

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ BOTANIQUE

DE LYON

TOME XXXVII (1912)

NOTES ET MÉMOIRES

COMPTES RENDUS DES SÉANCES

— 1912 —

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

II II II II II II
LYON

SUR
LES NOUVELLES CONTRIBUTIONS
DU D^r GOLA

AU PROBLÈME DE L'ÉDAPHISME

PAR

Claudius ROUX

Docteur ès Sciences.

On sait que, depuis quelques années surtout, les botanistes italiens ont porté leur attention sur l'important problème biologique de l'édaphisme, qui a pour objet les rapports trophiques et géographiques des plantes du sol.

L'année dernière, nous avons mis nos collègues français au courant de ces récents travaux parus en Italie, et notamment des belles études du D^r Giuseppe GOLA, de l'Institut royal de Botanique de Turin (1) :

Ricerche sui rapporti tra i tegumenti seminali e le soluzioni saline, 1 broch. in-8° de 40 p. (Extr. des *Annali di Botanica* del prof. PIROTTA, vol. III, fasc. 2°, 1905) ;

Studi di rapporti tra la distribuzione delle piante e la costituzione fisico-chimica del suolo, 1 broch. in-8° de 57 p. avec un tableau h. texte (Extr. des mêmes *Annali di Botanica*, vol. III, fasc. 3°, 1905) ;

Saggio di una teoria osmotica dell'edafismo, 1 vol. in-8° de 280 p. avec 2 pl. hors texte (Extr. des mêmes *Annali di Botanica*, t. VIII, fasc. 3°, 1910).

(1) *Le Problème de l'Edaphisme*, par Cl. Roux, 1 broch. in-8° de 82 p. (Extr. des *Annales de la Société Linnéenne de Lyon*, t. LVIII, 1911).

Voyez aussi notre *Traité historique, critique et expérimental des Rapports des Plantes avec le Sol et de la Chlorose végétale*, avec préface du D^r Ant. MAGNIN, doyen de la Faculté des Sciences et directeur du Jardin botanique de Besançon, 1 vol. in-8° de xxii-469 pp. avec 1 tableau et 21 planches hors texte, Paris et Montpellier, 1900.

Soc. Bot. Lyon, t. XXXVII, 1912.

A ces trois importants mémoires, le D^r GOLA en a, depuis, ajouté trois autres, qui ont pour titre :

Osservazioni sopra i liquidi circolanti nel terreno agrario, 1 broch. in-8° de 37 p. (Extr. des *Annali* de l'Académie d'Agriculture de Turin, t. LIV, 1911) ;

Il terreno forestale, 1 broch. in-8° de 16 p. (Extr. du *Giornale di Geologia pratica*, anno X, 1912, fascicolo II-III) ;

La Vegetazione dell'Appennino piemontese, 1 vol. in-8° de 150 p., 1913 (Extr. des *Annali di Botanica*, vol. X, fasc. 3°, 1912).

Par l'originalité et la valeur de ses recherches, le D^r G. GOLA est incontestablement, à l'heure actuelle, le botaniste qui s'est le plus approché de la solution du problème de l'édaphisme ; telle qu'elle est, et sans préjudice de son perfectionnement ultérieur, l'œuvre de ce savant, jointe à celle des Français THURMANN, CONTEJEAN, SAINT-LAGER, MAGNIN, FLAHAULT, etc., forme une base solide et capitale sur laquelle viendront s'appuyer, et comme se greffer, en quelque sorte, toutes les recherches futures relatives à l'édaphisme et à la géographie botanique.

I. — CONCLUSIONS DES TRAVAUX ANTÉRIEURS DE MM. GOLA ET NEGRI

Avant d'analyser les nouveaux mémoires du D^r GOLA, il n'est peut-être pas sans intérêt et sans utilité de reproduire, dans les *Annales de la Société Botanique de Lyon*, où elles n'ont pas encore figuré, les principales conclusions des travaux antérieurs de MM. NEGRI et GOLA.

A. Répartition édaphique des plantes d'une région donnée, d'après G. NEGRI.

Dans son intéressant travail sur *la Vegetazione delle Colline di Crea*, 1 broch. in-4° de 54 p. (Extr. des mém. de l'Accad. reale di Scienze di Torino, 1906), le D^r NEGRI a réparti les plantes de cette région en 18 associations ou stations, selon le tableau ci-après :

Associations établies sur les terrains influencés d'une manière continue, directe ou indirecte, par l'homme.	Stations culturales.	{	1. Des champs cultivés.
	Association des plantes :		2. Des moissons.
	Stations rudérales.	{	3. Des prairies.
	Association des plantes :		4. Des haies.
Associations établies sur les terrains à l'état naturel et constituées par la plus grande partie des espèces qui ne sont pas d'introduction récente.	Stations à sols secs occupées par les associations des plantes xérophiles.	{	5. Des rues et chemins.
			6. Des murailles.
	Association des plantes :	{	7. Des décombres
			8. Ombrophobes revêtant discontinuellement un terrain sableux.
	Stations à sols frais occupées par les associations des plantes microthermes.	{	9. Revêtant un terrain argileux.
			10. Des prés secs.
	Association des plantes :	{	11. Des buissons et bruyères xérophiles.
			12. Des bois à feuilles xérophiles.
	Stations à sol humide occupées par les associations des hygrophyles.	{	13. Des broussailles à mésophytes.
			14. Des bois à feuillus mésophytes.
	Association des plantes :	{	15. Des prés marécageux.
			16. Des bords des étangs.
	Stations à sol constamment recouvert d'eau.	{	17. Immergées.
			18. Nageantes.

