

Un voyage botanique au Paraguay (1914)

Autor(en): **Chodat, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **99 (1917)**

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-90302>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Un voyage botanique au Paraguay (1914)

par R. CHODAT.

Depuis de longues années je me proposais d'aller explorer ces régions centrales de l'Amérique du Sud qui, enclavées par les deux grands fleuves Rio Paraguay et Rio Parana, sont comme au carrefour du continent. Je m'y étais préparé par des travaux déjà commencés en 1888 à propos des Contributions à la flore du Paraguay de Marc Micheli et des belles collections de Balansa. Depuis lors j'ai classé les collections de M. E. Hassler, distribuant ces plantes en familles, en genres, et avec l'aide de plusieurs collaborateurs j'ai, tout d'abord seul, puis en y associant progressivement le principal collecteur, publié une Flore du Paraguay, connue sous le nom de „Énumération des plantes récoltées au Paraguay“.¹ Cette publication, commencée en 1898, a été terminée en 1907; elle a été suivie de Mémoires spéciaux de vérifications et de corrections. M. Hassler fait actuellement une revision des espèces énumérées et s'efforce d'en préciser la nomenclature d'après les Species les plus récents.

L'occasion si longtemps désirée de mettre à profit pour la Science biologique tant de travail dépensé au classement de ces plantes, à leur identification et à la description des espèces nouvelles s'offrait enfin par la „Bourse fédérale de voyage“, créée principalement pour permettre aux maîtres de l'enseignement supérieur, en agrandissant le cercle de leurs expériences, de se mettre en contact avec la végétation et la faune exotiques. C'est là une heureuse disposition; l'Université ne peut progresser que par le travail de professeurs qui sont renseignés de première main. Un voyage dans une région exotique, à tant de points divers si différente de notre pays, permet à l'enseignant non pas seulement de parler „de visu“ de l'étonnante vie des tropiques, mais renouvelle les points de vue qu'il pouvait avoir sur la biologie indigène

¹ *Bull. Herb. Boissier*. R. Chodat, *Plantae Hasslerianae* 1898—1902. — R. Chodat et E. Hassler, *Pl. Hassl.* II, 1902—1907.

en faisant saisir les analogies et en opposant, en contrastes saisissants, les formes les plus aberrantes. En outre, par ces voyages, nos Universités et nos écoles moyennes se sont enrichies d'un matériel précieux pour l'enseignement et ont acquis pour des années des sujets d'étude du plus haut intérêt. Mais ces expéditions ne peuvent développer toute leur valeur que si le voyageur est suffisamment expérimenté, s'il est sérieusement documenté et préparé à comprendre la région à parcourir et à y saisir rapidement sur le vif les problèmes qui lui sont propres. C'est à quoi depuis de longues années j'avais travaillé en accumulant sur la végétation du Sud de l'Amérique une documentation considérable; avant de partir j'avais résumé dans un carnet de route la bibliographie, tant géophysique que biologique; puis j'avais fait interfolier les deux volumes de l'Énumération des plantes du Paraguay de manière à pouvoir y dessiner l'apparence ou le caractère distinctif de toutes les espèces d'après les matériaux d'herbier (près de 4000 espèces énumérées ou décrites dans notre Énumération et dans les *Novitates paraguayenses*). Pour les familles à espèces nombreuses j'avais rédigé une clef analytique des genres. Ces deux volumes, soigneusement et solidement reliés, nous ont accompagné dans *toutes* nos pérégrinations, ce qui permettait à chaque instant d'identifier les plantes rencontrées et de faire sur place la liste des espèces de chaque formation. En plus du papier à sécher les plantes, j'avais fait préparer dans des caisses dont le couvercle se laissait dévisser facilement, des boîtes en fer blanc pour y loger les matériaux fixés à l'alcool. On pouvait, en voyage, souder le couvercle de ces boîtes au moyen d'un chalumeau à benzine. Des étiquettes munies d'une ficelle étaient préparées d'avance; au moyen d'un crayon au graphite on indiquait la date et la provenance; chaque plante était enveloppée dans du papier ciré. Les fruits, les objets secs étaient logés dans des boîtes analogues en carton, le tout calculé pour remplir exactement les caisses. Scies, machète, couteaux pour abattre les arbres ou dépecer les lianes; pelles à déterrer les plantes, boîtes à herboriser en aluminium, thermomètres, microscopes, loupes binoculaires, carnets de notes et papier à aquarelle. Des lits de camp, une table pliante et des tabourets formaient l'ameublement de notre grande tente, le tout fourni par la maison Strohmeier (Kreuzlingen), matériel solide et à recommander bien vivement. Ceci permettait un travail d'ob-

servations pendant le voyage lui-même. Nous avons ainsi préparé tous les détails de ce voyage de la manière la plus simple et la plus utile pour notre but. A cette préparation nous avons consacré tous les moments de loisir des années 1913 et 1914, jusqu'en juin.

M. le Dr W. Vischer, un de mes anciens élèves avec lequel j'avais déjà fait deux voyages en Espagne, avait demandé d'être associé à cette expédition; j'avais accepté de prendre avec nous un jeune étudiant, alors à Oxford, le fils d'un de mes amis, M. A. Ludovici. Pour la photographie, nous disposions de six appareils. Un appareil Palmos, stéréoscopique pour photographie d'objets rapprochés (Ica, Dresde), un appareil Zeiss 16:9 et un Kodak 9:9. M. Vischer avait apporté un appareil pour photographie à courte distance. M. Ludovici avait un Kodak de poche. Nous avons pris les trois pendant cette expédition plus de 1000 photographies dont près des $\frac{3}{4}$ ont réussi et constituent un précieux matériel d'enseignement et une documentation scientifique de première importance. En particulier, les photographies des plantes dans leur station naturelle permettent d'illustrer utilement les Mémoires¹ qui se publient actuellement. De tous les travaux entrepris pendant ce voyage la photographie a été le plus pénible, car il suppose une attention soutenue, une analyse minutieuse des formations et leur évaluation relative en peu d'instant. En outre, la nécessité de mettre au point dans des stations souvent peu abordables, et ceci par une température qui oscille parfois entre 30° et 36,2°, est particulièrement éprouvante. Mais la conviction que la documentation photographique détaillée était l'une des parties essentielles de notre programme a soutenu une ardeur qui était chaque fois prête à se refroidir malgré la température tropicale.

