Étude sur la végétation des dunes anciennes en Petite Camargue

*Badania nad roślinnością starych wydm śródlądowych Petite Camargue
w delcie Rodanu*

K. ZARZYCKI

INTRODUCTION

La flore et la végétation de la Grande Camargue sont assez bien connues grâce aux études de Flahault et Combres (1894), Kühnholtz-Lordat (1923) et Tallon (1930—1955); au contraire, la végétation de la Petite Camargue n'a pas encore été étudiée en détail. Quelques données floristiques, d'ailleurs peu nombreuses, se trouvent dans les publications énumérées ci-dessus. Le présent travail, concernant la végétation des dunes anciennes situées à l'Ouest du Petit Rhône, a pour but de combler cette lacune.

Ces dunes, au point de vue de leur âge, forment deux types principaux groupés en deux complexes: les plus anciennes à l'intérieur de la terre ferme — c'est-à-dire le lido Godesque et les dunes plus jeunes de la Petite Camargue. Elles diffèrent également par la flore et la végétation. Leur étude a beaucoup contribué à mieux connaître les stades bien avancés de la succession de la végétation (série de *Ammophilion*) et l'influence du pin parasol (*Pinus pinea*) sur le développement de la végétation et des sols dunales. Dans le but de mieux éclaircir les problèmes de la répartition et de l'immigration de certaines plantes dans les dunes, on a attentivement observé leur distribution non seulement dans les dunes, mais également dans les formations du pliocène, voisinant avec elles et séparées par une bande d'alluvions. L'auteur, au contraire ne s'est pas occupé spécialement de la végétation bien connue du cordon littoral contemporain (Kühnholtz-Lordat 1923, Braun-Blanquet 1952).

Les matériaux pour ce travail ont été recueillis par l'auteur pendant son séjour de trois mois et demi (avril — juillet 1959) à la Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine (SIGMA) à Montpellier.

Je remercie cordialement Monsieur le Dr J. Braun-Blanquet, directeur de la Station, de m'avoir indiqué le thème d'étude et pour son aide bienveillante. Je suis également reconnaissant à M. R. Sutter (Montpellier), assistant à SIGMA.

qui a fait avec moi quelques excursions dans le terrain et qui m'a aidé à déterminer les matériaux d'herbier, à M. le Professeur B. Szafran (Cracovie) pour la détermination des échantillons de mousses et à M. J. Nowak (Cracovie) pour celle des lichens.

J'adresse de vifs remerciements à la Deuxième Faculté de l'Académie Polonaise des Sciences pour la bourse qui m'a permis de faire ces études.

REMARQUES MÉTHODIQUES

L'étude de la végétation est basée sur les méthodes phytosociologiques bien connues (Braun-Blanquet 1951).

J'ai observé et décrit les profils des sols dans les groupements étudiés. Des échantillons des sols furent recueillis pour des études laboratoires dont les résultats sont représentés sur le tableau 6.

L'analyse mécanique a été faite d'après la méthode de Cassagrand modifiée par Prószyński. La réaction des sols a été déterminée avec le pH-mètre de production polonaise à l'électrode en verre; la teneur en CaCO_3 en utilisant l'appareil de Passon (en même temps on a vérifié un certain nombre d'échantillons avec l'appareil de Scheibler sans remarquer des différences essentielles). Le contenu total de matière organique a été déterminée par la perte au feu (ca 400°C) et l'humus avec la méthode d'oxydation sulfochromique.

TERRAIN D'ÉTUDES

a. Situation géographique et géologique

Le terrain d'étude comprend les dunes anciennes, d'origine maritime, situées à l'Ouest du Petit Rhône (fig. 1). Ce n'est qu'une petite partie de l'unité géomorphologique représentée par la Camargue. Nous allons la caractériser brièvement en s'appuyant sur les données rassemblées dans l'ouvrage de Galtier (1958—1959, v. aussi Kühnholz-Lordat 1923).

Nous comprendrons sous le nom de Camargue non seulement l'île placée entre les deux bras du Rhône (la Camargue proprement dite), mais aussi la plaine de Saint-Gilles, le Plan du Bourg et la Petite Camargue. La Camargue ainsi conçue doit son existence à l'action combinée de la mer et du fleuve.

Le delta actuel du Rhône a été formé au déclin de la transgression post-würmienne et s'appuie sur un delta pléistocène, qui a eu une plus grande étendue et dont les bords nettement tracés au Nord d'Aiguesmortes sont formés par des cailloutis pliocènes; il descend jusqu'à la profondeur de 200 m au-dessous niveau actuel de la mer.

Fig. 1. Carte géologique de la partie occidentale du delta du Rhône (Carte géologique détaillée (de France); feuilles: Montpellier et Arles; un peu schématisé): 1 — alluvions modernes; 2 — éocène supérieur; 3 — pliocène supérieur et moyen; 4 — formations dunaires; 5 — cordons littoraux récents; 6 — cordon littoral moderne; 7 — l'eau (étangs et mer); 8 — villes; 9 — Petit Rhône

Une lente transgression de la mer a commencé au début de la dernière glaciation (würmienne). Environ 5000 ans av. notre ère la mer atteignit la cote -8 mètres. Ensuite elle s'est élevée à la cote -5 mètres et enfin elle stationna à -3 mètres et finit par arriver rapidement à la cote $+1$ mètre. Cela s'est passé environ 3500 ans av. n. e. De cette façon la Basse Camargue limitée par le cordon littoral contemporain est coupée par le reste de l'ancien cordon dunal qui marque la progression de la mer au Nord. Le cordon le plus avancé dans cette direction, qui s'est formé le plus tôt, c'est le lido Godesque. Il apparaît distinctement entre Aiguesmortes et Sylveréal où il porte le nom de Silve Godesque, qui lui vient de la belle forêt de pins parasols qu'il porta avant d'être défriché. Cette bande de dunes est d'une largeur de 1,5 kilomètre en moyenne et s'étend de l'Ouest vers l'Est à plus de 20 kilomètres. La présence de coquillages marins, identiques à ceux que l'on trouve dans les dunes contemporaines (par exemple *Cardium tuberculatum* et beaucoup d'autres) nombreux dans les dunes Silve Godesque, est une preuve irréfutable de l'origine marine et non fluviale de ces dunes. Celles-ci sont

presque entièrement couvertes de vignobles. Les bois de pin parasol se sont à peine conservés çà et là. Les groupements arbustifs sont mieux développés sur les flancs oriental et occidental (Silve de Montcalm et à l'Ouest du Mas du Garde). Ces dunes atteignent leur hauteur culminante (3—4 mètres) au Nord et au Nord-Ouest d'Aiguesmortes (le vieux cordon littoral, fig. 1). Au fur et à mesure qu'on avance vers l'Est les dunes diminuent de hauteur et finissent par disparaître sous les dépôts alluviaux entre Montcalm et Sylvéréal. Sur la rive gauche du Petit Rhône, près du Château d'Avignon elles réapparaissent à l'état fragmentaire. Au Nord-Ouest du Grau-du-Roi un ancien cordon littoral se lie au cordon contemporain. Il ne prend cependant nulle part contact avec des formations géologiques plus anciennes. Il est séparé d'elles par des dépôts alluviaux couverts d'eau pour la plupart et occupés par des groupements de l'ordre *Phragmitetalia* et *Salicornietalia*. Dans l'endroit où les formations pliocènes s'approchent le plus des anciennes dunes aux environs de Gallician, elles sont toujours séparées au moins par une bande d'alluvions de 4 kilomètres de largeur environ (Marais de la Souteyranne).

Les dunes de la Petite Camargue proprement dite se trouvent au Sud de ce cordon et sont plus jeunes. Elles sont limitées à l'Est par le Petit Rhône et à l'Ouest par le canal de Sylvéréal. Elles ne forment pas un complexe uni sous le rapport morphologique. Elles sont séparées par des étangs plus ou moins grands, salés, de temps en temps visités par des flamants. Les dunes ici sont assez basses en général et quelquefois s'élèvent seulement à 2—3 mètres au dessus du fond des étangs. Une végétation naturelle s'y trouve, peu changée sous l'influence de l'activité humaine. Les mas sont relativement rares, les vignobles occupent une surface minimale, encore plus restreinte depuis les dernières années. Les dunes de la Petite Camargue sont en contact immédiat sur une étendue considérable avec celles du cordon littoral, mais n'ont aucun contact avec des formations géologiques plus anciennes. Elles touchent uniquement sur un espace restreint aux plus anciennes dunes par l'intermédiaire de dunes situées au Sud d'Aiguesmortes. Elles sont d'ailleurs entourées de toutes parts par des sols salés, occupés par une végétation spécifique, tandis que par exemple des espèces des forêts du chêne vert n'ont pas de chance pour s'installer. Les dunes situées au Sud d'Aiguesmortes occupent, au point de vue de l'âge, une position intermédiaire entre les plus anciennes dunes de Silve Godesque et les dunes plus jeunes de la Petite Camargue. Elles sont plates et leur végétation primitive est presque complètement détruite, en partie à l'occasion de l'exploitation et le transport du sel (Salines du Midi) et aussi par des vignes nouvellement plantées. A peine çà et là se sont conservés des individus du groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa*, ainsi que des touffes séparées de

Juniperus phoenicea et de *Phyllirea angustifolia*. Le Bois de Jarras est le seul fragment plus considérable de végétation moins dévastée.

Le sable de toutes ces dunes est très riche en carbonate de calcium (20—30%). L'analyse donne 80 et parfois 95% des particules de 1—0,1 millimètres de diamètre.

L'isolement des dunes étudiées éloignées des formations géologiques plus anciennes et le contenu en carbonate de calcium élevé du sable ont eu une influence décisive sur le développement de la végétation.

b. Les conditions climatiques

La contrée étudiée subit des vents violents et fréquents, surtout du NO ou NE et SE. Ils ont une grande influence sur la végétation et son développement. Il ne s'agit pas seulement de l'action physiologique du vent qui assèche, mais encore de la dissémination des graines, de son influence sur l'érosion des dunes en rendant plus difficile leur stabilisation. Les eaux des étangs et la mer adoucissent le climat. En général les hivers sont ici moins rigoureux et les chaleurs de l'été moins fortes qu'à l'intérieur du pays. Les gelées sont relativement rares et il neige rare-

Fig. 2. Diagramme climatique d'Aiguesmortes: 1 — cours de précipitations mensuelles moyennes; 2 — cours de températures moyennes; 3 — saison humide; 4 — saison de sécheresse

ment. Les pluies sont violentes concentrées sur un petit nombre de jours (pour Aiguesmortes 52 en moyenne). Il pleut surtout en automne, en hiver et au commencement du printemps; les étés sont secs.

La répartition des précipitations et les cours de température mensuelle pour Aiguesmortes se trouve sur fig. 2 (selon les données de Galtier 1958). Le total annuel des pluies à Aiguesmortes est de 543 millimètres, aux Saintes-Maries de 504 millimètres.

VÉGÉTATION

a. Données floristiques *

Il semble intéressant de donner ici quelques indications des plantes rares ou peu connues observées par moi sur les dunes au Nord d'Aiguesmortes et en Petite Camargue.

1. *Galilea mucronata* (L.) Paul. (*Cyperus capitatus* Vand.) — au Nord d'Aiguesmortes très rare: Mas de Trouchaud, à l'Ouest de Caves du Grand Chaumont.
2. *Pancratium maritimum* L. — Mas de Trouchaud.
3. *Limodorum abortivum* L. — au Nord d'Aiguesmortes: Mas de l'Abbé, Mas du Garde.
4. *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. — près du Mas du Petit Chaumont.
5. *Epipactis microphylla* (Ehrh.) Swartz. — *Quercetum galloprovinciale* appauvri près du Mas Grand St. Jean au Nord d'Aiguesmortes.
6. *Epipactis latifolia* (L.) All. — Mas de Trouchaud.
7. *Orchis fragrans* Poll. — à l'Ouest du Grau-du-Roi.
8. *Ophrys atrata* Lindl. — Petite Camargue, près de Maison le Ferradou.
9. *Euphorbia palustris* L. — Silve de Montcalm, dépression parmi les dunes.
10. *Cerastium balearicum* Hermann C. *dentatum* Möschl („Alles *C. semidecandrum* „L" aus dem Mediterrangebiet mit Ausnahme der Apenninen-Halbinsel mit Sizilien" — Möschl 1937) — fort répandue sur les dunes anciennes.
11. *Malcolmia confusa* Boiss. — Petite Camargue près de la mer au Sud de Caves de la Pinède; Mas de la Pinède; Radeaux des Deux Pins.
12. *Malcolmia littorea* (L.) R. Br. — fort répandue au Nord d'Aiguesmortes et en Petite Camargue.
13. *Rhamnus cathartica* L. — Mas de l'Abbé au Nord d'Aiguesmortes, exemplaires peu typiques.
14. *Onosma pyramidatum* Br.-Bl. — Mas de l'abbé et Mas de Trouchaud.
15. *Linaria cirrosa* (L.) Willd. — à l'Ouest du Grau-du-Roi, Silve de Montcalm et Petite Camargue près du Mas de la Pinède.
16. *Phelypaea arenaria* (Borkhaus) Walpers — Mas de l'Abbé.
17. *Phelypaea nana* Noë — Bois près du Mas Jarras; Petite Camargue près de Maison le Ferradou.

b. Groupements végétaux

Observées de loin les dunes anciennes donnent l'impression d'être entièrement couvertes de forêts de pins pignons. Cependant en y regardant de plus près on aperçoit que la végétation arborescente et arbutive est très disloquée et qu'elle forme une mosaïque.

Sur le terrain étudié furent constatés et brièvement caractérisés les groupements végétaux suivants, appartenant aux 4 ordres.

* La nomenclature des espèces d'après Fournier (1946) et Braun-Blanquet (1952).