Et, mettant en application cette classification biologique, il a marqué chacune des espèces spontanées et subspontanées des collines de Crea, dont il a donné la liste, d'un signe correspondant à celle des 18 associations ci-dessus à laquelle chaque plante appartient. C'est là une méthode claire, simple et pratique qui mériterait d'être appliquée à toutes les flores et florules (1).

B. Conclusions des études de Gola sur les rapports entre la distribution des plantes et la constitution physico-chimique du sol (*loc. cit.*, 1905) :

Tous les agents externes qui exercent une influence sur la dégradation des roches, la composition chimique et les caractères physiques de ces roches elles-mêmes, les phénomènes dépendant de l'activité vitale des plantes et des animaux, con-

(1) Voir plus loin l'indication d'un travail plus récent du Dr NEGRI et un tableau synoptique de sa classification écologique des associations.

stituent autant de facteurs dont le mutuel contraste donne lieu à la formation des terrains qui constituent le *substratum* de la vie végétale. Par prédominance de tel ou tel facteur, ces terrains peuvent prendre des caractères très différents. C'est d'après ces caractères que l'on peut diviser les terrains en deux grands groupes.

Dans les terrains du premier groupe, les solutions qui les imbibent sont pourvues d'une minéralisation relativement grande et la concentration de ces solutions peut varier souvent dans des limites assez étendues ; dans ceux du deuxième, la minéralisation est très faible et varie dans des limites très rapprochées.

Les racines et les divers organes des plantes qui se trouvent en rapport avec des solutions du premier groupe sont soumis à une pression osmotique élevée ; de plus, cette pression est très variable et les plantes doivent utiliser les moyens de régularisation dont elles disposent, pour obvier aux différences de tonicité des solutions externes par rapport au système absorbant.

Dans les plantes du second groupe, la pression osmotique qui agit sur le système absorbant est très basse, et sa constance relative permet à ces plantes de pouvoir se passer des dispositions régulatrices qui sont nécessaires aux premières. Dans les premières, le phénomène d'absorption s'accomplit régulièrement, quelle que soit (entre certaines limites) la concentration des liquides du sol ; dans les autres, les fortes variations de tonicité du liquide extérieur occasionnent des troubles, spécialement dans l'ascension des éléments minéraux, ainsi que l'ont observé tous ceux qui se sont occupés de la chlorose des plantes pour cause édaphique ou qui ont modifié expérimentalement les liquides du sol (1).

Les plantes arborescentes sont, pour la plupart (excepté *Castanea vulgaris*, *Pinus silvestris*, *Betula alba*, *B. pubescens*, etc., qui sont silicicoles, et l'*Acer opulifolium*, ainsi que le *Prunus Mahaleb* qui sont calcicoles), considérées comme indifférentes,

(1) ROUX (Cl.), *op. cit.* ; CHARABOT et HÉBERT (Bull. scientif. de la Maison Roure-Bertrand fils, de Grasse, 1^{re} série, n° 5, 1902).

et il est facile de s'en rendre compte quand on pense que, par suite de la profondeur à laquelle elles enfoncent leurs racines, elles sont moins exposées aux variations de concentration dépendant des facteurs climatériques, et si on réfléchit aux réserves abondantes qu'elles ont dans leurs tissus et qui constituent une condition essentielle pour expliquer les phénomènes de régularisation dans les plantes.

On sait, du reste, que la vigne peut résister pendant longtemps avant de succomber à la chlorose et que, en général, les causes pathogènes n'exercent pas sur les plantes arborescentes des effets aussi rapides que ceux qu'on observe fréquemment chez les plantes herbacées.

Il en résulte que les conditions d'équilibre entre les plantes et le sol, qui s'expliquent par la distribution de celles-là sur celui-ci, peuvent être déterminées, soit par les plantes lorsqu'elles sont susceptibles de pouvoir s'adapter à la tonicité variable des solutions qui les baignent, soit par le sol lorsque les propriétés absorbantes y sont aptes à maintenir un tel équilibre. « Les colloïdes sont, comme dit GAUTIER, lentement perméables aux réactifs, et leurs molécules servent d'intermédiaires perpétuels, et comme d'amortisseurs, aux actions physico-chimiques les plus délicates. Grâce à cette propriété, le temps devient une des conditions des réactions qui se produisent et qui se continuent régulièrement, sans secousses, lentement, assurant ainsi aux fonctions des organes une progressive et incessante production d'énergie provenant de ces réactions faibles, mais continues. »