Partout j'ai fait des listes étendues de plantes des formations qui entourent les espèces caractéristiques principales.

Enfin j'ai fait plus de 150 aquarelles représentant l'apparence de la végétation. — Pour ne pas perdre de temps — la guerre ayant éclaté au commencement de notre Expédition et dans l'incertitude de ce qui nous attendait dans un avenir très rapproché — nous avons en général supprimé le dimanche, ce qui nous a fait gagner presque un mois.

¹ La Végétation du Paraguay, par R. Chodat, avec la collaboration de W. Vischer, Bull. Soc. bot. Genève, 1916-1917.

Nous avons engagé comme assistant-guide M. T. Rojas, qui est bien connu par les collections qu'il a faites pour le compte de M. Hassler. Pendant dix jours nous avons rayonné autour de Trinidad où nous étions les hôtes du Gouvernement et de M. et M^{me} Fiebrig. On a exploré méthodiquement les eaux mortes du Rio Paraguay et les Espinillares qui, sur terrains salés, entourent ces formations, puis nous avons loué une petite maison à San-Bernardino que nous avons meublée de notre matériel d'expédition et organisée en laboratoire. C'est de San-Bernardino que nous avons exploré les deux rives du lac Ypacaray, puis les forêts du Cerrito et enfin la Cordillère d'Altos jusqu'au Fortin Lopez et à la Gruta. Pour ces excursions, nous avons acheté chevaux et mulets et préparé à Genève les sacs doubles à suspendre à la selle de nos chevaux pour transporter ce qui était nécessaire pour chaque excursion : livres, pharmacie, cartables à sécher les plantes, appareil à photographier, pliant pour aquarelle et matériel de peinture, provisions. Pendant plus d'un mois nous avons observé, photographié, collectionné, préparé des plantes pour collections à l'alcool. M. Rojas séchait les plantes d'herbier ; car chaque espèce des formations étudiées est représentée dans nos collections.

Puis nous avons parcouru le pays de San Bernardino à Caacupé et de C. à Tobatý, revenant par le Barrero Grande et Valenzuela en retraversant la Cordillère devant Caballero. De là nous sommes allés vers le Nord jusqu'à Sapucay où nous avons séjourné et prolongé notre voyage jusqu'au Cerro de San Tomas. De Paraguari nous avons traversé la plaine du Mambay, étudié Acahay et sa Sierra, puis Tabepý et la lagune Ypoa à laquelle nous avons pu accéder grâce à l'existence d'un chaînon inconnu des géographes que j'ai nommé Cordillère Carnier.

Le retour s'est fait par les Palmeraies de Carapegua, la plaine de Yagueron-Paraguari et le bord du lac de San Bernardino.

De retour à San Bernardino nous avons complété nos excursions autour du lac, puis avec le bateau à vapeur nous avons atteint Concepcion d'où nous avons herborisé au Chaco-Y et dans les forêts xérophytes riveraines et adossées aux collines.

Invités par M. P. Guggiari, qui avait mis son petit chemin de fer à notre disposition, nous avons exploré les grandes forêts de Horquéta, le Campo-Serrado qui va jusqu'à l'Ipané que nous avons atteint en une fatigante randonnée à cheval.

Enfin, au retour, à Asuncion nous avons été étudier les deux collines éruptives du Tacumbu et du Lambaré.

Par chemin de fer, nous avons traversé le Paraguay méridional, herborisé à Encarnacion et Posadas; invités par MM. Martin et Berthet à étudier chez eux, à San Ignacio (Misiones) sur l'Alto Parana, la culture et la préparation du Maté, j'ai fait des expériences sur la fermentation, le „sapécage“ de la „Yerba“, et ce séjour nous a permis de compléter notre vue d'ensemble sur la flore du pays entre Paraguay et Parana. De retour à Posadas, nous avons remonté, en bateau à vapeur, le Haut-Parana jusqu'à Aguire et de là nous avons poussé jusqu'aux fameuses chutes de l'Yguazu et d'Aguire, nous sommes descendus en canot jusqu'à Puerto-Bertoni où nous avons été reçus par M. M. Bertoni. Au retour nous avons herborisé pendant quelques jours sur territoire argentin, à Posadas. Le Voyage a duré exactement six mois. Nous étions de retour à Genève le 8 décembre 1914.

Il serait trop long de décrire ici, une à une, toutes les formations végétales parcourues et étudiées dans notre voyage; une partie de nos recherches a déjà paru dans le *Bulletin de la Société botanique de Genève*¹ sous le nom de Végétation du Paraguay; je présente ici le II^e fascicule de cette publication (157 pages, 123 vignettes et 4 planches en couleur). L'illustration nous est facilitée par un subside de la Société auxiliaire des Sciences et des Arts de Genève.

Le Paraguay n'est guère peuplé que le long du Rio Paraguay qui, avec le Rio Parana, constituent les deux voies principales de communication²; le commerce de la Yerba se fait aussi principalement par eau sur les rivières navigables.

Il n'y a pas de véritables routes entretenues; le „Camino-real“ qui traverse la Cordillère est une piste à ornières parfois profondes de 1 m. A part des ponts sur des rivulets, il n'y a pas de ponts sur les principaux cours d'eau, ou s'ils existent,

¹ L. c. 1916. Introduction: Climatologie et géographie physique, par R. C. — Solanées, Biologie, par R. C. et W. V. — Hydnoracées, par R. C. — Broméliacées, par R. C. et W. V. — 1917. Ibid. Malpighiacées, Biologie, par R. C. et W. V., Géobotanique et systématique, par R. C. — Bignoniacées, par R. C. — Podostemonacées, par R. C. et W. V. Avec 103 vignettes et IV planches en couleur, 131 pages.