- I. l'Ordre: *Ammophiletalia*
 - 1. *Ammophiletum arundinaceae* (fragm.)
 - 2. Groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa*
- II. l'Ordre: *Thero-Brachypodietalia*
 - 3. *Staticetum echinoidis*
- III. l'Ordre: *Quercetalia ilicis*
 - 4. *Quercetum ilicis galloprovinciale* (appauvri)
 - 5. Groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phyllirea angustifolia* de l'alliance *Quercion ilicis*
- IV. l'Ordre: *Populetales albae*
 - 6. *Populetales albae*

1. *Ammophiletum arundinaceae*

Les associations de l'ordre *Ammophiletalia* ont leur optimum de développement dans les dunes récentes (Kühnholz-Lordat 1923, Braun-Blanquet 1952). Les dunes anciennes ne leur offrent plus de conditions favorables de développement. Certaines espèces caractéristiques des dunes s'y trouvent largement répandues, par exemple *Malcolmia littorea*, mais les associations typiques pour les dunes ne sont formées que fragmentairement. Des individus appauvris d'*Ammophiletum* se rencontrent dans les dunes de l'ancien cordon littoral près du Mas du Chaumont, où le vieux cordon littoral est lié aux dunes récentes et en Petite Camargue près de la Maison le Ferradou et du Grand Radeau. En Petite Camargue le nombre des caractéristiques de dunes s'agrandit successivement en s'approchant du bord de la mer. Près de la Maison le Ferradou on trouve déjà 10 espèces, entre autres: *Polygonum maritimum*, *Euphorbia paralias* et *Ammophila arenaria*.

L'*Ammophiletum* le mieux développé que j'ai trouvé dans les dunes étudiées est représenté par un relevé fait le 26 mai 1959 sur la crête haute de 6 mètres, située à l'Ouest des Caves du Grand Chaumont en bordure du vignoble. Recouvrement de la végétation 60%; surface du relevé 150 m².

Caractéristiques de l'association:

1.2—3 *Ammophila arenaria* (L.) Link ssp. *arundinacea* (Host).

Caractéristiques de l'alliance (*Ammophilion*) et de l'Ordre (*Ammophiletalia*):

1.2 *Malcolmia littorea* (L.) R. Br.

+2 *Helichrysum stoechas* (L.) DC. var. *maritimum* (J. et F.) Rouy

+ *Pancratium maritimum* L.

2.2 *Teucrium polium* L. var. *maritimum* Alb. et Jah.

1.1 *Scleropoa maritima* Parl.

1.1 *Vulpia fasciculata* (Forsk.) Fritsch [V. *uniglumis* (Sol.) Dum.]

+2 *Artemisia campestris* L. var. *glutinosa* Ten.

+ *Galilea mucronata* (L.) Parl. (*Cyperus capitatus* Vand.)

+ *Ononis ramosissima* Desf.

+ *Scrophularia canina* L. ssp. *humifusa* Gaut.

+ *Erianthus Ravennae* (L.) P. B.

Compagnes:

- + *Centaurea aspera* L.
- + *Corynephorus articulatus* (Desf.) P. B.
- + *Crepis taraxacifolia* Thuill.
- + *Ephedra distachya* L.
- + *Medicago minima* L.
- + *Oenothera biennis* L.
- + *Osyris alba* L.
- + *Phleum arenarium* L.
- + *Populus nigra* L. (juv.)
- + *Imperata cylindrica* (L.) P. B.

On remarque dans le relevé étudié le manque de la majorité des caractéristiques de l'association (en dehors d'*Ammophila arenaria*, qui domine). En revanche les espèces caractéristiques de l'alliance *Ammophilion* et de l'ordre *Ammophiletalia* sont représentées en plus grand nombre. Ces individus d'association, au moins en partie et indirectement, doivent leur existence à l'homme. La coupe des forêts voisines a influencé l'augmentation de l'érosion éolique qui empêche la stabilisation du sable et l'envahissement de la dune par la végétation forestière. Sur la même dune tout près de l'individu étudié, croissent cependant déjà *Quercus pubescens* et *Q. ilex*.

2. Groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa*
(tab. 1) *

Sur les sables incomplètement stabilisés de Silve Godesque et de la Petite Camargue se développe un groupement, dans lequel dominent alternativement: *Artemisia campestris* var. *glutinosa*, *Helichrysum stoechas* var. *maritimum* ou *Teucrium polium* var. *maritimum*. Ces espèces croissent ordinairement sur le versant opposé au vent des dunes récentes; elles sont caractéristiques du *Crucianelletum*. *Rumex tingitanus* croit ici en abondance. Dans ce groupement se trouvent en outre des espèces caractéristiques de l'ordre des *Ammophiletalia* comme *Malcolmia littorea* et plus rarement *Pancratium maritimum*, *Galilea mucronata* et *Ammophila arenaria*. Le groupement subit moins l'action du vent que la végétation des dunes récentes. Parmi les touffes d'*Artemisia campestris* croissent des espèces propres aux pelouses xerothermiques calcaires de l'alliance du *Thero-Brachypodium*: *Arenaria serpyllifolia* ssp. *leptoclados*, *Medicago minima* et *Clypeola microcarpa*.

Molinier et coll. (1959) ont publié des relevés à *Artemisia campestris* var. *glutinosa* qui domine dans les dunes anciennes à Beynes, à quelques kilomètres au Sud d'Arles. Ils ont décrit une nouvelle associa-

* Tous les tableaux appartenant à l'article de Mr Zarzycki sont placés à la fin du livre.

tion *Artemisieto-Holoschoenetum romani* Mol. et Tallon et la placent dans l'alliance du *Holoschoenion romani* Mol. et Tallon 1959. Les relevés de la Petite Camargue et de Silve Godesque se rattachent à ceux de Beynes quoiqu'ils *Rumex tingitanus* ne s'y trouve pas et que les espèces de l'ordre *Thero-Brachypodietalia* (13 espèces) y sont plus fortement représentées tandis que les plantes dunaes diminuent.

Le groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa* est peu homogène, mais son caractère dynamique est nettement accusé; il constitue un stade de succession suivant le *Crucianelletum*. Dans des conditions favorables ce groupement est suivi par des fourrés à *Phillyrea angustifolia* et *Juniperus phoenicea* var. *lycia*, pour se transformer successivement en forêt, où *Quercus pubescens* est fortement représenté.

3. *Staticetum echiodis*

(tab. 2)

Le *Staticetum echiodis* (Tallon) Braun-Blanquet 1931 se développe en Petite Camargue dans des endroits plats ou légèrement inclinés, abrités contre l'action du vent par des touffes du *Juniperus phoenicea* ou par *Phillyrea angustifolia*. Le sable est toujours assez stable, riche en carbonate de calcium, avec des traces de sel. Le tapis végétal composé surtout de therophytes couvre 30 à 90% du sol (le plus souvent ca. 60%). Les espèces vivaces y sont peu nombreuses. C'est une association naturelle, contrairement à d'autres groupements végétaux de l'alliance du *Thero-Brachypodion*. Le développement annuel du *Staticetum echiodis* commence très tôt (au mois de mars) par la floraison du *Myosotis collina*. Le plein épanouissement se fait au mois d'avril et de mai. Au début de juin déjà la majorité des espèces se dessèchent et au mois de juillet tout est desséché.

Plusieurs espèces peuvent être considérées comme caractéristiques de l'association, mais en grande partie seulement comme caractéristiques locales: *Statice echiodis*, *Avellinia Michellii*, *Catapodium loliaceum*, *Malcolmia confusa* (car. loc.), *Linaria cirrosa* (car. loc.) et *Viola nemausensis* (car. loc.). L'appartenance de l'association à l'alliance *Thero-Brachypodion* et à l'ordre *Thero-Brachypodietalia* est hors de doute. Elle est prouvée par un nombre des caractéristiques (*Cerastium balearicum*, *Vaillantia muralis*, *Crepis bulbosa*, *Ononis reclinata*, *Saxifraga tridactylites*, *Clypeola microcarpa*, *Arenaria serpyllifolia* ssp. *leptoclados*, *Scleropoa rigida* et beaucoup d'autres). Par contre, je n'ai pas réussi à trouver en Petite Camargue *Evax pygmaea*, *Bupleurum semicompositum* et *Myosotis pusilla*, indiquées par Braun-Blanquet (1952) comme caractéristiques (d'ailleurs assez rares).

Fig. 3. Répartition des relevés phytosociologiques: 1 — *Ammophiletum arundinaceae* (texte, p. 583); 2 — groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa* (tab. 1); 3 — *Staticetum echiioidis* variante typique (tab. 2); 4 — *Staticetum echiioidis* variante à *Vulpia longiseta* (tab. 2)

Bon nombre d'espèces caractéristiques des pelouses méditerranéennes calcaires sont rares dans les dunes anciennes, par exemple *Parentuccella latifolia*, *Sideritis romana*, *Campanula erinus*, *Helianthem salicifolium*, *Scabiosa maritima* et *Minuartia mediterranea*. Le *Staticetum echiioidis* est déjà bien développé sur une surface de 10 à 30 m². Le nombre des plantes vasculaires dans les individus particuliers oscille entre 12 et 43. Les mousses et les lichens manquent dans plusieurs relevés, dans d'autres ils recouvrent jusqu'à 70% de la surface du sol. Parmi les mousses se trouve le plus souvent *Trichostomum flavovirens*, rare ailleurs. *Cladonia endiviaefolia* est assez fréquent; moins souvent on rencontre *Cladonia rangiformis*. Le *Staticetum echiioidis* est plus répandu en Petite Camargue que dans les dunes anciennes à Silve Godesque, plus ombragées. Les individus provenant d'ici sont plus pauvres en espèces (relevés no 14—18), quoiqu'ils appartiennent encore sans doute à cette association. Une variante appauvrie dominée par *Vulpia longiseta* se développe surtout dans les forêts clairierées de pin pignon, à l'ombre pendant une partie de la journée.

La présence de semis de *Phillyrea angustifolia*, *Cistus salviifolius*, *Pinus pinea* et *Rosmarinus officinalis* dans le *Staticetum* prouve que

la succession naturelle tend vers le fourré à *Phillyrea angustifolia* ou vers la forêt à *Pinus pinea*.

4. Groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia*
(de l'alliance *Quercion ilicis*)
(tab. 4a)

Les groupements arbustifs de la Camargue ont été caractérisés brièvement par M. Tallon en 1931. Il en a donné une caractéristique floristique et écologique et a tracé le développement de deux unités phyto-

Fig. 4. Répartition des relevés phytosociologiques: 1 — groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia* (tab. 4a); 2 — *Quercetum galloprovinciale* (dunal, appauvri) (tab. 5); 3 — *Quercetum galloprovinciale pubescentetosum* (tab. 5); 4 — *Populetum albae* (texte, p. 594)

sociologiques: l'association à *Phillyrea angustifolia* et *Jasminum fruticans* de la partie centrale de la Camargue et la forêt à *Juniperus phoenicea* des Rièges sans cependant publier de tableaux phytosociologiques complets.

Braun-Blanquet (1952), en s'appuyant sur trois relevés du bois des Rièges (faits avec M. Tallon) a rattaché le groupement à *Juniperus phoenicea* à l'association du chêne vert comme sous-association distincte: *Quercetum galloprovinciale juniperetosum*. Molinier et coll. (1959) présentent un *Phillyreetum* sur les dunes situées au Sud

d'Arles. Molinier a décrit aussi de la Provence une sous-association à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* de l'Oleo-Lentiscetum provinciale, que l'on retrouve entre autres en Sardaigne. Des junipéraies analogues (groupement à *Juniperus lycia*) de l'Oleo-Ceratonion ne sont pas rares à Majorque où elles prennent parfois une extension considérable (Bolos et Molinier 1960). En Catalogne continentale, des peuplements semblables ont été observés par Bolos. Ils font la transition entre le complexe *Ammophilion* — *Critmo-Statition* d'une part et le *Querceto-Lentiscetum* d'autre part.

Les matériaux assemblés par moi en Petite Camargue indiquent que les individus avec dominance du *Phillyrea angustifolia* ou du *Juniperus phoenicea* var. *lycia* ou enfin des deux espèces ensemble ne représentent pas une unité phytosociologique homogène ni au point de vue floristique ni par leur évolution.

Les relevés réunis dans le tableau 3 représentent le groupement le plus typique, le moins modifiés par l'action de l'homme. Ils sont largement répandus en Petite Camargue et aux Rièges. Notre tableau comprend 20 relevés de la Petite Camargue, dans lesquels dominent *Phillyrea angustifolia* ou *Juniperus phoenicea* et 7 relevés différant par la dominance du pin parasol. On a ajouté 5 relevés du Bois des Rièges, dont 2 publiés déjà par Tallon (1955) et 3 de Braun-Blanquet et Tallon pas encore publiés*.

Le tableau 3 indique, que dans les dunes de la Petite Camargue et des Rièges se développe seulement un groupement, dans lequel dominent tour à tour *Phillyrea angustifolia* et *Juniperus phoenicea*; ils croissent parfois ensemble. Dans certains relevés apparaît *Pinus pinea*. Pour la plupart ce sont des fourrés hauts de 4—5 mètres, rarement de 6 mètres. Le genévrier rouge atteint au maximum 10 mètres aux Rièges. Ces buissons à genévriers ne couvrent pas les dunes d'une façon continue; ils forment des fourrés semblables à des îlots parfois assez étendues et presque impossibles à traverser à cause de nombreuses plantes grimpantes comme *Rubia peregrina*, *Asparagus acutifolius*, *Smilax aspera* etc. Certains peuplements sont traversés par des sentiers frayés par les taureaux demi-sauvages et par des clairières envahies généralement par le *Staticechium echiodis*. Les espèces herbacées croissent d'habitude sur les bords, moins souvent à l'intérieur des buissons. Dans ce groupement existent en abondance des caractéristiques de l'ordre des *Quercetalia ilicis* (*Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Daphne gnidium*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Clematis flammula* ssp. *flammula*, *Rhamnus alaternus*).

* Je remercie M. J. Braun-Blanquet qui a eu l'obligeance de mettre à ma disposition ces relevés.

Les caractéristiques de l'alliance du *Quercion ilicis* sont moins nombreuses (*Asparagus acutifolius*, très rarement *Vincetoxicum nigrum*). Les caractéristiques de l'association du *Quercetum galloprovinciale* manquent presque totalement; sauf *Phillyrea media*, en général rare en Camargue (Tallon 1930), qui est présente dans 13% des relevés. *Ruscus aculeatus* et *Lonicera implexa* sont encore plus rares. Ces circonstances ne permettent pas, à notre avis, de considérer la junipéraie dunale de la Petite Camargue comme une sous-association du *Quercetum galloprovinciale*.

On ne peut douter que le groupement en question appartient à l'ordre *Quercetalia ilicis* et à l'alliance *Quercion ilicis*. La question se pose, s'il ne pourrait pas être considéré comme une association à part. Cependant celle-ci manquerait des bonnes caractéristiques. Même *Juniperus phoenicea* ne peut être reconnu comme espèce caractéristique, à cause de son abondance dans différents groupements du Languedoc et de Provence. Il croît surtout dans les fissures des roches calcaires et parfois même en grande abondance dans le *Rosmarineto-Lithospermetum*. La var. *lycia* du *Juniperus phoenicea* est limitée aux dunes et diffère de la forme typique par son port et par la dimension de ses semences, mais la valeur systématique de ce taxon est faible*. En outre il apparaît en Provence, dans les Baléares et au Maroc dans les groupements de l'*Oleo-Ceratonion*.