La division des plantes, d'après le substratum sur lequel elles croissent, en psammophiles, hygrophiles, xérophiles, calcicoles, calcifuges, silicicoles, humicoles, etc., n'a plus, comme je crois l'avoir démontré, une signification correspondant aux conditions qui président aux rapports entre elles et le sol ; si, dans beaucoup de cas, ces rapports dépendent étroitement, soit de la structure physique, soit de la nature chimique du sol, dans beaucoup d'autres cas ils sont la résultante de nombreux facteurs très complexes. Puisque la caractéristique principale des terrains imprégnés de solutions très diluées consiste dans les propriétés colloïdales de quelques-uns de leurs éléments

constitutifs, tandis que, dans les terrains à solutions fortement concentrées, les propriétés cristalloïdes des autres composants exercent une influence prépondérante, je propose le nom de plantes *gélícoles* pour celles qui habitent les terrains du premier type, et le nom de plantes *halícoles* pour celles des autres terrains ; et, dans les cas où le caractère colloïde ou cristalloïde se manifeste d'une manière plus intense, je propose les noms de *pergélícoles* et *perhalícoles*.

Naturellement, il n'est pas possible de tracer une limite nette entre les groupes désignés par ces quatre noms ; toutefois, en attendant qu'on connaisse mieux les concentrations moléculaires optima et maxima propres à chaque plante, il convient de se limiter à comprendre parmi les *perhalícoles* les plantes des lieux salés et les rudérales ; parmi les *halícoles*, celles des terrains calcaires, des lieux incultes, des champs, etc. ; parmi les *gélícoles*, les plantes des terrains siliceux, et, parmi les *pergélícoles*, les plantes qui croissent dans les terrains siliceux riches en humus et dans les sols formés d'humus pur.

A ces quatre grands groupes font pendant quatre autres groupes, dans lesquels les propriétés du *substratum* ne dépendent pas des conditions physiques, chimiques ou biologiques absolument locales, mais proviennent des conditions existant parfois à de très grandes distances (salure des eaux provoquée par la décomposition des roches, minéralisation des sources), ou quelquefois, au contraire, existant dans le voisinage immédiat (démínéralisation des eaux des sphagnaies par action des résidus de la végétation des ériophoraies ou phragmitaies environnantes). Ainsi, aux espèces *perhalícoles* correspondent les espèces des eaux marines ou fortement salées (qu'elles soient à concentration constante ou variable) ; aux *halícoles*, celles des eaux saumâtres ou riches en sels alcalino-terreux, aux *gélícoles*, celles à minéralisation moyenne (5 à 25 degrés français de dureté), et, enfin, aux *pergélícoles*, les espèces habitant les eaux très faiblement minéralisées, comme celles des sphagnaies.

C. Lois de la distribution édaphique des plantes, formulées en 1910 dans l'Essai d'une théorie osmotique de l'édaphisme (loc. cit.) :

1. Les relations entre le terrain et le système absorbant des plantes sont réglées par la pression osmotique que les solutions du terrain peuvent exercer sur les éléments absorbants.

2. Les pressions osmotiques des solutions du terrain sont déterminées par les concentrations de ces solutions, et ces concentrations, à leur tour, sont déterminées par un complexe de facteurs, parmi lesquels ni les facteurs chimiques, ni les facteurs physiques du sol, ni les facteurs climatiques, ni les facteurs biologiques du revêtement végétal présent ou absent, vivant ou mort, n'ont une action toujours prépondérante. Le mutuel contraste de ces facteurs détermine la formation des diverses concentrations, parfois stables pour toute la période végétative annuelle des plantes, parfois instables.

3. De toutes ces combinaisons qui peuvent prendre naissance par l'influence prépondérante de l'un ou l'autre facteur, dérivent les caractères édaphiques des stations.

4° Les concentrations élevées, et surtout les variations brusques qu'elles peuvent subir (anastatisme), exercent dans la plante une action nocive ; c'est pourquoi toutes les espèces ne peuvent pas supporter une telle ambiance osmotiquement hypertonique ; au contraire, presque toutes les plantes peuvent parfaitement vivre dans une ambiance hypotonique par rapport aux concentrations normales pour elles.

5. L'action des solutions hypertoniques s'explique d'une manière particulière sur l'appareil absorbant, au travers duquel ne peut pénétrer en quantité suffisante l'eau nécessaire aux besoins vitaux, et, dans ce cas, il y a diminution de la transpiration, ou bien, ce qui est plus fréquent, arrêt de l'absorption des sels nécessaires à la nutrition.

6. Sous l'influence de ces perturbations entrent dans les plantes non seulement des sels utiles à la nutrition, mais aussi d'autres corps dissous. La présence de ces derniers n'est pas indispensable, attendu qu'il ne sont pas appelés à faire partie

du plasma fonctionnant le plus activement ; mais ils agissent en créant dans l'intérieur des cellules (soit tels, soit après une élaboration sommaire) des solutions (1) capables, soit d'équilibrer les conditions osmotiques du sol ambiant, soit d'être utilisées pour compenser la diminution de l'afflux d'eau provoquée par l'hypertomie des liquides du sol ou pour compenser directement les conditions défavorables provenant de divers facteurs climatiques : sécheresse, insolation, etc.