² Cfr. Carnier, Verkehrswesen in Paraguay.

on ne les utilise pas, soit parce qu'ils sont délabrés, soit parce que les chevaux et les bœufs de trait se refusent à les traverser, ce que nous avons plusieurs fois expérimenté à notre désagrément. On voyage à cheval, sur des bêtes non ferrées. Les bagages se transportent dans des charrettes aux roues hautes de 1,80 à 2 m., ce qui évite un embourbement trop fréquent en traversant les marécages ou les cours d'eau. Notre charrette était menée par un „carretero“ assisté d'un domestique qui fonctionnait comme cuisinier. Les arrêts journaliers étaient déterminés par la nécessité d'avoir de l'eau et de la pâture pour les bœufs.

Les villes d'Asuncion et de Concepcion sont sur le type des villes de la campagne argentine; à la campagne, les maisons des villages sont disposées en quadrilatère entourant une grande place herbeuse sur laquelle est généralement l'église et le marché couvert, en bois couvert de feuilles de palmier. Les colons ou indigènes (sang mêlé d'Espagnols et de Peaux-Rouges) guaranis parlent exclusivement le guarani, qui est bien plus que l'espagnol la langue usuelle dans toutes les transactions. De là la nécessité d'un interprète qui accompagne l'expédition partout. La sécurité est quasi complète, sauf le dimanche, jour à l'occasion duquel les villageois prennent une dose de „caña“¹ exagérée. Les habitations sont faites des troncs non équarris des arbres voisins; la couverture est en chaume de „paja colorada“, *Andropogon incanus*, la graminée la plus commune des lieux humides du pays.

On cultive le manioc (nourriture principale) qui, en farine ou cuite comme la pomme de terre, ou pétrie avec du fromage (chipa), est la nourriture de tous les jours. L'oranger est partout; même loin de toute habitation (anciennes „réductions“ jésuites), il s'en fait un commerce considérable; par voie fluviale elles sont transportées en Argentine. Le tabac est égal à celui de la Havane; les cigares pour femmes (dénomination dans le pays) sont les plus forts et les plus gros. La canne à sucre est presque aussi importante; elle est pressée sur place et le suc concentré en „miel“ qui se vend aux raffineries. Un peu de maïs, de patates, de café et de coton complètent ces cultures. Chaque village a ses bananeraies et les forêts autour des anciens lieux habités sont pleines de Goyaviers (*Psidium Goyava*) avec les fruits desquels on fait des con-

¹ Eau de vie de canne à sucre.

fitures. Parmi les espèces sauvages à fruits comestibles citons: *Chrysophyllum lucumifolium*, *Myrciaria cauliflora* „Jabotica“, *Campanesia obversa*, *Eugenia* Sp., *Ananas sativus*, *Bromelia Serra*, *Rhedia brasiliensis*, *Passiflora violacea*, *P. coerulea*, *Acrocomia totai*, *Carica* et *Jacaratia*, *Acanthosyris falcata*, *Ficus* Sp., *Opuntia*, etc. Les espèces cultivées pour leurs fruits: *Anacardium occidentale* (rarement), *Carica Papaya*, *Persea gratissima*. Anonacées cultivées: *Anona Cherimolia*, *A. obtusiflora*, *A. squamosa*.

L'exploitation des forêts n'est rémunératrice que vers les cours d'eau. Les essences principales sont par ordre d'importance économique: *Cedrela fissilis* (Cedro), *Tecoma* Sp., *T. integra*, *Cordia* Sp. (Peteribý), *Astronium juglandifolium* *A. urundeuva*. (Urundeimi), *Piptadenia Cebil* et aff. (Curupay), *Ruprechtia excelsa* et aff. (Ibiraró), *Peltophorum Vogelianum* (Ibirapytá), *Calycophyllum Spruceanum* (Palo blanco), *Pithecolobium scalare* (Tatané), *Enteolobium Timbouva* (Timbó), *Copaifera Langsdorffii* (Cupay), *Ficus Radula* (Miq.) Morg.

De grands figuiers épiphytes aux petites figues comestibles abondent partout dans les forêts humides. Nous avons suivi le développement de ces figuiers depuis leur germination sur l'arbre hôte; nous avons vu comment les racines se ramifient sans géotropisme, d'abord dans l'écorce pourrie et arrivent à extraire assez de nourriture pour la production d'un tubercule primaire; ensuite de nouvelles racines descendent de la jeune plante et retombent le long du tronc, formant sur leur parcours de gros tubercules secondaires; de ces racines pendantes naissent des radicelles fines qui à leur tour pénètrent dans l'écorce et vont s'y nourrir. Ainsi s'établit un réseau qui, emprisonnant l'hôte et en épaississant ses mailles, finit par le faire périr. Le *Ficus* n'est donc pas seulement un épiphyte comme on le croyait jusqu'à présent, mais dans sa jeunesse il est demi-saprophyte, vivant en partie de son hôte.

Au Paraguay, nous avons reconnu les deux régions principales suivantes: a) Le *Chaco* et les formations *chacoennes*, régions de plaines, à inondations périodiques suivies de périodes de sécheresse. Régime des pluies faibles (1 m.) et terrain un peu salé; b) Le *Paraguay proprement dit*, pays ondulé ou de collines (100-600 m.) qui s'élèvent progressivement de l'ouest à l'est jusqu'au faite d'Amambay-Caaguazu, ligne de partage des eaux des bassins du Rio Paraguay et du Rio Parana. On y distingue la

forêt hygrophyte (versant Paranéen du Paraguay central) et versant occidental de la Sierra d'Amambay, ou au pied des falaises des Cordillères du Centre. La *forêt xérophyte* sur les croupes des collines. — Le *Serrado* ou parc à arbres en bouquets isolés de caractère xérophyte et qui passe, dans les stations à sol peu profond, au *Serrado arbustif* ou *Chamédendrée*, formé par de grandes étendues d'arbres nains à troncs souterrains ou d'arbustes macrophylles à grandes inflorescences qui ressemblent à des branches d'arbres fleuries fichées en terre.

Le *Campo*, sur les croupes sèches ou les plaines non inondées, vastes étendues de graminées et de buissons ou de plantes à rhizomes ou à racines tubéreuses. Là où, dans la profondeur, l'eau peut s'accumuler en petites nappes souterraines, s'établit dans le Campo des *Ilots de forêts*. Là où le terrain est régulier et la terre uniforme, s'établit le *Campo à graminées*; plus le terrain devient rocailleux, plus le caractère arbustif se marque.

