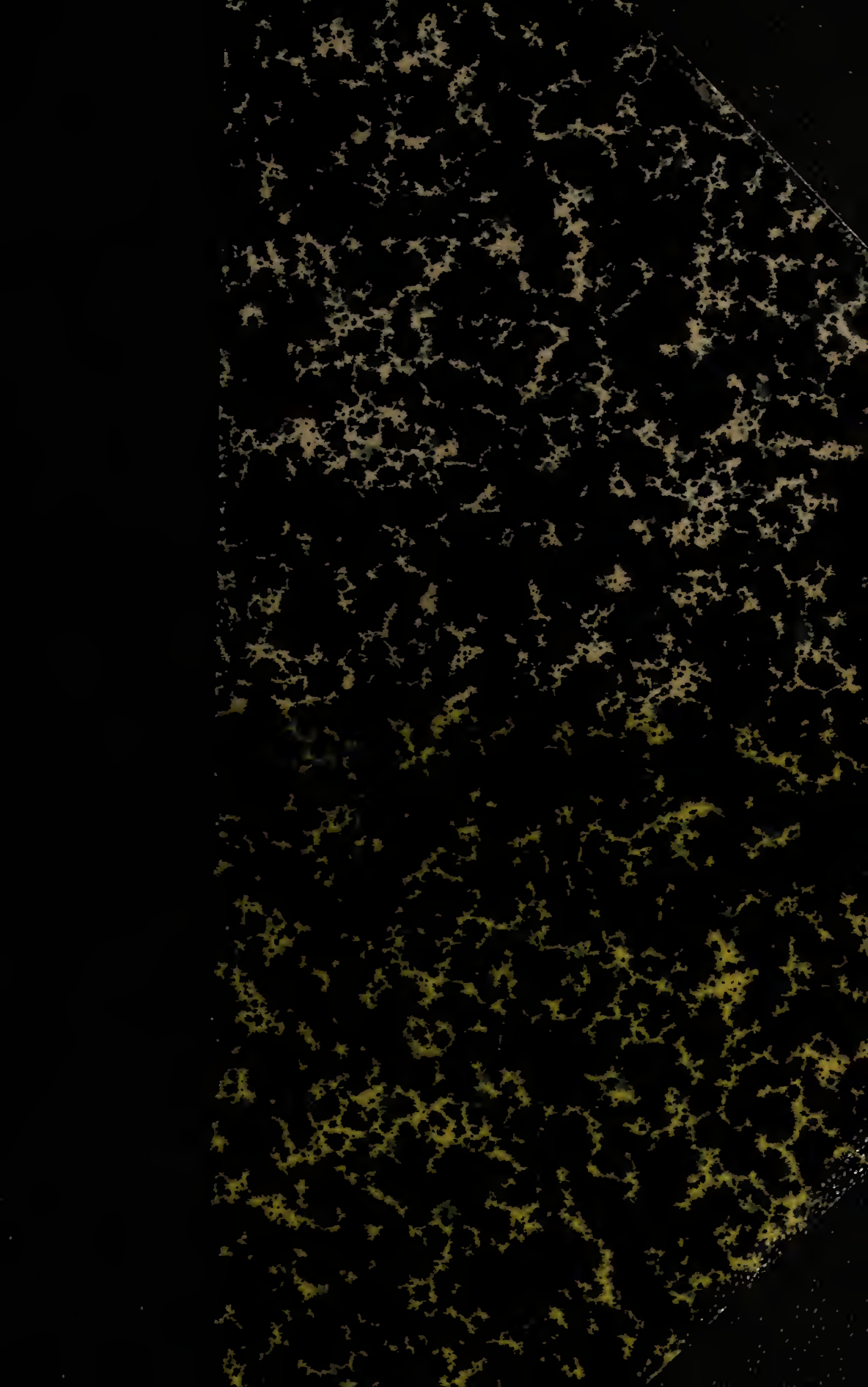
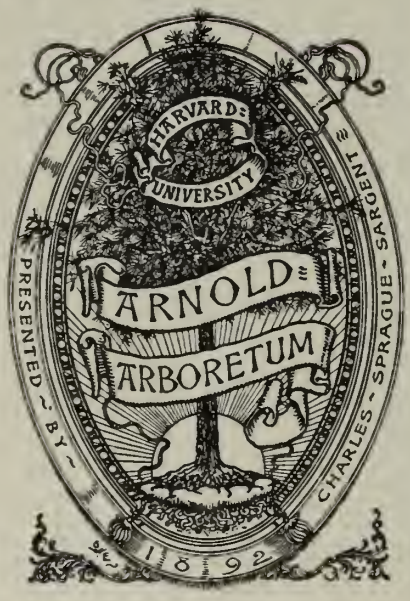


Pam F
S-24


HARVARD
UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED BY
CHARLES - SPRAGUE - SARGENT
1892

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

Année 1911

(NOUVELLE SÉRIE)

TOME CINQUANTE-HUITIÈME

LYON

H. GEORG, LIBRAIRE-EDITEUR

36, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

1911

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

Lyon. - Imprimerie A. REY, 4, rue Gentil. — 57103

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

Année 1911

(NOUVELLE SÉRIE)

TOME CINQUANTE-HUITIÈME

LYON

H. GEORG, LIBRAIRE-EDITEUR

36, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

1911

TABLEAU

DES

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

BUREAU POUR L'ANNÉE 1911

MM. Dr Riel, *président.*
Pr Gérard, *vice-président.*
Dr Buy, *secrétaire général.*
Chaput, *secrétaire adjoint.*
Roux (Nisius), *trésorier.*
Bonnet, *archiviste-conservateur.*

LISTE DES MEMBRES EN 1911

Membres actifs.

MM.

1911. Albessard (Mlle Aria), place Raspail, 1.

1905. Allemand, docteur ès sciences, professeur au collège, rue du Mail, 42, Blois (Loir-et-Cher).

1895. Arcelin (le Dr Fabien), rue du Plat, 4.

1906. Baillard, employé, place Morand, 16.

1911. Bailly (le Dr), cours Vitton, 104.

1895. Beauverie (Jean), docteur ès sciences naturelles, chargé de cours complémentaire de Botanique agricole à la Faculté des sciences, et rue Sully, 29.

1866. Beckensteiner (Charles), rue de l'Hôtel-de-Ville, 9.

MM.

1910. Béraud, pharmacien de 1re classe, licencié ès sciences, rue Servient, 5.

1901. Bonnet, docteur ès sciences, préparateur de zoologie à la Faculté des sciences, quai de la Guillotière, 1.

1907. Bellion (Mlle), docteur ès sciences, assistante au Laboratoire de physiologie de la Faculté des sciences, quai Saint-Clair, 8.

1892. Broelmann (Henri), à Pau (Basses-Pyrénées).

1888. Bruet, chef de section de la Cie P.-L.-M., Saint Marcellin (Isère).

1884. Bruyas (Aug.), quai des Célestins, 5.

1901. Buy (le Dr Paul), grande rue de la Croix-Rousse, 99.

1910. Caillon, rue de la Part-Dieu, 11.

1904. Carra, géologue à Ville-sur-Jarnioux (Rhône).

1899. Caziot, commandant d'artillerie en retraite, quai Lunel, 24, à Nice.

1898. Chanay (Pierre), négociant, rue Pizay, 5.

1906. Chaput, agrégé des sciences naturelles, professeur d'Histoire naturelle au Lycée Ampere.

1900. Charnay, répétiteur général au Lycée Ampère, rue Duquesne, 22.

1901. Chifflot, docteur ès sciences naturelles, licencié ès sciences physiques, chargé d'un cours complémentaire et chef des travaux de botanique à la Faculté des sciences.

1887. Chobaut (le Dr Alfred), rue Dorée, 4, à Avignon.

1907. Clément (Hugues), étudiant en sciences naturelles, externe des hôpitaux, quai Gailleton, 37.

1905. Clerc (Joannès), fabricant, rue Puits-Gaillot, 27.

1911. Clerjon (le Dr), à Ouilly-Gleizé, par Villefranche (Rhône).

1906. Collet, docteur ès sciences, professeur de Minéralogie à la Faculté libre des sciences, rue Sergent-Blandan, 48.

1911. Colleur, rue Garibaldi, 48.

MM.

1895. Conte (Albert), docteur ès sciences naturelles, chef des travaux de zoologie à la Faculté des sciences, rue Alfred-de-Musset prolongée, Montchat.

1906. Côte, négociant, rue Président-Carnot, 11.

1871. Coutagne (Georges), ingénieur des poudres et salpêtres, quai des Brotteaux, 29.

1889. Couvreur, docteur ès sciences, chargé d'un cours complémentaire à la Faculté des sciences, Sainte-Foy-lès-Lyon.

1901 Darboux, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Marseille, boulevard Perrier, 53.

1906. Dareste de la Chavanne, licencié ès sciences, préparateur de Géologie à la Faculté des sciences, rue des Remparts-d'Ainay, 15.

1889. Depéret (le Dr Ch.), correspondant de l'Institut, professeur de géologie et doyen de la Faculté des sciences, route de Sain-Bel, 23, Tassin-la-Demi-Lune (Rhône).

1897. Doncieux, docteur ès sciences naturelles, préparateur de géologie à la Faculté des sciences, rue Jarente, 3.

1898. Douxami, docteur ès sciences, maître de Conférences à l'Université, rue Brûle-Maison, 159, Lille (Nord).

1882. Drivon (Jules), médecin des Hôpitaux de Lyon, avenue de Saxe, 284.

1891. Dubois (le Dr Raphaël), professeur de physiologie générale et comparée à la Faculté des sciences, l'hiver à Tamaris-sur-Mer (Var).

1911. Duval, professeur au lycée de Saint-Rambert, rue Vaubecour, 13.

1911. Eynard (l'abbé), professeur à l'Institution Robin, à Vienne (Isère).

1911. Falcoz, pharmacien de 1re classe, rue de l'Éperon, à Vienne (Isère).

1884. Faure, directeur de l'École Vétérinaire, rue d'Algérie, 11.

1906. Faÿ (le Dr Pierre), licencié ès sciences, chirurgien adjoint à l'hôpital Saint-Luc, place Carnot, 4.

MM.

1857. Fournereau (l'Abbé), professeur à l'Institution des Chartreux.

1911. Gaillard, docteur ès-sciences, conservateur du Muséum d'histoire naturelle, Palais des Arts.

1906. Garnot, avocat, quai de la Pêcherie, 11.

1851. Gensoul (André-Paul), rue Vaubecour, 42.

1903. Gérard (R.), professeur à la Faculté des sciences, rue Crillon, 70.

1907. Gérard (Marc), quai de la Guillotière, 13.

1905. Germain (Louis), attaché au Muséum, rue Coypel, 20, Paris.

1907. Gignoux, agrégé des sciences naturelles, préparateur de Géologie de la Faculté des sciences, Grenoble.

1909. Gindre, pharmacien de 1re classe, grande rue Saint Clair, 76, Lyon-Saint-Clair.

1866. Gillet (Joseph), quai de Serin, 9.

1890. Givois, pharmacien à Vichy (Allier).

1894. Grange (le Dr Pierre), rue Terme, 18.

1910. Grilat, cours des Chartreux, 21.

1897. Guillermond, docteur ès sciences, rue de la République, 19.

1862. Guimet (Émile), place de la Miséricorde, 1.

1869. Heyden (le baron de), à Bockenheim, près de Francfort-sur-Mein, Schlosstrasse, 54 (Allemagne).

1895. Hutinel, professeur au Lycée Saint-Rambert, quai Jayr, 19.

1909. Jacquet, orfèvre, place de la Bourse, 3.

1907. Jarricot (le Dr J.), Chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine, cours Gambetta, 9.

1907. Kimpflin, docteur ès sciences, rue Cavenne, 13.

1911. Kunze, chemin de Vassieux, 11, Caluire (Rhône).

1907. Lacomme (le Dr), licencié ès sciences, inspecteur départemental d'hygiène, villa Jojo, avenue d'Edimbourg, 36, à Amiens (Somme).

MM.

1909. Lacroix-Laval (Alfred de), étudiant en sciences naturelles, Laboratoire de zoologie, Faculté des sciences, quai d'Occident, 5.

1884. Lacroix (le Dr Eugène), Grande rue des Charpennes, 45.

1909. Lambert, président du Tribunal civil, Troyes (Aube), rue Saint-Martin, 57.

1911. Lardet, docteur en pharmacie, rue Pierre-Corneille, 39.

1911. Laurent, agrégé d'histoire naturelle, professeur au Lycée Ampère.

1868. Laval (Henri), avocat à Villefranche (Rhône).

1907. Levrat (Daniel), directeur du Laboratoire d'études de la Soie, à la Condition des Soies, aux Verchères, Caluire (Rhône).

1911. Ligier, Grande rue de la Guillotière, 110.

1906. Locard (le Dr Edmond), quai Gailleton, 38.

1873. Magnin (le Dr Antoine), professeur à la Faculté des sciences de Besançon.

1911. Marmorat (Théophile), boulevard du Nord, 66.

1901. Massonnat, docteur ès sciences, préparateur de zoologie à la Faculté des sciences.

1897. Maurette (Laurent), attaché au Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences.

1910. Mayet (le Dr Lucien), rue Emile-Zola, 15.

1910. Mazeran (Pierre), étudiant en sciences naturelles, rue Sully, 137.

1887. Mermier (Elie), ingénieur aux Chemins de fer fédéraux, boulevard de Grance, à Lausanne (Suisse).

1891. Michaud, quai de la Pêcherie, 13.

1908. Molard, docteur en pharmacie, cours Lafayette, 25, Lyon.

1881. Moitier, ancien directeur du Lycée Saint-Rambert, près Lyon.

1907. Mourier des Gayets, étudiant en sciences naturelles, à Saint-Germain-Lespinasse (Loire).

MM.

1910. Nayrac, professeur au Collège de Pont-l'Evêque (Calvados).

1906. Neveu-Lemaire (le Dr), professeur agrégé à la Faculté de médecine, rue Montagne-Sainte-Geneviève, 9, Paris.

1910. Nicod, rue Franklin, 12.

1907. Pelosse, licencié ès sciences naturelles, rue de la Bourse, 43.

1879. Perroud (Charles), avocat, place Bellecour, 16.

1911. Pétouraud (le Dr), place des Terreaux, 9.

1898. Pupat, fabricant de soieries, rue Pizay, 5.

1893. Rebours, rue Godefroy, 20.

1911. Renard (Mlle Marie), professeur au Lycée de jeunes filles, rue Boileau, 90.

1873. Rérolle (Louis), directeur du Muséum de Grenoble (Isère).

1892. Rey (Alexandre), imprimeur-éditeur, rue Gentil, 4.

1864. Riaz (Auguste de), quai de Serin, 68.

1907. Riel (le Dr), 122, boulevard de la Croix-Rousse.

1882. Riche (Attale), docteur ès sciences, chargé d'un cours complémentaire à la Faculté des sciences, avenue de Noailles, 56.