Provisoirement nous déterminons notre unité végétale de la Petite Camargue comme le groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia* de l'alliance *Quercion ilicis* en évolution vers le *Quercetum galloprovinciale*.

Dans ce groupement sont fréquents: *Cistus salviifolius*, *Rosmarinus officinalis*, *Crepis bulbosa*, *Holoschoenus vulgaris* ssp. *romanus*, *Teucrium polium* var. *maritimum* et *Asphodelus cerasifer*. Certaines espèces (par exemple: *Anthriscus vulgaris*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media*) ont été apportées ici par des animaux paissants. Parmi les lichens uniquement *Cladonia endiviaefolia* est rencontrée plus fréquemment et parmi les mousses *Trichostomum* (*Tortella*) *flavovirens*.

On peut distinguer dans notre groupement quelques faciès plus ou moins remarquables: à *Juniperus phoenicea*, à *Phillyrea angustifolia*, à *Pistacia lentiscus*, à *Rosmarinus officinalis* et une variante à *Pinus pinea*. Cette dernière se distingue singulièrement surtout s'il s'agit de la

* Sur les dunes de la Petite Camargue et aussi aux Rièges (Tallon 1931) on trouve des exemplaires du *Juniperus phoenicea* var. *lycia* qui sont peu typiques. D'après Molinier et coll. (1959) „l'étude du genévrier rouge, effectuée sur la morphologie, l'anatomie, la chimie, n'a pas permis de distinguer le genévrier du littoral de celui des montagnes dont les peuplements sont absolument distincts géographiquement et floristiquement”.

physionomie. Ce sont en principe déjà des bois de pin parasol, qui atteint la hauteur de 10 à 12 mètres. La strate arborescente se compose des mêmes espèces qui se développent en dehors de ces bois, dans lesquels leur vitalité est sensiblement réduite. Uniquement *Crepis bulbosa* se développe mieux qu'ailleurs dans l'ombre des pins. *Juniperus phoenicea* domine dans les individus exposés à l'action des vents plus forts, situés auprès de la mer et aux bords de petites îles dispersées parmi les étangs. À mesure qu'on s'éloigne du bord de la mer le rôle du genévrier diminue, il devient plus solitaire. Il est très rare dans les dunes au Nord-Ouest d'Aigues-mortes et assez fréquent au Sud de cette ville. En Petite Camargue, de même qu'aux Rièges, le genévrier se régénère faiblement. Les jeunes exemplaires sont très rares. Une seule fois dans le relevé no 11 (tab. 4a) sur une surface de 100 m² j'ai réussi à compter 19 jeunes exemplaires hauts de 10 à 20 centimètres. Ils se trouvent le plus souvent au bord des buissons serrés.

Tableau 3

Moyens de dissémination dans trois groupements apparentés: *Quercetum ilicis galloprovinciale*, *Quercetum ilicis galloprovinciale* des dunes anciennes (appauvri) et groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia*

Le type de la dissémination	<i>Quercetum ilicis galloprovinciale</i> (Br. — Bl. 1936)		<i>Quercetum ilicis galloprovinciale</i> des dunes anciennes (appauvri)		Groupement à <i>Juniperus phoenicea</i> et <i>Phillyrea angustifolia</i>	
	nombre d'espèces	%	nombre d'espèces	%	nombre d'espèces	%
Endozoochores	24	43,7	15	40,6	13	28,9
Myrmécochores	6	10,9	0	0,0	1	2,2
Barochores	7	12,7	2	5,4	2	4,4
Anémochores	11	20,0	9	24,3	18	40,0
Ombrohydrochores	0	0	0	0	2	4,4
Epizoochores	0	0	4	10,8	1	2,2
Dyszoochores	3	5,4	4	10,8	2	4,4
Autochores	4	7,3	3	8,1	6	13,5
Nombre d'espèces	55	100,0	37	100,0	45	100,0

Les endroits moins exposés à l'action du vent sont envahis par le maquis à *Phillyrea angustifolia*. Cette espèce parvient jusqu'au bord de la mer, mais des peuplements compacts ne s'y rencontrent que dans les dépressions parmi les dunes. *Rosmarinus officinalis* se développe en masse sur des terrains récemment incendiés.

Le groupement plus ou moins semblable réapparaît aux Rièges, cependant le rôle de *Phillyrea angustifolia* y est moins important. De même qu'en Petite Camargue on peut distinguer au Bois de Rièges un faciès à *Pistacia lentiscus* (à l'Est), et un autre à *Rosmarinus* (à l'Ouest). Mais on n'y rencontre pas un seul individu de *Pinus pinea* (Tallon 1931).

Fig. 5. Graphique comparative* de dissémination dans trois groupements apparentés : *Quercetum ilicis galloprovinciale*, *Quercetum ilicis galloprovinciale* dunal et groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia*

* Ce diagramme fut exécuté sur le modèle de la méthode graphique de Jentys-Szaferowa (1959). La ligne verticale représente la composition du *Quercetum ilicis galloprovinciale* servant d'unité de comparaison. Les types biologiques comparés furent énumérés du côté droit du diagramme; dans le cas étudié le pourcent de participation des types de la dissémination. Si dans l'unité comparée (par exemple dans le groupement à *Juniperus phoenicea* et *Phillyrea angustifolia*) le pourcent de participation d'un type se trouvait supérieur à celui du *Quercetum galloprovinciale* (v. tab. 5) — on marquait la différence à droite de la ligne verticale, s'il était inférieur — à gauche. Par exemple: dans le *Quercetum* le pourcent des anémochores est de 20%, dans le groupement à *Juniperus phoenicea* et *Phillyrea angustifolia* de 40%. Il y a 20% de plus d'anémochores dans ce deuxième groupement que dans l'unité comparative et cela fut marqué par un point dans le diagramme à droite de la ligne verticale.

Comme l'a souligné M. Tallon, le groupement à *Phillyrea angustifolia* de la Camargue est caractérisé par la présence d'un grand nombre d'espèces endozoochores (ornithochores). En comparant à cet égard le

groupement à *Juniperus phoenicea* et *Phillyrea angustifolia*, le *Quercetum galloprovinciale* (appauvri) de dunes anciennes et le *Quercetum galloprovinciale typicum* on remarque des différences considérables (tab. 3, fig. 5). Dans le groupement à genévrier rouge le pourcent des anémochores est frappant. Il y a aussi plus de dyszoochores, d'ombrohydrochores et d'épizoochores que dans l'association climax et moins d'endozoochores, de myrmécochores et de barochores. D'après M^{me} Molinier et Müller (1938) les endozoochores, les myrmécochores et les barochores sont de plus grande importance dans l'association climax, les anémochores, les ombrohydrochores et les épizoochores dans les stades de la succession précédant l'association climatique. Le grand nombre d'épizoochores dans le *Quercetum galloprovinciale* dunal s'explique par le voisinage d'enclos pour les animaux qui visitent continuellement les forêts dans les dunes.

Un groupement différent se trouve aux extrémités orientale et occidentale des dunes de la Silve Godesque, sur les dunes plates et basses. On peut y discerner deux types dépendant de l'élévation au-dessus du niveau de l'eau phréatique.

Sur des petites élévations dans le maquis à *Phillyrea angustifolia* dont la couverture arbustive dépasse parfois 70—80%, se trouvent des chênes, surtout *Quercus pubescens*, et les caractéristiques de l'ordre des *Quercetalia ilicis* (*Ruscus aculeatus*). Ces peuplements sont pour la plupart naturels, plus rarement dus à l'action de l'homme, qui abat les chênes en favorisant de cette manière les buissons. On a classé ces fourrés comme *Quercetum galloprovinciale* (appauvri) (tab. 5, relevé no. 4). Des maquis du même caractère se trouvent également dans les dunes anciennes à Beynes, à quelques kilomètres au Sud d'Arles (Molinier et coll. 1959).

Cependant certains peuplements dominés par le *Phillyrea angustifolia* (tab. 4b) semblent s'être développés après la coupe des forêts riveraines; leur régénération tend nettement vers le *Populetum albae*. Je cite comme exemple deux relevés faits dans des dépressions entre les dunes de la Silve de Montcalm. Ils diffèrent de ceux de la Petite Camargue par le manque du genévrier rouge et par la présence de *Populus alba*, *Ulmus campestris* et d'autres plantes, qui indiquent une plus grande humidité du sol (*Schoenus nigricans*, *Carex glauca*, *Carex distans*, *Arum italicum*). Les espèces de l'ordre *Quercetalia ilicis* (par ex. *Lonicera etrusca*, *Daphne gnidium*, *Rhamnus infectoria* etc.) s'y trouvent également. Les fourrés qui se développent en bordure des dépressions entre les dunes périssent parfois en masse, probablement parce que leur racines sont périodiquement inondées.

5. Le *Quercetum ilicis galloprovinciale* (dunal, appauvri)
(tab. 5)

Le schéma de la succession végétale dans les dunes riches en carbonate de calcium (série de l'*Ammophilion*) a été donné par Braun-Blanquet (1936). Le stade terminal de la succession naturelle (progressive) de cette végétation est représenté par le *Quercetum galloprovinciale* (climax). Un relevé du *Quercetum galloprovinciale* (faciès à *Juniperus macrocarpa*) fait par Braun-Blanquet (l.c.) sur les dunes à 100 mètres de la mer près de San Vincenzo (Toscane) paraît confirmer cette supposition. Le stade terminal de la succession est formé par un maquis de *Quercus ilex* très dense, tondu par le vent, relativement pauvre en espèces, haut de 3 à 4 mètres, qui s'avance jusqu'à la plage. Outre le chêne vert s'y trouvent maintes espèces, caractéristiques de l'association ou des unités phytosociologiques supérieures (*Phillyrea media*, *Lonicera implexa*, *Ruscus aculeatus*, *Viburnum tinus*, *Pistacia lentiscus* etc.). „Cette forêt de Chêne vert sur les dunes à quelques mètres du bord de la mer est une preuve irréfutable de la possibilité d'installation du *Quercetum ilicis* comme climax à l'emplacement de l'*Ammophilion* pionnier" (Braun-Blanquet l.c.). Molinier et Tallon (1949) arrivent à la même conclusion en ce qui concerne la Crau et la Camargue.

Dans les dunes de l'ancien cordon littoral (Silve Godesque) des individus d'association du *Quercetum ilicis galloprovinciale* se développent également mais ils sont fragmentaires et appauvris par rapport aux forêts de Chêne vert de l'intérieur. Ce ne sont que des précurseurs isolés de l'association. Ces bois occupent des terrains peu étendus, situés le plus souvent dans le voisinage d'habitations. Leur physionomie est nettement différente du *Quercetum galloprovinciale* typique car l'arbre dominant est le pin parasol (*Pinus pinea*). Celui-ci arrive parfois à la hauteur considérable de 20 mètres et même plus et atteint un diamètre de 60 (70) centimètres. Le degré de recouvrement varie entre 30 et 90%, en moyenne 60—70. Le sous-bois est généralement formé par les chênes, surtout par *Quercus pubescens*. Parfois les chênes dominant et atteignent la hauteur de 18 mètres. Parmi les espèces caractéristiques du *Quercetum galloprovinciale* apparaissent seulement *Ruscus aculeatus* en abondance et *Epipactis microphylla* sporadiquement ainsi que *Viburnum tinus* (spontané?). Les caractéristiques de l'alliance de *Quercion ilicis*, outre *Quercus ilex* lui-même, sont représentées par *Asparagus acutifolius* et *Lonicera etrusca*; les caractéristiques de l'ordre par *Clematis flammula* ssp. *flammula*, *Phillyrea angustifolia*, *Rhamnus alaternus* et *Rubia peregrina*. Rares sont *Quercus coccifera* et *Daphne gnidium*. Le développement des buissons est luxuriant. Le recouvrement de la strate herbacée est médiocre (5 à 60%). Les mousses manquent presque complètement.

Pour démontrer la pauvreté spécifique des peuplements situés dans les dunes anciennes trois relevés du tab. 5 (relevés no 8—10) ont été faits par moi dans les formations pliocènes du voisinage. On constate dans les dunes l'absence de nombreuses caractéristiques de l'association. Par contre, on trouve des espèces plus ou moins nitrophiles ou à demi-synantropiques (*Centaurea aspera*, *Anthriscus vulgaris*, *Erigeron canadensis*, *Galium aparine*, *Sonchus oleraceus* et d'autres) amenées ici par des animaux ou l'homme. Notre peuplement se rapproche le plus de la sous-association *pubescentetosum* du *Quercetum galloprovinciale* (Kielhauser 1939, Braun-Blanquet 1952); cependant les espèces différentielles de cette sous-association y sont représentées uniquement par le *Quercus pubescens*, qui s'y trouve en grande abondance. C'est probablement en rapport avec une humidité plus élevée du sol et de l'air due au niveau relativement haut de l'eau phréatique*.

Le groupement en question est le mieux développé aux endroits suivants: Mas de Trouchaud, Mas de l'Abbé et Mas Grand St. Jean. À l'Ouest du Mas de Trouchaud et à l'Est du Mas Grand St. Jean où les dunes deviennent plus basses, les peuplements sont plus pauvres, plus fragmentaires. L'importance des chênes diminue nettement. Par contre *Phillyrea angustifolia* se développe mieux. N'ayant plus de concurrence des arbres qui ne résistent pas à l'inondation périodique des racines, cette espèce forme d'abondants fourrés parmi lesquels croissent, ca et là quelques chênes peu nombreux.

6. *Populetum albae*

Le *Populetum albae* du Languedoc a été très bien décrit par Tchou (1948). Dans des dépressions parmi les plus anciennes dunes à Silve de Montcalm, près du Mas de l'Abbé et du Mas de Chaumont se trouvent des fragments de ce groupement riverain appartenant à l'ordre des *Populetalia albae*. Parmi les arbres domine généralement *Ulmus campestris*, parfois aussi *Populus alba* ou *Fraxinus oxycarpa*.

Le meilleur relevé de l'association vu par moi se trouve un peu plus vers l'Ouest du Mas de Chaumont. *Populus alba* y atteint 18—20 mètres, il a un diamètre de 40—60 centimètres. Le recouvrement des arbres 70%, des arbustes 90%, de la strate herbacée — 80%. Surface du relevé pris le 25 mai 1958 — 200 m².

