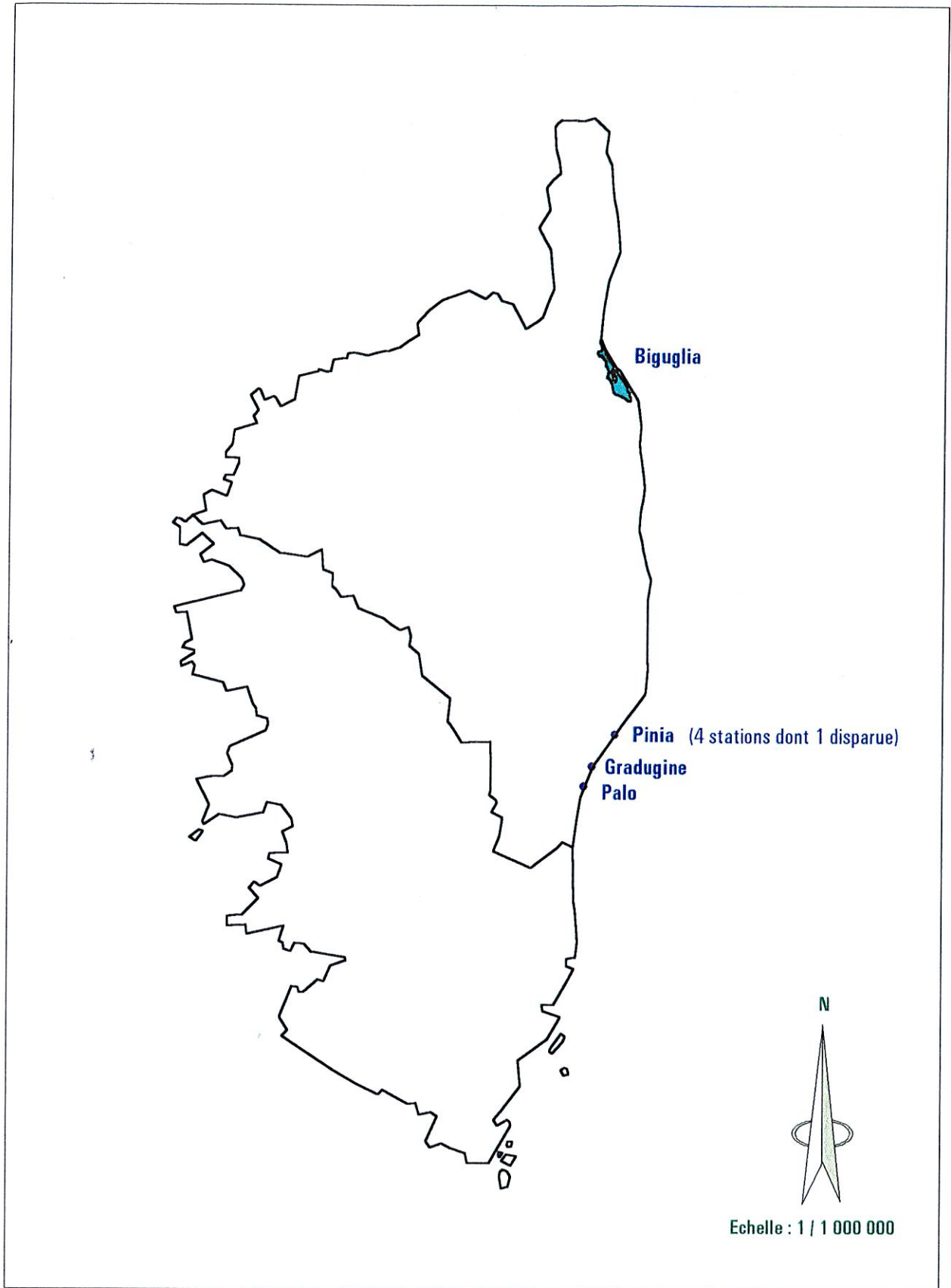
DATE	09/06/1997	16/06/1997	24/06/1997	02/07/1997
PIEZOMETRE	PH	PH	PH	PH
P1 1	7,66	7,34	7,32	7,27
P1 2	7,84	7,45	7,09	7,24
P1 3	7,22	7,44	7,08	7,47
P2 1	7,57	7,42	7,25	7,23
P2 2	7,40	7,65	7,55	7,62
P2 3	7,07	7,42	7,31	7,35
P2 4	7,63	7,48	7,43	7,32
P3 1	7,54	7,84	7,39	7,72
P3 2	6,92	7,34	7,50	7,84
P3 3	6,82	7,26	7,15	7,75
P3 4	6,83	7,23	7,62	7,79
P3 5	7,13	7,73	7,55	7,65
P4 1	7,23	7,66	7,51	7,56
P4 2	7,02	7,4	6,96	7,15
P4 3	6,83	7,06	7,21	7,47
P5 1	7,31	7,39	7,28	7,33
P5 2	7,59	7,46	7,83	7,70
P5 3	7,08	7,40	7,36	7,33
P5 4	7,24	7,36	7,27	7,59
P6 1	7,16	7,46	7,51	7,78
P6 2	7,09	7,38	7,44	7,71
P6 3	7,88	7,61	7,87	7,93
P6 4	7,90	7,85	7,35	7,96
P7 1	7,25	7,45	7,31	7,38
P7 2	7,25	7,64	7,41	7,49
P7 3	6,96	7,21	7,28	7,33
P8 1	6,80	6,88	6,96	7,04
P8 2	6,69	7,06	6,8	7,05
P8 3	7,01	6,99	6,85	7,06
P8 4	7,28	7,40	7,18	7,19