1909. Rochaix (le Dr), préparateur d'hygiène à la Faculté de médecine.

1911. Roche, clerc de notaire, cours de la Liberté, 3.

1911. Rogier, docteur en droit, Grande-rue, 89, Caluire (Rhône).

1892. Roman (Frédéric), docteur ès sciences naturelles, préparateur de géologie à la Faculté des sciences, quai Saint-Clair, 2.

1894. Roux (Claudius), docteur ès sciences naturelles, professeur à la Faculté libre des sciences, rue Tramassac, 2.

1873. Roux (Nisius), chemin de la Sœur-Vially, 5, Lyon-Saint-Clair.

1911. Russo (le Dr), médecin aide-major de 1re classe au 13e hussards, rue de Grâce, 2, à Dinan (Côtes-du-Nord).

1910. Sayn, à Montvendre, par Chabeuil (Drôme).

MM.

1910. Sérullaz (Georges), docteur en droit, avocat à la Cour d'appel, place Bellecour, 8; l'été au château d'Yvours, par Irigny (Rhône).

1890. Vaffier (le Dr), à Chânes, par Crèches (Saône-et-Loire).

1899. Vaney, docteur ès sciences, agrégé des sciences naturelles, maître de conférences de zoologie à la Faculté des sciences, rue Cuvier, 69.

1906. Varenne (Georges), fabricant, rue de Vendôme, 68.

1893. Vermorel, ingénieur-agronome, à Villefranche (Rhône).

1902. Villard, ingénieur-agronome, Sainte-Foy-lès-Lyon.

1911 Volle, pharmacien de 1re classe, à Vernaison (Rhône).

1881. Xambeu, capitaine en retraite à Ria, par Prades (Pyrénées-Orientales).

LISTE DES PUBLICATIONS

REÇUES EN ÉCHANGE

des Annales de la Société Linnéenne de Lyon

FRANCE

Allier. — Moulins. — *Revue Scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France.*

Aude. — Carcassonne. — *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude.*

Bouches-du-Rhône. — Marseille. — *Annales de la Faculté des Sciences.*

— Marseille. — *La Revue Horticole (Journal de la Société d'Horticulture et de Botanique).*

Calvados. — Caen. — *Mémoires et Bulletins de la Société Linnéenne de Normandie.*

Doubs. — Montbéliard. — *Mémoires de la Société d'Emulation de Montbéliard.*

Gard. — Nîmes. — *Bulletin de la Société d'Etude des Sciences naturelles de Nîmes.*

Hérault. — Montpellier. — *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire naturelle de l'Hérault.*

— Béziers. — *Bulletin de la Société d'Etude des Sciences naturelles de Béziers.*

Haute-Garonne. — Toulouse. — *Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Inscriptions.*

— Toulouse. — *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle et des Sciences biologiques.*

Gironde. — Bordeaux. — *Actes de la Société Linnéenne.*

Loire-Inférieure. — Nantes. — *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France.*

Maine-et-Loire. — Angers. — *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques d'Angers.*

Manche. — Cherbourg. — *Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques.*

Meurthe-et-Moselle. — Nancy. — *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy.*

Pyrénées (Hautes-). — Bagnères-de-Bigorre. — *Bulletin de la Société Ramond.*

Pyrénées-Orientales. — Perpignan. — *Bulletin de la Société Agricole, Scientifique et Littéraire des Pyrénées-Orientales.*

Rhône. — Lyon. — *Rapports du Laboratoire d'Etudes de la Soie.*

— Lyon. — *Bulletin de Pharmacie de Lyon.*

— Tarare. — *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Tarare.*

Saône-et-Loire. — Mâcon. — *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Mâcon.*

— Chalon-sur-Saône. — *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Saône-et-Loire.*

Seine. — Paris. — *Bulletins et Annales de la Société Entomologique de France.*

— Paris. — *Bulletin et Mémoires de la Société Zoologique de France.*

— Paris. — *Feuille des Jeunes Naturalistes.*

— Paris. — *Bibliographie des Travaux historiques et archéologiques publiés par les Sociétés Savantes de France.*

Seine-Inférieure. — Rouen. — *Travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen.*

— Rouen. — *Bulletin de la Société Centrale d'Agriculture de la Seine-Inférieure.*

— Rouen. — *Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen.*

— Le Havre. — *Bulletin de la Société Géologique de Normandie.*

Seine-et-Oise. — Versailles. — *Mémoires de la Société d'Agriculture de Seine-et-Oise.*

Savoie. — Chambéry. — *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.*

SOMME. — Amiens. — *Bulletins et Mémoires de la Société Linnéenne du Nord de la France.*

— Amiens. — *Mémoires de l'Académie des sciences, lettres et arts d'Amiens.*

VAR. — Draguignan. — *Bulletin de la Société d'Etudes scientifiques et archéologiques de Draguignan.*

— Toulon. — *Annales de la Société des Sciences naturelles de Toulon.*

VAUCLUSE. — Avignon. — *Mémoires de l'Académie de Vaucluse.*

VOSGES. — Saint-Dié. — *Bulletin de la Société Philomatique Vosgienne.*

ALLEMAGNE

BERLIN. — *Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie.*

— *Deutsche entomologische National Bibliothek.*

BONN. — *Sitzungsberichte herausgegeben von Naturhistorischen Verein der preussischen Reinlande und Westfalens.*

BRESLAU. — *Siebenundachtzigster Jahres Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur.*

COLMAR. — *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar (Mitteilungen der Naturhistorischen Gesellschaft in Colmar).*

DANZIG. — *Naturforschende Gesellschaft.*

DRESDEN. — *Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft « Isis ».*

DURKHEIM. — *Pollichia Naturwissenschaftlichen Verein der Reinpfalz.*

FRANKFURT AM MAIN. — *Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* et *Bericht der Sencken. Natur. Gesellschaft.*

GIESSEN. — *Bericht der Oberhessischen Gesellschaft fur Natur und Heilkunde zu Giessen.*

GOETTINGEN. — *Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.*

KOENIGSBERG. — *Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg.*

LEIPZIG. — *Abhandlungen der Mathematisch physichen Klasse der*

Königlisch sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften et *Berichte über die Verhandlungen der K. sachsischen Ges. der Wissenschaften.*

METZ. — *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Melz.*

MUNCHEN. — *Abhandlungen* et *Sitzungsberichte der K. Bayer. Akademie der Wissenschaften.*

NURNBERG. — *Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft zu Nurnberg.*

REGENSBURG. — *Naturwissenschaftlicher Verein.*

STETTIN. — *Stettiner Entomologische Zeitung.*

AUTRICHE

WIEN. — *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.*

— *Annalen des K. K Naturhistorischen Hofmuseums.*

— *Verhandlungen der K. K. Zoologisch-botanischen Gesellschaft.*

— *Jahburch der K. k. Geologischen reichsanstall.*

BRUNN. — *Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brunn.*

GRAZ. — *Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark.*

INNSBRUCK. — *Berichte des Naturwissenschaftlich medizinischen Vereines.*

PRAG. — *Jahresbericht* et *Sitzungsberichte der König. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.*

ROVERETO. — *Atti della I. R. Accademia di scienze lettere ed arti degli Agiati.*

BELGIQUE

BRUXELLES. — *Bullelin de l'Académie des Sciences.*

— *Bulletin de la Société Royale de Botanique.*

— *Annales de la Société Entomologique de Belgique.*

— *Annales de la Sociélé Zoologique et Malacologique de Belgique.*

— *Bulletin de la Société Linnéenne de Bruxelles.*

— *Bulletin de la Société Royale Belge de Géographie.*

— *Société de Microscopie.*

LIÈGE. — *Mémoires de la Société Royale des Sciences.*
— *Mémoires et Annales de la Société Géologique de Belgique.*

DANEMARK

COPENHAGUE. — *Bulletin* et *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres.*

GRANDE-BRETAGNE

LONDON. — *The Journal of the Linnean Society* et *Proceedings of the Linnean Society.*

BRISTOL. — *Proceedings of the Bristol Naturalists' Society.*

DUBLIN. — *Geological Society of Irland.*
— *Transactions* et *Proceedings of the Royal Irish Academy.*

EDINBURGH. — *Transaction of the Geological Society.*
— *Proceedings of the royal Society.*

GLASCOW. — *The Glascow Naturalist Journal of the natural history Society.*

HOLLANDE

AMSTERDAM. — *Mémoires de l'Académie des Sciences (Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam).*
— *Verslagen en Mededeelingen der Koninklijk Akademie van Wetenschappen.*

HARLEM. — *Archives neerlandaises des Sciences exactes et naturelles.*

HELDER et LEIDEN. — *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging.*

ITALIE

FIRENZE. — *Bulletino della Società Entomologica italiana.*
— *Bolletino* et *Annali della R. Scuola superiore di Agricultura in Portici.*
— *Redia (Giornale di Entomologia in Portici).*
— *Società di Entropologia, Etnologia.*

GENOVA. — *Annali del Museo civico di storia naturale.*

MILANO. — *Memorie* et *Rendiconti del Real Institulo lombardo di scienze e lettere.*

PADOVA. — *Accademia scientifica veneto-trentino-istriana.*

PISA. — *Atti delle Società toscana di Scienze naturali.*

TORINO. — *Memorie* et *Atti della Reale Accademia delle Scienze.*

ACIREALE (Sicile). — *Memorie* et *Rendiconti delle Reale Accademia di Scienze, Lettere e Arti degli Zelandi.*

LUXEMBOURG

LUXEMBOURG. — *Archives de l'Institut Grand-Ducal.*

— *Société des Naturalistes Luxembourgeois (Verein Luxemburger Naturfreunde).*

RUSSIE

SAINT-PÉTERSBOURG. — *Mémoires* et *Bulletins de l'Académie Impériale des Sciences.*

— *Acta horti petropolitani (Jardin botanique).*

— *Horæ Societatis Entomologicæ (Société Entomologique).*

— *Revue Russe d'Entomologie.*

EKATERINENBOURG. — *Bulletin de la Société Ouralienne des Sciences naturelles.*

HELSINGFORS. — *Acta Societatis Scientiarum Fennicæ (Société des Sciences de Finlande).*

— *Bidrag till Kannedom af Finlands natur. och folk.*

— *Ofvergist af finska vetenskaps societetens Förhandlinger.*

— *Observations de l'Institut Météorologique de Finlande.*

— *Acta Societatis pro fauna et flora fennica.*

MOSCOU. — *Mémoires et Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.*

ODESSA. — *Mémoires de la Société des Naturalistes de la Nouvelle Russie.*

RIGA. — *Korrespondenzblatt des Naturforschender Vereins.*

SUEDE

STOCKHOLM. — *Mémoires de l'Académie des Sciences (Kongliga svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar).*

STOCKHOLM ET UPPSALA. — *Publications de la Société des Sciences : (Kunglig Svenska Vetenskaps Academiens Handlingar. —*

Ofvergisgt af Kongl. Vetenskaps Akademien Förhandlingar. — Bihang til Kongl. Svenska Vetenskaps Akad Handlingar. — Arkiv. för Zoologie et *Arkiv. för Botanik utgifvet af Kongl. Svenska Vetenskaps. — Kungl Svenska Vetenskaps Akademiens Arsbok. — Lefendsteckningar ofver K. Svenska Ventenskaps Akademiens).*

Uppsala. — *Entomogisk Tidskrift.*

— *Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis.*

SUISSE

Bern. — *Mitteilungen der Schweitzerischen Entomologischen Gesettschaft (Bulletin de la Sociélé Entomologique Suisse).*

Basel. — *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft.*

Frauenfeld. — *Thurganische Gesettschaft.*

Fribourg. — *Bulletin* et *Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences naturelles.*

Luzern. — *Naturforschende Gesellschaft.*

Neufchatel. — *Bulletin de la Société des Sciences naturelles.*

Saint-Gall. — *Naturwissenschaftliche Gesellschaft.*

EGYPTE

Le Caire. — *Université Egyptienne.*

ETATS-UNIS

Washington. — *Geological Survey.*

— *Annual report of the Smithsonian Institution.*

Berkley (Californie). — *Bulletin of University of California (Geology).*

Boston. — *Proceedings of the American Academy of Arts and Science.*

— *Memoirs* et *Proceedings of the Society of the natural history.*

Buffalo. — *Bulletin of the Buffalo Society of natural sciences.*

Chicago. — *Bulletin of the Academy of Science.*

Cincinnati (Ohio). — *Bulletin of the Llyod library of botany, pharmacy and materia medica.*

COLORADO. — *College Publications.*

MICHIGAN. — *Annual report of the Academy of Science.*

NEW-HAVEN (Connecticut). — *Transactions of Connecticut Academy of Arts and Sciences.*

PHILADELPHIA. — *Journal* et *Proceedings of the Academy of natural sciences.*

ROCHESTER. — *Proceedings of the Academy of science.*

SAINT-LOUIS. — *Transactions of the Academy of science.*

TOPEKA (Kansas). — *Transactions of the Kansas Academy of science.*

CANADA

HALIFAX. — *Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of science.*

CHILI

SANTIAGO. — *Boletin del Museo nacional.*

MEXIQUE

MEXICO. — *Boletin del Instituto geologico.*

— *La Naturaleza (Periodica del Museo Nacional de Historia natural).*

— *Memorias y revista de le Sociedad cientifica Antonio Alzate.*

REPUBLIQUE ARGENTINE

BUENOS-AIRES. — *Anales de la Sociedad cientifica argentina.*

URUGUAY

MONTEVIDEO. — *Anales del Museo nacional.*

HISTOIRE

DE LA

CLASSIFICATION DES ESPÈCES

DU GENRE CLAUSILIA

DÉPENDANT DU SYSTÈME EUROPÉEN

PAR

LE COMMANDANT CAZIOT

Le genre *Clausilia*, appartenant à la famille de *Helicidæ*, est caractérisé par une pièce mobile dont les fonctions sont aujourd'hui bien connues et qui a pris définitivement le nom de *Clausilium*.

Daubenton (Louis-Jean-Marie), *Distribution méthodique des coquilles*, in *Mémoires Acad. sciences*, Paris, p. 45 et suivantes, 1743, est, à notre connaissance, le premier qui ait remarqué le *Clausilium* et l'ait distingué des opercules proprement dits, en ce qu'il n'adhère point à l'animal ; malheureusement l'auteur n'a créé aucun genre nouveau pour la coquille pourvue d'une pièce si curieuse.

Müller *(Verm. Hist.*, t. II, p. 117 et suivante, 1774), avec son esprit judicieux, a parfaitement décrit le *Clausilium* et ses fonctions sous le nom d'*Ossiculus* ou de *Lamella-elastica*, lequel est échancré *(emarginatus)* dans son *Helix bidens (Clausilia laminata)*, et complet *(integerrimus)* dans son *Helix perversa (Clausilia biplicata)* et *H. papillaris (Cl. bidens)*.