Caractéristiques régionales de l'association:

2.1 *Fraxinus oxycarpa* Willd.

2.1 *Ulmus campestris* L.

4.2 *Populus alba* L.

* J'ai observé de l'eau le 2 mai 1959 dans la profondeur de 2,5 mètres (un puits situé dans l'individu d'association près du Mas de l'Abbé).

- 2.1 *Iris foetidissima* L.
+ *Torilis arvensis* (Huds.) Link

Caractéristiques de l'ordre (*Populetales albae*):

- 4.3 *Brachypodium silvaticum* (Huds.) P. B.

Caractéristiques de la classe (*Querceto-Fagetea*):

- + *Clematis vitalba* L.
2.2 *Crataegus monogyna* Jacq.
+ *Ligustrum vulgare* L.
+ *Prunus spinosa* L.
+ *Rosa canina* L.

Espèces du *Quercetum ilicis galloprovinciale*:

- + *Clematis flammula* L. ssp. *flammula* auct.
+ 2 *Lonicera etrusca* Santi
1.2 *Rubia peregrina* L.
1.2 *Ruscus aculeatus* L.

Compagnes:

- 1.1 *Aristolochia clematidis* L.
+ *Aristolochia rotunda* L.
+ *Arctium minus* L.
+ *Arum italicum* Mill.
+ 2 *Brachypodium phoenicoides* R. et S.
+ *Bromus sterilis* L.
+ *Galium aparine* L.
2.2 *Hedera helix* L.
+ *Melandryum album* (Mill.) Garcke
+ *Osyris alba* L.
2.1 *Poa trivialis* L.
3.3 *Rubus ulmifolius* Schott
+ *Sonchus oleraceus* L.

7. Les sols des groupements végétaux étudiés (tab. 6; fig. 6)

Un sable siliceux à gros grain est le substratum des sols formés sur les dunes. Ce sable est constitué par des particules de 0,1—1 mm de 80 à 95%. La teneur en carbonate de calcium de provenance organique (des débris de coquilles de mollusques) est généralement très grande (20—30%). Au cours du développement qui dépend strictement du cours de la succession de la végétation dans les dunes, a lieu une lente stabilisation de sable, qu'accompagne un accroissement d'acidification des horizons supérieurs des sols.

Les sols formés, du moment où ils sont cultivés, sont (Bordas 1944) des sols minéraux, sablonneux, calcaires et privés complètement de complexe absorbant argulo-humique. Ces sols sont généralement pauvres en azote, phosphore et potasse (1,5 p. mille pour N, de 25 mg pour P_2O_5

Tableau 6

Analyses des sols

Groupement, localité	Profondeur cm	% des particules de grosseur (mm):							CaCO ₃ %	pH en		Perte en chauffant á ca 400° C	L'humus
										H ₂ O	KCl		
		1—0,1	0,1— 0,05	0,05— 0,02	0,02— 0,006	0,006— 0,002	<0,002						
<i>Staticetum echinoides</i> 1. Petite Camargue	0—2	89	2	3	2	1	3	23,0	7,5	7,5	1,61	.	
	10	89	3	1	1	3	3	23,0	7,7	7,6	1,42	.	
	30	88	4	1	3	1	3	24,0	7,8	7,7	1,10	.	
	0—4	85	5	2	3	1	4	17,5	7,5	7,3	.	.	
2. Mas de l'Abbé	15—20	90	3	1	3	0	3	19,5	7,6	7,4	.	.	
	0—5	.	.	.	.	.	.	15,8	6,7	6,4	21,81	12,62	
3. Bois à <i>Pinus pinea</i> Petite Camargue	7—10	91	1	3	1	0	4	22,5	7,7	7,4	1,58	0,65	
	25—30	95	2	3	1	1	2	23,0	7,7	7,6	0,97	.	
	45—50	95	1	1	0	1	2	24,5	8,1	7,9	0,59	.	
	5—10	.	.	.	.	.	.	5,6	6,6	5,8	58,88	37,62	
4. Petite Camargue	20	84	6	2	3	0	4	25,5	7,7	7,4	0,94	.	
	50	94	1	1	1	1	2	27,5	8,0	7,8	1,46	.	
5. Mas de l'Abbé	2—5	81	8	2	3	2	4	14,5	7,1	6,8	12,41	8,04	
	20—30	91	4	1	0	1	3	22,5	7,4	7,3	.	.	
6. Grand St. Jean	3—5	.	.	.	.	.	.	7,0	6,9	.	30,13	19,09	
	10—15	.	.	.	.	.	.	18,5	.	.	.	.	
	25	95	1	0	1	2	1	18,3	7,6	7,6	1,21	.	
7. Mas de Trouchaud	5	.	.	.	.	.	.	16,5	7,1	6,9	.	.	
	20	.	.	.	.	.	.	17,0	7,6	7,3	.	.	
	35—40	.	..	.	.	.	.	20,5	7,8	7,5	.	.	
8. Mas de Trouchaud	5	.	..	.	.	.	.	8,7	.	.	.	.	
	20	.	.	.	.	.	.	20,0	.	.	.	.	

et de 80 mmg pour K_2O — chiffres au-dessous desquels un rapport de ces éléments fertilisants est nécessaire). Ils sont aussi très perméables et le niveau de la nappe phréatique est assez bas.

Les sables mobiles des dunes récentes riches en calcaire sont occupés par l'*Ammophiletum*. Sur les dunes anciennes, sur le sable plus stabilisé, le groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa* se développe. Le sable contient ici ca 20% de $CaCO_3$ et l'acidité oscille de 7,3 à 7,7 pH.

Le *Staticetum echiodis* occupe les sables déjà fortement stabilisés, dans des endroit abrités de vents violents. Le sable ne contient plus que des traces du sel. Il est encore difficile de différencier le profil du sol. Une couche superficielle de sable de 2 à 5 centimètres est seule légèrement plus foncée, ce qui indique qu'elle contient un peu de matière orga-

Fig. 6. Profil typique de sol, teneur en: $CaCO_3$, matière organique, l'humus et pH des sols dans les bois à *Pinus pinea*: 1 — litière non décomposé de *Pinus pinea*; 2 — litière peu décomposé avec addition du sable; 3 — sable riche en carbonate de calcium

nique. Le sable est aussi riche en $CaCO_3$ et cette teneur subit peu d'oscillations par rapport à la profondeur: 1 à 2% à la surface de moins que 10 ou 20 cm plus bas. De même l'acidité ne change pas depuis la surface jusqu'à 30—50 cm de profondeur étant de 7,5 à 7,8 pH. Il n'y a aucune différence entre l'acidité active (mesuré en H_2O) et échangeable (en KCl), qu'indique le manque d'ions d'hydrogène dans un complexe absorbant entièrement saturé de calcium.

Les sols du groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea* sont également peu développés. Dans les bois à *Pinus pinea* on a étudié 5 profils qui se ressemblent beaucoup.

Sous la couche de 2 (5) centimètres de feuilles sèches, non décomposées de *Pinus pinea* existe un horizon (de 15 à 30 cm) composé de feuilles émiettées, un peu collées, de couleur brune, mélangées de sable apporté par le vent. La teneur en matière organique oscille entre 12 et 59% et de l'humus entre 8 et 37%. Il contient toujours du carbonate de calcium qui varie entre 5 à 16%. Cet horizon est très légèrement acide ou neutre (pH en H₂O de 6,6 à 7,1; pH en KCl de 5,8 à 6,9). La limite entre l'horizon humifère et l'horizon minéral est fort accusé. A 20 (30) cm apparaît généralement un sable grossier basique contenant 20% et plus de carbonate de calcium (pH de 7,4 à 7,7).

Les sols des petites forêts claires et des buissons dunals sont exposées à la forte action de l'érosion éolienne, ce qui empêche la formation et la maturation du sol.

8. Quelques remarques sur le rôle de *Pinus pinea* dans le développement de la végétation des dunes

Dans les dunes de la Silve Godesque ainsi qu'en Petite Camargue le pin parasol, très répandu, montre une bonne vitalité. Il n'est cependant pas clair s'il y est spontané ou si après avoir été introduit par l'homme il s'est largement disséminé plus tard. Kühnholz-Lordat (1923) le considère comme espèce indigène dans les dunes de la Camargue. Braun-Blanquet (pendant une discussion) a des restrictions sérieuses à ce sujet. En Provence *Pinus pinea* est sans nul doute spontané, mais il y croît exclusivement sur le sol siliceux (Molinier et coll. 1959), tandis qu'il trouve dans les dunes du territoire étudié ici un sol riche en carbonate de calcium et il se régénère faiblement. Cet arbre est cultivé dans les pays méditerranéens depuis les temps romains (Fournier 1946) et il croît actuellement auprès de la plupart des mas de Camargue. Le manque de *Pinus pinea* aux Rièges surprend. S'il est indigène dans les dunes de la Petite Camargue pourquoi ne se trouve-t-il pas dans ce coin, ou l'homme n'a pas pu l'introduire?

Sur la carte du Diocèse de Nîmes (1720—1740) appartenant à SIGMA un petit bois, probablement de *Pinus pinea*, est marqué tout près d'Aiguesmortes, mais pas en Petite Camargue. Par contre, sur une carte de 1800 des bois de pin pignon figuraient déjà près du Mas de l'Abbé et en Petite Camargue.

Sans toucher la question de sa provenance spontanée ou subspontanée nous désirons seulement étudier l'influence de cette espèce sur le développement de la végétation. Kühnholz-Lordat (l.c.) s'est déjà occupé de cette question. Cette influence se manifeste de trois façons: par le freinage de la vitesse du vent, par l'ombrage et par la litière. Dans

l'ensemble l'influence n'est pas si grande qu'on pourrait supposer. Le groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia* se développe autant en Petite Camargue qu'aux Rièges quoique ce dernier manque complètement de pin parasol.

Les buissons (*Cistus salviifolius*, *Phillyrea angustifolia*, *Juniperus phoenicea* et d'autres) fortement ombragés par le pin se développent avec moins de vitalité et finissent par périr. Dans l'ombre forte de *Pinus pinea*, manquent presque totalement les espèces herbacées. *Crepis bulbosa* seul se développe abondamment sur une couche épaisse de feuilles mortes, dans l'ombre complète. Le *Vulpia longiseta* croît sur des étendues considérables en formant des tapis entiers dans les endroits ombragés pendant une partie de la journée, sur un sol couvert d'une très mince couche de feuilles sèches. L'ombre influence également la phénologie des plantes. La même espèce croissant à l'ombre se développe toujours plus tard qu'à découvert.

Dans la petite forêt de *Pinus pinea* s'accumule d'habitude une couche organique, épaisse de 10 à 30 centimètres (litière non ou peu décomposée). La décomposition avance lentement, mais elle n'arrive jamais à produire de l'humus brut (Rohhumus), parce que l'humus renferme toujours du sable riche en carbonate de calcium, chassé par le vent. D'après nos observations la quantité de CaCO_3 ne descend pas dans cet horizon au-dessous de 5%. Ces conditions expliquent le manque sous le pin parasol (et dans toutes les dunes anciennes) de plantes acidophiles typiques.

9. Remarques sur l'immigration des plantes dans les dunes anciennes

La végétation des dunes anciennes situées à l'Ouest du Petit Rhône, en Petite Camargue et à Silve Godesque, est calcicole. Les pelouses appartiennent à l'ordre des *Thero-Brachypodietalia*. En revanche les espèces végétales et les associations de l'ordre des *Helianthemetalia guttati* fuyantes les calcaires y manquent complètement, bien que les associations de ce dernier ordre se trouvent au voisinage des dunes, sur les graviers pliocènes. Cependant les espèces préférant les sols siliceux y existent.

Cistus salviifolius L. est largement répandu dans toutes les dunes de la Petite Camargue et de la Silve Godesque. Il forme également des touffes parfois même du côté du vent dans les dunes récentes.

Erica scoparia L. n'a été remarquée qu'en un seul endroit dans les dunes au Nord-Est du Grau-du-Roi.

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn. se trouve seulement dans les plus anciennes dunes situées au Nord d'Aiguesmortes. Il croît dans la forêt à *Pinus pinea* et *Quercus pubescens* (*Quercetum galloprovinciale*) près du Mas de Trouchaud (Kühnholz-Lordat 1923) et en grande abondance dans les buissons à la Silve Montcalm. Cette fougère croissant le plus souvent sur des sols siliceux, pauvre en carbonate de calcium, ne se trouve qu'exceptionnellement sur des sols calcaires (Litardière 1933).

Silene conica L. est fréquente dans les plus anciennes dunes (Silve Godesque) et fort rare en Petite Camargue (au Sud de Caves de la Pinède).

Les conditions écologiques de développement des forêts à *Pinus pinea* dans les dunes du lido Godesque, où se trouvent déjà 3 espèces de chênes, offrent une grande ressemblance avec les conditions du milieu de ce pin dans les dunes plus jeunes de la Petite Camargue. Il semble qu'en Petite Camargue se trouvent également des dunes suffisamment hautes et stabilisées pour le développement des chênes, puisque *Quercus ilex* et *Q. pubescens* peuvent être rencontrés parfois dans des dunes basses, par exemple à la Silve de Montcalm et aussi dans les dunes récentes. Cependant si on accepterait, que les vieux chênes à racines profondes ne pour-

Fig 7. Répartition de certaines plantes à l'Ouest du Petit Rhône: 1 — *Quercus pubescens*; 2 — *Qu. ilex*; 3 — *Qu. coccifera*; 4 — *Pteridium aquilinum*; 5 — limite locale de chênes; 6 — limite locale des myrmécochores et des barochores, qui ont le centre de répartition dans le *Querquetum ilicis galloprovinciale*

raient pas croître en Petite Camargue et aux Rièges à cause du niveau trop élevé de l'eau phréatique, pourquoi n'y trouve-t-on pas de jeunes exemplaires? Ils sont fort abondants dans les forêts à *Pinus pinea* sur les dunes au Nord d'Aiguesmortes. Il est également difficile d'admettre que la distribution des chênes soit empêchée par des causes climatiques, puis-

que *Quercus ilex* arrive jusqu'au bord de la mer. La question se pose, si seules les mauvaises conditions de milieu ont empêché l'installation des chênes et du *Quercetum galloprovinciale* dans les dunes de la Camargue. Pourquoi les individus de cette association situés dans les dunes les plus anciennes au Nord d'Aiguesmortes sont tellement appauvris en comparaison de l'association de chêne vert de la proche formation pliocène? Pour répondre à cette question ne fût-ce qu'en partie, on a analysé la flore des dunes étudiées ici au point de vue de la biologie de la dissémination (tab. 7a et 7b).