ANNEXE

10

Carte de localisation
des autres sites en
Corse où
l'on peut trouver
Kosteletzkya
pentacarpos

Carte 4. Localisation des stations de *Kosteletzkya pentacarpos* en Corse

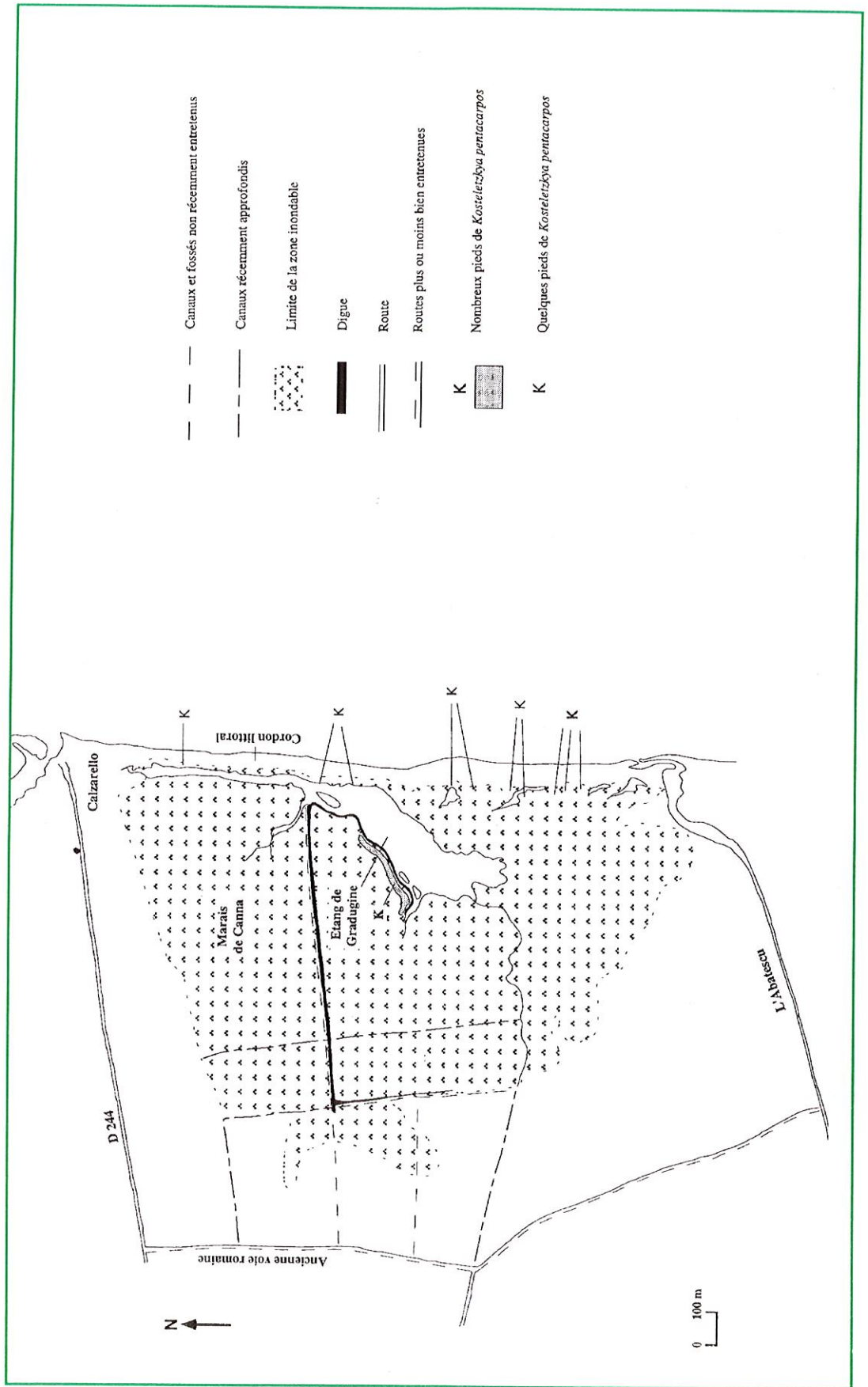


ANNEXE

11

Carte de localisation
des stations de
Kosteletzkya
pentacarpos en
bordure de l'étang
de Gradugine

CARTE 4 : Localisation des stations de *Kosteletzkyia pentacarpus* en bordure de l'étang de Gradugine (d'après un agrandissement de la photographie aérienne n° 90 de l'Institut Géographique National, mission de 1996, FD 2A-2B / 250) (I.G.N., 1996)