Draparnaud *(Tabl. moll.*, pp. 61-63, 1801) laissa ces mêmes espèces dans le genre *Pupa* « section à coquille fusiforme et à sommet grêle et obtus, à péristome continu », quoiqu'il ait parfaitement connu les observations de Müller, qu'il traduisit presque textuellement, sans le citer, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre par les rapprochements suivants :

« Faux structuræ singularis. Antice in pariete opposito plicæ duæ elevatæ, canalem quodammodo formantes. acutæ margine albo, sinistra in aperturæ sinistro latere sursum tendit adjacente postica alia apertura integro invisibilis, utraque in imum faucis spiraliter descendit, dextra in media fauce terminatus ; justa hanc in ipsissima fame alia plica descendum absque testæ lauratione inconspicua. In uno anguli sinistri prospiciatur *assiculus supra marginatus, candidissimus ;* hic si testa caute frangitur, conspicitur esse lamella oblonga, *subarcuata, politissima, erecta, elastica, angulo altero inferiori insistens.* (Müller.)

« La coquille présente deux plis ou lames sur la columelle, deux plis très fins sur le côté opposé de l'ouverture. Derrière les deux lames de la columelle il y a une autre lame plus droite, et, à côté, un *osselet oblong, blanc, lisse, élastique, un peu contourné en spirale,* échancré latéralement à son sommet et dont la base se continue en une espèce de pédoncule ou de lame mince qui, tournant avec la spire, va s'*attacher intérieurement* sur la columelle au commencement de l'avant-dernier tour. » (Draparnaud.)

Le genre *Clausilia,* ballotté par les anciens auteurs dans les *Turbo, Helix, Pupa* et *Bulimus,* a été créé définitivement en 1805, par le même Draparnaud, dans son *Histoire des Mollusques de France,* pp. 24-29.

Les espèces connues de Draparnaud étant très peu nombreuses, cet auteur se contenta de les ranger toutes sous la même dénomination.

En 1821 Gray *(Natur. arrang. moll. in médic. reposit.,* t. XV, p. 239) divisa le genre en deux tribus. L'une appelée *Marpessa,* comprenant les espèces à clausilium échancré et à coquille lisse. Dans l'autre, nommé *Iphigenia.* se rangeaient les espèces dont le clausilium est entier et la coquille plus ou moins striée. Ce nom d'*Iphigenia* ne saurait être conservé, puisqu'il existait déjà un genre *Iphigenia,* créé par Schumacher *(Méth. conchyl.,* p. 155, 1817) pour une coquille bivalve.

Dans le courant de l'année 1833, Fitzinger *(Syst. der im Erzherzogthum oesterreich workommenden Weichtiere,* p. 105) créait, sous l'appellation de *Fusulus,* un nouveau genre ayant

pour type le *Pupa fragilis* de Draparnaud (1805) (=*Balea perversa*) et la *Clausilia interrupta* de Ziegler in C. Pfeiffer, 1828.

Hartmann, le premier, en 1840, (*Erd und Süsswasser Gasteropoden beschrieben und abgebild...*, Saint-Gall, Band I) établit les six sous-genres suivants :

1° p. 155. *Dyodonta*, ayant pour type la *Cl. laminata* avec d'autres espèces correspondant aux *Marpessa* de Gray.

2° p. 156. *Delima*. Type : *Cl. lævissima* Ziegler.

3° p. 156. *Papillifera*. Type : *Cl. bidens*.

4° pp. 173-213. *Laciniaria*, dont le type est *Cl. plicata*, et qui comprend aussi les *Cl. semiplicata*, *similis*, et correspond, en partie, aux *Iphigenia* de Gray.

5° p. 216. *Plicaphora*. Type : *Claus. plicatala* (démembré de la tribu des *Iphigenia*).

6° pp. 173-216. *Rupicola*, établi pour les *Clausillia gracilis minima, parvula, saxatilis*, et renfermant l'autre partie des *Iphigenia*.

Le même auteur, apud Pfeiffer (*Monog. hetic. viv.*, t. I, p. 538, 1848), créait, sous le nom d'*Andræa*, un nouveau groupe ayant pour type la *Clausilia dubia* Draparnaud.

En 1852, Charpentier (J. de) (*Journ. Conchyl.*, t. III, pp. 357-402), dans un travail intitulé : « Essai d'une classification naturelle des Clausilies », établit, pour les espèces de ce genre connues à cette époque, quinze sections fondées sur des caractères qu'il importe de connaître, parce qu'ils deviendront la base des subdivisions ultérieures, caractères établis, notamment, sur la lamelle spirale décrite pour la première fois par Adolf Schmidt (*Zeitsch für Malak.*, p. 86, 1851), c'est-à-dire l'année précédente.

Les caractères de la première section, comprenant les *Cl. Bielzi*, *Lischkeana* et *pruinosa* sont : point de lunelle, plusieurs plis palataux, lamelle spirale disjointe, dernier tour arrondi à la base, etc.

La deuxième section ne renferme que des espèces étrangères au système malacologique européen (*Nenia*). Il en est de même de la troisième (*Phœdusa*).

La quatrième section possède des espèces sans lunelle aussi, mais ayant, le plus souvent, quatre plis palataux ; lamelle spi-

rale disjointe ; le dernier tour légèrement comprimé et un peu gibbeux à la base.

Les espèces qui constituent la cinquième section ont pour caractère une coquille costulée, cendrée ou *pruinosa*, deux plis palataux, rarement un, jamais plus, une lunelle nulle ou incomplète, la lamelle spirale disjointe.

La 6e section embrasse des coquilles munies d'une lunelle plus ou moins parfaite, blanches ou bleuâtres, crétacées, etc.

Dans la 7e section, l'auteur range les espèces munies d'une lunelle parfaite, manquant de plis palataux et de lamelle spirale, etc.

La 8e se distingue de la précédente par la présence de plis palataux ; une coquille cornée, transparente, laissant apercevoir les plis extérieurement ; la lamelle spirale est disjointe.

La 9e est caractérisée par des plis palataux inférieurs (un ou plusieurs), plis robustes et tellement longs qu'on les aperçoit facilement au fond de la gorge ; par une lunelle plus ou moins parfaite et par la lamelle spirale disjointe.

Section 10. — Plis et lunelle comme dans la section 9. Diffère des précédentes par une coquille distinctement striée ; le dernier tour arrondi à la base puis à l'ouverture ; la suture non papillifère, la lamelle spirale conjointe.

Section 11. — Coquilles semblables à celles de la section précédente, mais plus grêles, avec un dernier tour muni d'une crête visible.

Section 12. — Ouverture distinctement canaliculée à la base ; dernier tour muni d'une crête ; plusieurs plis palataux ; lunelle parfaite ; lamelle spirale disjointe.

Section 13. — Espèces possédant un péristome muni de petits plis ; lamelle spirale disjointe, souvent très écartée.

Section 14. — Espèces ayant une crête basale grande, quelquefois deux. Ouverture plus ou moins canaliculée, des plis palataux en petit nombre ou obsolètes, la lunelle est distincte.

Dans les espèces de la 15e et dernière section, il n'y a point de lunelle ; la coquille est plus ou moins lisse ; le dernier tour possède, à la base, une crête unique.

Les frères Henry et Arthur Adams *(The genera of recent mollusca arranged according to their organisation.* London, II,

p. 175 et suivantes, 1855), adoptent la classification de Charpentier en donnant un nom spécial à chacune de ces sections et en proposant quelques modifications peu importantes.

La section 4 du conchyliologiste de Bex devient, pour eux, le type du genre *Clausilia*, dont ils ont distrait la *Cl. glorifica* pour la ranger dans leur genre *Temesa*. Leur section 1 correspond au *Marpessa* de Gray et au *Dyodonta* d'Hartmann.

Ci-joint le tableau indiquant la correspondance des sections et des auteurs :

Charpentier	Adams	
Section 4	Section 1	*Clausilia.*
Section 13	Section 2	*Elia=(Laumeria)* Hartm.
Section 7	Section 3	*Papillifera* Hartmann.
Section 1	Section 4	*Alopia.*
Section 9	Section 5	*Herilla.*
Section 11	Section 6	*Andræa Hartmann.*
Section 8	Section 7	*Delima* Hartmann.
Section 12	Section 8	*Alinda.*
Section 10	Section 8	*Plicaphora.*
Section 6	Section 10	*Medora.*
Section 5	Section 11	*Agathylla.*
Section 3	Section 12	*(Phædusa).*
Section 2	Section 13	*(Nenia).*
Section 14	Section 14	*Mentissa.*

La même année, Pfeiffer (*Versuch einer anordung der Helicæn nach naturlichen grüppen in Malak.* Blätt, t. II, pp. 129-185, 1855) maintient les mêmes sections, après avoir changé le nom de *Clausilia* en celui de *Clausiliastra* ; avoir ajouté la section *Fusulus* de Fitzinger *(emend)* pour la *Cl. interrupta* Ziegler, et avoir introduit quelques modifications peu naturelles.

En 1860, Albers (J.-Ch.) (*Die Helicæn nachs natürlicher Verwants. systematisch geordnet : Zweite Ausgabe nach dem hinterlassenen manuscript besorg ..... E. von Martens*, Leipzig, pp. 272-285), adopte les noms établis par Adams, en ajoutant la section *Fusulus* Pfeiffer et en changeant le nom de *Clau-*

silia en celui de *Marpessa*, celui d'*Elia* en *Laumaria* et celui de *Plicaphora* en *Iphigenia*, section dans laquelle il range les espèces publiées depuis Charpentier.

Dans le courant de l'année 1864, l'abbé Stabile (*Mollusques terrestres vivants du Piémont*, p. 80) établit la section *Charpentieria* pour les Clausilia *dodon* Studer, *Thomassiana* Charpentier et *alpina* Stabile ; section qui n'a pas été adoptée.

En 1867, Bielz, *Fauna der Land und Süsswasser mollusken Seibenbürgens* zweite Auflage, p. 150, propose une coupe qu'il nomme *graciliaria* pour les *Clausilia concilians* A. Schmidt et *filigrana* Ziegler.

Durant la même année, Vest (W. von) *Ueber den schliess-apparat der Clausilien (Aus. Verb. und Mittheil. d. Siebenbürg Vereins für naturwiss.*, 1867) établit un grand nombre de groupes nouveaux, principalement d'après les formes du clausilium : groupes auxquels il attache l'importance des sous-genres.

Il divise d'abord les *Clausilia* en trois sections formées de groupes en nombres inégaux.

Section I

Sub genus A. *Alopia* correspondant au même groupe des frères Adams et comprenant, en outre, une partie de leurs *Clausilia*.

Sub genus. B. *Triloba* V. Vest, ayant pour type la *Clausilia Sandrii* Küster et renfermant de plus la *Clausilia macedonica* Frivaldsky.

Sub genus. C. *Marpessa Moquin Tandon*. Type *Clausilia laminata* Mont.

Section II

Sub genus. A. *Siciliaria* V.Vest.Type *Clausilia Grohmanniana* Partsch. Coupe très naturelle établie pour les groupes d'espèces siciliennes, gravitant autour de la *Clausilia Grohmanniana*. Notre auteur a eu le tort de comprendre, dans son nouveau sous-genre, la *Clausilia syracusana Philippi* qui, à cause de ses caractères différents, fait partie d'un autre groupe.

Sub genus. B. *Medora*, H. et A. Adams. Type *Clausilia macarana* Ziegler. La section des frères Adams a été réduite à un groupe d'espèces de Dalmatie, d'Istrie et de Croatie se reliant parfaitement à la *Cl. macarana ;* seulement Vest a eu le tort d'englober, dans ce groupe, le *Claus. grisea* Deshayes, de Grèce, qui appartient incontestablement au groupe des *Albinaria.*

Sub genus. C. *Agathylla*, H. et A. Adams. Type *Cl. exarata* Ziegler. Ce sous-genre, dont la distribution géographique est la même que celle des *Medora*, correspond assez bien à celui des frères Adams. L'auteur a pris le soin d'en exclure quelques espèces qui n'ont aucun rapport évidemment.

Sub genus. D. *Cristatoria* V. Vest. Type *Claus. colbeauiana* Parreys. Sous-genre créé pour un groupe d'espèces syriennes, à crête cervicale très prononcée, formé aux dépens des *Idyla* des frères Adams.

Sub genus. E. *Albinaria* V. Vest. Type *Clausilia cærulea* Ferussac. Ce sous-genre, retiré des *Medora* des *frères Adams*, a été institué pour une série d'espèces vivant dans les îles de l'archipel et dans la Grèce jusqu'en Syrie ressemblant, extérieurement, aux *Cristataria*, mais ne possédant point, comme ceux-ci, de crêtes cervicales aussi prononcées.

Sub genus. F. *Herilla* H. et A. Adams. Type *Claus. dacica* Frivaldasky. V. Vest réduit à un petit nombre d'espèces, voisines de la *Cl. dacica*, les *Herilla* d'Adams frères.

Section III

Sub genus. A. *Delima* Hartmann. Type *Cl. decipiens* Rossm. et *Clausilia Pfeifferi* Küster. Sous-genre formé d'une partie des *Delima* Hartmann et d'une partie des *Herilla* Adams.

Sub genus. B. *Papillifera* Hartmann. Type *Cl. papillaris* Müller. Ce sous-genre correspond à ceux qui avaient déjà été établis sous le même nom.

Sub genus. C. *Isabellaria* Vest. Type *Claus. isabellina* Pfeiffer. Sous-genre créé pour cette seule espèce de Grèce sur des caractères peu importants. Il rentre dans le groupe des *Papillifera.*

Sub genus. D. *Dilataria*, V. Vest. Type *Cl. succineata* Ziegler. Vest a institué, pour cette seule espèce, classée par Adams dans les *Clausilia*, le sous-genre *Dilataria*.

Sub genus. E. *Phædusæ*, H. et A. Adams. Sous-genre adopté pour des espèces vivant en dehors du système européen. On connaît pourtant une espèce du Caucase *(Cl. perlucens Bttg)*.

Sub genus. F. *Fusulus* Fitzinger. Type *Claus. varians* Ziegler. Il y a lieu de rappeler que Fitzinger avait pris pour type de son genre *Fusulus*, le *Pupa fragilis* Drap. Aujourd'hui ce type a été complètement élagué et le sous-genre *Fusulus* ne s'applique qu'aux *Clausilia varians* et *interrupta* de Ziegler.

Sub genus. G. *Olympia* V. Vest. Type *Claus, olympica* Frival. Ce sous-genre a été adopté pour la seule *Claus. olympica* Frival., que les frères Adams rangeaient dans leur *Idyla*.

Sub genus. H. *Graciliaria* E.-A. Bielz. Type *Claus. concilians* A. Schmidt. Aux deux espèces de Bielz, V. Vest ajoute la *Claus. gracilis* Rossmässler (non Pfeiffer).

Sub genus I. *Pyrostoma* V. Vest. Type *Claus. plicata* Drap. et *Claus. latestriata* E.-A. Bielz. Formé aux dépens des *Plicaphora* des frères Adams et comprenant aussi quelques espèces de leur section *Andræa*.