Dans les bas fonds ou tout autour de ceux-ci, le Campo passe au *Campo humide* avec une flore spéciale de Graminées et de Cypéracées, puis au marais proprement dit (Bañados, Esteros). Sur les vallons en pente douce, le cours d'eau est envahi par une végétation tout d'abord marécageuse, puis tourbeuse; les plantes arrêtent le cours d'eau qui devient incertain; il en résulte une espèce de tourbière nommée Ypayéré avec *Sphagnum*, Eriocaulonacées, *Mayaca* et arbustes spéciaux (*Villaresia Congonha*, *Erythrina*, *Cestrum*, *Sessea*, etc.).

Il est inutile d'essayer de donner ici, en si peu d'instant, une idée un peu adéquate de cette riche végétation. Nous préférons prendre comme exemple une seule catégorie, celle des *Formations végétales aquatiques* ou hygrophiles, ce qui nous fera voyager dans le pays en suivant les clichés coloriés d'après les aquarelles de l'auteur.

Lorsqu'on remonte le Rio Paraguay on est frappé, peu avant les bouches du Rio Bermejo et du Rio Pilcomayo, par le cours incertain du fleuve qui semble pénétrer dans les îles et les „ygapo“ qui les couvrent. Toute la marge de ces îlots de verdure penchée sur les eaux sombres est occupée par une lisière continue de graminées amphibies; ce sont principalement des espèces appartenant aux genres *Panicum* et *Paspalum*. Par place ces verdure, emportées par la crue, forment des îles nageantes, qui à l'embouchure des rivières ou sur le cours du Pilcomayo, entravent toute navigation. Lorsque la berge est plus accore, à ce premier cordon,

suit la robuste frange du *Gynerium saccharoides* qui sur 4 m. de hauteur porte son éventail de feuilles distiques et son grand panache, tandis que plus en arrière les Bambous jettent à 20 m. de hauteur leur gigantesque plume d'autruche. Là où la forêt, sur une berge solide, se penche sur le fleuve, des lianes grimpent en rideaux émaillés de grandes trompettes blanches (*Calonyction Bonanox*) ou jaunes (*Melloa populifolia*). Les arbres de la forêt riveraine sont en majeure partie des Mimosacées (*Inga* Sp.). Partout aux îles flottantes (macroplancton) s'associe le drift végétal formé par l'*Eichhornia crassipes* aux feuilles munies de flotteurs, aux admirables panicules mauves. Ce „drift“, refoulé par l'orage, vient s'accumuler le long des rivages, comme par exemple autour de la Lagune Ypoa auréolée d'inabordables vasières avec leurs roselières et leurs jonçaias. Dans les anses tranquilles du Rio Paraguay et dans ses eaux mortes les grands nénuphars aux feuilles de 60 cm. de diamètre (*Victoria cruziana*) s'enracinent par 1-2 m. de fond; ils semblent, de loin, former, eux aussi, des îles flottantes. Tout autour de ces eaux mortes ou de ces étangs à *eaux claires* une lisière de plantes joncoïdes rappelle notre Scirpaie européenne. Il s'agit principalement du *Solanum melanoxydon* et du *Sesbania marginata*, ce dernier aux fruits (légumes) indéhiscent remplis d'un liège flotteur qui permet leur transport par eau.

Le macroplancton des étangs est particulièrement riche. Aux *Pontederia crassipes* s'associent les *Eichhornia azurea*, aux deux sortes de feuilles et qui flottent entre deux eaux; puis une fougère aquatique nageante à feuilles dont le pétiole est en vessie natatoire et qui se multiplie abondamment par prolifération de la marge des feuilles. C'est le *Ceratopteris thalictroides*, nageant au milieu des innombrables *Pistia stratiotes* et des minuscules *Azolla* et *Salvinia*, tandis que trois autres végétaux attirent plus particulièrement l'attention: L'*Hydromystris stolonifera* qui porte, au-dessous de chaque feuille orbiculaire, un coussin plein d'air, véritable ceinture de sauvetage, tandis que, seule espèce nageante parmi ses nombreuses congénères (400 espèces), le *Phyllanthus fluitans* au feuillage cuivré applique la marge de ses feuilles en assiette renversée contre la surface de l'eau, tandis qu'il empêche les vésicules de se mouiller par un enduit de cire.

Tout aussi curieux et seul de son type parmi les Amaranthacées, l'*Alternanthera Hassleriana* étale sur l'eau ses tiges rami-

fiées aux articles renflées en tonneaux-flotteurs qui se tiennent à l'eau grâce à des poils nombreux qui servent en outre, par capillarité, à maintenir humide la partie émergée des vésicules, alors que des touffes de racines dans l'eau et des feuilles dressées au-dessus de l'eau servent de balancier pour l'équilibre de cet esquif.

Nous avons étudié une espèce voisine qui, *sur terre humide*, est presque identique à la précédente, c'est l'*Alternanthera phylloxeroides*; mais *dans l'eau* les deux espèces divergent; l'une se couvre de poils, l'autre reste glabre et développe des flotteurs bien moins étroitement différenciés.

Citons encore l'*Heteranthera zosterifolia* découvert par nous dans l'Yagué et l'Yacan (au-dessous des chutes), qui dans sa biologie rappelle l'*Eichhornia azurea*. Enfin l'*Ottelia brasiliensis*, espèce fluitante à la façon de nos *Statiotes aloides*.

Une Hydrocharitaie formée de plantes nupharoïdes (*Limnanthemum Humboldtianum*), Gentianée heterostylée, qui va mûrir ses fruits dans l'eau par un mouvement du pédicelle floral; du même type la Pontédériacée *Heteranthera reniformis*, une Hydrocharitacée, l'*Hydrocleis nymphoides* et le *Cabomba Warmingii*, une Callitrichaie aux feuilles submergées et qui vient épanouir ses fleurs à la surface, comprenant: *Callitriche* aff. *autumnalis*, *Elodea guianensis* et la Composée *Enhydra Anagallis* qui vient étaler ses capitules, involuclés comme une petite fleur de Renoncule aquatique.