7. Il importe donc de séparer les corps solubles existant dans le sol en deux groupes : les *substances osmotiques*, capables de créer l'ambiance osmotique hors de la plante et parfois même dans les tissus de la plante, et les *substances plastiques*, auxquelles est due la véritable et propre fonction de l'échange nutritif dans l'organisme végétal.

8. La présence dans le sol, en quantité excessive, des substances osmotiques comparativement aux plastiques, détermine des désordres de nutrition qui s'expliquent dans une différente composition élémentaire des cendres, et cela est, pour quelques plantes, démontré être en rapport avec les phénomènes de chlorose.

9. Si l'on procède à une sériation (mise en série) des caractères déterminant l'appétence édaphique des plantes, il faut placer au premier rang ceux qui dépendent du degré de concentration des liquides ambiants des plantes, et, au second rang, les caractères chimiques. Tandis que les premiers sont communs à des groupes systématiques assez étendus, et peuvent être déterminés par des composés de différente nature chimique, pourvu qu'ils soient solubles, les seconds sont limités à des groupes très restreints et le plus souvent exclusifs seulement de forme ou de variété, les types auxquels appartiennent ces formes ou variétés restant indifférents en ce qui concerne l'appétence chimique.

Naturellement sont exclus du nombre les faits d'appétence pour quelques composés chimiques qui sont indispensables pour le métabolisme d'organismes végétaux déterminés (H²S

(1) Voir la note de M. Jean BEAUVIER, parue aux C. R. de l'Acad. des Sciences, en 1900.

pour les thio-bactéries, les composés du fer pour les ferro-bactéries, CO^3Ca pour les algues incrustantes, etc.).

10. En tenant compte des concentrations et de la propriété osmotique des solutions du terrain, les stations peuvent se classer en *perhaloïdes*, *haloïdes*, *géloïdes* et *pergéloïdes*, selon que les concentrations sont plus ou moins élevées ; et chacune d'elles en *anastatiques* et *eustatiques*, selon que le degré de concentration varie ou reste constant durant la période d'activité végétative de la plante.

Les espèces hébergées dans ces stations seront dites *perhalicoles*, *halicoles*, *gélicoles* et *pergélicoles*, respectivement *anastatiques* ou *eustatiques*.

II. — ANALYSE DES NOUVEAUX TRAVAUX DU D^r G. GOLA

1^o **Observations sur les liquides circulant dans le terrain agraire**, 1911 (GOLA, *loc. cit.*). — Dans cette note, rédigée avec la méthode et la clarté habituelles à l'auteur, le D^r GOLA, après d'intéressantes considérations générales, étudie successivement la technique de l'étude des liquides du terrain (liquides qu'il distingue en liquides *pédolitiques* et liquides *pédopiéziques*) (1), les caractéristiques principales des liquides du terrain agraire, et, enfin, il montre que la vie des plantes est en relation avec la concentration des liquides du terrain.

La place nous manque malheureusement pour exposer comme il conviendrait cet excellent mémoire, écrit surtout au point de vue agronomique ; et il est à désirer qu'une des grandes revues agricoles françaises en publie bientôt une traduction.

(1) Pédolitiques (de *pedon*, sol, et *lisis*, solution), liquides ou solutions résultant du simple délavage du sol par l'eau de pluie qui passe à travers le terrain ; pédopiéziques (de *pedon*, sol, et *piezos*, presser, comprimer, exprimer), liquides ou solutions obtenus par le passage d'un courant d'eau sous *pression* au travers du sol, ou en comprimant le terrain.

2° **Le terrain forestier**, 1912 (GOLA, *loc. cit.*). — Le D^r GOLA distingue, dans le sol des forêts, quatre couches ou strates superposées, qu'il étudie successivement :

a) *La couverture morte* ou couche de débris organiques, formée des détritits végétaux (feuilles et branches mortes, etc.) fraîchement tombés, et des petits animaux morts et en voie de décomposition. Moelleuse, poreuse, à haute capacité hydrique et thermique, mauvaise conductrice de la chaleur, elle a une influence prédominante comme protection du terrain dans ses rapports avec la pluie, en ce sens qu'elle régularise les oscillations thermiques et l'évaporation, et favorise, en outre, la distribution uniforme de l'eau dans les couches sous-jacentes. Son influence chimique est non moins grande : la quantité notable de substances organiques résultant de la décomposition des végétaux et des animaux exerce une action active sur la dégradation des couches profondes, et rend possible la formation de la terre végétale ; en outre, ces matières organiques sont des matériaux nutritifs pour beaucoup d'organismes fondamentaux de la végétation forestière, et les substances minérales que contiennent les détritits de la couverture morte sont utilisées aussi pour la nutrition minérale des plantes arborescentes. Par l'accumulation d'azote résultant des champignons vivant dans cette couverture morte, se trouve favorisée la nutrition azotée des plantes silvicoles. Cette couverture est généralement moins importante dans l'Europe méridionale que dans l'Europe centrale et septentrionale.