Sub genus. K. *Trigonostoma* V. Vest. Type *Cl. Bergeri* Mayer. Sous-genre créé pour cette unique espèce de *Carynthie*, etc.

Sub genus. L. *Mentissa* H. et A. Adams. Type *Claus. canalifera* de Rossm. Ce sous-genre correspond assez bien à la section des frères Adams, seulement ces derniers, ainsi que Vest, y ont introduit des espèces qui ne lui appartiennent pas. Le groupe des *Mentissa* est formé de coquilles spéciales au sud de la Crimée.

Sub genus. M. *Iphigenia* Gray. Type *Claus. dubia* Drap. Comprenant les sections *Andræa* Hartmann et *Andræa* Adams *(pro parte)*.

Sub genus. N. *Idyla* H. et A. Adams. Type *Claus. pagans* Ziegler. *Idyla* Adams (partim.).

Sub genus. O. *Strigillaria* Vest. Type *Claus. velusta* Ziegler.

Sous-genre constitué alors pour cette espèce, ainsi que pour la *Clausilia cana* Helder, et formé aux dépens des *Alinda* Adams.

Sub genus. O. *Alinda* H. et A. Adams. Type *Claus. biplicata* Mtg. Correspondant, en partie, aux *Alinda* des auteurs anglais.

Sub genus. Q. *Venia* H. et A. Adams. Sous-genre composé d'espèces vivant en dehors du système européen.

—

En 1868, Adolf Schmidt *(System der Europäischen Clausilia und ihren nächsten verwandten)*, profitant des travaux de Bielz et de V. Vest, propose une nouvelle classification que je fais connaître ci-après.

1er Groupe.

Forme de la *Clausilia orthostoma* = *Clausilia* Adams (partim).

Forme de la *Clausilia Bielzi* = *Alopia* Adams (partim).

Die *balea Clausilien*. Sous le nom de *Balea Clausilien*, établi par Bielz, notre auteur réunit les genres *Temesa* Adams (emend.) et *Alopia* Adams *(altera pars)*.

Forme de la *Clausilia plumbea* = *Clausilia* Adams (partim) et *Alopia* id. *(pro parte)*.

Forme de la *Clausilia laminata* = *Clausilia* Adams (partim) = *Herilla* id. (partim) et *Triloba* Vest.

Sous-groupe du premier groupe et voisin du deuxième :

Clausilia Frauenfeldi = *Claus. dacica* Adams *(pro parte)*.

2e Groupe, 1re Division.

Forme de la *Clausilia septemplicata* = *Siciliaria* V. Vest.

Forme de la *Clausilia stigmatica* = *Delima* forme de *gibbula* et *stigmatica*.

Forme de *l'itala* = *Delima* forme de l'*itala*.

Forme de la *Stentzi* = *Delima* forme de la *Stentzi*.

Forme de la *conspurcata* = *Delima* forme de la *dalmatica* Boettger.

Forme de la *substricta* = *Delima* forme de la *substricta* Boettger.

Forme de la *binotata* = *Delima* forme de la *binotata* Boettger.

Forme de la *lævissima* = *Delima* forme de la *lævissima* Boettger.

Forme de la *cattaroensis* = *Delima* forme de la *montenegrina* Boettger.

Forme de la *robusta* = *Delima* forme de la *robusta* (Boettger).

Forme de la *semirugata* = *Delima* forme de la *semirugata* Boettger.

2e Groupe, 2e Division.

Forme de la *Clausilia dalmatica* = *Medora* Adams *(pro parte)*.

Forme de la *Clausilia macarana* = *Medora* Adams.

Forme de la *Clausilia grisea* = *Albinaria graja* Boettger.

Forme de la *Clausilia modesta* = *Albinaria laconica* et *scopulosa* Boettger.

Forme de la *Clausilia cærulea* = *Albinaria*.

Forme de la *Clausilia exarata* = *Agathylla* Adams (emend.).

Groupe des Clausilia Syriennes = *Cristataria* V. Vest.

3e Groupe.

Forme de la *Clausilia solida* = *Papillifera* Hartmann (emend.).

leucostigma Hartmann.

syracusana Hartmann.

4e Groupe.

Formes de la *Clausilia filograna* = *graciliaria* Bielz.

brunnea = *Olygoptychia* Boettger.

gracilis = *Graciliaria* Bielz exclude *Cl. castalia* de la section des *Olygoptychia*.

pikermiana = *Olygoptychia*.

bicarinata = *Olygoptychia*.

5e Groupe.

Clausilia olympica = *Olympia* V. Vest.

Forme de la *Clausilia ventricosa* = *Pyrostoma* V. Vest.

Forme de la *Clausilia plicatula* = *Pyrostoma* V. Vest.
Groupe intermédiaire :
Clausilia Villæ Megerle.
Clausilia exoptata A. Schmidt.
Clausilia Schmidti Pfeiffer.
Clausilia Rablensis Gallensteim.
Forme de la *Clausilia rugosa :*
vetusta = *Strigillaria* V. Vest.
pugicollis = *Idyla* Adams (emend.).
varnensis = *Idyla* Adams (emend.), *bulgarica* Boettger.
moesta.
hetæra.
elata = *Uncinaria* V. Vest.
fallax = *Pseudalinda* Boettger.
serrulata = *Serrulina* Mousson.
varians = *Fusulus* V. Vest.
interrupta = *Fusulus* V. Vest.

6e Groupe, 1re Division.

Forme de la *Clausilia succineata* = *Dilataria* V. Vest (part.).
Forme de la *Clausilia diodon* = *Dilataria (alt. pars)* = *Charpentieria* Stabile.

6e Groupe, 2e Division.

Clausilia litotes = *quadriplicata-subtilis* = *Euxina* Boettger.
Clausilia strumosa — rupestris — subulata = *Euxima* Boettger.
Clausilia Schwerzenbachi — galeata = *Euxina* Boettger.
Forme de la *Clausilia detersa* = *Mentissa* Boettger.

Classification des Clausilies Syriennes, Bourguignat, 1868, *Mollusques nouveaux litigieux ou peu connus*, 9e décade, p. 276 et suivantes.

1° Clausilia carinata

Clausilia bicarinata = *Olygoptychia — (Armenica).*
Clausilia bitorquata = *Idyla — (Bitorquata).*
Clausilia cedretorum = *Idyla — (Bitorquata).*

Clausilia Medlycotti = *Cristataria.*
Clausilia galeata = *Euxina* — *(Galeata).*

2° Cærulescentes

Clausilia Boissieri = *Cristataria.*
Clausilia birugata = *Albinaria* — *(Archipelagia).*
Clausilia cylindrelliformis = *Cristataria.*
Clausilia filumna = *Albinaria.*
Clausilia Zelebori = *Cristataria.*

3° Vesicantes

1er Groupe à arête antipéristomale.

Clausilia Colbeauiana = *Cristataria.*
Clausilia Delesserti = *Cristataria.*
Clausilia Gandryi = *Cristataria.*
Clausilia vesicalis = *Cristataria.*

2e Groupe (Cervia concaviuscula).

Clausilia fauciata = *Cristataria.*
Clausilia Bargesi = *Cristataria.*

4° Striatæ

1er Groupe sans arête péristomale.

Clausilia Albersi = *Cristataria.*
Clausilia judaïca = *Cristataria.*
Clausilia Dutaillyana = *Cristataria.*
Clausilia phæniciaca = *Cristataria.*
Clausilia genezarethana = *Cristataria.*
Clausilia porrida = *Cristataria.*
Clausilia Raymondi = *Cristataria.*

2e Groupe à arête antipéristomale.

Clausilia Hedenborgi = *Cristataria.*
Clausilia strangulata = *Cristataria.*
Clausilia sancta = *Cristataria.*

Clausilia Daudiana = *Cristataria.*
Clausilia prophetarum = *Cristataria.*

5° Denticlatæ

Clausilia oxystoma = *Oligoptychia.* Groupe des *Pikermiana.*
Clausilia mæsta = *Euxina (Laciniaria).*
Clausilia hierosolymitana = *Euxina (Laciniaria).*
Clausilia Sauleyi = *Euxina (Laciniaria).*
Clausilia corpulenta = *Euxina (Laciniaria).*

Schauffus, dans le *Catalogue* de Paëtel, pp. 15-86, 1869, conserve les sections établies par les frères Adams, en remplaçant les *Iphigenia* par ses *Pseudocerva.*

En 1870, de Betta, *Catal. Moll. Venet.*, p. 76, propose une nouvelle section sous le vocable de *Pollinia*, pour la *Clausilia baldensis.*

Au mois de mai de la même année, Spiridion Brusina (*Contrib. à la malacol. de la Croatie*, p. 24), change le nom *Iphigenia* Gray, 1821, en celui de *Kuzmicia* (voir la raison donnée, p. 2) et crée le nom de *Erjavecia* pour la *Clausilia Bergeri.*

Le *Catalogue* de Paëtel (2e édit., 1873) conserve les anciennes dénominations, toutefois la section *Pseudocerva* disparaît et est remplacée de nouveau par le nom d'*Iphigenia !*

Dans la même année, Mousson, in *Journal de Conchyl.*, t. XXI, p. 214, 1873, institue la section *Serrulina*, ayant pour type la *Clausilia Sieversi* Pfeiffer.

Toujours dans la même année 1873, von Möllendorff, in *Malak. Blätter*, Band. 21, p. 141, introduit, pour sa *Clausilia eximia*, une nouvelle coupe qu'il nomme *Carinigera* et qui est intermédiaire entre les *Cristataria* et les *Siciliaria* de Vest.

En 1876, Bourguignat, dans son *Histoire des Clausilies françaises vivantes et fossiles* (ext. *Ann. sc. nat.*, 6e série, t. IV, art. n° 10), est amené à croire que la *Clausilia Pauli* Mabille se rattache à la section des *Venia* des frères Adams. Il élève cette section au rang générique et établit, dans ce genre, pour la coquille des Basses-Pyrénées, une coupe qu'il appelle *Veniattanta* (= *Laminifera* Boettger, 1863, in Dunker et V. Steyers, *Paleontographica*, vol. 10, p. 314).

Le même auteur (*loc. cit.*, t. V, art. n° 4, 1877) pense que les groupes, sections ou sous-genres établis par ses prédécesseurs n'ont aucune valeur, parce qu'on ne s'est pas assez préoccupé de l'ensemble des caractères. Aussi supprime-t-il tous les groupes et les remplace-t-il par des *Séries* auxquelles il donne les lettres de l'alphabet A, B, C, etc.

L'année suivante, le docteur Oskar Boettger (*Clausilien Studien Cassel*, 1877), publie un recensement de toutes les Clausilies vivantes et fossiles connues jusqu'à cette époque. Il introduit un grand nombre de coupes nouvelles et donne un nom spécial à chaque groupe, dont la réunion forme la coupe. J'extrais de ce travail ce qui est relatif aux Clausilies vivantes du système européen.

Sectio Alopia H. et A. Adams.

a. Gruppe des *Giucciardia Heldriech (Attica* Boettger).
b. Gruppe des *Livida* = *Ilopia* Adami et *Temesa* du même auteur.

Sectio Triloba V. Vest.

a. Gruppe des *Sandrii (Triloba sensu stricto)*.
b. Gruppe des *Macedonica (Macedonica* Boettger).

Sectio Marpessa Boettger.

a. Gruppe des *Transicus (Serbica* Boettger).
b. Gruppe des *Laminata (Marpessa sensu stricto)*.

Sectio Herilla Boettger.

a. Gruppe des *Friwaldskyana (Turcica* Boettger).
b. Gruppe des *Dacica (Herilla sensu stricto)*.

Sectio Siciliaria V. Vest.

a. Gruppe des *Septemplicata (Siciliaria sensu stricto)*.
b. Gruppe des *Crassicostata (Trinacria* Boettger).

Sectio Delima Boettger.

a. Gruppe des *Gibbula (Gibbula* Boettger).
b. Gruppe des *Stigmatica (Stigmatica* Boettger).
c. Gruppe des *Piceata (Piceata* Boettger).

d. Gruppe des *Itala (Itala* Boettger).
e. Gruppe des *Stentzi (Tirolica* Boettger).
f. Gruppe des *Conspurcata (Dalmatica* Boettger).
g. Gruppe des *Binodata (Binodata* Boettger).
h. Gruppe des *Lævissima (Lævissima* Boettger)
i. Gruppe des *Cattaroensis (Montenegrina* Boettger).
k. Gruppe des *Substricta (Substricta* Boettger).
l. Gruppe des *Robusta (Robusta* Boettger).
m. Gruppe des *Semirugata (Semirugata* Boettger).

Sectio Medora V. Vest.
Sectio Agathylla V. Vest.
Sectio Cristataria V. Vest.
Sectio Albinaria V. Vest.
Sectio Carigenera V. Mollendorff.
Sectio Papillifera Boettger.

a. Gruppe des *Lampeduzæ (Lampedusæ* Boettger).
b. Gruppe des *Isabellina (Isabellaria* V. Vest (emend.).
c. Gruppe des *Venusta (Venusta* Boettger).
d. Gruppe des *Græca (Græca* Boettger).
e. Gruppe des *Leucostigma (Papillifera* V. Vest).

Sous-gruppe 1 des *Negropontina.*
Sous-gruppe 2 des *Saxicola.*
Sous-gruppe 3 des *Leucostigma.*
Sous-gruppe 4 des *Solida.*

Sectio Dilataria V. Möllendorff (emend.).

a. Gruppe des *Tenuilabris (Banatica* Boettger).
b. Gruppe des *Succineata (Dilataria* V. Vest).
c. Gruppe des *Diodon (Charpentieria* Stabile).

Sectio Serrulina Mousson.

a. Gruppe des *Serrulata* Middendorff *(Serrulina* Mousson *sensu stricto).*

Sous-gruppe 1 des *Serrulata.*
Sous-gruppe 2 des *Funiculum.*
Sous-gruppe 3 des *Semitaneltata.*

b. Gruppe des *Filosa (Filosa* Boettger).

Sectio Fusulus V. Vest.
Sectio Pseudalinda Boettger.

a. Gruppe des *Fallax (Pseudalinda sensu stricto)*.
b. Gruppe des *Mirabilis* Boettger.

Sectio Unciniaria V. Vest.
Sectio Mentissoidea Boettger *(Cl. fusorium = Cl. griseo fusca)*.
Sectio Mentissa Boettger.
Sectio Euxina Boettger.

a. Gruppe des *Duboisi (Polyptichia* Boettger).
b. Gruppe des *Schwerzenbachi (Galeata* Boettger).
c. Gruppe des *Strumosa (Strumosa* Boettger).
d. Gruppe des *Acuminata (Mucronaria* Boettger).
e. Gruppe des *Hætera (Hætera* Boettger).
f. Gruppe des *Somchetica (Caucasia* Boettger).
g. Gruppe des *Mæsta* Ferussac *(Laciniaria* Boettger).

Sectio Alinda.

a. Gruppe des *Biplicata (Alinda sensu stricto)*.
b. Gruppe des *Index (Index* Boettger).