Une Utriculariaie parmi les représentants de laquelle la plus intéressante est une espèce voisine de l'*Utricularia inflata* qui élève sa hampe au-dessus d'un flotteur en étoile, formé de cinq lanières renflées et terminées par les utricules habituels, complètent l'énumération des formations aquatiques nageantes.

Autour de ces étangs, en une Glyceriaie qui est faite de Monocotylées et de Dicotylées du type de *Glyceria fluitans*, des végétaux de familles diverses aux entre-nœuds renflés s'élèvent au-dessus de l'eau dans laquelle ils se soutiennent par des articles renflés, dressés ou ascendants, fuseaux plus ou moins dilatés, selon l'humidité ou le terrain. Ce sont *Paspalum repens* (Graminée), *Polygonum spectabile* (Polygonée), *Caperonia* Sp. plures (Euphorbiacées), *Aeschynomene natans* Hassler (Mimosacée), *Hyptis Muelleri*, var. *pachyarthra* (Briq.) nob. (Labiée), *Alternanthera phylloxeroides* (Amaranthacée), *Gymnocoronis spilanthoides* (Composée)

et le très curieux *Diodia Kuntzei*, aux tiges articulées en saucissons rouges qui, en ligne brisée, s'élève de la vase humide ou de l'eau peu profonde (Rubiacés).

Il y a là un intéressant ensemble de formes convergentes dont l'anatomie fait l'objet d'études en cours de publication.

Analogues à nos Joncaies (Scirpaie) et Phragmitaies, tout un cortège de Cyperacées et de Graminées aquatiques mêlées à des plantes Dicotylédonées joncoïdes ou phragmitoïdes envahit les „Esteros“ :

<i>Solanum melanoxydon</i> ,	<i>Widgrenia corymbosa</i> ,
<i>Stemodia juncifolia</i> ,	<i>Caperonia</i> Sp.,
<i>Bacopa gratioloides</i> ,	<i>Buettneria</i> Sp.,
<i>Rhabdadenia Pohlana</i> ,	<i>Polygala Chuiti</i> ,

qui toutes s'écartent du type général de leur famille, entourent les grandes joncaies de *Scirpus riparius*, *Typha domingensis* et les Cypéraiés géantes de 2-4 m., du *Cyperus giganteus*, dont on récolte les hampes pour en confectionner des nattes. A tout un monde de Cyperacées (130 espèces) se superposent, en un cordon plus externe, pur ou mélangé, des roselières de Marantacées (*Thalia geniculata*) très communes, plus rarement de Musacées (*Heliconia cannoides*) aux grandes feuilles de bananiers, plus habituelles encore les „cañansales“, roselières géantes formées par le *Panicum grummosum*, l'*Andropogon bicornis*, le *Paspalum multiflorum*, l'*Erianthus Trinii*, le *Panicum megiston*, etc., etc.

C'est dans ces roselières ou dans ces joncaies que s'élèvent quelques belles plantes, comme le *Senecio icoglossus* aux fleurs d'*Aster alpinus* ou le *S. Hualtata* aff.? à fleurs de Chrysanthème, ou les panicules brillantes aux mille fleurs d'or du *Jussieua suffruticosa*, les splendides Scrophulariacées *Escobedia* et *Esterhazyia*, les lise-rons Apocynacées du genre *Rhabdadenia* (*B. Pohlii*), les panaches bleus-violacés du *Verbena ovata*, les étoiles dorées et filigranées de l'*Heteropteris angustifolia* et tout le cortège des plantes scabres, rêches comme des Cyperacées au feuillage rude et tranchant :

Vernonia scabra, *Verbena ovata*, *Esterhazyia splendida*, *Escobedia scabrifolia*, *Melasma brasiliensis*, *M. rhinanthoides*, *Borreria valerianoides*, toutes au feuillage incrusté de silice.

Des buissons y forment des îlots comme le *Salix repens* de chez nous : *Cephalanthus glabratus*, *Buddleia vetula*, *Heteropteris*

angustifolia, *Vernonia nitidula*, *Piper fulvescens*, *Lacistema Hassleriana*, *Frangula polymorpha*, buissons envahis par le lacin du *Mikania scandens* et du *M. penstemonoides*, *Senecio Benthami* aux capitules rouges orangés, espèces de Composées liserons.

Tout autour de ces marécages, comme chez nous les *Butomus* et les *Alisma*, et répétant ces dernières mais en beaucoup plus grand, les *Echinodorus grandiflorus*, *E. longipetalus*, etc., aux fleurs blanches, le *Sagittaria montevidensis* aux trois grands pétales soufre et à macule pourpre, les Composées *Erechtites* sp., *Centratherum punctatum*, *Adenostema viscosum*, les Commélinacées *Floscopa glabrata*, puis le *Pleurophora saccophora* et d'autres Lythracées et enfin remplaçant les Broméliacées dont ils ont le port, les *Eryngium pandanifolium* et *Eryngium floribundum*, aux feuilles disposées en entonnoir, en espèces de faux-*Nidularia*.

Autour des marécages ou dans les flaques peu profondes et temporairement inondées, un cordon ou des îlots (Fistulosai e), de grandes touffes d'un liseron dressé, à tige simple, haut de plus de 2 m., l'*Ipomoea fistulosa*, plante joncoïde, aux fleurs roses, exceptionnel par ses fruits à semences laineuses, anémochores. A ces *Ipomoea*, mais plus éloignés de l'eau en un cordon extérieur, suit dans les marécages chacoéens une sylve claire, faite d'*Aporosella Hassleriana*, nouveau genre d'Euphorbiacées décrit par l'auteur de ce travail, par les *Triplaris guaranitica*, espèce myrmécophile de l'auteur et par le très bel arbre Capparidacée, *Crataeva Tapia*. Dans le Chaco et le Chaco-Y, ces Fistulosai es et ces forêts marécageuses sont envahies par un monde de lianes qui finit par les recouvrir complètement en égalisant les contours, sous leur tapis enveloppant, ensevelissant. De là les apparences fantastiques de la végétation des dépressions chacoénnes où, sous le linceul tissé par les fines lianes, les *Ipomoea* et les arbres cités sont étouffés. (Lianes : *Solanum amygdalifolium*, *Cissus Hasslerianus*, *Cissus sycioides*, *Cayaponia podantha*, *Ceratosanthes Hilairiana*, *Merremia umbellata*, *Passiflora violacea*, *P. spec. plures.*, *Aniseia cernua*, *Cissus paraguayensis*, *Mikania scandens*, *Araujia Stormiana*.)