Tableau 7b
(Résumé du tableau 7a)

Type de la dissémination	<i>Quercetum ilicis gallopro- vinciale</i>	Terrasse pliocène au Nord d'Aigues- mortes	Dunes les plus anciennes	Dunes anciennes	
			Silve Godesque	Petite Camargue	Bois des Rièges
Nombre d'espèces					
Espèces à dissémination très active					
Anémochores	11	8	6	3	3
Endozoochores	24	24	16	15	15
	35	32	22	18	18
Espèces à dissémination peu active					
Dyszoochores à dias- pores de grandes di- mensions (transport par les oiseaux)	3	3	3	—	—
Espèces à dissémination locale					
Myrmécochores	6	4	—	—	—
Barochores	7	5	—	—	—
Autochores	4	3	1	1	—
	17	12	1	1	—
Nombre d'espèces	55	47	26	19	18

Parmi les 55 espèces abondantes et caractéristiques du *Quercetum galloprovinciale* (Braun-Blanquet 1936) 45 on rencontre sur le pliocène au voisinage des dunes, mais 26 espèces seulement atteignent le lido Godesque, 19 les dunes de la Petite Camargue et 18 seulement se trouvent sur le terrain très isolé des Rièges. Ce sont pour la plupart des endozoochores (ornithochores) et des anémochores, dont les diaspores sont transportées à une grande distance (de plus de 1000 mètres — Moli-

nier et Müller 1938). Des chênes adaptés à la dissémination dys-zoochore se sont également installés sur les dunes de la Silve Godesque. Nous ne trouvons cependant sur aucune des dunes étudiées ni des myrmécochores ni des barochores qui se rencontrent toujours dans les forêts de chêne vert et les garrigues de l'intérieur. Les autochores manquent également à peu près complètement. Fait frappant si l'on considère l'abondance de *Carex Halleriana*, *C. distachya* et *Viola scotophylla* dans les forêts et les garrigues sur pliocène. On pourrait supposer, qu'une bande de terre humide occupée par des marécages forme une barrière infranchissable pour les barochores, les myrmécochores et les autochores, espèces dont les diaspores se disséminent seulement à des petites distances („espèces à dissémination locale, de 0 à 100 mètres" — Molinier et Müller l.c.).

Les stations de chênes (*Quercus ilex*, *Qu. pubescens*, *Qu. coccifera* — fig. 7) dans les dunes de Silve Godesque sont les plus avancées au Sud dans toute la Camargue. Les localités les plus proches de *Quercus ilex* et de *Qu. pubescens*, indiquées par M. Tallon (1930), se trouvent dans la forêt riveraine de Réaumont avec *Ulmus campestris* et *Populus alba* sur un sol sablonneux, élevé, au bord du Petit Rhône, dans la partie Nord du delta.

Nous avons trouvé trois exemplaires buissonneux du Chêne blanc sur les anciennes dunes au Nord-Ouest du Grau-du-Roi pendant une excursion de juin 1959 en compagnie de Madame et Monsieur Braun-Blanquet. C'est la localité située le plus près de la mer, parmi celles qui sont connus en Camargue, et relativement for isolée des autres. Il n'est pas exclu, que cette espèce soit amenée ici par l'homme. On peut également se demander si les chênes des plus anciennes dunes de la Silve Godesque ne sont pas aussi introduits par l'homme et se sont ensuite largement répandus? Cependant cela paraît peu probable. Je n'ai pas observé de chênes cultivés près des mas. Pourquoi d'ailleurs seraient-ils cultivés dans les plus anciennes dunes sans qu'on essaye de les introduire dans l'entourage des maisons en Camargue proprement dite?

Si on accepte — ce qui ne nous paraît juste — que *Quercus ilex* et *Qu. pubescens* se trouvent ici subspontanément, on ne pourra cependant pas croire que *Quercus coccifera* a été introduit et cultivé ici. Il semble donc que les chênes n'ont pas encore réussi à parvenir en Petite Camargue. Les oiseaux transporteurs de semences (les geais surtout) n'ont pas amené les glands la distance étant trop grande. Le noisetier (*Corylus avellana*), disséminé de la même façon, manque également dans ces dunes. Tallon (1931) ne le cite qu'au bord du Rhône (Mas de Toufort) dans la partie Nord de la Camargue.

Etudiant l'immigration des plantes dans le territoire des dunes il convient de se rappeler que la Petite Camargue communique avec l'intérieur

par l'intermédiaire de forêts riveraines des bords du Rhône, qui traverse les terrains salés. On rencontre certaines caractéristiques du *Quercetum ilicis galloprovinciale* dans le *Populetum albae* (Tchou 1948). *Phillyrea angustifolia*, *Ph. media*, *Rubia peregrina* et *Daphne gnidium* croissent actuellement au bord du Petit Rhône aux environs de Sylvéréal.

Beaucoup des caractéristiques de la chênaie à *Quercus ilex* et des garrigues, par exemple: *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Clematis flammula* ssp. *flammula*, *Daphne gnidium*, *Pistacia lentiscus*, *Smilax*

Fig. 8. Nombre des caractéristiques de l'ordre des *Quercetalia ilicis* (*Quercus pubescens* y compris): 1: 1—4; 2: 5—9; 3: 10—12; 4: 13 et plus d'espèces

aspera, *Rhamnus alaternus*, *Lonicera implexa* et *Ruscus aculeatus* s'avancent en Petite Camargue jusqu'au bord de la mer et croissent souvent du côté opposé au vent des dunes récentes. Toutes ces espèces, à l'exception de *Clematis flammula*, qui est un anémochore, sont des espèces ornithochores.

Dans le *Quercetum galloprovinciale pubescentetosum* sur pliocène se trouvent généralement plus de 13 caractéristiques des *Quercetalia ilicis* tandis que les dunes au Nord d'Aiguesmortes n'hébergent en moyenne que 9, et celles de la Petite Camargue en moyenne seulement 5 espèces (fig. 8 at 9).

Les faits que nous venons d'énumérer montrent que l'immigration des végétaux dans les dunes de la Camargue et de la Silve Godesque n'est pas encore terminée. Plus nous nous éloignons du pliocène, plus diminue aussi le nombre des caractéristiques de l'association climax. L'isolement des dunes a fortement retardé l'immigration des plantes. Les alluvions humides et en grande partie couverts d'eau séparant les dunes de l'in-

Fig. 9. Concentration des nombres de caractéristiques de l'ordre *Quercetalia ilicis*. Les places hachurées en gradation marquent où ils se montrent: 1: 1—9; 2: 10—12; 3: 13 et plus d'espèces

térieur jouent le rôle de barrière biologique. Certaines espèces ne peuvent probablement pas franchir cette barrière et atteindre les dunes, bien que beaucoup auraient sans doute trouvé des conditions favorables à leur installation.

Des faits analogues sont déjà indiqués. „Dass Wasserflächen, sogar von einigen Kilometern Ausdehnung, wichtige Barrieren bilden können, hat Palmgren für Åland gezeigt. [...] man kann aus der Untersuchung Palmgrens und anderer den Schluss ziehen, dass die Besiedlung eines Bodens sich über Jahrtausende ausdehnt” (Lundegårdh 1957).

Dans la première période de l'envahissement des dunes par la végétation la succession progresse très vite. Les différents stades se succèdent rapidement. Plus le développement de la végétation est avancé, plus le

procès de l'immigration de nouvelles espèces devient lent et difficile et la composition floristique change si lentement qu'elle est presque imperceptible.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le développement de la végétation dans les dunes anciennes (de sable riche en calcaire), de la Camargue mène à l'installation de l'association forestrière (climax), le *Quercetum ilicis galloprovinciale*. Ce procès, dont le schéma a été présenté par Braun-Blanquet (1936), comprend ici les stades suivants: *Agropyretum* → *Ammophiletum* → *Crucianellum* → (groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa*) → groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia* → stade à *Quercus ilex* et *Qu. pubescens* (*Quercetum ilicis galloprovinciale* appauvri) → *Quercetum ilicis galloprovinciale*.

Tableau 8

La liste des groupements végétaux se développant dans les dunes de Petite Camargue et de la Silve Godesque

L'ordre	Dunes anciennes (Petite Camargue)	Dunes les plus anciennes (Silve Godesque)
<i>Ammophiletalia</i>	<i>Ammophiletum</i> (fragment.)	
<i>Thero-Brachypodietalia</i>	<i>Staticetum echinoidis</i>	<i>Staticetum echinoidis</i> (appauvri)
<i>Quercetalia ilicis</i>	Groupement à <i>Juniperus phoenicea</i> var. <i>lycia</i> et <i>Phillyrea angustifolia</i> de l'alliance <i>Quercion ilicis</i>	<i>Quercetum ilicis galloprovinciale</i> (appauvri)
<i>Populetalia albae</i>	manque complet	<i>Populetum albae</i>

Nous donnons la liste (tab. 8) des groupements végétaux se développant dans les dunes en Petite Camargue et de la Silve Godesque.

Quercetum galloprovinciale appauvri se développe déjà dans les dunes de la Silve Godesque. Les dunes plus jeunes de la Petite Camargue sont occupées sur une étendue considérable par le groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia*. Les associations dunales (de l'ordre des *Ammophiletalia*) et les pelouses calcaires (de l'ordre des *Thero-Brachypodietalia*) se développent un peu mieux en Camargue qu'à Silve Godesque. C'est le contraire pour la végétation riveraine. Dans les dépressions parmi les dunes les plus anciennes existent des fragments du *Populetum albae*. En Petite Camargue les dépressions sont occupées

par la végétation halophile, tandis que les plantes propres aux forêts riveraines y manquent complètement (fig. 10 et 11).

L'immigration des plantes dans les dunes anciennes de la Camargue n'est pas encore achevée, malgré leur âge avancé. L'envahissement des

Fig. 10. Coupe schématique à travers les dunes anciennes en Petite Camargue (près de la Maison le Ferradou): 1 — sol nu; 2 — les groupements de l'ordre des *Salicornietalia*; 3 — les groupements de l'ordre des *Juncetalia maritimi*; 4 — groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia*; 5 — *Staticetum echinoidis* typique; 6 — *Staticetum echinoidis* variante à *Vulpia longiseta*; 7 — groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia* variante à *Pinus pinea*

Fig. 11. Coupe schématique à travers les dunes les plus anciennes (Silve = lido Godesque) situées au Nord d'Aiguesmortes (près du Mas de l'Abbé): 1 — buissons à *Phillyrea angustifolia*; 2 — *Populeta alba*; 3 — *Quercetum ilicis galloprovinciale* (appauvri) avec *Pinus pinea*; 4 — *Staticetum echinoidis* variante à *Vulpia longiseta*; 5 — groupement à *Artemisia campestris* var. *glutinosa*

dunes étudiées par l'association de chêne vert se poursuit très lentement. On suppose qu'en Petite Camargue et à Silve Godesque la lenteur de la succession n'est pas causée seulement par des conditions du milieu, mais aussi par les difficultés qui s'opposent à l'arrivée des diaspores de nombreuses plantes. Beaucoup d'espèces forestières, surtout barchores, myrmécochores et autochores ont rencontré une barrière presque infranchissable dans une bande humide d'alluvions et l'eau séparant les dunes de pliocène portant le *Quercetum galloprovinciale*. Les chênes (*Quercus ilex*, *Qu. pubescens* et *Qu. coccifera*), adaptés à la dissémination dyszoochore ont franchi cette barrière et sont arrivés aux dunes situées au Nord d'Aiguesmortes (le lido Godesque), mais manquent complètement dans les dunes plus jeunes de la Petite Camargue et aux Rièges, très isolés.

L'influence de *Pinus pinea* sur le développement de la végétation et du sol des dunes n'est pas si considérable que l'on pourrait le supposer. Dans les forêts de pin s'accumule d'habitude une couche de litière non ou peu décomposée, épaisse de 10 à 30 centimètres, mais cela n'aboutit pas à la formation d'humus brut, parce que la litière contient toujours du sable riche en CaCO_3 chassé par le vent. C'est la raison pourquoi ces dunes ont une végétation calcicole et même sous le pin parasol n'apparaît aucune plante nettement acidophile. Cependant *Cistus salviifolius*, *Pteridium aquilinum*, *Erica scoparia* et *Silene conica*, espèces préférant le sol sili-
ceux y existent.

Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, Montpellier
et l'Institut de Botanique de l'Académie Polonaise des Sciences, Cracovie.

(Reçu le 31.3.1961)

STRESZCZENIE

Stare wydmy śródlądowe, pochodzenia morskiego, położone w delcie Rodanu (Camargue), na prawym brzegu Małego Rodanu (Petit Rhône), dadzą się podzielić na dwa typy, w zależności od ich wieku. Najstarszy kordon litoralny, zwany lido lub Silve Godesque (jego wiek ocenia się na blisko 5000 lat), położony jest daleko w głębi łąd. Młodsze i bliższe morza są wydmy Małej Camargue (Petite Camargue). Gruboziarnisty piasek wydmy zawiera 20–30% węglanu wapnia. Wydmy są wyraźnie oddzielone pasem aluwii (częściowo zalanych wodą, a częściowo zasolonych) od starszych utworów geologicznych (fig. 1).

Rozwój roślinności na wydmach Camargue prowadzi do zainstalowania się na nich klimaksowego zespołu leśnego z dębem wieczniezielonym (*Quercetum ilicis galloprovinciale*). Proces ten, za Braun-Blanquet'em (1936), można przedstawić następującym schematem: *Agropyretum* → *Ammophiletum* → *Crucianelletum* → (Zbiorowisko *Artemisia campestris* var. *glutinosa*) → Zbiorowisko *Juniperus*

phoenicea var. *lycia* i *Phillyrea angustifolia* → Stadium *Quercus pubescens* i *Qu. ilex* (zubożałe *Quercetum galloprovinciale*) → *Quercetum ilicis galloprovinciale*.