Sectio Strigillaria V. Vest.
Sectio Idyla V. Vest.

a. Gruppe des *Pagana (Idyla sensu stricto)*.

Sous-gruppe 1 des *Stolensis*.
Sous-gruppe 2 des *Pagana*.

b. Gruppe des *Bitorquata (Bitorquata* Boettger).
c. Gruppe des *Varnensis (Bulgarica* Boettger).

Sectio Oligoptychia Boettger.

a. Gruppe des *Lævicollis (Armenica* Boettger).
b. Gruppe des *Forcicollis (Scrobifera* Boettger).
c. Gruppe des *Pikermiana (Hellenica* Boettger).

Sous-gruppe 1 des *Pikermiana*.
Sous-gruppe 2 des *Unidentata*.

Sectio Pyrostoma V. Möllendorff.

a. Gruppe des *Bergeri (Trigonostoma* V. Vest.

b. Gruppe des *Rugosa (Iphigenia* apud Vest et Möllendorff).

Sous-gruppe 1 des *Schmidti.*

Sous-gruppe 2 des *Villæ.*

Sous-gruppe 3 des *Rugosa.*

c. Gruppe des *Plicatula (Pirostoma* V. Vest.)

Sous-gruppe 1 des *Plicatula.*

Sous-gruppe 2 des *Ventricosa.*

d. Gruppe des *Concilians (Graciliaria* Bielz).

Sous-gruppe 1 des *Concilians.*

Sous-gruppe 2 des *Filograna.*

Sectio Laminifera Boettger.

a. Gruppe des *Pauli (Pyrenaica* Boettger).

Sectio Olympia V. Vest.

En 1878, le docteur Carl Agard Westerlund fait paraître :

1° *Fauna Europea molluscorum extramarinorum prodromus*, fascic. 2, *Genus Clausilia*, p. 209-320 ;

2° *Monografi paläarktiska regioneus Clausilies* (comprenant la réimpression de la partie de la *Fauna Europea* qui traite des Clausilies), ainsi que la fin de cette partie, non publiée, br: in-8°, 184 pages.

Sectio 1 Alopia Adams.
Sectio 2 Triloba V. Vest.
Sectio 3 Clausiliastra Pfeiffer.
Sectio 4 Mentissa Boettger.
Sectio 5 Siciliaria V. Vest.
Sectio 6 Medora V. Vest (comprenant aussi la sectio *Agathylla).*
Sectio 7 Albinaria V. Vest.
Sectio 8 Herilla Adams.
Sectio 9 Carinigera Mollendorff
Sectio 10 Cristataria Vest.
Sectio 11 Delima (Hn) Boettger.
Sectio 12 Dilataria Vest.

Sectio 13 Alinda Adams, *Idyla* Vest (part.) *Alinda* Boettger, *Pseudalinda* Boettger, *Strigillaria* Vest, *Euxina* Boettger, groupe des *Serrulina* Mousson (part.).
Sectio 14 Crucita, correspondant à la section *Olygoptychia* Boettger, *groupes* de la *Cl. Pikermiana.*
Sectio 15 Papillifera Hartmann.
Sectio 16 Isabellaria V. Vest.
Sectio 17 Graciliaria Bielz.
Sectio 18 Tortula correspondant aux *Neniatlanta* Bourg et *Laminifera* : groupe des *Pauli* ou *Pyrenaica* Boettger.
Sectio 19 Fusulus Fitzinger (emend.).
Sectio 20 Erjavecia Brusina.
Sectio 21 Iphigenia West.
Sectio 22 Unciniaria West.
Sectio 23 Pirostoma West.
Sectio 24 Olympia V. Vest.

En traitant des Clausilies qui vivent dans la région paléarctique, le docteur Westerlund adopte les nouvelles sections proposées par le docteur Boettger, en remplaçant, toutefois, le nom d'*Oligoptychia* par celui de *Crucita*, mais en voulant grouper les Clausilies d'après des caractères secondaires, tels que ceux tirés des plis, des lamelles et du clausilium, le savant suédois a mérité le reproche que Bourguignat adresse aux classificateurs.

En 1878, le docteur Oskar Boettger publie :

1° *Systematisch Verzeichniss der lebenden arten der Landschneckengattung. Clausilia* Drap., Offenbach, in-8°, 86 pages ;

2° *Monographie des Clausilies*, sectio *Albinaria* V. Vest, Cassel ;

En 1879 :

3° *Gattung Clausilia in Rossmässler Iconog.*, Band. 6, il revise la :

Sectio 1 *Alopia* H. et A. Adams.

a. Gruppe des *Guicciardi (Attica* Boettger).
b. Gruppe des *Livida (Alopia sensu stricto).*

A l'exemple de Von Vest, le docteur Boettger a compris, dans les *Alopia*, la *Cl. Guicciardi*, qui s'en distingue non seulement par la forme de ses plis et de ses lamelles, mais surtout par son habitat.

Les coquilles de la section des *Alopia* sont spéciales à la Transylvanie, tandis que l'espèce susvisée vit en Grèce.

Dans tous les cas, et quoique le docteur ait créé pour elle le groupe *Attica*, cette coquille diffère des *Alopia*, et il eût été préférable de la rejeter à la fin du groupe, au lieu de la placer en tête.

Aux *Alopia* des frères Adams, le docteur Boettger joint les *Tremesa* des mêmes auteurs, suivant l'opinion de Schmidt. A supposer que les *Tremesa* se rattachent aux *Alopia*, il était nécessaire de les englober dans un groupe particulier, afin de ne point défigurer la section des frères Adams. Cela eût été d'autant plus naturel qu'en les intercalant avec les *Alopia*, on fait commencer le genre *Clausilia*, caractérisé par un *clausilium*, par les espèces qui en sont justement privées. Il eût été plus rationnel de conserver le genre *Tremesa*, et, d'ailleurs, je crois que les Clausilies de la section *Alopia* se composent uniquement d'espèces de Transylvanie munies d'un clausilium et viennent toutes converger vers la *Clausilia straminicollis*.

Sectio 2 *Triloba* V. Vest.

a. Gruppe des *Sandrii* Küster *(Triloba sensu stricto)*.
b. Gruppe des *Macedonica Rossmässler (Macedonica* Boettger).

Cette section est très voisine des *Clausiliastra*. Il n'y aurait aucun inconvénient à les réunir.

Sectio 3 *Clausiliastra* V. Möllendorff.

a. Gruppe des *Transicus* V. Möllendorff *(Serbica* Boettger).
b. Gruppe des *Laminata* Mtg. sp. *(Marpessa* Moq. Tandon).

Section très bien caractérisée, toutefois, à cause du droit incontestable d'antériorité, elle doit prendre le nom de *Marpessa* (Gray).

Sectio 4 *Herilla*.
Sectio 5 *Siciliaria*.

a. Gruppe des *Septemplicata (Siciliaria sensu stricto).*
b. Gruppe des *Crassicostata (Trinacria* Boettger).

Sectio 6 *Delima.*

a. Gruppe des *Gibbula (Gibbula* Boettger).
b. Gruppe des *Stigmatica (Stigmatica* Boettger).
c. Gruppe des *Piceata (Piceata* Boettger).
d. Gruppe des *Itala (Itala* Boettger).
e. Gruppe des *Stentzi (Tirolica* Boettger).
f. Gruppe des *Conspurcata (Dalmatica* Boettger).
g. Gruppe des *Binodata (Binodata* Boettger).
h. Gruppe des *Tistrami (Mauritanica* Boettger).
i. Gruppe des *Lævissima (Lævissima* Boettger).
k. Gruppe des *Semilabiata (Albanica* Boettger).

Sectio 7 *Medora* V. Vest.
Sectio 8 *Agathylla* V. Vest.
Sectio 9 *Cristataria* V. Vest.
Sectio 10 *Albinaria* V. Vest.

a. Gruppe des *Filumna (Filumna* Boettger).
b. Gruppe des *Byzanthica (Eretica* Boettger).
c. Gruppe des *Striata (Striata* Boettger).
d. Gruppe des *Hippolyti (Egana* Boettger).
e. Gruppe des *Sericata (Sericata* Boettger).
f. Gruppe des *Profuga (Profuga* Boettger).
g. Gruppe des *Lampedusæ (Lampeduzæ* Boettger).
h. Gruppe des *Bigibbosa (Bigibbosa* Boettger).
i. Gruppe des *Cærulea (Archipelagica* Boettger).
k. Gruppe des *Moreletina (Mirabellina* Boettger).
l. Gruppe des *Corrugata (Corrugata* Boettger).
m. Gruppe des *Lesorieusis (Interstriata* Boettger).
n. Gruppe des *Olivieri (Teres* Boettger).
o. Gruppe des *Munda (Munda* Boettger).
p. Gruppe des *Scopulosa (Scopulosa* Boettger).
q. Gruppe des *Voithi (Laconica* Boettger).
r. Gruppe des *Discolor (Cerigana* Boettger).
s. Gruppe des *Maculosa (Graja* Boettger).
t. Gruppe des *Nævosa (Nævosa* Boettger).

Sectio 11 *Carinigera* V. Möllendorff.
Sectio 12 *Papillifera* Boettger.

a. Gruppe des *Isabellina (Isabellaria* V. Vest).
b. Gruppe des *Venusta (Venusta* Boettger).

Sous-gruppe 1 des *Venusta*.
Sous-gruppe 2 des *Leucoraphe*.

c. Gruppe des *Saxicola (Euclista* Boettger).

1. des *Negropontina*.
2. des *Confusa*.
3. des *Thermopylarum*.
4. des *Clandestina*.
5. des *Saxicola*.

d. Gruppe des *Leucostigma*.

1. des *Leucostigma*.
2. des *Solida*.

Sectio 13 Dilataria V. Möllendorff.

a. Gruppe des *Tenuilabris (Banatica* Boettger).
b. Gruppe des *Succinea ta (Dilataria* V. Vest).
c. Gruppe des *Diodon (Charpentieria* Stabile).

Sectio 14 Serrulina Mousson.

a. Gruppe des *Serrulata (Serrulina sensu stricto)*.

Sous-gruppe 1 des *Serrulata*.
Sous-gruppe 2 des *Funiculum*.
Sous-gruppe 3 des *Semilamellata*.

b. Gruppe des *Filosa (Filosa* Boettger).

Sectio 15 *Fusilus* V. Vest.

Sous-gruppe 1 des *Interrupta*.
Sous-gruppe 2 des *Varians*.

Sectio 16 Pseudalinda Boettger.

a. Gruppe des *Fallax (Pseudalinda sensu stricto)*.
b. Gruppe des *Mirabilis (Mira* Boettger).

Sectio 17 Uncinaria V. Vest.
Sectio 18 Mentissa Boettger.
Sectio 19 Euxina Boettger.

a. Gruppe des *Litotes (Mentissoidea* Boettger).
b. Gruppe des *Index (Index* Boettger).
c. Gruppe des *Dnboisi (Polyptychia* Boettger).
d. Gruppe des *Schwerzenbachi (Galeata* Boettger).
e. Gruppe des *Strumosa (Strumosa* Boettger).
f. Gruppe des *Acuminata (Mucronaria* Boettger).
g. Gruppe des *Hetæra (Hetæra* Boettger).
h. Gruppe des *Hubneri (Acroeuxina* Boettger).
i. Gruppe des *Quadriplicata (Quadriplicata* Boettger).
k. Gruppe des *Ossetica (Megaleuxina* Boettger).
l. Gruppe des *Somchetica (Caucasica* Boettger).
m. Gruppe des *Mæsta (Lacinaria* ex rec. Boettger).

Sectio 20 Alinda ex rec. Boettger.
Sectio 21 Strigillaria V. Vest.
Sectio 22 Idyla V. Vest.

a. Gruppe des *Pagana (Idyla sensu stricto).*

Sous-gruppe 1 des *Stolensis.*
Sous-gruppe 2 des *Pagana.*

b. Gruppe des *Bitorquata (Bitorquata* Boettger).
c. Gruppe des *Varnensis (Bulgarica* Boettger).

Sectio 23 Oligoptychia Boettger.

a. Gruppe des *Lævicollis (Armenica* Boettger).
b. Gruppe des *Forcicollis (Scrobifera* Boettger).
c. Gruppe des *Pikermiana (Hellenica* Boettger).

Sous-gruppe 1 des *Pikermiana (Crucita* Westerl.).

Sectio 24 Pirostoma V. Möllendorff.

a. Gruppe des *Bergeri (Erjavecia* Brusina).
b. Gruppe des *Rugosa (Kuzmicia* Brusina).

Sous-gruppe 1 des *Schmidti.*
Sous-gruppe 2 des *Villæ.*
Sous-gruppe 3 des *Rugosa.*

c. Gruppe des *Plicatula (Pirostoma* V. Vest).

Sous-gruppe 1 des *Plicatula.*
Sous-gruppe 2 des *Ventricosa.*

d. Gruppe des *Concilians (Graciliaria* Boettger).

Sous-gruppe 1 des *Concilians.*
Sous-gruppe 2 des *Filograna.*

Sectio 25 Laminifera Boettger.
Sectio 26 Olympia V. Vest.

En 1879, le docteur Boettger (Dr O.), in *Iconog.*, Band. 6, s. 52-153 :

Sectio Alopia.

a. Gruppe des *Guicciardi (Attica).*
b. Gruppe des *Livida (Alopia sensu stricto).*

Sectio Triloba.

a. Gruppe des *Sandrii (Triloba sensu stricto).*
b. Gruppe des *Mandonica (Mandonica).*

Sectio Clausiliastra.

a. Gruppe des *Transicus.*
b. Gruppe des *Laminata.*

Sectio Herilla.

a. Gruppe des *Frivaldskyana (Turcica).*
b. Gruppe des *Dacica (Herilla sensu stricto).*

Sectio Siciliaria.

a. Gruppe des *Septemplicata (Siciliaria sensu stricto).*
b. Gruppe des *Crassicostata (Trinacria).*

Sectio Delima.

a. Gruppe des *Gibbula (Gibbula).*
b. Gruppe des *Stigmatica.*
c. Gruppe des *Piceata.*
d. Gruppe des *Itala.*
e. Gruppe des *Stentzi.*
f. Gruppe des *Conspurcata.*
g. Gruppe des *Binodata.*
h. Gruppe des *Tristami (Mauritanica).*
i. Gruppe des *Lævissima.*

En 1881, le docteur Boettger, in *Jahr. der deut. malak. Ges.*, s. 345, adopte la section *Micropontica* pour sa *Clausilia closta* de la Transcaucasie.

En 1883, il élève au rang de coupe générique la section *Serrulina in Jahr. der deut. malak. Ges.*, s. 191.

En 1884, le docteur Westerlund fait paraître la *Fauna der in Paläarct. region lebenden Binnenconchyl.*, IV, Genus *Balea* Prid. et *Clausilia Drap. Kalskrona*, in-8°, p. 211 et 16 p. de table.