b) *La couche riche en humus*, où se plaisent les racines superficielles. La couverture morte subit peu à peu des altérations profondes qui la transforment en humus, par ce fait que les débris qui la constituent perdent les caractères propres aux tissus organisés et donnent des matières moins légères, qui sont en grande partie des matières minérales, provenant des substances organiques. La formation de l'humus est démontrée être un phénomène biologique dû à l'activité de nombreuses espèces de microorganismes et de champignons. La formation d'acide humique est parfois faible, quand est plus intense l'oxydation, qui a comme produit ultime le CO_2 ; mais, si l'afflux de l'oxygène de l'air n'a pas lieu en quantité suffi-

sante, par exemple quand l'humidité excessive de la couverture morte ne permet pas un échange suffisant des gaz, ou quand la température basse ne permet pas une activité suffisante des microorganismes, l'acide humique se forme alors en quantité plus considérable. Etc.

c) *Le terrain minéral désagréé*. — Les composés humiques qui se forment normalement dans les terrains forestiers, et le CO_2 en partie libre, en partie combiné aux ions alcalins et alcalino-terreux, s'en vont, avec l'eau, à travers les fissures des strates superficielles, dans les couches profondes supérieurement minéralisées, pour y déterminer de nombreuses réactions : kaolinisation, solutions, etc. Une partie des composés humiques, par l'alcalinité plus grande du milieu ambiant, due à l'abondance des ions alcalins, sont destinés à être oxydés et détruits. Il en résulte une dégradation ultérieure des roches et, tandis que l'eau d'infiltration emporte les produits solubles, carbonates, bicarbonates alcalino-terreux, il reste des composés nouveaux colloïdaux, kaolin, argile, zéolitoïdes, qui donnent au terrain des propriétés spéciales physiques et mécaniques.

d) *Les strates rocheuses sous-jacentes* reçoivent les liquides que les couches supérieures ont élaborés et laissé partir, et à leur tour commencent à se désagréger.

De tout ceci résulte que le terrain forestier est caractérisé par une grande constance des conditions édaphiques à tous les points de vue : insolation, température, ventilation, irradiation nocturne, humidité, régularisation de la pluviosité même excessive, etc. Et, en passant, le D^r GOLA combat les assertions émises par le Prof^r DE ANGELIS D'OSSAT dans ses récentes publications : *la Geologia e la foresta* (Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XXX, 1911) et *Applicazioni della Geologia, III. Nuove redute in materia forestale* (Ann. Soc. Ingegneri e Archit. ital., Roma, 1911).

Toute la brochure du D^r GOLA serait à traduire, car elle est intéressante et très instructive, comme la précédente, d'ailleurs ; mais le peu d'espace et de temps dont nous disposons ne nous permettent malheureusement pas de le faire, et nous ne pouvons que conseiller aux forestiers et aux biologistes de s'y reporter directement, pour plus amples détails.

3° **La Végétation de l'Appennin piémontais**, 1913 (GOLA, *loc. cit.*). — Cet important mémoire, très méthodiquement conçu, très scientifiquement et très complètement développé, est une excellente contribution à la géographie botanique de la région subalpine ou préalpine, et peut servir de type et de méthode pour toutes les monographies régionales du même genre.

Toutefois, il nous sera permis de regretter que l'auteur ait cru devoir adopter la dénomination *Appennin piémontais*, qui, à notre humble avis, n'est pas très exacte, puisque la région étudiée comprend plutôt le versant nord de la partie septentrionale et terminale de l'Appennin ligure comprise entre les vallées du Tanaro et de la Staffora ; d'ailleurs, cette expression d'Appennin piémontais est tellement inusitée qu'elle paraît presque un néologisme dont la nécessité ne se faisait pas vivement sentir. Ajoutons que la région étudiée par le D^r GOLA ne se présente pas non plus, en soi, avec les caractères de région naturelle bien nette, et l'auteur lui-même a de la peine à la définir exactement et doit reconnaître que les limites qu'il adopte sont plutôt incertaines et conventionnelles ; il faut ajouter, cependant, à sa décharge, que les géologues ne sont pas d'accord non plus sur les limites et les divisions de l'Appennin, ni sur ses rapports de continuité ou seulement de contiguïté avec les Alpes.

L'auteur divise son travail en deux parties : d'abord, une étude phyto-géographique dans laquelle il fait une application pratique des principes édaphologiques exposés dans ses travaux et dans ceux du D^r NEGRI ; puis un catalogue des espèces croissant dans l'Appennin piémontais. Ce catalogue ayant peu d'intérêt pour nous, nous n'en dirons rien de plus dans cette note, sinon pour regretter infiniment que l'auteur n'ait pas jugé à propos, à l'instar du D^r NEGRI, d'accompagner chaque espèce citée d'une brève définition, ou même seulement de l'indication, par un simple signe conventionnel, de ses affinités édaphiques.