Entre ces tombeaux (Hallier-nasses de Chodat et Vischer) une prairie marécageuse, vaseuse, périodiquement inondée de plantes herbacées macrophylls :

Pacourina edulis, *Solanum pilcomayense*, *Solanum syringifolium*, *Polygonum acre*, *Lippia globifera*, *Gnaphalium purpureum*, *Lippia betulifolia*, *Ionidium glutinosum*, *Enhydra sessilis*, etc.

Sur les vases salines qui se dessèchent, des gazons étendus de feuilles largement elliptiques, qui s'élèvent perpendiculairement du sol et sont toutes orientées N-S, d'une Solanée, le *Jaborosa integrifolia* dont les rhizomes à l'instar de nos *Tussilago Farfara* s'étendent en immenses réseaux. La fleur hétérostylée à structure de *Narcissus poeticus* est ornithophile ou sphingophile. Plus à l'extérieur, le *Croton microcarpus* aux feuilles argentées, le *Pterocaulon purpurascens* entourent les buissons et les arbres presque sans tronc de l'*Acacia Cavenia*, espèce d'„Espinillo“ dont les grandes stipules, devenues épines, sont habitées par les fourmis ou encore le *Lycium Morongii* aux troncs tortueux ou les *Grabowskia* épineux.

Plus au sec, encore, et moins longtemps inondé le Palmier à cire *Copernicia australis* (*cerifera* auct.) qui, à l'infini de la plaine chacoenne, élève ses grands pompons d'immenses éventails. A mesure qu'on s'éloigne du N. la taille se rapetisse; au sud du Pilcomayo ce n'est plus qu'un arbuste; de même dans les „esteros“ de Nembucu et du Tebicuari; autour de la lagune Ypoa, les palmeraies sont plus graciles que dans les vasières qui s'étendent de Tacuaral à Paraguari. Les indigènes distinguent trois formes, d'après le bois (espèces élémentaires), que les botanistes n'ont pas encore su débrouiller.

Autour et dans ces Palmeraies (*Coperniciaie*) pénètrent des brousses de Broméliacées (*Bromelia serra*) et surtout d'*Aechmea polystachya* dont l'eau conservée dans les poches-citernes basilaires des feuilles constitue, pendant la période sèche, pour l'Indien Lengua en migration dans un pays salé, la seule source d'eau potable (cfr. Grubb).

Enfin plus au sec encore, mais cependant temporairement inondé et sur terrain un peu salé l'„Espinillare“ proprement dit avec ses *Prosopis* (*P. juliflora*), ses *Pithecolobium scalare*, ses *Celtis glydicarpa*, les *Cactus*, *Cereus*, *Opuntia*, *Echinocactus* et les grands *Schinopsis Balansae*, la plante la plus importante au point de vue économique du Chaco paraguayen. Parfois des parcs de Quebracho et d'*Aspidosperma Quebracho blanco*, avec des gazons étendus d'*Andropogon* sans autre sous-bois important.

Au lac Ypacaray, on a étudié aussi les formations aquatiques d'eau douce et de terrain salé. Tout le pourtour du lac est occupé par un cordon de buissons presque sarmenteux aux branches flagelliformes épineuses, c'est le *Mimosa asperata*, singulier exemple d'une plante très épineuse dans l'eau. Son caractère hygrophile se marque cependant par sa carpo-biologie analogue à celle de l'*Entada polystachya*, autre Mimosacée américaine de l'Amazonie. Les *Inga*, les *Sesbania* qui sont les Légumineuses riveraines les plus communes du Paraguay, ont des fruits étroitement adaptés à la vie aquatique. Ce *Mimosa* a des feuilles excessivement sensibles aux moindres variations de lumière (nyctitropisme accentué).

Les *Erythrina Crista galli* avec leur couronne comme un Saule têtard et leurs brillantes fleurs ornithophiles suspendent leurs légumes arqués à des pédoncules élastiques et n'ouvrent leurs légumes articulés que successivement et du côté convexe; de là, aux eaux basses, une dissémination à longue distance par une action balistique du vent qui secoue les légumes-ressorts. Les semences *nagent sur l'eau*, tandis que celles des *Sesbania* dont le fruit est en flotteur sont, au moment de la rupture du légume, *plus lourdes que l'eau*.

Dans les marécages, autour du lac et partout dans le Paraguay central on peut suivre pas à pas la manière dont les grandes Aroïdées, les *Philodendron* qui possèdent deux sortes de racines, les unes échasses et qui soutiennent le tronc, épaisses et contractiles, à croissance lente et positivement géotropiques, les autres différentes seulement par degré des précédentes et à nature de vrilles qui cherchent des supports et les enlacent comme par des cables en longs serpents-vrilles et à croissance rapide.

On a étudié comment ces plantes, quittant le marécage de proche en proche pénètrent dans les forêts riveraines ou humides et grimpent jusqu'au sommet des plus hauts arbres. Les fleurs sont visitées par des coléoptères et certaines sont myrmécophiles.

Sur les arènes, des plantes plus ou moins rudérales, comme le *Cassia alata* aux fruits ailés, le *Leonotis nepetifolia* ou l'*Aspilia callosa* ou, enfin, le *Centella asiatica*. Une des espèces anémochores à balistique particulière, le *Leonotis*, est spécialement intéressante à cause de sa fleur rouge orangée visitée par les Colibris et dont la lèvre inférieure se dessèche peu avant l'anthèse; il lui manque donc le reposoir des autres Labiées, la lèvre supérieure horizontale ne permet que la visite d'oiseaux planants

que nous avons observé à l'œuvre ou celle de Sphingidés supposés. La couleur brillante est conforme à celle des espèces les plus typiquement ornithophiles de ce pays: *Erythrina*, *Buddleia grandiflora*, *Bromelia Serra*, *Aechmea polystachya*; l'absence d'une lèvre inférieure est répétée dans la Scrophulariacée d'Ypayéré le *Castilleja communis*, mais ici l'appareil vexillaire rouge orangé est confié aux bractées.