1. *Alopia.*
2. *Triloba.*
3. *Clausiliastra.*
4. *Acrotoma.*
5. *Mentissa.*
6. *Euxina.*
7. *Alinda.*
8. *Heteroptychia* (type *Cl. helvola* Küster).
9. *Idyla.*
10. *Bitorquata.*
11. *Siciliaria.*
12. *Herilla.*
13. *Delima.*
14. *Dilataria.*
15. *Medora.*
16. *Agathylla.*
17. *Albinaria.*
18. *Psendalinda.*
19. *Phædusa.*
20. *Uncinaria.*
21. *Strigillaria.*
22. *Carinigera.*
23. *Cristataria.*
24. *Oligoptychia.*
25. *Papillifera.*
26. *Graciliaria.*
27. *Laminifera.*
28. *Fusulus.*
29. *Erfavecia.*
30. *Kuzmicia.*
31. *Pirostoma.*
32. *Olympia.*
33. *Micropontica.*
34. *Serrulina.*

Ces sections sont divisées ainsi qu'il suit :

1. ALOPIA

a. *Attica* Boettger. b. *Enalopia* West.

2. TRILOBA

a. *Entriloba* West. b. *Macedonica* Ross.

3. CLAUSILIASTRA

a. *Serbica* Boettger. b. *Marpessa* Gray.

4. Acrotoma
5. Mentissa
6. Euxina

a. *Peneptychia* West.
b. *Polyptychia* Boettger.

7. Alinda.
8. Heteroptychia.
9. Idyla.
10. Bitorquata.
11. Siciliaria.
12. Herilla.
13. Delima.

avec les groupes suivants :

a. *Montenegrina* Boettger.
b. *Gibbula* Boettger.
c. *Bosnica* West.
d. *Imitatria* West.
e. *Stigmatica* Boettger.
f. *Pæstana* Boettger.
g. *Piceata* Boettger.
h. *Itala* Boettger.
i. *Tirolica* Boettger.
k. *Substriata* Boettger.
l. *Lævissima* Boettger.
m. *Mauritanica* Boettger.
n. *Albanica* Boettger.
o. *Robusta* Boettger.
p. *Semirugata* Boettger.
q. *Dalmatica* Boettger.
r. *Binodata* Boettger.
s. *Adriaca* West.

14. Dilataria.

a. *Banatica* Boettger.
b. *Dilataria* West.
c. *Charpentieria* Stabile.

15. Medora.
16. Agathylla Boettger.
17. Albinaria Boettger.

a. *Filumna* Boettger.
b. *Eretica* Boettger.
c. *Striata* Boettger.
d. *Egana* Boettger.
e. *Sericata* Boettger.
f. *Profuga* Boettger.
g. *Lampeduzæ* Boettger.
h. *Bigibbosa* Boettger.
i. *Archipelagica* Boettger.
k. *Mirabellina* Boettger.
l. *Corrugata* Boettger.
m. *Interstriata* Boettger.
n. *Teres* Boettger.
o. *Munda* Boettger.
p. *Scopula* Boettger.
q. *Cerigana* Boettger.
r. *Graja*.
s. *Nævosa*.
t. *Laconica*.

18. Pseudalinda.
19. Phædusa.
20. Uncinaria.
21. Strigillina.
22. Carinigera.
23. Cristataria. { *Strangulata* West. / *Cristataria* West.
24. Oligoptychia.

a. *Armeniaca* Boettger.
b. *Scrobifera* Boettger.
c. *Crucita* West.

25. Papillifera.
26. Graciliaria.
27. Laminifera.
28. Fusulus.
29. Erjavecia.
30. Kusmicia.
31. Pirostoma.
32. Olympia.
33. Micropontica.
34. Serrulina.

1888. Boettger, in *Nachrichtsblatt der deutschen malakozoologischer Gesellschaft*, Band 20, s. 152, crée la section *Euxinastra*, intermédaire entre les *Triloba* et les *Euxina*, avec *Clausilia hamata* Boettger, de Batum, pour type.

1890. Docteur Karl.-A. Westerlund, *Katalog der in der Patäarctischen Region lebenden Binnenconchylien*, Clausilia, pp. 103-139.

1. Sectio Alopia Adams.

a. *Attica* Boettger.
b. *Transsilvanica* West.

2. Sectio Triloba V. Vest.

a. *Entriloba* West.
b. *Macedonica* Boettger.

3. Sectio Clausiliastra Mollendorff.

a. *Serbica*.
b. *Marpessa*.

3 a. S.-Sectio Euxinastra Boettger. { (pour des espèces du Caucase et de la Transcaucasie).
4. Sectio Acrotoma Boettger.
5. Sectio Mentissa Boettger.
6. Sectio Euxina Boettger.

a. *Peneptychia* West.
b. *Polyptychia* Boettger.

7. Sectio Alinda Adams.

8. Sectio Heteroptycha West.
9. Sectio Idyla V. Vest.
10. Sectio Bitorquata Boettger.
11. Sectio Siciliaria V. Vest.
12. Sectio Herilla Adams.
13. Sectio Delima (Hn) Boettger.

a. *Montenegrina* Boettger.
b. *Gibbula* Boettger.
c. *Bosnica* West.
cc. *Sericata* Boettger.
d. *Imitatria* West.
e. *Stigmatica* Boettger.
f. *Pæstana* Boettger.
g. *Piceata* Boettger.
h. *Itala* Boettger.
i. *Tirolica* Boettger.
k. *Substricta* Boettger.
l. *Lævissima* Boettger.
m. *Mauritanica* Boettger.
n. *Albanica* Boettger.
o. *Robusta* Boettger.
p. *Semirugata* Boettger.
q. *Dalmatica* Boettger.
r. *Binodata* Boettger.
s. *Idriaca* West.

14. Sectio Dilataria V. Vest.

a. *Banatica* Boettger.
b. *Dilataria* V. Vest s. strict.

15. Sectio Medora V. Vest.
16. Sectio Agathylla West.
17. Sectio Albinaria West.

a. *Filumna* Boettger.
b. *Cretica* Boettger.
c. *Striata* Boettger.
d. *Egana* Boettger.
e. *Profuga* Boettger.
f. *Bigibbosa* Boettger.
g. *Archipelagica* Boettger.
h. *Mirabellina* Boettger.
i. *Corrugata* Boettger.
k. *Interstriata* Boettger.
l. *Teres* Boettger.
m. *Munda* Boettger.
n. *Scopulosa* Boettger.
o. *Cerigana* Boettger.
p. *Graja* Boettger.
q. *Nævosa* Boettger.
r. *Laconica* Boettger.

18. Sectio Pseudalinda Boettger.
19. Sectio Pilædusa Adams.
20. Sectio Uncinaria V. Vest.
21. Sectio Strigillaria V. Vest.
22. Sectio Carinigera Möllendorff.

23. Sectio Cristataria V. Vest.

a. *Strangulata* West. b. *Cristaria* West.

24. Sectio Oligoptychia Boettger.

a. *Armeniaca* Boettger.
b. *Scrobifera* Boettger.
c. *Crucila* West.

25. Sectio Papillifera Boettger.
26. Sectio Graciliaria Bielz.
27. Sectio Lamellifera Boettger.
28. Sectio Fusulus V. Vest.
29. Sectio Erjavecia Brusina.
30. Sectio Cusmicia Brusina.
31. Sectio Pirostoma V. Vest.
32. Sectio Olympia V. Vest.
33. Sectio Micropontica Boettger.
34. Sectio Serrulina Mousson.

1893. Von M.-O. Kimakowiez, dans son *Prodromus zu einer Monographie der Clausilia*, revise le subgenre Alopia, de Adams, et donne les synonymies ainsi qu'il suit :

101. Alopia *bidonis* K. = *Clausilia glauca*, Ross., III, 1859, var. *cyclostoma* Kim., 1883 = *Balea glauca* Blz *(in sched)*.
Id. Var. *latens* Pfeiffer = *Clausilia latens* L. Pfeiffer = *Balea glauca* Rossm., var. *striolata* Bielz *(in sched)*.

102. Alopia *canescens* Charp. = *Cl. canescens* Ch. = *Balea glorifica* Ross. = *Balea livida* Mke, var. *lactea* Blz = *B. glauca*, var. *minor* Blz *(in sched)*.
Var. *nefaria*. Kim.
Var. *transitans* Kim. = *Alopia Haueri*, f. *transitans* Kim. = *Alopia glauca*, var. *costata* Kim.
Var. *derepens* Kim.
Var. *cæsarea* Kim.
Var. *Alberti* Kim. = *Cl. (Balea) Haueri* Boettger ; *Alopia* et *Balea Haueri* Blz.

Var. *Haueri* Blz = *Bal. Haueri* Blz ; *Cl. Haueri*, var. *laticosta* Boettger.
Var. *proxima* Kim.
Var. *ambigua* Kim.
Var. *costicollis* Kim.
Var. *mirabilis* Kim.
Var. *permira* Kim.
Var. *costata* Kim. = *Bal. glauca*, var. *costata* Blz = *Alopia glauca*, var. *costata* Kim.
Var. *striaticollis* Kim. = *Bal. glauca* Blz = *Cl. glorifica*, var. *major* Schmidt.

Sub sp. Alopia valachiensis Boettger.
Id. adventicia Kim.
Var. *glabriuscula* Ross. = *Cl. canescens*, var. *glabriuscula* Ross. = *Cl. canescens* A. Schmidt = *Cl. canescens* Auct., *nec* Ross. et Charp.
Var. *bifrons* A. Schmidt = *(Bal.) Cl. bifrons* A. Sch. = *Al. canescens*, var. *glabriuscula* Auct. *(part.) nec* Ross.
Var. *mutabilis* Kim.
Var. *regalis* Blz.
Var. *Deubeli* West. = *Al. deubeli* West. Spicil. mal., 1892.
Var. *Wagneri* Kim.
Var. *proclivis* Kim.
Var. *Bellicosa* Kim.
Var. *Mathildæ* Kim.
Sub sp. Alopia nixa Kim. = *Balea lactea sinistrorsa* Blz = *Alopia glorifica* Auct., *nec* Ross. et Charp.
Var. *monacha* Kim. = *Cl. straminicollis* Ross. = *Alopia straminicollis* auct. nec Charp.
Var. *novalis* Kim.
Sub sp. Alopia straminicollis Charp. = *Cl. straminicollis* Rossm.
Id. Var. *plumbea* Rossm.
Id. Var. *cornea* A. Schmidt.

Id. Var. *Schmidti* Kim = *Bal. (Cl.) straminicollis*, var. *minor* A. Sch.

103. Alopia cyclostoma Blz.

Sub sp. Alopia intercedens A. Sch.
Var. *elegans* Blz.
Var. *cerasina* A. Schmidt.
Var. *diabolina* Kim.
Var. *glorifica* Charp. = *Cl. canescens* Ross. = *Cl. fussiana — sisnistrorsa* Blz *(in sched)*.
Var. *polita* Kim.
Var. *Boettgeri* Kim.
Var. *subcosticollis* A. Schmidt.
Var. *insignis* Blz.
Var. *subita* Kim.
Var. *bogatensis* Blz.
Var. *lævigata* Blz.
Var. *angustata* Blz.

104. Alopia Jickelii Kim.
Var. *vicina* Kim.
Var. *occidentalis* Blz *(in sched. part.)*.
Var. *microstoma* Kim.

105. Alopia nefasta Kim.

Sub sp. Alopia Fussi Kim. = *Bal. lactea — dextrorsa* Blz = *Cl. lactea* A. Schmidt.
Id. Var. *nubila* Kim. = *Bal. (Cl.) livida*, var. *minor* A. Schmidt.
Id. Var. *nota* Kim. = *Cl. livida* auct. nec Menke.
Id. Var. *bipalatalis* Kim.

Sub sp. Alopia maxima A. Schmidt = *Cl. livida*, var. *maxima* Schmidt.
Id. Var. *cybaca* Kim.
Id. Var. *livens* Ross.

Id. Var. *Lichkeana* Charp. = *Cl. pruinosa*, var. *conjungens* Kim. = *conjungens* Blz.
Id. Var. *pruinosa* Charp.
Id. Var. *violacea* Kim.
Id. Var. *grandis* Blz.
Id. Var. *obesa* Kim.
Id. Var. *gracilior* Kim.
Id. Var. *Meschendöerferi* Blz.

Sub sp. ALOPIA LIVIDA Menke.

Sub sp. ALOPIA BIELZI Pfeiffer.

Id. Var. *intermedia* Ross. = *Cl. madensis* Fuss., var. *intermedia* Rossm. = var. *tenuis* et *media* Blz, et var. *glabrata* Blz.
Id. Var. *madensis* Fuss.
Id. Var. *potaissanensis* Kim. = *Cl. Bielzi*, var. *clathrata* Blz.
Id. Var. *clathrata* Ross.

(A suivre.)

LES

TREMBLEMENTS DE TERRE

DE L'ASIE CENTRALE

(22 décembre 1910 / 4 janvier 1911)

PAR

Mlle LOUISE CHEVALIER

(PRÉSENTÉ PAR LE PROFESSEUR GÉRARD)

Le tremblement de terre du 22 décembre (4 janvier) rappelle les plus grands cataclysmes qui aient désolé notre globe terrestre. Il a été signalé par toutes les stations du monde où fonctionnent des sismographes, mais presque aucune d'elles n'a pu l'enregistrer complètement. Sans parler des instruments les plus sensibles, les appareils les plus simples enregistrant les oscillations de l'écorce terrestre ont été forcés, tant les secousses ont été fortes.

La Commission sismique près l'Académie Impériale des sciences donne les détails suivants : De grand matin, le 22 décembre, un coup de sonnette d'alarme se fit entendre au téléphone. Il venait de la station sismographique de Poulkovo, téléphonant que les appareils de l'Observatoire étaient brisés et avaient cessé d'enregistrer un fort tremblement de terre. On constata que tous les appareils enregistreurs, même les plus ordinaires, ne fonctionnaient plus ; par suite de la violence des secousses, la plume d'un sismographe s'était même cassée. Dans les instruments d'optique et autres appareils sensibles, les galvanoscopes étaient sortis du champ d'observation ; ils n'enregistraient que d'une façon incomplète, avec interruptions, et longtemps les pendules des sismographes restèrent hors des échelles graduées, par l'amplitude des oscillations de l'écorce terrestre. Ces dernières peuvent être comparées aux mouvements de la surface des mers. Les vagues sismiques se

sont propagées sur tout le globe, forçant partout les sismographes.

D'après les sismogrammes reçus à Pétersbourg, le tremblement de terre aurait commencé à 11 h. 36 du soir, heure de Poulkovo. La première phase dura 5 minutes, et comprit de nombreuses et courtes oscillations de la couche terrestre. Ces oscillations sont les plus dangereuses et les plus funestes pour les populations. Le sol se déplace alors positivement sous les pieds, les édifices tremblent et s'écroulent, écrasant les gens sous leurs décombres. La terre se fend également.