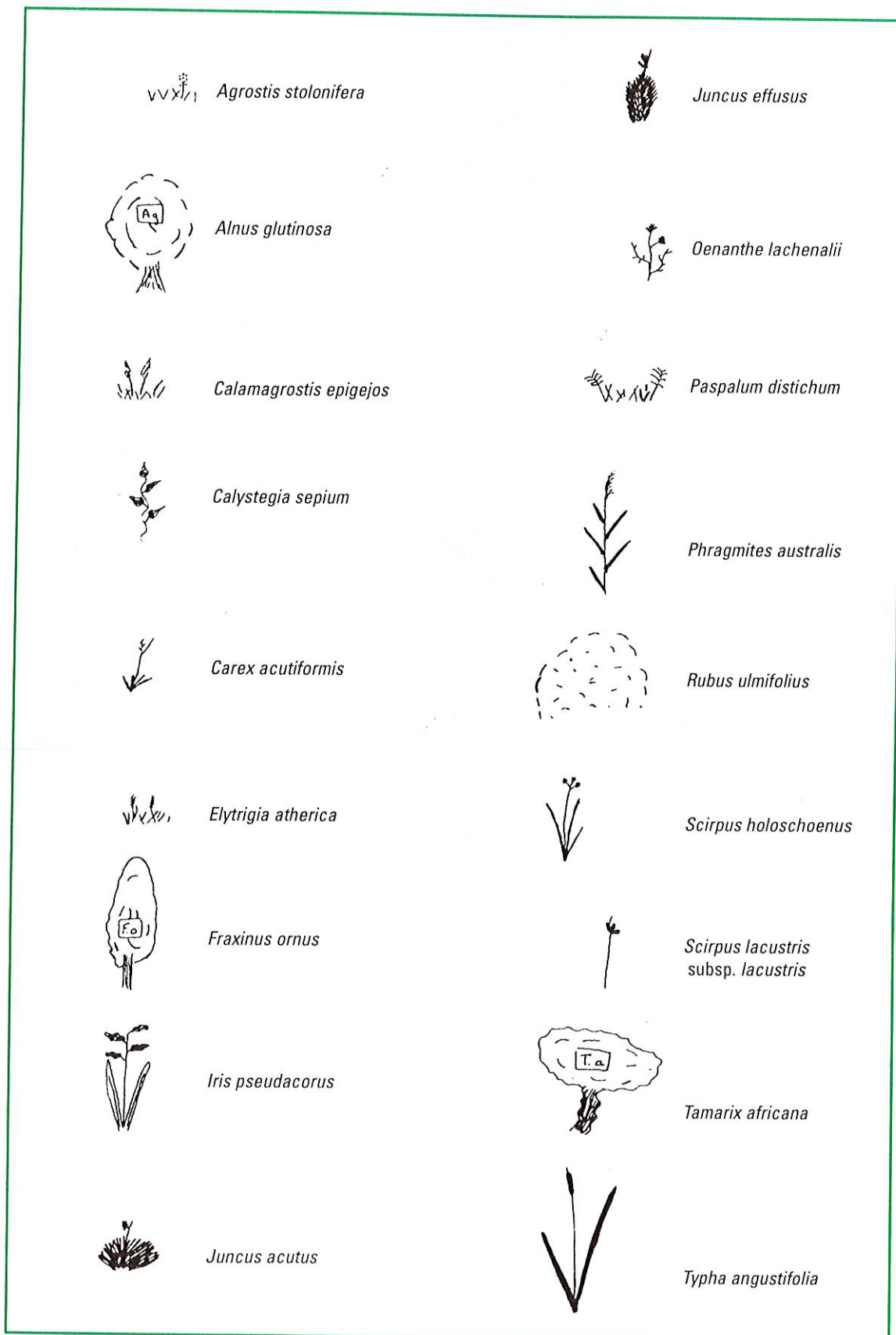


ANNEXE

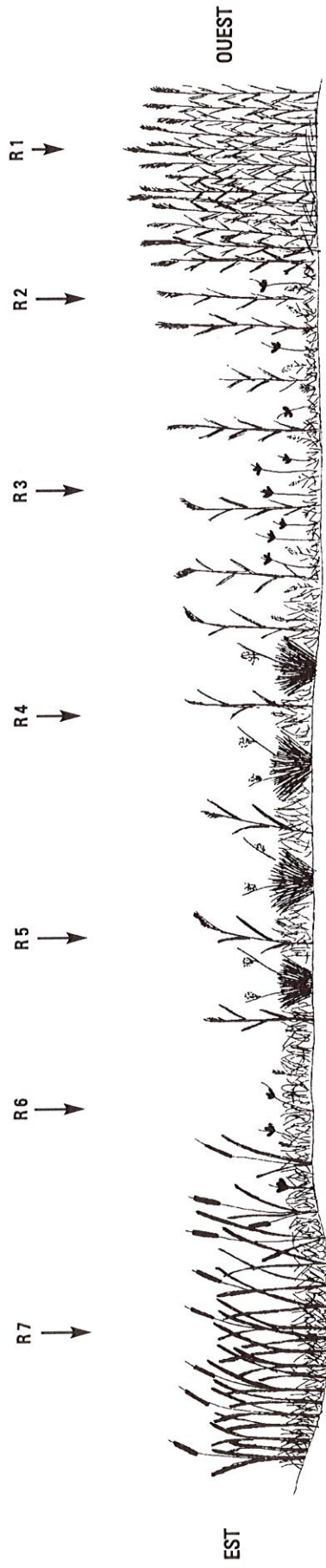
12

Répartition spatiale
de la végétation
et relevés
phytosociologiques
effectués en bordure
de l'étang
de Gradugine

Légende des figurés utilisés pour illustrer les différents sites étudiés sur les bordures de l'étang de Gradugine



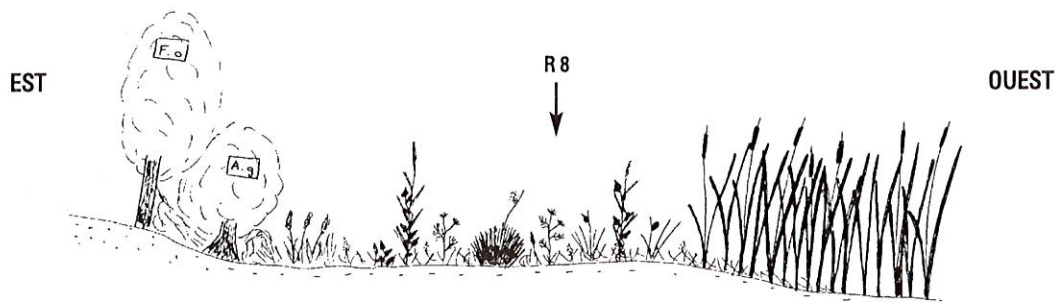
■ FIGURE A' : Schéma de répartition spatiale de la végétation et position des sept relevés phytosociologiques effectués le long d'un transect au sud de la rive est de l'étang de Gradugine