Il y a lieu en outre de distinguer les *forêts riveraines* le long des rivières paraguayennes ou du lac Ypacaray, là où les berges sont fermes et plus élevées. Comme aussi à la Lagune Ypoa, le long du promontoire Carnier et de l'île Carnier. L'essence principale est l'*Inga sp.*, arbre souvent perché sur des échasses à la façon des Palétuviers. Ses fruits côtelés sont pleins d'une pulpe subéreuse qui les fait flotter. Les *Cecropia* sont bien connus par leur myrmécophilie; suspendant par dessus l'eau claire ses pompons d'étamines à filets roses, le *Calliandra bicolor*, espèce ornithophile. Plus en arrière, en un cordon silvatique dense qu'on voit des hauteurs serpentant dans les campos des plaines et cachant la rivière, les arbres suivants :

Piptadenia spec., *Prunus brasiliensis*, *Symplocos spec. plur.*, *Styrax leprosa*, *Sebastiania* et *Actinostemon spec.*, *Achatocarpus Balansae*, *Villaresia Congonha*, *Ocotea spectabilis*, *Manihot Twiediana*, *Guettarda uruguensis*, *Sapium spec.* (salicoïde!) quelques Myrtacées indéterminées et, surtout à la lisière, le cordon gris des *Croton Urucurana*, grande Euphorbiacée à l'apparence Malvoïde et aux feuilles passées, prêtes à tomber, d'un rouge brique intense, qui pendent si singulièrement au-dessus de la rive bordée d'*Eryngium pandanifolium*, de *Blechnum capense*, de Mélastomacées macrophylls, et ornée du gai feuillage et des fraîches fleurs abondantes et roses du *Begonia semperflorens*.

Dans le sous-bois inondé de la forêt riveraine une haute brousse de Fougères sur racines en large corbeille comme une nasse (*Alsophila atro-virens* et *A. trichophlebia*), des *Scleria plusiophylla*, qui élèvent leurs fruits brillants, le feuillage bigarré des Mélastomacées et la teinte cuivrée des fougères.

Tout ceci, pénétré par le faux bambou, le *Panicum latifolium*, tandis que dans l'ombre, sur une tige en forme de lame, qui, au sommet s'incurve horizontalement le *Marica coerulea* brille comme un bijou précieux serti sur un calice d'argent ou que les fleurs

transparentes du *Faramea cyanea* scintillent réellement comme des améthystes ou lancent des feux de pierre précieuse comme celles d'un *Psychotria* jaune chrysolithe. Le long des ruisselets, dans le sous-bois, sous l'ombrage menu du *Sorocea ilicifolia*, toujours mouillées par l'écume du torrent, les Hymenophyllacées, les Mousses dans lesquelles brille sur un fond vert émeraude la Gentianée saprophyte jaune, le *Leiphaimos aphylla*.

Chacune de ces plantes a été étudiée sur place, sa biologie surprise et sera racontée en détail dans la „Végétation du Paraguay“ que je fais paraître avec la collaboration de mon vaillant compagnon de voyage, le Dr W. Vischer.

En arrière de ces formations de la forêt riveraine, dans les eaux devenues tourbeuses, se constituent des Ypayerés entourés d'une zone d'Eryngium (*E. floribundum*). Puis des coussins analogues à ceux de notre *Eriophorum vaginatum*: *Syngonanthus caulescens*, *Paepalanthus* sp., *Eriocaulon* sp., *Mayaca Sellowiana*, *Lycopodium cernuum*, *L. alopecuroides*, *L. carolinianum*, *Burmannia capitata*, *B. alba*, *B. flava*, *Polygala tinoutoides*, *Xyris* sp., *Bacopa* sp. plur. (*B. ranaria*, *B. lanigera*, *B. Salzmanni*), *Micranthemum orbiculatum*., *Oldenlandia thesiifolia*, *Acisanthera* spec.; les Orchidacées: *Cyanorchis minor*, *Prescottia micrantha*, *Spiranthes uliginosa*, *Liparis elata*, *Habenaria Sartor*; enfin la Scrophulariacée saprophyte aux bractées rutilantes attirant les colibris: *Castilleja communis*.

Autour des forêts riveraines grimpant sur les *Inga* et les *Croton*, le *Calonyction Bona nox*, après avoir courbé ses fleurs au tube de 9 cm. de longueur laisse pendre ses fruits enfermés dans le calyce accrescent. Pendant la maturation, le pédicelle floral qui s'était renflé en réservoir d'eau et de nourriture, en une espèce de toupie, se vide progressivement jusqu'à se dessécher et se contracter complètement au moment de la maturité. Au Paraguay, plusieurs Convolvulacées riveraines font de même; le *Merremia dissecta* ajoute à ce dispositif un calyce aquifère qui se remplit plus ou moins d'eau.

Il faut en plus signaler ce que nous avons déjà cité précédemment sous le nom de cuvettes sablées, petits marécages sur collines pierreuses de grès, travaillées par des cascades temporaires qui y dessinent des espèces de soucoupes dans lesquelles une flore éphémère d'hygrophytes minuscules se développe rapide-

ment et y fructifie presque immédiatement. Ce sont des *Bacopa flagellaris*, *Micranthemum orbiculatum* (Scrophulariacées), *Rotala mexicana* (Lythracée), *Crassula bonariensis*, *Centunculus minimus* var. *brevipedunculatus*, *Ranunculus bonariensis*, de minuscules Cyperacées, des Utriculaires naines (*U. subulata*).

Ce sont des plantes à développement rapide qui rappellent les annuelles des déserts et qui fructifient à peine que fleuries, comme aussi nos annuelles printannières des collines sèches de la steppe valaisanne. A ces plantes inondées pendant un temps assez court s'associent des xérophytes qui supportent l'immersion :

Selaginella Mildei, *Polycarpaea Hassleri*, des Cypéracées en touffes (*Bulbostylis Jacobinae*), *Hypericum Sarothra*, *Julocroton rupestris*; puis, tout autour, *Stachycarpheta cayennensis*, en buissons de plus d'un mètre de hauteur. Nous avons trouvé cette même flore ou à peu près sur les grès du Salado, au lac Ypacaray, sur les causses de Tobaty et dans la région de Valenzuela à Piribeby.