Nous allons donc analyser seulement la première partie, purement biologique, du travail de GOLA.

A. Dans une sorte d'introduction générale, l'auteur donne

d'une manière concise la *description géographique, climatologique, géologique, agrologique*, etc., de l'Appennin piémontais.

B. Dans un paragraphe spécial, il expose l'*influence de l'homme* et, à ce point de vue, il distingue les

ASSOCIATIONS	{	naturelles, complètement indépendantes de toute action directe ou indirecte de l'homme.
		des <i>délaissés</i> (1), soumises indirectement ou très faiblement à l'influence de l'homme.
		culturelles, soumises à l'action active et continue de l'homme.

En passant, GOLA rappelle l'importance des *phénomènes osmotiques* dans la vie des plantes et dans leurs rapports avec le terrain, et, par conséquent, l'importance de la variabilité (anastatisme) ou de la constance (eustatisme) de la concentration des solutions, qui est sous la dépendance de nombreux facteurs : facteurs physiques du sol, facteurs biologiques, climatiques, topographiques, cinétiques ou mécaniques, etc. ; mais il reconnaît qu'une méthode vraiment exacte de mesure absolue de cette concentration n'existe pas encore.

C. Vient ensuite la *classification écologique des associations*. A la suite de toutes ses recherches sur l'édaphisme, GOLA est arrivé, en définitive, à subdiviser les stations végétales en groupes, sous-groupes et subdivisions indiquées dans le tableau ci-après (p. 14).

Dans ce tableau, a) et b) du paragraphe γ sont des subdivisions des *associations* de A, B, C, D du paragraphe α ; de même, A, B, C, D du paragraphe β sont des subdivisions de I, II, III, IV du paragraphe .

(1) Quelque chose comme ce qu'on appelle, chez nous, les *communaux*?

Tableau de la classification écologique des Associations végétales d'après le Dr Gola.

2. GROUPES OU STATIONS

Plantes des Terrains à excès d'eau.	I. PÉDOHYDROPHYTES.	Plantes ayant toutes leurs parties, sans exception, en contact avec l'eau libre ou mobile.
	II. PÉDOHYGROPHYTES ou PÉDOHÉLOPHYTES.	Plantes dont seules les parties absorbantes sont en contact avec l'eau libre ou mobile.
Plantes des Terrains sans excès d'eau.	III. PÉDOMÉSOPHYTES.	Plantes vivant dans un terrain qui est plus ou moins humide, parfois même très humide, mais qui renferme toujours des pores remplis d'air et non exclusivement remplis d'eau.
	IV. PÉDOXÉROPHYTES.	Plantes vivant dans les terrains secs, c'est-à-dire dans les terrains dont les pores sont occupés exclusivement par de l'air, sauf lorsque la pluie survient avec abondance.

3. SOUS-GROUPES OU SOUS-STATIONS

		Plantes terrestres	Plantes aquatiques
Plantes halicoles ou des terrains haloïdes.	A. PERHALICOLES ou des terrains perhaloïdes (terrains dont les liquides ont plus de 2 ‰ de cristalloïdes dissous)	Association des plantes des terrains salés. Association des plantes rudérales.	Association des plantes des eaux marines ou fortement salées (eaux minérales).
	B. HALICOLES proprement dites ou des terrains haloïdes (ayant plus de 0,5 ‰ de cristalloïdes dissous).	Association des plantes des lieux incultes, des bords des chemins et des champs. Association des plantes calcicoles.	Association des plantes des eaux saumâtres ou calcaires, c'est-à-dire titrant plus de 25 degrés hydrotimétriques.
Plantes gélícoles ou des terrains géloïdes	C. GÉLICOLES ou des terrains géloïdes (ayant plus de 0,20 ‰ de cristalloïdes dissous)	Association des plantes silicicoles ou calcifuges.	Association des plantes des eaux assez pures, titrant de 5 à 25 degrés hydrotimétriques.
	D. PERGÉLICOLES ou des terrains pergéloïdes (ayant moins de 0,20 ‰ de cristalloïdes dissous)	Association des plantes saprophytes, humicoles et épiphytes.	Association des plantes des eaux très pures, titrant moins de 5 degrés hydrotimétriques.

4. VARIÉTÉS DES SOUS-GROUPES

Dans chaque sous-groupe indiqué ci-dessus, on peut avoir des stations a) *eustatiques* ou b) *anastatiques*, selon que la concentration des liquides y est presque constante (à faibles variations) ou inconstante (à grandes variations).

La classification écologique de G. GOLA se rapproche beaucoup de celle donnée par G. NEGRI dans son récent travail sur la *Vegetazione del Bosco Lucedio (Trino Vercellese)* (Mém. R. Accad. Scienze Torino, s. II, t. LXII, 1911) et qui est la suivante :

Tableau des Associations végétales d'après le D^r Negri.