■ **TABEAU A' :** Relevés phytosociologiques effectués le long d'un transect au sud de la rive est de l'étang de Gradugine

Numéro des relevés	7	6	5	4	3	2	1
Surface (m ²)	20	50	100	100	100	30	20
Recouvrement (%)	95	95	100	100	100	100	100
Hauteur maximale (m)	2,5	2	1,8	2	2,5	3	3
Hauteur de l'eau (cm)	15	10	0	5	20	25	20
Nombre d'espèces	6	10	17	18	13	18	14
<i>Kosteletzkya pentacarpos</i>	+	.	.	+	.	+	+
Espèces des Phragmiti-Magnocaricetea							
<i>Typha angustifolia</i>	4	2b	.	2b	2b	2a	1
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>	1	2b	+	1	3	2b	.
<i>Galium elongatum</i>	.	+	.	1	.	1	2b
<i>Scirpus maritimus</i>	.	+	.	+	.	1	2a
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	.	.	1	1	.	1	2b
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	1	1	.	.	1
<i>Phragmites australis</i>	.	.	1	2b	2b	3	5
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	1	+	1	+
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	+	.	.	+
<i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	.	.	1
Espèce des Molinio-Arrhenatheretea							
<i>Lythrum salicaria</i>	1	1	2a	1	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>	.	2b	2b	2a	3	3	+
<i>Oenanthe lachenalii</i>	.	.	1	+	+	1	+
<i>Althaea officinalis</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Senecio erraticus</i>	.	.	.	1	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	1	1	.
<i>Rumex conglomeratus</i>	.	.	.	.	+	+	.
<i>Lotus glaber</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Rumex pulcher</i>	.	.	.	.	.	.	+
Espèces des Juncetea maritimi							
<i>Elytrigia atherica</i>	4	4	4	4	.	+	.
<i>Juncus maritimus</i>	+	2b	.	.	.	.	.
<i>Juncus acutus</i>	.	1	3	3	+	1	.
<i>Sonchus maritimus</i>	.	.	1	2a	.	.	.
<i>Schoenus nigricans</i>	.	.	1	.	.	.	.
Espèce des Paspalo-Helochloetalia							
<i>Paspalum distichum</i>	.	1	.	.	4	4	.
Espèce des Alnetea glutinosae							
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	+	.	.	.	.
Espèce des Bidentetea							
<i>Polygonum lapathifolium</i>	.	.	.	1	+	.	.
Autres espèces							
<i>Euphorbia hirsuta</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Centaurium acutiflorum</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Osmunda regalis</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	.	.	.	+	2a	4
<i>Myosotis sicula</i>	.	.	.	.	+	+	.

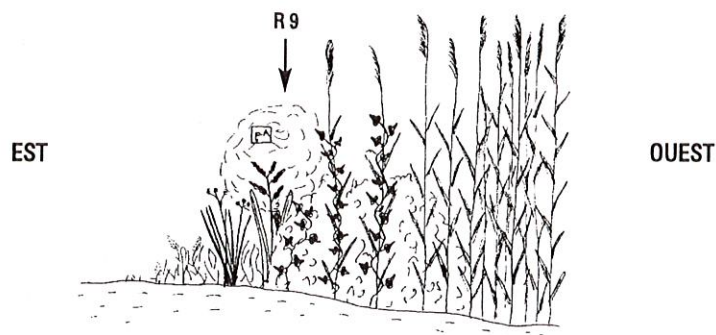
■ **FIGURE B'** : Schéma de la répartition spatiale de la végétation au niveau du relevé phytosociologique n° 8 effectué dans une mosaïque entre espèces des *Molinio-Arrhenatheretea* et des *Phragmiti-Magnocaricetea* en bordure de la rive est de l'étang de Gradugine