Na wydmach najstarszych (Silve Godesque) rozwijają się już zubożałe płaty zespołu *Quercetum ilicis galloprovinciale* (tabela 4 oraz fig. 10). Młodsze od nich wydmy Petite Camargue na znacznych przestrzeniach porasta zbiorowisko *Juniperus phoenicea* var. *lycia* i *Phillyrea angustifolia* (tab. 3a i 3b; fig. 9), wyraźnie słabiej zaawansowane w sukcesji. Zespoły wydymowe (z rzędu *Ammophiletalia* str. 533 oraz tab. 1) i zespoły śródziemnomorskich muraw wapieniolubnych (z rzędu *Thero-Brachypodietalia*, tab. 2) znajdują korzystniejsze nieco warunki rozwoju na wydmach młodszych i wykształcają się lepiej niż na wydmach najstarszych. Odwrotnie ma się sprawa z roślinnością łęgową. W zagłębieniach śródwydmowych wydym najstarszych rozwija się już fragmentarycznie zespół *Populetum albae* (str. 594), gdy w obrębie wydym Małej Camargue i Rièges zagłębienia zajmuje roślinność halofilna, a gatunków charakterystycznych dla lasów łęgowych brak w ogóle, ze względu na zasolenie wód gruntowych.

Migracja roślin na stare wydmy Camargue nie została jeszcze zakończona, mimo ich znacznego wieku. Na powolne tempo sukcesji wpłynęły zarówno nie sprzyjające warunki edaficzne, jak i trudność dostania się na wydmy diaspor wielu gatunków roślin. Wilgotny pas aluwium oddzielający wydmy od żwirów plicieńskich, na których rozwija się zespół dębu wieczniezielonego (*Quercetum galloprovinciale pubescentosum*), jest najprawdopodobniej dla wielu charakterystycznych dla tego zespołu gatunków roślin rozprzestrzeniających się jako barochory, myrmekochory i autochory niemożliwą niemal do sforsowania przeszkodą biologiczną (tab. 7a, 7b). Dyszoochorycznie rozprzestrzeniające się dęby (*Quercus ilex*, *Qu. pubescens* i *Qu. coccifera*) zdołały mimo tej bariery dotrzeć na wydmy najstarsze (fig. 7), brak ich natomiast zupełnie na wydmach młodszych, w Petite Camargue i w Rièges.

Wpływ pinii (*Pinus pinea*) (o której nie wiadomo, czy występowała z natury na wydmach w delcie Rodanu, czy też została tu niegdyś wprowadzona przez człowieka) na rozwój roślinności i gleb wydymowych nie jest wielki. W laskach piniowych gromadzi się wprawdzie zazwyczaj 10–30 cm gruba warstwa nie rozłożonych igieł, nigdy nie dochodzi jednak do wytworzenia kwaśnej butwiny, ponieważ stale zasypywana jest ona piaskiem zasobnym w CaCO_3 . Ilość węglanu wapnia nie spada poniżej 5‰, a pH (mierzone w H_2O) poniżej 6,6 (tab. 6), stąd roślinność badanych wydym, tak najstarszych jak i młodszych, ma charakter roślinności wapieniolubnej; nawet pod pinią nie zjawiają się typowo acidofilne gatunki roślin. Na wydmach tych zdarzają się natomiast gatunki, które wprawdzie nie unikają podłoża zasobnego w wapień, ale chętniej rosną na podłożu bezwapiennym (*Cistus salviifolius*, *Erica scoparia*, *Pteridium aquilinum* i *Silene conica*).

Materiały do niniejszej publikacji zebrane zostały w czasie 3½-miesięcznego pobytu autora w Międzynarodowej Stacji Geobotanicznej (SIGMA) w Montpellier, której dyrektorowi, prof. drowi J. Braun-Blanquet autor wyraża serdeczne podziękowanie za wskazanie tematu, kierownictwo naukowe i okazowaną życzliwość; dziękuje on również Wydziałowi II Nauk Biologicznych Polskiej Akademii Nauk za przyznanie stypendium, które umożliwiło wyjazd do Francji.

Station Internationale
de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine,
Montpellier
i Instytut Botaniki Polskiej Akademii Nauk
w Krakowie.

BIBLIOGRAPHIE

- Bharucha F. R., 1932, Etude écologique et phytosociologique de l'association à *Brachypodium ramosum* et *Phlomis lychnitis* des garrigues languedociennes. Beih. Bot. Centralbl. 50 (2) et SIGMA Comm. 18.
- Bolos O. de et Molinier René, 1958, Recherches phytosociologiques dans l'Île de Majorque, Collect. Botanica 5 (3), 34 et SIGMA Comm. 150.
- Bordas J., 1944, Les vignobles de sable en Camargue, Annales agronomiques, Livr. du 2^e trim. 1944.
- Braun-Blanquet J., 1936, La chênaie d'Yeuse méditerranéenne (*Quercion ilicis*), Monographie phytosociologique, Mém. Soc. Etude Sc. Nat. Nîmes 5 et SIGMA Comm. 45.
- Braun-Blanquet J., 1951, Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, Springer-Verlag, Wien.
- Braun-Blanquet J. (avec la collaboration de Mme Roussine N. et Nègre R.), 1952, Les groupements végétaux de la France Méditerranéenne, C.N.R.S.
- Flahault Ch. et Combres F., 1894, Sur la flore de la Camargue et des alluvions du Rhône, Bull. Soc. Bot. de France 41.
- Fournier P., 1946, Les quatre flores de la France, P. Lechevalier, Paris.
- Galtier G., 1958—1959, La côte sableuse du Golf du Lion, Bull. de Soc. Languedoc. de Géographie, 29 (2—4), Montpellier.
- Hermann F., 1912, Ein botanischer Ausflug nach Majorka, Verh. des Botan. Vereins der Provinz Brandenburg, 1912.
- Jentys-Szaferowa J., 1959, A graphical method of comparing the shapes of plants, The Review of the Polish Academy of Sciences, vol. 4, 1 (13).
- Kielhauser G., 1939, Zur Ökologie des *Quercetum galloprovinciale pubescentetosum*, Österreichische Bot. Zeitschrift 1 (88) et SIGMA Comm. 67.
- Kühnholtz-Lordat G., 1923, Les dunes du Golf du Lion, Theses Paris, Les Presses Universitaires de France.
- Litardière de, R., 1933, Un nouvel exemple de station d'*Eupteris aquilina* en terrain alcalin. Bull. de la Soc. Bot. de France 80.
- Lundegårdh H., 1957, Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Molinier R. et Müller P., 1938, La dissémination des espèces végétales, Revue Générale de Botanique 50 et SIGMA Comm. 64.
- Molinier R. et Tallon G., 1949, La végétation de la Crau (Basse Provence). Revue Générale de Botanique 56.
- Molinier René, Molinier Roger et Tallon G., 1959, L'excursion en Provence de l'Association Internationale de Phytosociologie (27 mai — 4 juin 1958), Imprimerie Générale de Provence, Marseille.
- Möschl W., 1937, Über einjährige europäische Arten der Gattung *Cerastium* (*Orthodon-Fugacia-Leiopetala*), Repertorium specierum novarum regni vegetabilis 41 (1936—37).
- Müller P., 1933, Verbreitungsbiologie der Garigueflora. Beih. Bot. Centralbl. 50 (2).
- Müller P., 1935, Nachtrag zur Verbreitungsbiologie der Garigueflora, Ibidem, 54 (B).

- Müller P., 1955, Verbreitungsbilogie der Blütenpflanzen, Veröffentl. des Geobot. Instit. Rübel in Zürich 30, Verlag Hans Huber, Bern.
- Palmgren, A., 1921, Die Entfernung als pflanzengeographischer Faktor, Acta Soc. pro Fauna et Flora fennica 49 (1).
- Tallon G., 1930—1934, Observations botaniques, Actes de la Réserve Zoologique et Botanique de Camargue, Annexe Bull. Soc. Nat. Acclimat. 1—7, 9, 10, 12.
- Tallon G., 1955, Nouvelles observations au Bois des Rièges, La Terre et la Vie et Bull. Nat. Acclim. et Protect. de la Nat. 4.
- Tchou Y.-T., 1948—1949, Etudes écologiques et phytosociologiques sur les forêts riveraines du Bas-Languedoc (*Populetum albae*). Vegetatio 1 (1—6).
- Walter H., 1957, Wie kann man den Klimatypus anschaulich darstellen? Die Umschau in Wissenschaft und Technik 24.
- Carte géologique détaillée (de la France) au 1 : 80 000, feuilles: Montpellier et Arles, édition 1941.

Tableau 1

Groupement à *Artemisia campestris* var. *g. utinosa*

Numéros des relevés ¹	1	2	3
Date /an: 1959/	20.5	22.4	19.4
Degré de recouvrement - arbustes %/	-	-	5
Degré de recouvrement - strate herbacée %/	60	50	50
Inclinaison	plat	plat	plat
pH du sol de 0 à 5 cm /en H ₂ O/	7.7	7.3	7.5
/en KCl/	7.5	7.3	7.3
pH du sol de 10 à 20 cm /en H ₂ O/	7.6	-	7.6
/en KCl/	7.4	-	7.3
Surface des relevés /m ² /	100	100	60
<u>Caractéristiques d'Ammophiletalia</u>			
^x <i>Artemisia campestris</i> L. var. <i>glutinosa</i> Ten.	3.2	3.3	+
^x <i>Teucrium polium</i> L. var. <i>maritimum</i> Alb. et Jah.	.	1.3	3.3
<i>Helichrysum stoechas</i> /L./ DC. var. <i>maritimum</i> /J. et F./ Rouy	1.2	+	2.3
<i>Pancratium maritimum</i> L.	.	.	+2
<i>Malcolmia littorea</i> /L./ R. Br.	2.1	2.1	+
<i>Ammophila arenaria</i> /L./ Link. ssp. <i>arundinacea</i> /Host/	.	.	+2
<u>Compagnes</u>			
<i>Rumex tingitanus</i> L.	2.3	.	1.2
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L. ssp. <i>leptoclados</i> /Rohb./ Hartm.	1.2	+	1.1
<i>Cerastium balearicum</i> Herm.	+	+	+
<i>Erodium romanum</i> l'Hér.	1.1	2.1	+
^x <i>Phleum arenarium</i> L.	+	+	+
<i>Veronica arvensis</i> L.	+	+	+
<i>Centaurea aspera</i> L.	+	1.2	.
<i>Clematis flammula</i> L.	2.3	+	.
<i>Clypeola microcarpa</i> Moris.	.	+	+
<i>Euphorbia Segueriana</i> Necker	+	.	+2
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	.	+	+
<i>Geranium molle</i> L.	+	+	.
^x <i>Holoschoenus vulgaris</i> Link. ssp. <i>romanus</i> /L./ Hay.	.	1.2	+2
<i>Daphne gnidium</i> L.	.	+2	+
<i>Medicago minima</i> L.	.	+	1.2
<i>Ulmus campestris</i> L. /juv./	+	+	.
<i>Pinus pinea</i> L. /juv./	+	.	+
<i>Viola Kitaibeliana</i> Roem. et Sch. /V. <i>nemausensis</i> Jord./	2.1	+	.
<i>Vulpia longiseta</i> /Brot./ Hack.	2.2	2.1	.

Espèces observées une fois:

Rel. 1: *Centhrantus calcitrapa* /L./ DC., *Chondrilla juncea* L., ^x*Phelipaea arenaria* /Bork./ Walp., *Rhamnus alaternus* L. /juv./.

Rel. 2: *Muscari comosum* /L./ Mill., *M. racemosum* /L./ Mill., *Myosotis collina* Hoffm., *Phillyrea angustifolia* L. /juv./, *Senecio vulgaris* L.

Rel. 3: *Alyseum calycinum* L. 1.1, *Bromus tectorum* L. 1.1, *Cynodon dactylon* /L./ Pers., *Fumana procumbens* /Dun./ G.G., ^x*Silene conica* L., *S. italica* /L./ Pers. 1.1.

^x Les caractéristiques d'Artemisieta-Holoschoenetum romani et d'Holoschoenion romani Molinier et Tallon 1958 sont: *Orobanche rubens* Bert., *Plantago arenaria* W. et K., *Imperata cylindrica* /L./ P.B. et en outre marquées avec un astérique /x/.

¹ Répartition des relevés - fig. 3.