1° HYDROPHYTES (Pédohydrophytes de GOLA).	{ Plantes immergées ou submergées, pourvues de tissus aëri-fères pour la flottaison ou la respiration.
2° HÉLOPHYTES (Pédohygrophytes ou Pédohélophytes de GOLA).	A. Clizophytes¹ { Plantes immergées par la partie inférieure et pourvues au moins dans cette partie de tissus aëri-fères. Terrain <i>minéral</i>, sableux ou argileux; aération faible ou nulle. B. Spongophytes² { Plantes vivant dans un substratum constamment mouillé mais non inondé, et pourvues, dans leur partie inférieure seulement, de tissus aëri-fères plus ou moins développés. Terrain <i>tourbeux</i> par une couverture végétale, vivante ou morte; aération faible.
3° MÉSOPHYTES (Pédomésophytes de GOLA, qui fait remarquer que les deux subdivisions de NEGRI n'ont pas de rapport avec l'édaphisme, puisqu'elles sont déterminées par des conditions de l'ambiance épigée).	A. Sciaphytes³ { Plantes vivant dans un terrain humide mais léger et aéré, privées de tissus aëri-fères. Appareil aérien dépourvu de dispositions défensives contre l'excès de transpiration. B. Photophytes { Plantes vivant dans des conditions d'ambiance qui ne sont jamais extrêmes en ce qui concerne l'insolation, la température et l'humidité du sol. Celui-ci est aéré et conserve un certain degré d'humidité, indépendamment de sa structure mécanique.
4° XÉROPHYTES (Pédoxérophytes de GOLA).	{ Plantes vivant dans des conditions extrêmes par rapport à l'insolation, la température, et à la siccité physique de l'air et physique et physiologique du terrain. Ce dernier est constamment aéré et peut être par périodes assez longues absolument sec, indépendamment de sa structure mécanique.

(1) Du grec *cluson*, baigné, inondé.

(2) Du grec *spoggos*, spongieux.

(3) Du grec *scua*, ombre.

Naturellement, dans les formations végétales comprises dans ces catégories, l'action des multiples facteurs écologiques (v. le tableau de GOLA), morphologiques et historiques, déterminent la constitution d'associations particulières.

D. GOLA décrit ensuite les *zones superposées de végétation*, variables d'ailleurs pour chaque plante selon l'exposition, la quantité de pluie, la température, la configuration, etc.

On peut distinguer, dans l'Appennin piémontais : une *zone subalpine*, au-dessus de 1.300 mètres en moyenne d'altitude ; une *zone des bois*, ou zone du Hêtre et du Châtaignier ; enfin, une *zone des cultures*, ou zone du Chêne ou zone inférieure.

E. Vient alors l'étude détaillée des *formations naturelles et semi-naturelles* :

1° *Formation des Mésophytes*, comprenant :

a) *Associations silvestres*, dont les principales sont :

L'association du *hêtre*, essence absolument dominante entre 800 et 1.200 mètres ;

L'association du *châtaignier* ;

L'association des *chênes* (*Quercus sessiliflora* prédominant ; *Q. pubescens* et *Q. cerris* moins fréquents) ;

L'association des *gymnospermes* (*Pinus pinaster* et surtout *P. silvestris*, qui est le seul autochtone, avec quelques *Larix*) ;

L'association du *robinier* ;

L'association des *bords des cours d'eau* (*Salix*, *Populus*, *Alnus*, etc.) ;

b) *Association des bois et des bruyères* caractérisée, dans la partie la plus élevée et la plus orientale de l'Appennin piémontais, par le *Genista radiata*, qui semble remplacer là le Rhododendron qui manque dans l'Appennin, et dans les autres parties, par la Bruyère commune.

c) *Association des prés et des pâturages*, différentes suivant qu'on considère la zone supérieure à 1.300 mètres (très réduite dans l'Appennin), la zone médiane et la zone inférieure.

2° *Formation des Xérophytes*, comprenant :

- a) *Association des bois et des plantes sous-frutescentes*, avec *Quercus sessiliflora*, *Spartium junceum*, *Juniperus*, *Cratægus*, *Aronia*, *Fraxinus*, *Linum salsoloides*, *Euphorbia spinosa*, etc.
- b) *Associations rupestres*, avec *Centranthus*, *Teucrium*, *Ononis*, *Potentilla*, *Artemisia*, *Helichrysum*, etc.
- c) *Associations des rives des torrents, et des précipices et éboulements* : sur les rives des torrents, on voit surtout *Epilobium*, *Hippophae*, *Polychnum*, *Althæa*, *Cynoglossum*, *Echium*, *Inula*, *Senecio* ; tandis que sur les éboulements prédominent : *Helianthemum*, *Dorycnium*, *Pyrus*, *Herniaria*, *Cerastium*, etc.

3° *Formation des Spongophytes*, assez rare dans l'Appennin, avec *Carex*, *Juncus*, *Scirpus*, *Eriophorum*, *Drosera*, *Chlora perfoliata*, etc., etc.