Il nous reste à parler des Bambusaies; dans la région strictement paraguayenne, le long des rivières affluents du Rio Paraguay, elles sont mêlées aux forêts riveraines; parfois le *Bambusa Guadua* aff. est si élevé qu'il dépasse les couronnes des autres arbres. Ainsi le long de l'Ipané. En fleur, au centre du Paraguay, entre Caballero et Sapucay, le long du Cañabé, nous l'avons trouvé en train de mourir le long de l'Alto-Parana.

Là, du coude de Posadas jusqu'à l'embouchure du Rio Yguazu, soit sur un trajet de près de 300 kilomètres, tous les bambous étaient secs.

La distribution de la végétation le long des berges de l'Alto-Parana, sur une immense longueur, présente une très remarquable uniformité due à l'encaissement du fleuve qui a scié, pour ainsi dire, son chenal dans les mélaphyres et les basaltes durs de cette région. L'étiage dépasse, selon Bertoni, 40 m. On voit, aux basses eaux, un premier rivage de roches éruptives volcaniques violacées, puis une zone verte de grandes Graminées, parmi lesquelles le *Paspalum multiflorum* est dominant. A ce cordon succède une zone de *Croton Urucurana* grise et rouge, à cause du changement continu du feuillage rouge-brique quand il va tomber. Puis une épaisse roselière de Bambous, dominée à son tour, par la haute futaie de la forêt paranéenne. Cette régularité est si

surprenante qu'elle frappe le moins botaniste des voyageurs. Au moment de notre voyage, qui succédait immédiatement à l'épidémie de floraison qui, d'après le dire des habitants, se répète tous les 15 ans (?), la zone de bambous se remarquait particulièrement bien aux innombrables chaumes secs qui en un lugubre convoi se traînaient le long du fleuve entre le rideau sombre de la silve et la bande gris-velouté des *Croton Urucurana*.

Enfin nous avons cherché et trouvé au Paraguay et à l'Yguazu les Podostémonacées qui n'y avaient jamais été signalées. Dans la belle cascade du paso de l'Yagui nous avons découvert un *Podostemon* nouveau, le *Podostemon atrichus* cramponné aux aspérités de la pierre ou dessinant par ses racines roses de singuliers dessins géométriques sur les grès. Dans l'admirable cirque des cascades des cent chutes de l'Yguazu, que nous n'avons pu explorer que bien succinctement, trois nouvelles espèces (*P. Warmingii*, et *P. aguirensis*, *Apinagia yguazuensis*) vivent côte à côte dans la première cascade. La présence simultanée en cet endroit de plantes si différentes montre bien qu'il y a, en dehors des raisons qui font qu'une plante semble comme calculée pour un milieu, des causes indépendantes de ces rapports entre la station et les nécessités de vie et qui constituent une des raisons d'être de la diversité. Il y a partout, même dans un milieu aussi uniforme que la cascade, qui exclut toute autre catégories de plantes que les Podostémonacées, une grande variété de formes. Donc la raison de cette variété n'est pas dans le milieu, il est à chercher autre part. A plus forte raison trouve-t-on une grande diversité dans les autres stations avec leurs étages de formes, leurs capacités variées d'eau et de lumière, la nature changeante de la composition du sous-sol; enfin les dépendances mutuelles des plantes qui les unissent en sociétés dont la subordination réciproque est la règle et les conflits de présence réglés par les besoins spécifiques de chaque plante et par la lutte pour l'existence. Mais une étude de la flore tropicale et subtropicale où les contrastes sont, en raison du pouvoir végétatif, plus accentués que dans nos régions tempérées, laisse cependant reconnaître une foule de structures adéquates admirablement disposées, comme calculées pour un effet donné et par conséquent faciles à déchiffrer biologiquement et écologiquement. La biologie des Podostémonacées avec leurs appareils de fixation et la structure de leurs organes

flottants comme construite pour céder au choc de l'eau en mouvement accéléré, leur mode de floraison et de dissémination sont tout à fait différents des appareils homologues, des plantes du macroplancton ou du marécage ou enfin de la forêt riveraine. Partout il y a une grande richesse de formes spécifiques, mais par derrière l'apparence si variée le biologiste découvre des structures adéquates parfois si surprenantes qu'il en reste confondu. Mais souvent, très souvent même aussi il ne sait voir par quoi une plante est adaptée à un milieu spécial, le végétal se bornant à supporter les conditions de ce milieu sans paraître s'y être conformé d'une manière particulière. Alors l'adaptation est non manifestée morphologiquement, elle se traduit par la robustesse, la résistance aux conditions adverses, parfois par la reviviscence après une mort apparente.

Les collections récoltées, les observations faites à cette occasion nous serviront à décrire comme nous l'avons déjà fait, dans les deux fascicules parus, en un essai de synthèse biologique les liens complexes qui s'établissent par une harmonie nécessaire entre les végétaux et le milieu d'une région tropicale que nous étudions déjà depuis plus de 25 ans.

En intitulant notre Mémoire du sous-titre „Résultats scientifiques d'une Mission suisse au Paraguay“ nous voulions simplement indiquer que l'occasion fournie par la Mission que nous avons eue l'honneur d'obtenir nous a permis de mettre au point un ensemble de recherches et d'expériences qui datent de loin.

Bibliographie.

Rapport sur la flore du Paraguay étudiée par R. Chodat et E. Hassler, Arch. Sc. phys. et nat. Genève IV^e Période, XXIV (1907) n^o de décembre.

Aperçu de la Géographie botanique du Paraguay, *Actes du IX^e Congrès international de géographie* (Genève) 1910, par R. Chodat et E. Hassler.

Observations sur le Macroplancton des étangs du Paraguay, *Bull. Herb. Boissier*, II^e série (1906), 143 p., par R. Chodat.

La végétation du Paraguay (en cours de publication), *Soc. bot. de Genève, Bulletin* (1916, 1917 et seq.), par R. Chodat et W. Vischer.