La deuxième phase a duré environ quatre heures, comprenant plusieurs secousses terribles, et les oscillations ont été si grandes que les pendules des appareils se sont déplacés.

Le centre sismique a été fixé à 3.700 kilomètres de Poulkovo, observation confirmée par les télégrammes, annonçant que la catastrophe s'était produite au Turkestan, notamment dans la province de Sémirétchensk, dont la principale ville est Verny, déjà éprouvée en 1887.

Les tremblements de terre sévirent entre le 70° et le 80° de longitude est, et le 40° et le 50° de latitude nord. Le centre des mouvements sismiques serait à l'est du lac Issyk-Koul, ou un peu plus au sud, d'après les dégâts causés à Tokmak, Pichpek, et sur la rive septentrionale du lac, où la ligne télégraphique fut détruite. Verny se trouverait à l'extrémité septentrionale des vagues sismiques. Tous les édifices de la ville sont écroulés, 700 familles sont sans toit. Les habitants, installés dans les casernes et dans les écoles passent les nuits dehors par — 10° R., craignant de nouvelles secousses. Celles-ci se sont, en effet, répétées pendant plusieurs jours.

Partout, dans les environs de la ville, la terre s'est fendue ; le sol s'est tantôt affaissé, tantôt relevé, ou bien déplacé ; des cours d'eau se sont formés ; on parle aussi d'éboulements. Sur les hauteurs du pic d'Almatinsk, on remarque d'énormes rochers projetés du nord et couvrant les glaciers et les champs de neige de taches noires.

Dans les défilés, à l'est et à l'ouest du méridien de Verny, des éboulements ont enseveli beaucoup de gens et de bestiaux. La route de Novodmitrievsk à Prjévalsk est détruite. Le long

du lac Issyk-Koul, le sol montre de profondes crevasses. La ligne télégraphique et la route sont reculées à plus d'un demi-kilomètre.

Le cataclysme est plus terrible que celui de Messine, et le dérangement de la surface du sol, fixé alors à 1 millimètre ou 1 millimètre et demi, monterait aujourd'hui à plusieurs millimètres.

On a remarqué de sourds tremblements du sol à Pétersbourg dans la même nuit, alors que régnait le plus grand calme ; les pendules déviaient en oscillant.

LA

MÉDECINE FRANÇAISE

ET LA

THÉORIE PHYSIOLOGIQUE DES ÉMOTIONS

PAR

J.-P. NAYRAC

Professeur de Psychologie expérimentale appliquée à l'Education
à l'Enseignement supérieur municipal.

I

Lorsque, en 1884, W. James, puis Lange, émirent une théorie des émotions qui fut improprement appelée « physiologique », ils ne se doutaient peut-être pas que la plupart des philosophes et des psychologues, sans compter un bon nombre de physiologistes et de médecins, commenteraient et discuteraient cette thèse avec véhémence. Depuis cette date, en effet, la théorie de James-Lange a provoqué de nombreuses discussions, des polémiques même, que l'on trouve relatées dans des ouvrages et dans les revues spéciales des philosophes, des psychologues, des médecins et des physiologistes. Deux camps se sont formés : d'un côté, Th. Ribot, Sergi, Pitres et Régis, Mosso, Georges Dumas, Revaut d'Allonnes, etc., défendent W. James.

De l'autre côté, Fr. Franck, Ch. Richet, Kraepelin, Sherrington, Pierre Janet, Dubois de Berne, Piéron, etc., sont avec Herbart.

Le débat dure encore. Je n'essayerai pas d'y prendre part (1). Mais, je serais suffisamment satisfait, si je pouvais convaincre mes lecteurs que la théorie de W. James, et, par extension, celle de Lange, ont été développées, vers 1830, par des méde-

(1) Consulter le substantiel article de H. Piéron, dans la *Revue du Mois*, du 10 mai 1910 : *La théorie dite physiologique des émotions devant la physiologie*, p. 619 à 631.

cins français, qui philosophaient durant leurs moments de loisir. Ce sont : M. Ph. Dufour (1), médecin à Mâcon, et M. Blaud (2), médecin en chef de l'hôpital civil et militaire de Beaucaire. Le premier surtout a fort bien exprimé, et avec beaucoup de détails, la théorie de W. James-Lange.

II. — Un peu d'histoire.

Avant d'entrer dans le vif de mon sujet, je voudrais exposer quelques faits historiques. Beaucoup d'auteurs ont vu l'origine de la théorie physiologique des émotions dans saint Thomas ou même dans Aristote. Cela peut se soutenir un instant. Mais cette tendance physiologique ne se précise un peu et n'apparaît, sous une forme embryonnaire, il est vrai, que chez Descartes et ses disciples. Si l'école cartésienne n'avait pas le tort d'expliquer tantôt par un processus centripète, tantôt par un processus centrifuge, les phénomènes passionnels (nous disons maintenant émotionnels), si elle admettait constamment l'action centripète, elle pourrait, à bon droit, revendiquer le mérite d'avoir émis, pour la première fois, une théorie physiologique des émotions (3).

Il n'en est rien. Ni Descartes, ni Malebranche, ni les Petits Cartésiens n'ont pu éviter les fâcheuses conséquences (dans l'espèce) du dualisme proprement dit. Bossuet, cependant, aurait été peut-être un peu plus hardi, si l'on en croit M. Alexis Bertrand (4). Bossuet, comme l'ont dit MM. Janet et Séailles, sait « allier la psychologie de saint Thomas à la physiologie cartésienne ». Je me risquerai jusqu'à ajouter que Bossuet parle si clairement des passions, qu'il est impossible de trouver dans ses écrits un progrès appréciable sur Des-

(1) Ph. Dufour, *Essai sur l'étude de l'homme*, 2 vol. in-8, Paris, chez Isidore Pesron et chez Jeanthon, 1833. Le Dr Dufour exerçait la médecine à Mâcon. Il était correspondant de la Société de médecine de Lyon.

(2) P. Blaud, *Traité élémentaire de physiologie philosophique*, 3 vol. in-8, chez J.-B. Baillière et chez Edouard Bricon. Paris, 1830. Le Dr Blaud était médecin de l'hôpital civil et militaire de Beaucaire.

(3) C'est Bichat et Broussais qui ont fait jouer un rôle prépondérant aux phénomènes physiologiques dans les émotions.

(4) Cours professé en 1908 à la Faculté des lettres de Lyon.

cartes. Il explique et il développe mieux la théorie cartésienne que Descartes lui-même, mais il ne nous apprend rien d'intéressant (1).

C'est Bichat (2) qui a résolument évincé le cerveau (siège de la vie animale ou intellectuelle) en tant que cause première et primordiale de la passion. Pour lui, ces phénomènes passionnels ont leur commencement et leur fin dans le plexus solaire, dans l'épigastre. Nous pourrions faire des comparaisons intéressantes entre W. James et Bichat. Je me contenterai de dire que le génial auteur des *Recherches sur la vie et la mort* a émis une théorie physiologique, trop physiologique même — si l'on me permet cette expression — et ce n'est que sur certains points de détail qu'elle pourrait être comparée à celle de W. James. Bichat croyait à tort que nous agissons directement, immédiatement, en le voulant, sur nos organes respiratoires, circulatoires et sur nos glandes. Aujourd'hui, nous savons tous que la pensée n'influe pas directement sur le cœur, ni sur l'appareil respiratoire. L'un des deux auteurs que je veux faire connaître, le Dr Dufour, pensait comme nous, dès 1830. Mais, par contre, Bichat a bien su délimiter la puissance et l'importance des idées, prises en elles-mêmes, c'est-à-dire privées d'affectivité, par rapport à l'émotion, à la passion proprement dite. Il écrit : « Sans les passions, la vie animale (intellectuelle) ne serait qu'une froide série de phénomènes intellectuels (3). »

W. James a su également bien mettre en valeur l'intérêt du ton affectif dans les idées : « Si je perdais, dit-il, la faculté corporelle de sentir, je me trouverais exclu de la vie des affections, tendres ou fortes, et traînerais une existence purement cognitive ou intellectuelle... Une telle existence est trop froide (4). »

Quelques années plus tard, Broussais, tout en retenant ce

(1) *De la connaissance de Dieu et de soi-même*, voir chap. I, II et III.

(2) a) *Recherches physiologiques sur la « Vie et la Mort »* (notes du Dr Cerise), 1 vol. in-12, Paris, Charpentier et Masson, 1852. — *b*) Voir aussi l'édition qui a été si utilement annotée par Magendie.

(3) *Loc. cit.*, Ire partie, art. 6, § 2, p. 39-40 de l'édition Cerise.

(4) *La Théorie de l'émotion* (trad. G. Dumas), 1 vol. in-18, Alcan, 1906, voir pp. 61, 65, 66 ; quelques autres rapprochements partiels pourraient être faits entre Bichat et W. James, au sujet, notamment, du langage des émotions.

qu'il y a d'essentiel dans l'argumentation de Bichat, c'est-à-dire tout en faisant jouer un rôle primordial aux viscères et aux sensations viscérales, saura mieux délimiter que ne l'a fait celui-ci le processus de l'émotion dans l'organisme. Il écrira notamment : « Les affections et les passions sont toujours composées de deux éléments : l'exercice de la pensée, qui fournit le mobile, les sensations viscérales, qui donnent les moyens. Sans vives sensations rapportées aux viscères, sans mouvements impétueux dans leurs tissus, la pensée ne produirait point ces actes extraordinaires qui caractérisent les passions, etc. (1). »

S'il n'est pas possible de faire des comparaisons étendues entre Bichat, Broussais et W. James, il nous sera aisé de montrer que le Dr Blaud, en 1830, puis, trois années plus tard, le Dr Dufour ont conçu, tout en s'ignorant l'un l'autre, une théorie à peu près identique sur les émotions, théorie qui ressemble en tous points à celle de W. James-Lange. En somme, l'on peut dire que l'histoire de la psychologie des émotions est fort curieuse. Nous voici en présence de quatre auteurs, qui, tout en ne se connaissant pas, n'en inventent pas moins une seule et même théorie. La bonne foi de chacun d'eux ne saurait être mise en doute.

Pour en revenir au Dr Blaud et au Dr Dufour, je dirai que l'un et l'autre ont nettement formulé et développé ce que j'appellerai la substance de la théorie physiologique, mais c'est Dufour qui fournira le plus grand nombre de détails, c'est Dufour qui pourra surtout être méthodiquement comparé à W. James.

III. — Rôle de l'instinct et du cerveau dans l'émotion.

Il convient de se demander, avant d'entrer dans le vif du sujet : 1° Quelles sont les origines que W. James et Lange assignent à nos sentiments ; et 2° quels sont les arguments

(1) a) *Traité de physiologie appliquée à la pathologie*, 2e édit., chez Baillière, Paris, 1834, 1 vol. in-8, voir pp. 158 à 257, voir surtout corollaires, pp. 271 à 274. — *b)* Je n'ai pu savoir à quelle date Broussais a écrit la première édition. Je suppose que c'est en 1830. La deuxième édition seule se trouve à Lyon.

qui les poussent à faire du cerveau « un organe de pure réception, une surface de projection » dans la production du phénomène émotionnel ?

1° C'est surtout James qui s'efforce d'expliquer le fond ancien de l'émotion. Il se demande si c'est au « plaisir et au déplaisir primitifs dans l'objet ou dans la pensée de l'objet, auxquels la commotion et l'excitation n'appartiennent pas », mais qui n'en sont pas moins pour cela des courants afférents, ou bien « à la sensation organique qui donne le caractère pur et simple de commotion à l'excitation (1) » qu'il faut attribuer l'émotion ? Serré de près par ses contradicteurs, W. James n'hésite pas à ne voir, dans ces deux hypothèses, que des querelles de mots, que des *distinguo* verbaux. Il prend pour accordé, sans insister davantage, sans croire que cela puisse mériter un plus long examen, tant les hypothèses se ressemblent, que l'émotion est produite par la sensation pure et simple d'excitation. Mais alors qu'il se gardera de fortifier cette hypothèse, il ne craindra pas de donner à la première un corps et un fondement solides. Ce plaisir et ce déplaisir primitifs, qui constituent la substance ancienne, mais toujours actuelle, des émotions ; ces instincts fondamentaux qui nous font tendre vers ce qui nous est agréable et nous éloignent de ce qui nous est nuisible, sont présents dans toute émotion. Il a soin, dans ses ouvrages de psychologie, de parler des émotions aussitôt après avoir traité des instincts. Entre ces deux phénomènes, *instincts et émotions*, il existe des liens tellement intimes et nombreux, tellement enchevêtrés que l'on peut, sans crainte d'altérer sa pensée, prétendre qu'il n'ose, en définitive, avouer que la première hypothèse n'a pas des bases aussi solides que la deuxième. S'il opte pour celle-ci, c'est moins pour des raisons scientifiques que par préférence personnelle.

Dans tous les cas, nous devons reconnaître qu'il n'hésite pas à séparer ces phénomènes des fonctions proprement intellectuelles. Les instincts et les émotions proviennent de la même source : l'impulsivité. Ils se produisent spontanément

(1) W. James, *la Théorie de l'émotion* (traduct. Dumas), 1 vol. in-12. Paris, Alcan, 1906, voir pp. 158-159.

et mécaniquement, l'un et l'autre. Ils sont liés par une dépendance réciproque. L'excitant, qui éveille l'un, éveille immédiatement l'autre. Mais, alors que les instincts s'objectivent toujours en dedans, et, par surcroît, très souvent au dehors, afin d'entrer « dans des relations pratiques avec l'objet excitant », alors qu'ils sont puissamment actifs, les émotions, au contraire, sont moins agissantes et terminent leur course dans le corps même du sujet (1).

Les émotions seraient donc surtout caractérisées par l'impression interne. Cette différence d'importance extensive entre le processus instinctif et le processus émotionnel n'est pas suffisamment justifiée. Les émotions-chocs violentes, comme la peur, comme la colère, comme la tristesse, comme l'envie, etc., ne se contentent pas de vivre dans le corps. Dans tous ces cas, il y a des extériorisations bien nettes, et, sauf pour le premier exemple, les relations pratiques avec l'objet excitant sont couramment observées.

En définitive, la seule différence à retenir, entre les émotions et les instincts, dans les travaux de James, se fonde sur la richesse de la gamme, des tonalités de celles-là par rapport à la pauvreté des excitants de ceux-ci.

Je vais essayer de montrer maintenant que les D^rs^ Dufou et Blaud ont songé sérieusement à faire dériver l'émotion, des phénomènes instinctifs, du plaisir et du déplaisir primitifs que W. James mettait en question, il y a un instant.