4° *Formation des Clizophytes*, très rare dans l'Appennin : elle s'observe seulement en quelques points où l'eau séjourne à proximité des torrents, et où s'installent de petites phragmitaies avec *Typha*, *Sparganium*, *Mentha aquatica*, *Alisma*, *Carex*, *Juncus*, etc. Il y a, d'ailleurs, toutes les transitions entre les deux formations des spongophytes et des clizophytes.

5° *Formation des Hydrophytes*, à peu près nulle dans l'Appennin piémontais.

F. Après les formations naturelles, GOLA étudie la *formation culturale*, qui est sous l'influence plus ou moins complète de l'homme, et qui comprend les trois

ASSOCIATIONS	{	des prairies semées (artificielles).
		des cultures non sarclées.
		des cultures sarclées.

G. Puis il étudie la formation des terrains abandonnés ou incultes, comprenant :

- a) Association des plantes aravales, où abondent les Composées, Scrophulariées, Ombellifères, *Chenopodium*, *Polygonum*, etc.
- b) Association des plantes sépiales, avec *Crataegus*, *Rubus*, *Cornus*, *Prunus*, *Clematis*, *Evonymus*, *Lonicera*, *Rubia*, *Solanum*, etc.
- c) Association des plantes rupestres et murales, qui comprend trois types :
 Le premier, éminemment perhalicole (*Parietaria*, *Che-lidonium*, *Chenopodium*) ;
 Le second, halicole (*Ceterach*, *Umbilicus*, *Crassula*, *Sedum*, *Antirrhinum*) ;
 Le troisième, peu halicole et même à tendances géli-coles (*Asplenium* divers et hybrides, *Cystopteris*, *Linaria cymbalaria*).
- d) Association des décombres, de type perhalicole (*Urtica*, *Parietaria*, *Chenopodium*, *Lappa*, *Euphorbia*, *Reseda*, et l'*Artemisia Verlotorum*, plante qui, tout en étant très clairsemée, semble avoir une très large aire de diffusion).
- e) Association des bords des chemins, assez difficile à définir, avec nombreuses Graminées et plantes de familles multiples.
- f) Association des bois défrichés et coupés, à végétation riche et variée où précisément ne dominent plus les plantes des sous-bois.

H. Dans un autre chapitre, GOLA étudie les allures annuelles, c'est-à-dire les changements saisonniers de la végétation et leurs types biologiques (1).

I. Enfin, vient une étude des affinités de la flore de l'Appennin piémontais avec celle des régions voisines :

(1) V. aussi, à ce sujet, RAUNKIAER (C.) : *Types biologiques pour la Géographie botanique* (Oversigt over d. Kgl. Danske Videnskabernes selskabs Forhandling, Copenhague, 1905).

- a) La zone des pâturages offre de grandes relations avec la zone subalpine des Alpes, par la présence de : *Homogyne alpina*, *Alchemilla alpina*, *Arnica montana*, *Ranunculus alpestris*, *Viola calcarata*, etc.
- b) La zone des bois est caractérisée par la prédominance absolue, dans toutes les associations de cette zone, des éléments *silvatico-montagnards*, parmi lesquels ont trouvé des espèces à distribution eurasico-nord-américaines, d'autres du sud et du centre de l'Europe et aussi des espèces, soit purement alpines, soit pyrénéo-alpines (*Ranunculus pyrenæus*, *Crepis blattaroides*, *Homogyne alpina*). Il y a aussi quelques éléments *atlantiques* (*Fagus*, *Calluna*, *Erica cinerea*, *Anarrhinum*, *Laserpitium gallicum*, *Teucrium scorodinia*, *Cytisus sessiliflorus*, *Sarothamnus scoparius*, *Luzula nivea*), des éléments *sud-occidentaux* (*Crocus medius*, *Allium suaveolens*, *Briza minor*, *Genista cinerea*, *Astragalus purpureus*, *Linum salsoloides*, *Anagallis tenella*), des éléments *méditerranéens* (qui sont des espèces thermophiles, localisées dans les stations les mieux exposées), enfin, des éléments *orientaux* (*Orchis pallens*, *Dentaria enneaphyllos*, *Anchusa Barrelieri*, *Stachys italica*, *Pimpinella Tragium*, *Evonymus latifolius*).
- c) La zone des cultures, comprenant des éléments *centro-européens* (*Anemone hepatica*, *Acer campestre*, *Pimpinella saxifraga*, *Fraxinus*, *Jasione montana*, etc.), *méditerranéens* (*Ægyplos*, *Sisymbrium*, *Glaucium*, *Umbilicus*, *Helichrysum*, etc.), etc.

Souhaitons, en terminant, que le D^r GOLA ne s'arrête pas en si bon chemin, et qu'il continue à enrichir la biologie végétale et la géographie botanique de nouveaux travaux aussi intéressants et aussi originaux que ceux dont nous sommes heureux d'avoir rendu compte à nos collègues français.