Tableau 2
Staticeum echinoidis

Localité ¹	Petite Camargue			près du Grau-du-Roi			Petite Camargue							au Nord d'Aigues-mortes	Bois de Jarras	au Nord d'Aigues-mortes			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Numéros des relevés	5.5	5.5	29.5	14.6	14.6	7.6	26.4	7.6	29.5	29.5	4.5	4.5	5.5	20.5	11.5	11.5	20.5	2.5	
Date /an: 1959/	-	-	-	-	W	-	S	NE	-	S	-	-	-	N	-	-	-	-	
Exposition	p	l	a	t	plat	2°	plat	3°	3-5°	plat	3°	p	l	a	t	5°	p	l	
Inclinaison	40	30	40	40	90	60	60	80	75	70	60	70	80	70	40	80	70	70	
Degré de recouvrement-strate herbacée %/	-	20	5	2	40	50	-	70	20	5	5	20	5	-	-	5	2	70	
" - mousses et lichenes %/	4	10	10	10	10	5	10	20	30	25	12	5	30	30	15	20	12	8	
Surface des relevés /m ² /																			
	variante typique							variante à Vulpia longiseta											
<u>Caractéristiques de l'association</u>																			
Statice echinoides L.	2.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+	+ ⁰	+	1.1	+	+	+	+	.	.	.	.	.	
Avellinia Michellii /Sav./ Parl.	.	+	2.1	2.1	2.1	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	
Catapodium loliaceum /Huds./ Link.	+	.	+	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Malcolmia confusa Boiss. /car.loc./	.	+	.	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Linaria cirrosa /L./ Willd. /car.loc./	.	.	+	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Viola Kitaibeliana Roem. et Sch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1.1	.	.	1.1	+	
/V. nemausensis Jord. /car.loc./	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<u>Caractéristiques de l'alliance</u>																			
<u>/Thero-Brachypodion/</u>																			
Cerastium balearicum Herm.	1.1	+	+	1.1	+	.	2.1	1.1	+	1.1	+	1.1	.	+	+	1.1	1.1	2.1	
Vaillantia muralis /L./ DC.	2.1	+	+	1.1	2.2	.	1.2	.	.	+	+	1.1	+	.	.	+	.	.	
Crepis bulbosa /L./ Tausch	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.	2.1	+	.	.	+	.	.	
Ononis reclinata L.	.	.	.	+	.	.	.	2.1	+	.	+	+	+	.	.	+	.	.	
Saxifraga tridactylites L.	.	.	+	.	.	2.1	1.1	+	.	+	.	+	+	.	.	.	+	.	
Plantago psyllium L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	
Clypeola microcarpa Moris	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1.1	+	+	.	.	
Galium parsiense L.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	
Trifolium scabrum L.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
Galium murale All.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
Centranthus calcitrapa /L./ DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	
Hutchinsia petraea /L./ R.Br.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Lithospermum apulum Vahl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
Sagina apetala Ard.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<u>Caractéristiques de l'ordre</u>																			
<u>/Thero-Brachypodietalia/</u>																			
<u>et de la classe /Thero-Brachypodietea/</u>																			
Arenaria serpyllifolia L.ssp.leptoclados /Rchb./ Hartm.	.	1.1	.	.	.	1.1	1.2	1.1	2.1	1.1	+	1.1	1.1	+	+	1.1	2.1	2.1	
Scleropoa rigida /L./ Griseb.	.	1.1	.	.	.	3.2	1.1	2.1	+	1.1	1.1	+	+	1.1	1.1	1.1	+	.	
Medicago minima /L./ Desr.	.	.	.	2.2	2.2	.	.	+	.	.	+	2.1	.	+	.	1.1	1.1	+	
Allium sphaerocephalum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	
Centaurea aspera L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	
Carex chaetophylla Steud.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
Hypericum perforatum L.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Hedypnois rhagadioloides /L./ Willd.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Xeranthemum inapertum /L./ Willd.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<u>Compagnes</u>																			
Vulpia longiseta /Brot./ Hack.	.	+	.	.	.	1.2	.	4.2	4.2	4.2	4.2	3.2	5.3	4.2	3.2	4.3	3.2	.	
Erophila verna /L./ Chevall.	+	.	+	+	.	+	2.1	+	+	+	+	.	+	+	.	+	2.1	1.1	
Hypochoeris glabra L.	.	+	+	1.1	+	.	2.1	.	.	.	+	1.1	+	.	+	1.1	+	+	
Erodium romanum l'Hér.	.	2.1	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	1.1	2.1	.	1.1	+	1.1	
Veronica arvensis L.	.	.	+	+	.	.	1.1	+	.	+	+	+	.	.	+	+	1.1	.	
Scirpus holoschoenus L.	.	.	+	+	+	+	1.2	.	.	+	1.2	+	.	+	.	.	+	.	
Phleum arenarium L.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	1.1	2.1	.	1.1	+	2.1	2.1	2.1	
Erigeron canadensis L.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	
Artemisia campestris L.var.glutinosa Ten.	.	.	.	+	1.1 ⁰	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+	
Medicago littoralis Rohde	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	1.1	2.1	+	.	
Sedum nicaense All.	.	.	.	2.1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	
Teucrium polium L.var.maritimum Alb.et Jah.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	
Asterolinum stellatum /L./ Duby	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	
Geranium rotundifolium L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	1.1	+	.	.	.	+	.	
Helianthemum hirtum /L./ Pers.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	
Myosotis collina Hoffm.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	
Muscari comosum /L./ Mill.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	
Trifolium campestre Schreb.	.	.	3.2	+	2.2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	
Vulpia myurus /L./ Gmel.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1.1	.	
Asphodelus cerasifer Gay	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	
Brachypodium phoenicoides R. et S.	+	2.2	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	
Cynodon dactylon /L./ Pers.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	
Lagurus ovatus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	
Scleropoa hemipoa /Del./ Parl.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	+	.	.	.	+	.	.	
Silene conica L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	+	+	
Vicia cordata Wulf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	
Cistus salviifolius L./juv./	+	+	+	.	.	+	.	+	+	+	+	.	+	.	+	+	.	.	
Phillyrea angustifolia L./juv./	.	.	+	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	
Pinus pinea L. /juv./	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	+	
Rosmarinus officinalis L. /juv./	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	
<u>Mousses et lichenes</u>																			
Trichostomum flavovirens Bruch.	.	.	.	+	.	3.2	.	3.2	2.2	+	+	2.2	1.2	.	.	+	+	3.2	
Cladonia endiviaefolia Dick.	.	2.2	1.2	.	.	+	.	1.2	1.2	+	.	.	1.2	.	.	1.2	.	.	
Cladonia rangiformis Hoffm.	.	+	.	.	.	+	.	2.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

¹ Répartition des relevés - fig.3.

Espèces accidentelles: *Allium vineale* L. 5; *Alyssum calycinum* L. 14, 16:1.1, 18:2.2; *A. maritimum* (L.) Lmk. 14, 15, 16; *Anagallis phoenicea* Scop. 4, 5:1.1, 7; *Anthriscus vulgaris* Pers. 12; *Artemisia gallica* Willd. 2; *Asparagus officinalis* L. 14; *Bromus rigidus* Roth. 15, 16; *B. madritensis* L. 3; *Chlora imperfoliata* L. 4, 5:1.1; *Clematis flammula* L. 16; *Coris monspeliensis* L. 8; *Crepis virens* L. 16; *Daphne gnidium* L. 11, 16; *Ephedra distachya* L. 1, 5:1.2, 6; *Erianthus Ravennae* (L.) P. B. 4; *Centaurea grandiflora* (Bivona) P. F. 5; *C. pulchellum* (Sw.) Druce 4:2.1, 5:1.1; *Euphorbia Seguieriana* Neck. 16; *Fumana ericoides* (Cav.) Pau 4, 5; *Gnaphalium uliginosum* L. 16; *Helichrysum stoechas* (L.) DC. var. *maritimum* (J. et F.) Rouy 11, 14; *Hordeum murinum* L. ssp. *leporinum* (Link.) A. et G. 16; *Illecebrum verticillatum* L. 4, 5:1.1; *Inula viscosa* (L.) Aiton 7; *Juncus bufonius* L. 4:1.1, 5:2.1; *Koeleria pubescens* (Lmk.) P. B. 3:1.2; *Lagoseris sancta* (L.) Maly 7; *Lamium amplexicaule* L. 16, 17; *Lathyrus sphaericus* Retz. 17; *Lepturus incurvatus* (L.) Trin. 4; *Linaria simplex* (Willd.) DC. 18; *Linum angustifolium* Huds. 5:1.1; *Malcolmia littorea* (L.) 14, 17, 18; *Muscari neglectum* Gussone 16, 18; *Oenothera biennis* L. 5:1.1, 11; *Onosma pyramidatum* (L.) Br.-Bl. 14; *Orchis fragrans* Poll. 4; *Phelypaea nana* Noë 16; *Phleum Boehmeri* Wibel 17; *Pistacia lentiscus* L. 3; *Poa bulbosa* L. 16; *Polygala exilis* DC. 5; *Polypogon maritimus* Willd. 4:2.1, 5:2.1; *Radiola linoides* Roth. 4:2.1, 5; *Rubia peregrina* L. 10; *Rumex tingitanus* L. 14, 17, 18; *Sagina maritima* G. Don 5; *Schoenus nigricans* L. 4, 5; *Senecio vulgaris* L. 2; *Sherardia arvensis* L. 11, 12: 2.1, 16; *Silene italica* (L.) Pers. 4; *Statice limonium* L. 7; *Teesdalea nudicaulis* (L.) R. Br. 5; *Thymus vulgaris* L. 5; *Trifolium lappaceum* L. 3:2.2, 4, 5; *Valerianella microcarpa* Lois. 5, 7; *Vicia hirsuta* (L.) Gray 12; *V. sp. 9*; *Vincetoxicum nigrum* Moench 9; *V. officinale* Moench 14; *Vulpia ciliata* Link. 2, 15; *Brachythecium salebrosum* Br. eur. 17; *Bryum bicolor* Dicks. 17; *Br. torquescens* Br. eur. 17; *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. var. *palamaea* (Ach.) Nyl. Vain. et var. *pinnata* Fke. Vain. 8:1.2; *Cl. rangiferina* (L.) Web. 10; *Tortula ruralis* Ehrh. 18:3.3.

Tableau 4a

Groupement à *Juniperus phoenicea* var. *lycia* et *Phillyrea angustifolia*
(de l'alliance *Quercetum ilicis*)

P E T I T E C A M A R G U E

Grande Camargue /Riège/																																								
faciès à <i>Juniperus phoenicea</i> var. <i>lycia</i>					faciès à <i>Phillyrea angustifolia</i>															faciès à <i>Pinus pinea</i>											faciès à <i>Rosmarinus officinalis</i>					faciès à <i>Juniperus phoenicea</i> var. <i>lycia</i>				
																				Pinus pinea																				

¹ Répartition des relevés n° 1 à 26 - fig. 4.

Relevés n° 27 à 31 ont été fait sur île en Grande Camargue

/n° 27 et 29 d'après Tallon 1955; n° 28, 30 et 31 d'après Braun-Blanquet et Tallon n.p./.

² On a signalé *Trichostema flavovirens* Bruch des Rièges /Br.-Bl. 1952/.

Espèces accidentelles: *Anagallis phoenicea* Scop. 9; *Arabisidopsis Thallana* Heynh. 29, 31; *Aristolochia rotunda* L. 27; *Asterolinum stellatum* (L.) Duby 3; *Atriplex* sp. 27; *Arum italicum* Mill. 27, 30, 31; *Briza minor* L. 15; *Capsella* sp. 13; *Carex chaetophylla* Steud. 14, 20; *Catapodium liliaceum* (Huds.) Link. 2, 4, 13, 25; *Centaurea aspera* L. 20; *Clypeola microcarpa* Moris 25; *Coris monspeliensis* L. 5; *Crepis virens* L. 29; *Dactylis glomerata* L. 20; *Doronicum plantagineum* L. 29; *Erianthus Ravennae* (L.) P. B. 18; *Centaureum grandiflorum* (Bivona) P. F. 29; *Euphorbia Artaudiana* DC. 27; *E. paralias* L. 1; *E. Segueriana* Neck. 21; *Galium aparine* L. 4, 22, 27:1.1, 29:1.1, 31; *Geranium molle* L. 31; *Gladiolus communis* L. 5; G. sp. 2, 17; *Hypochaeris glabra* L. 5,

Tableau 4b

Buisson à *Phillyrea angustifolia*
(se développant après la coupe de forêt)

Localité:	Silve de Montcalm	
Numéros des relevés	1	2
Date	22.4.1959	
Hauter approximatif des arbres /m/	10-16	10-12
Degré de recouvrement - arbres /%/	5	50
" " " - arbustes /%/	95	95
" " " - strate herbacée /%/	30	10
" " " - mousses /%/	20	-
Surface des relevés /m ² /	200	100
pH du sol de 10 à 20 cm /en H ₂ O/	7,7	7,1
/en KCl/	7,3	7,1

Arbres

<i>Populus alba</i> L.	+2	3.2
<i>Ulmus campestris</i> L.	+2	.
<i>Quercus ilex</i> L.	.	+

Caractéristiques des Quercetalia ilicis

<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	5.5	5.5
<i>Rubia peregrina</i> L.	2.1	1.1
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	+	+
<i>Rhamnus infectoria</i> L.	+	+
<i>Daphne gnidium</i> L.	+	+
<i>Quercus ilex</i> L.	+	+
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	.	+
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	+	.
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	.	+

Caractéristiques des Populetalia albae et des Querceto-Fagetes

<i>Ulmus campestris</i> L.	+2	+
<i>Populus alba</i> L.	+2	3.2
<i>Lithospermum officinale</i> L.	+	+
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1.2	+
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+	+
<i>Rosa canina</i> L.	+	.
<i>Prunus spinosa</i> L.	+	.
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	.	+

Compagnes

<i>Holoschoenus vulgaris</i> Link	1.2	+2
<i>Arum italicum</i> Mill.	+	+
<i>Carex glauca</i> Murr.	+	2.1
<i>Galium mollugo</i> L.	+	+
<i>Schoenus nigricans</i> L.	+	+
<i>Arabis hirsuta</i> /L./ Scop., <i>sagittata</i> DC.	1.1	+
<i>Aristolochia rotunda</i> L.	+	+
<i>Brachypodium phoenicoides</i> Roen. et S.	1.2	1.2
<i>Crepis bulbosa</i> /L./ Tausch	2.1	+2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+
<i>Holcus lanatus</i> L.	+	+2
<i>Hypericum perforatum</i> L.	+	+
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	+	+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	+
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	2.1	1.1

Espèces observées une fois:

Rel. 1: *Asparagus officinalis* L., *Carex chaetophylla* Steud. 1.2, *Centhrantus calcitrapa* /L./ DC., *Cynodon dactylon* /L./ Pers., *Geranium purpureum* Vill. 1.1, *Myosotis collina* Hoffm., *Scleropoa rigida* /L./ Griseb., *Sherardia arvensis* L., *Trifolium repens* L., *Valerianella olitoria* /L./ Poll., *Verbascum sinustum* L., *Veronica arvensis* L., *Brachythecium salebrosum* Br. eur. var. *capillaceum* Mnk. 2.3, *Scleropodium purum* /L./ Limpr. +2.

Rel. 2: *Agrimonia eupatoria* L., *Galium verum* L., *Hieracium pilosella* L., *Poa pratensis* L. ssp. *angustifolia* /L./ 1.1, *Silene italica* /L./ Pers., *Vincetoxicum* sp.