■ **TABLEAU B'** : Relevé phytosociologique n° 8 effectué dans une mosaïque entre espèces des *Molinio-Arrhenatheretea* et des *Phragmiti-Magnocaricetea* en bordure de la rive est de l'étang de Gradugine

Numéro du relevé	8
Surface (m ²)	40
Recouvrement (%)	100
Hauteur maximale (m)	2
Hauteur de l'eau (cm)	5
Nombre d'espèces	22
<i>Kosteletzkya pentacarpos</i>	1
Espèces des <i>Phragmiti-Magnocaricetea</i>	
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	2a
<i>Lysimachia vulgaris</i>	2a
<i>Iris pseudacorus</i>	1
<i>Phragmites australis</i>	1
<i>Typha angustifolia</i>	1
<i>Lycopus europaeus</i>	+
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>	+
Espèces des <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>	3
<i>Cyperus longus</i>	2a
<i>Juncus effusus</i>	2a
<i>Oenanthe lachenalii</i>	2a
<i>Potentilla reptans</i>	2a
<i>Lotus glaber</i>	1
<i>Calamagrostis epigejos</i>	+
<i>Carex distans</i>	+
<i>Rumex conglomeratus</i>	+
Espèces des <i>Juncetea maritimi</i>	
<i>Juncus acutus</i>	1
<i>Juncus gerardii</i>	+
Espèce des <i>Paspalo-Heleochoetalia</i>	
<i>Paspalum distichum</i>	1
Autres espèces	
<i>Euphorbia hirsuta</i>	1
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	1

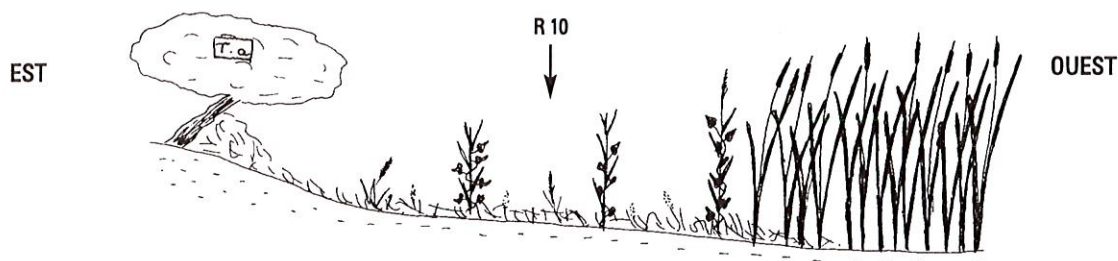
■ **FIGURE C'** : Schéma de la répartition spatiale de la végétation au niveau du relevé phytosociologique n° 9 effectué sur une zone où l'expansion de *Rubus ulmifolius* a tendance à envahir le biotope (rive est de l'étang de Gradugine)



■ **TABLEAU C'** : Relevé phytosociologique n° 9 effectué sur une zone où l'expansion de *Rubus ulmifolius* a tendance à envahir le biotope (rive est de l'étang de Gradugine)

Numéro du relevé	9
Surface (m ²)	50
Recouvrement (%)	100
Hauteur maximale (m)	3
Hauteur de l'eau (cm)	0
Nombre d'espèces	21
<i>Kosteletzkya pentacarpus</i>	1
Espèces des Phragmiti-Magnocaricetea	
<i>Phragmites australis</i>	2b
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	2a
<i>Iris pseudacorus</i>	2a
Espèces des Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>	2a
<i>Scirpus holoschoenus</i>	2a
<i>Cyperus longus</i>	1
<i>Oenanthe lachenalii</i>	1
<i>Potentilla reptans</i>	1
<i>Althaea officinalis</i>	+
<i>Carex cuprina</i>	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+
<i>Rumex crispus</i>	+
Espèces des Juncetea maritimi	
<i>Elytrigia atherica</i>	1
<i>Sonchus maritimus</i>	+
Espèce des Alnetea glutinosae	
<i>Alnus glutinosa</i>	1
Autres espèces	
<i>Rubus ulmifolius</i>	3
<i>Allium vineale</i>	+
<i>Euphorbia hirsuta</i>	+
<i>Myrtus communis</i>	+
<i>Vicia varia</i>	+