Tableau 5

Quercetum galloprovinciale (appauvri) (relevés: 1—7) et *Quercetum galloprovinciale pubescentetosum* (relevés: 8—10)

Substratum géologique	<i>Quercetum galloprovinciale</i> /appauvri/								<i>Quercetum galloprovinciale</i> <i>pubescentetosum</i>		
	Dunes les plus anciennes /Silve Godesque/								Terrasses alluviales du pliocène		
Numéros des relevés ¹	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10
Date /an: 1959/	19.4	20.5	20.5	26.5	20.5	19.4	20.5		3.6	3.6	30.3
Exposition	plat	plat	E	plat	plat	E	W		plat	S-W	plat
Inclinaison	-	-	2-3°	-	-	3-5°	10°		-	5°	-
Hauteur approximatif des arbres /m/	18	18-20	16-22	6-15	20	16-18	16-18		8-9	5-6	8-16
Degré de recouvrement - arbres /%/	70	90	80	30	80	90	80		90	95	...
" " " - arbustes /%/	70	80	50	60	80	70	70		60	90	...
" " " - strate herbacée /%/	10	60	40	60	25	5	20		20	10	...
Surface des relevés /m ² /	300	100	300	50	200	150	100		300	300	1000
Arbres											
<i>Pinus pinea</i> L.	4.2	2.2	3.3	+	+	+	.		.	.	.
<i>Quercus ilex</i> L.	2.2	+	3.3	+	.	2.1	.		5.3	5.3	3.3
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	1.1	4.3	+	2.2	4.2	4.3	4.3		1.1	+	2.1
Caractéristiques de l'association /Quercetum galloprovinciale/											
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	3.3	3.4	3.2	4.3	2.3	3.3	3.3		+	2.2	2.2
<i>Carex distachya</i> Desf.	.	.	.	.	.	.	.		2.2	1.1	2.2
<i>Epipactis microphylla</i> /Ehrh./Swartz.	.	.	+	+	.	.	.		.	+	.
<i>Viburnum tinus</i> L.	+	.	.	.	.	.	.		+	.	+r
<i>Lonicera implexa</i> Ait.	.	+	.	.	.	.	+		+	2.1	.
<i>Phillyrea media</i> L.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	+
<i>Rosa sempervirens</i> L.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	.
<i>Asplenium adianthum-nigrum</i> L. ssp. <i>onopteris</i> /L./ Heufl.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.
<i>Luzula Forsteri</i> /Sm./ DC.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	1.2
Caractéristiques de l'alliance /Quercion ilicis/											
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1.1	+	1.1	.	1.1	1.1	+		1.1	1.1	+
<i>Quercus ilex</i> L.	2.2	+	3.3	+	.	2.1	+		5.3	5.3	3.3
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	+2	+	+	+	+2	1.2	+		+	.	+
<i>Lathyrus ensifolius</i> Bad.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	+
<i>Teucrium chamaedrys</i> L. ssp. <i>pinna-</i> <i>tifidum</i> /Sennen/ Rech. fil.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	+
<i>Arbutus unedo</i> L.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+
<i>Euphorbia characias</i> L.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.
<i>Oryzopsis paradoxa</i> /L./ Nutt.	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.
<i>Rhamnus infectoria</i> L.	.	.	.	.	+	.	.		.	.	.
<i>Vincetoxicum nigrum</i> Moench	.	.	.	.	.	.	.		.	+	.
<i>Viola scotophylla</i> Jord.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	1.1
Caractéristique de l'ordre et de la classe /Quercetalia ilicis, Quercetea ilicis/											
<i>Clematis flammula</i> L. ssp. <i>flammula</i> auct.	2.2	+	1.1	.	1.1	+2	1.1		+	1.1	+
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	2.2	2.2	2.1	3.3	4.3	.	2.3		1.2	2.2	1.2
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	2.2	.	2.1	.	+	+	+		+	+	+
<i>Rubia peregrina</i> L.	1.1	+	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1		1.1	2.2	1.1
<i>Quercus coccifera</i> L.	.	+	.	.	.	.	.		1.2	1.2	2.3
<i>Daphne gnidium</i> L.	.	.	.	+	.	.	.		+	.	.
<i>Smilax aspera</i> L.	.	.	.	.	.	.	.		.	2.2	.
Espèces différentielles du Quercetum galloprovinciale pubescentetosum											
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	1.1	4.3	+	2.2	4.2	4.3	4.3		1.1	+	2.1
<i>Stachys officinalis</i> /L./ Trev.	.	.	.	.	.	.	.		1.1	+	+
<i>Erica scoparia</i> L.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	+
<i>Colchicum neapolitanum</i> Ten.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+
<i>Filipendula hexapetala</i> Gilib.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.
<i>Fragaria viridis</i> Duchesne	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+
Compagnes											
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	+	1.2	1.2	+	1.1	+	.		1.1	+	+
<i>Brachypodium phoenicoides</i> Roem. et S.	1.2	.	+2	2.2	1.2	+	+2		+2	+2	+2
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	+	+	+	+	+	.		+	+	.
<i>Osyris alba</i> L.	1.1	.	.	2.1	+	1.1	.		+	1.1	1.2
<i>Aristolochia rotunda</i> L.	+	.	+	.	.	+	.		.	+	1.1
<i>Centaurea aspera</i> L.	.	+	+2	+	1.1	.	+		.	.	.
<i>Holoschoenus vulgaris</i> Link ssp. <i>romanus</i> /L./ Hay.	+	.	+2	1.2	1.2	.	.		.	.	.
<i>Anthriscus vulgaris</i> Pers. /N/ ^x	+	4.3	+	.	.	+	.		.	.	.
<i>Asphodelus cerasifer</i> Gay	.	+	+	.	+	.	+		.	.	.
<i>Erigeron canadensis</i> L. /N/	.	.	+	+	+	+	.		.	.	.
<i>Galium aparine</i> L. /N/	+	+	+	.	.	+2	.		.	.	.
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	1.1	1.2	2.1	.	.	+	.		.	.	1.1
<i>Melandryum album</i> /Mill./ Garcke	+	.	+	.	+	+	.		.	.	+
<i>Sonchus oleraceus</i> L. /N/	+	1.2	+	.	+	+	.		.	.	.
<i>Carex chaetophylla</i> Steud.	+2	.	+2	.	.	+2	.		.	.	.
<i>Arctium minus</i> L. /N/	+	+	.	.	.	+	.		.	.	.
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	+
<i>Crepis bulbosa</i> /L./ Tausch	.	.	.3	+	+	.	.		.	.	.
<i>Rosa</i> cfr. <i>canina</i> L.	.	+	.	+	+	+	.		.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i> L. /N/	+	.	+	.	.	+	.		.	.	.
<i>Populus alba</i> L.	+r	.	+	.	+	.	.		.	.	.
<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	.	.	.	2.2	.		.	.	+

¹ Répartition des relevés - fig. 4; ^x /N/ - espèces nitrophiles

Espèces accidentelles: *Acer monspessulanum* L. 10:3.2—3; *Alyssum maritimum* (L.) Lmk. 3; *Aphyllanthes monspeliensis* L. 9; *Arabis hirsuta* (L.) Scop. 4, 7; *Arenaria serpyllifolia* L. ssp. *leptoclados* (Rechb.) Hartm. 3, 4, 7; *Aristolochia pistolochia* L. 9; *Arum italicum* Mill. 3; *Asparagus officinalis* L. 7; *Asterolinum stellatum* (L.) Duby 3; *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S. 9; *Bonjeania hirsuta* (L.) Rechb. 9, 10; *Bryonia dioica* Jacq. 2, 3; *Bupleurum rigidum* L. 8; *Carduus tenuiflorus* Curt. 3; *Cardamine hirsuta* L. 7; *Carex glauca* Murr. 8; *Carex* sp. 8; *Celtis australis* L. 8; *Centaurea umbellatum* Gilib. 10; *Centranthus calcitrapa* (L.) DC. 7; *Cistus salviifolius* L. 4; *Cirsium* sp. 7; *Calamintha clinopodium* (L.) Moris 8; *Colchicum neapolitanum* Ten. 10; *Cornus sanguinea* L. 1, 6:2.2; *Crepis taraxacifolia* Thuill. 3; *Cupressus sempervirens* L. 10; *Dactylis glomerata* L. 10; *D. suffruticosum* Vill. 8, 9; *Echium vulgare* L. 7; *Evonymus europaeus* L. 3; *Festuca senas* Lag. 4; *F. rubra* L. 9; *Fraxinus oxy-*
carpa Willd. 3; *Galium parisiense* L. 4; *Geranium molle* L. 3; *G. rotundifolium* L. 5, 6, 7; *Hedera helix* L. 8, 10; *Hieracium* sp. 7; *Holcus lanatus* L. 4; *Hypericum perforatum* L. 4; *Laurus nobilis* L. 8; *Lavandula latifolia* (L.) Vill. 9; *Lepidium draba* L. 6; *Ligustrum vulgare* L. 1, 10:2.2; *L. japonicum* Thunbg. 1; *Limodorum abortivum* L. 5, 7; *Marrubium vulgare* L. 1, 3; *Myosotis collina* Hoffm. 4, 7; *Orchis* sp. 10; *Origanum vulgare* L. 10; *Phelypaea nana* Noë 3; *Phleum Boehmeri* Wibel 5, 7; *Phytolacca americana* L. 1; *Pinus halepensis* Mill. 10; *Poa pratensis* L. 4:1.1; *Prunus spinosa* L. 6, 8; *Psoralea bituminosa* L. 9:1.1; *Ranunculus bulbosus* L. 10; *Rhamnus cathartica* L. 3; *Silene italica* (L.) Pers. 4; *Solanum dulcamara* L. 3, 7; *Spartium junceum* L. 9, 10; *Stellaria media* (L.) Vill. 1, 3; *Tamarix gallica* L. 3; *Teucrium polium* L. var. *maritimum* Alb. et Jah. 2; *Thymus vulgaris* L. 9; *Trifolium angustifolium* L. 4; *Urtica urens* L. 1, 7; *Veronica arvensis* L. 4; *V. hederifolia* L. 6; *Vicia gracilis* Loisel. 4; *V. cordata* Wulf. 4; *V. hirsuta* (L.) Gray 3; *Vinca major* L. 1; *Vincetoxicum officinale* Moench 7; *Vitis silvestris* Gmel. 2; *Vulpia longisetia* (Brot.) Hack. 7; *Scleropodium purum* (L.) Limpr. 8:1.3)

Tableau 7a

Répartition des espèces abondantes (degré de présence II—V) et des caractéristiques des *Quercetalia ilicis* (1^{re} colonne)* sur la terrasse pliocène au Nord d'Aiguesmortes (2^e colonne) et sur les dunes les plus anciennes à la Silve Godesque (3^e colonne), anciennes—en Petite Camargue (4^e colonne) et dans le Bois des Rièges (5^e colonne). On a ajouté aussi la répartition éventuelle dans le *Populetum albae* (6^e colonne)

Chiffres romains — degré de présence; + — signe de présence; sporad. — sporadique

	1	2	3	4	5	6
	Quercetum ilicis galloprovinciale /présence/	Terrasse pliocène au Nord d'Aiguesmortes	Dunes les plus anciennes /Silve Godesque/	Dunes anciennes /Petite Camargue/	Dunes anciennes /Bois des Rièges/	Populetum albae /présence/
<u>Espèces à dissémination très active</u>						
I. Anémochores						
<i>Brachypodium silvaticum</i> /Huds./ P.B.	II	+	+	+	+	V
<i>Clematis flammula</i> L.ssp. <i>flammula</i> auct.	V	+	+	+	+	I
<i>Silene italica</i> /L./ Pers.	II	+	+	+	+	.
<i>Epipactis latifolia</i> /L./ All.	I	.	+	.	.	.
<i>Epipactis microphylla</i> /Ehrh./ Swartz	I	+	+	.	.	.
<i>Erica scoparia</i> L.	II	+	+	.	.	.
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.ssp. <i>onopteris</i> /L./ Heufl.	III	+	.	.	.	.
<i>Brachypodium ramosum</i> /L./ Roem. et S.	III	+	.	.	.	.
<i>Calamintha adscendens</i> Jord.	II	.	.	.	.	.
<i>Hieracium Wiesbaurianum</i> Uechtr.	IV	+	.	.	.	.
<i>Bromus intermedius</i> Guss.	I	.	.	.	.	.
Nombre d'espèces	11	8	6	3	3	
II. Endozoochores						
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	V	+	+	+	+	II
<i>Daphne gnidium</i> L.	I	+	+	+	+	.
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	III	+	.	+	+	sporad.
<i>Lonicera implex</i> Ait.	V	+	.	+	+	.
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	II	+	.	+	+	.
<i>Phillyrea media</i> L.	V	+	+	+	+	sporad.
<i>Osyris alba</i> L.	IV	+	+	+	+	II
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	IV	+	+	+	+	I
<i>Rhamnus infectoria</i> L.	I	+	+	.	.	.
<i>Rubia peregrina</i> L.	V	+	+	+	+	I
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	V	+	+	+	+	II
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	II	+	+	+	+	.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	III	+	+	.	+	II
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	III	+	.	+	+	.
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	III	+	.	+	+	.
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	V	+	+	+	.	III
<i>Smilax aspera</i> L.	V	+	.	+	+	I
<i>Hedera helix</i> L.	V	+	+	.	.	IV
<i>Viburnum tinus</i> L.	IV	+	+	.	.	sporad.
<i>Arbutus unedo</i> L.	IV	+	.	.	.	.
<i>Jasminum fruticans</i> L.	II	+	.	.	.	.
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	III	+	.	.	.	.
<i>Rosa sempervirens</i> L.	IV	+	.	.	.	II
<i>Prunus mahaleb</i> L.	II	+	.	.	.	.
Nombre d'espèces	24	24	16	15	15	
<u>Espèces à dissémination peu active</u>						
III. Dyszoochores à diaspores de grandes dimensions						
/transport par les oiseaux/						
<i>Quercus coccifera</i> L.	III	+	+	.	.	.
<i>Quercus ilex</i> L.	V	+	+	.	.	I
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	III	+	+	.	.	II
Nombre d'espèces	3	3	3	0	0	
<u>Espèces à dissémination locale /de 0 à 100 mètres/</u>						
IV. Myrméchochores						
<i>Carex Halleriana</i> Asso	V	+	.	.	.	.
<i>Euphorbia characias</i> L.	II	+	.	.	.	.
<i>Helleborus foetidus</i> L.	II	.	.	.	.	I
<i>Luzula Forsteri</i> /Sm./ DC.	I	+	.	.	.	.
<i>Moehringia pentandra</i> J. Gay	I	.	.	.	.	.
<i>Viola scotophylla</i> Jord.	IV	+	.	.	.	I
Nombre d'espèces	6	4	0	0	0	
V. Barochores						
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	I	+	.	.	.	.
<i>Bupleurum rigidum</i> L.	II	+	.	.	.	.
<i>Carex distachya</i> Desf.	II	+	.	.	.	.
<i>Carex olbiensis</i> Jord.	I	.	.	.	.	.
<i>Coronilla emerus</i> L.	I	.	.	.	.	sporad.
<i>Oryzopsis paradoxa</i> /L./ Nutt.	I	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	II	+	.	.	.	sporad.
Nombre d'espèces	7	5	0	0	0	
VI. Autochores						
<i>Buxus sempervirens</i> L.	III	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus ensifolius</i> Bad.	I	+	.	.	.	.
<i>Stachys officinalis</i> /L./ Trev.	III	+	.	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.ssp. <i>pinnatifidum</i> /Sennen/ Rech. fil.	IV	+	+	+	.	.
Nombre d'espèces	4	3	1	1	0	

* La composition floristique et les degrés de présence du *Quercetum galloprovinciale* sont basés sur le travail de Braun-Blanquet /1936/, celles du *Populetum albae* fut rédigée d'après le tableau de Tchou /1948/. Les données concernant la flore de terrasse pliocène située au Nord d'Aiguesmortes ainsi que des dunes anciennes sont basées sur mes propres observations; celles qui concernent les Rièges proviennent de Flahault et Combres /1894/, Kühnholz-Lordat /1923/ et Tallon /1930-1955/.