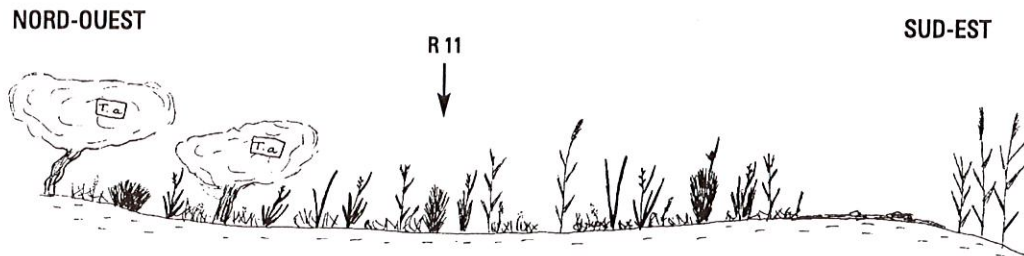
■ **FIGURE D' :** Schéma de la répartition spatiale de la végétation au niveau du relevé phytosociologique n° 10 effectué en bordure de l'étang de Gradugine à proximité d'un peuplement à *Tamarix africana* (rive est de l'étang de Gradugine)



■ **TABLEAU D' :** Relevé phytosociologique n° 10 effectué en bordure de l'étang de Gradugine à proximité d'un peuplement à *Tamarix africana* (rive est de l'étang de Gradugine)

Numéro du relevé	10
Surface (m ²)	25
Recouvrement (%)	95
Hauteur maximale (m)	3
Hauteur de l'eau (cm)	0
Nombre d'espèces	12
<i>Kosteletzkya pentacarpos</i>	2b
Espèces des Phragmiti-Magnocaricetea	
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	2b
<i>Typha angustifolia</i>	2b
<i>Phragmites australis</i>	2a
<i>Galium elongatum</i>	1
Espèces des Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>	2a
<i>Lythrum salicaria</i>	+
<i>Oenanthe lachenalii</i>	+
Espèces des Juncetea maritimi	
<i>Juncus acutus</i>	2a
<i>Elytrigia atherica</i>	1
Espèce des Alnetea glutinosae	
<i>Solanum dulcamara</i>	1
Autre espèce	
<i>Rubus ulmifolius</i>	1

■ **FIGURE E'** : Schéma de la répartition spatiale de la végétation au niveau du relevé phytosociologique n° 11 effectué sur la rive ouest de l'étang de Gradugine dans une zone à *Carex acutiformis*



■ **TABLEAU E'** : Relevé phytosociologique n° 11 effectué sur la rive ouest de l'étang de Gradugine dans une zone à *Carex acutiformis*

Numéro du relevé	11
Surface (m ²)	60
Recouvrement (%)	95
Hauteur maximale (m)	2
Hauteur de l'eau (cm)	0
Nombre d'espèces	22
<i>Kosteletzkya pentacarpos</i>	2b
Espèces des Phragmiti-Magnocaricetea	
<i>Carex acutiformis</i>	3
<i>Phragmites australis</i>	2a
<i>Typha angustifolia</i>	2a
<i>Calystegia sepium</i> subsp. <i>sepium</i>	1
<i>Iris pseudacorus</i>	1
<i>Scirpus lacustris</i> subsp. <i>tabernaemontani</i>	1
<i>Scirpus maritimus</i>	1
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+
Espèces des Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Juncus effusus</i>	2b
<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>stolonifera</i>	2a
<i>Carex cuprina</i>	+
<i>Lotus glaber</i>	+
<i>Lythrum salicaria</i>	+
Espèces des Juncetea maritimi	
<i>Elytrigia atherica</i>	2a
<i>Juncus acutus</i>	1
<i>Sonchus maritimus</i>	+
Espèce des Nerio-Tamaricetea	
<i>Tamarix africana</i>	1
Autres espèces	
<i>Cotula coronopifolia</i>	+
<i>Samolus valerandi</i>	+
<i>Solanum dulcamara</i>	+
<i>Aster squamatus</i>	+

1

2