Certes, Dufour et Blaud n'ont pas comparé les instincts et les émotions avec autant de compétence que James ; ils se sont contentés d'affirmer, alors qu'ils auraient pu et dû nous fournir des développements suggestifs, que les passions (émotions) dérivent en droite ligne des instincts primitifs et sont dominées profondément par le plaisir et le déplaisir ancestraux. S'ils ne se demandent pas si l'émotion se fonde plutôt sur les instincts que sur la commotion d'excitation ; si, de ce fait, ils n'ont pas à choisir entre deux hypothèses, il n'en reste pas moins acquis qu'ils représentent les vieux instincts de plaisir et de douleur comme étant la substance des émotions. Pour eux, les désirs et les aversions qui existent dans

(1) *La Théorie de l'émotion*, traduct. Dumas, p. 44.

les passions se confondent avec les passions elles-mêmes, et, par conséquent, découlent de la même origine que les passions (1).

Dufour nous dira « que ce n'est pas comme êtres intelligents, mais bien comme êtres sensibles que nous éprouvons » les atteintes des émotions et que nos « désirs ou nos aversions (ancestrales) sont identiques avec les sensations de plaisir et de douleur (2) ».

Blaud, de son côté, voit nettement dans les affections et les passions qu'il croit nécessaires à toute existence humaine — il ne parle pas expressément de l'instinct — « le plaisir et le déplaisir innés qui nous poussent ou nous éloignent des objets (3) ».

Or, ajoute-t-il, « ces sentiments de plaisir et de peine qui dirigent l'homme dans ses relations, et qui sont à sa vie morale ce que sont les sens de l'odorat et du goût à sa vie physique, ne proviennent que des modifications organiques internes développées à la vue des objets qui l'entourent, par la réaction de son appareil encéphalique sur les viscères où elles surviennent et qu'il perçoit ensuite plus ou moins vivement (4) ».

2° Quel est le rôle du cerveau, en général, et surtout dans l'émotion ? A-t-il une sensibilité propre ou n'est-il que l'organe récepteur de la vague diffusive, qui part de la périphérie et qui se condense chez lui ?

Lange et W. James pensent, avec beaucoup de physiologistes, que le cerveau n'a pas de sensibilité propre. Il ne peut percevoir, de ce fait, une excitation sensible que si elle se produit dans la périphérie. Le cerveau, donc, ne se sent pas, en tant qu'agissant et pensant : s'il sent les autres parties du corps, s'il perçoit ce qui s'y passe, là se borne son pouvoir (5).

Comme le Dr Dufour a surtout pour souci de prouver que

(1) Dufour, déjà cité, t. II, pp. 369-370 ; Blaud, t. II, p. 162.
(2) T. II, déjà cité, p. 370.
(3) T. II, pp. 362-363.
(4) T. II, pp. 362-363.
(5) *Théorie de l'émotion*, déjà cité, pp. 12, 27 et 103.

les passions sont le fait de l'instinct, de la nature primitive, du moi vital ou organique, qui se différencie du moi volontaire et intelligent, de l'âme pour tout dire *(clamante conscientia)*, la sensibilité du cerveau, dans l'occurrence, deviendra quelconque et négligeable. Dès lors, la sensibilité supérieure ou propre du cerveau ne retient pas son attention. Toute partie du corps constitue un lieu de sensibilité. Tout excitant agissant sur un tissu organique y produit une impression. Les nerfs transmettent cette impression de proche en proche jusqu'au cerveau ; celui-ci perçoit cet ébranlement, se trouve stimulé, réagit sur les parties excitées et y produit une sensation vive ou légère, agréable ou pénible (1).

Ce phénomène n'a rien d'intellectuel : l'âme et la volonté en sont absentes : « C'est un mouvement vital qui part de la circonférence au centre, puis revient du centre à la circonférence (2). »

Je ne crois pas mal juger la pensée de Dufour en disant qu'il ne défend la cause du cerveau que lorsqu'il s'agit de l'élaboration de la volonté et du jugement. S'il lui fait percevoir les émotions, en tant que sensations internes, il ne voit aucunement son utilité, pour la formation de l'émotion, en tant que telle (3).

Le Dr Blaud est moins intéressant sur ce point, parce qu'il se soucie trop de combattre les doctrines des idéologues (Cabanis, Lamétrie, etc.) sur le cerveau, avec des arguments d'ordre métaphysique. Aveuglé par ses idées combatives, il refuse non seulement au cerveau le droit de juger, mais celui de sentir, de retenir, etc... Cet organe règle les mouvements locomoteurs, il distribue ou réveille les énergies vitales. Son rôle consiste, notamment dans les émotions, à être passif, récepteur. Blaud s'insurge contre les matérialistes, qui voudraient, à tort, que le cerveau soit le siège des passions (4). C'est l'âme qui, en définitive, perçoit, sent, ressent et donne de la valeur aux différentes manifestations de la vie de relation. Nous sommes déjà loin des arguments de James, voire même de ceux de Dufour.

(1) Dufour, t. I, pp. 124-127.
(2) Dufour, t. I, pp. 334-335.
(3) Dufour, t. I, pp. 282-285.
(4) T. I, pp. 177 et suiv.

IV. — Originalité et importance de la théorie physiologique des émotions.

Jusqu'à l'apparition des travaux de James et de Lange, l'on croyait que les sentiments et les émotions avaient non seulement leur source, mais encore leur conscience, en quelque sorte, dans le siège de l'intelligence, dans le cerveau proprement dit. Ainsi l'on disait, selon Herbart : Que se passe-t-il chez une mère, qui vient d'apprendre brusquement la mort de son fils ? Nous notons : 1° une perception ou idée ; 2° une émotion ou sentiment en rapport avec cette perception ou idée qui en découle ; 3° cette émotion s'objective dans le corps et y détermine des mouvements organiques. Pour Herbart, ces idées ou perceptions primitives donnent immédiatement naissance à d'autres idées, d'ordre affectif (sentiment), et ce sont ces dernières seules qui déterminent des mouvements organiques, lesquels peuvent augmenter l'intensité de l'état émotionnel, mais sont incapables de le provoquer. Cette opinion était si universellement accréditée, que W. James se déclarait las et déçu, en 1884, d'avoir eu la malencontreuse idée de parcourir la monotone et insipide littérature qui se rapporte aux émotions, tant elle est marquée et imprégnée de cet idéalisme naïf, qui s'est surtout fixé dans l'œuvre d'Herbart.

La nouveauté de la théorie de James-Lange va consister à faire dériver directement, de la perception ou idée initiale, les phénomènes, les perturbations organiques ; d'après ces auteurs, la conscience que nous prendrons de ces phénomènes organiques, ou, autrement dit, la perception interne, agréable ou pénible, qui se superposera à ces phénomènes physiologiques constituera, à elle seule, l'émotion. Ces phénomènes organiques, qui se complaisent surtout dans les viscères, se diffusent jusqu'au cerveau, comme une vague ou une onde dont l'extension augmenterait progressivement.

L'on peut décomposer en cinq arguments principaux la discussion de la valeur de cette théorie nouvelle sur les émotions, théorie qui est encore admise par un grand nombre de médecins, de psycho-physiologistes et de philosophes :

1° L'émotion est une perception de mouvements organiques internes, développés par la vue pure et simple d'un objet (perception externe) ou par une idée ancienne (souvenir) ;

2° La conséquence de ce premier point, c'est que l'émotion est nettement déterminée par un processus afférent ou centripète. Mais ce processus centripète ne ressemble en rien au mouvement indirect, provoqué par ricochet, qui a été retenu par M. Bergson (1) ;

3° L'on est fondé à admettre, avec beaucoup de physiologistes, qu'une perception ou idée, que la vue seule d'un objet détermine directement des phénomènes organiques, sans qu'il y ait eu, au préalable, jugement exprès ou représentation affective de la part de l'esprit ;

4° Les phénomènes viscéraux jouent un rôle primordial dans l'intensité et dans la formation de l'émotion. Les réactions musculaires — trop mises en valeur par James — et les réactions vasculaires — retenues par Lange — n'ont qu'une importance secondaire ;

5° D'après W. James, les variations individuelles jouent un rôle important dans la formation de l'émotion.

* * *

I. — L'émotion est une perception de mouvements organiques, disent James et Lange. Celui-là admet comme vérifiable que les changements corporels suivent immédiatement la perception du fait excitant ; et le sentiment (perception interne) que nous avons de ces changements, à mesure qu'ils se produisent, c'est l'émotion. Ainsi, une mère ne pleure pas parce qu'elle a perdu son fils, mais c'est parce qu'elle pleure qu'elle a perdu son fils, qu'elle est émue (2).

Lange s'arme du même exemple : 1° Une mère vient d'apprendre la mort de son fils ; 2° elle est abattue (phénomène organique) ; 3° elle est triste (sentiment approprié) (3).

Le Dr Dufour, et aussi le Dr Blaud, ne penseront pas diffé-

(1) Lettre de M. Bergson, de l'Institut, à M. Nayrac (1910).
(2) *La Théorie de l'émotion*, p. 18.
(3) *Ibid.*, p. 10.

rement quand ils écriront : 1° Dr Dufour : « C'est comme êtres sensibles et non comme êtres intelligents que nous éprouvons les atteintes des passions (émotions) (1). » Il ajoute, plus loin, que « l'âme ne prend part à nos passions que consécutivement à l'émotion nerveuse viscérale qui les constitue et que l'*activité* ou l'*inertie* dont elles *frappent* nos fonctions organiques *existent avant qu'elle en prenne connaissance* (2). L'on ne peut admettre — bien qu'on l'ait cru jusqu'ici — que l'âme perçoit d'abord l'impression qui doit déterminer la passion » (émotion), parce qu'elle serait obligée de la juger ; or, cela ne peut et ne doit se produire (3).

Quoique les idées de Blaud (4) semblent être exposées, sur ce premier point, avec plus de méthode ou de clarté que celles de Dufour, rappelons-nous qu'il n'a pas, comme celui-ci, le souci de la méthode et de la rigueur scientifiques. Il argumente surtout contre les matérialistes, et il se préoccupe peu d'étudier, pour elles-mêmes, les affections et les passions. Néanmoins, je suis obligé de reconnaître, que, dans plusieurs endroits de son œuvre, il précise le point essentiel de la théorie de James, je veux dire son caractère organique : Le Dr Blaud a, même ici, une supériorité sur le Dr Dufour. Il distingue nettement les affections morales (nous disons aujourd'hui les émotions-chocs) des passions en général (ou sentiments durables) :

« Une affection morale est — pour lui — la perception, agréable ou douloureuse, d'une modification organique développée rapidement à la suite d'une impression faite sur les sens (5)... »

Veut-il la définir dans son ensemble, il écrit : « L'affection, c'est une ou plusieurs idées produisant, par l'intermédiaire du système nerveux, une modification organique perceptible,

(1) Dufour, t. II, p. 370.
(2) Dufour, t. II, pp. 389-391.
(3) Dufour, t. II, pp. 388-389.
(4) Il m'arrivera souvent de citer le Dr Dufour (1833), qui est, en définitive, plus complet que le Dr Blaud (1830). Bien qu'ayant émis des théories semblables dans l'ensemble, mais moins ressemblantes dans les détails, ces deux auteurs s'ignoraient réciproquement.
(5) T. I, p. 178.

qui donne lieu à une sensation de douleur ou de plaisir (1). »

Mais, tout comme W. James, et mieux que Dufour, il tient à préciser les étapes qui caractérisent la formation d'un phénomène émotif. En analysant rigoureusement une affection morale quelconque, l'on trouve trois faits qui se succèdent :

« 1° Une perception ou une ou plusieurs idées, produites dans le moment même où l'affection morale se développe, ou s'étant formées dans un temps antérieur plus ou moins éloigné, mais étant alors rappelées par le souvenir (2) ;

« 2° Une réaction de l'encéphale sur un ou plusieurs organes, ordinairement les épigastriques qui en éprouvent une modification vitale (3), perceptible (4) ;

« Enfin, la perception (par l'âme) de cette modification (5). »

Mais, pour bien montrer la valeur des phénomènes corporels dans l'émotion, W. James va jusqu'à dire que, sans eux, elle n'existerait pas. Seul, par exemple, le jugement nous ferait fuir en voyant un ours. Il oppose ici l'*idée de rapport*, au sentiment, à l'idée affective. Le Dr Blaud sait nous montrer qu'il connaît toute l'importance des facteurs corporels dans l'émotion :

« C'est avec juste raison que nous avons donné le nom d'idées affectives à nos sentiments. » Bien qu'elles soient de nature différente, notre auteur va faire naître, d'un même exemple, l'idée de rapport et l'idée affective :

« Je me trouve sur le bord d'un précipice ; je considère sa profondeur, sa largeur, sa forme, la nature de ses parois, et j'acquiers une *idée de rapport*. Mais ensuite, en examinant

(1) T. II, pp. 163-164.

(2) Voir les mêmes idées dans James, *l'Emotion*, p. 45.

(3) Modification vitale = pour Dufour, comme pour Blaud, modification organique quelconque. Ils n'emploient pas cette expression au sens barthésien.

(4) Perceptible par l'âme, t. I, pp. 163-164 et 177-178.

(5) Le Dr Blaud (p. 179) parle de certains physiologistes (notamment, sans doute, de Bichat) qui avaient placé exclusivement les affections morales dans le système nerveux de l'abdomen, parce que c'est dans cette « cavité que nous rapportons les sensations agréables ou douloureuses que nous éprouvons à la suite des émotions vives ». Ils étaient trop absolus : le cœur, le système musculaire, etc... (disent Blaud et Dufour) peuvent jouer un grand rôle dans l'émotion.

sa profondeur, je conçois le danger auquel je suis exposé, et *je ressens les effets d'une idée affective, en percevant la modification produite, par la réaction de l'appareil nerveux intra-crânien*. C'est cette réaction, plus ou moins intense, qui détermine tous les troubles des fonctions et toutes les lésions organiques, qui sont la suite des affections morales (1). »

Mais la mise en jeu de ces phénomènes organiques peut être retardée, notamment dans les émotions très brusques et très fortes. Tant qu'ils sont absents, l'émotion proprement dite n'existe pas. Blaud nous fait connaître un exemple typique :

« Nous avons observé ce phénomène chez une jeune mère, qui vit mourir son enfant dans ses bras. Elle poussa un cri aigu, puis tout à coup sa douleur s'évanouit. Je ne conçois pas ce que je suis, disait-elle ; mon enfant est mort, il est là, je le vois, et je suis insensible. Bien loin d'en être affligée, j'irais à présent me promener, je rirais, je chanterais, et, pour preuve, elle riait, elle chantait (2). Cet état dura un jour, il se dissipa peu à peu ; le spasme des nerfs transmetteurs cessa, *la modification organique eut lieu* et des cris plaintifs, des larmes amères, abondantes, *vinrent attester qu'elle était perçue* (3) (la modification organique) et que la fonction nerveuse transmise était pleinement rétablie (4). »

Je n'essayerai pas de commenter des textes qui, en soi, sont si explicites et si démonstratifs. Je voudrais montrer maintenant qu'un de mes deux auteurs, le Dr Dufour, ne s'est pas contenté d'exprimer la théorie ; il a voulu ruiner auparavant la valeur de la thèse intellectualiste :

« N'ai-je pas assez prouvé que notre tendance naturelle aux passions ne prend point sa source dans notre âme, qu'elle émane de la disposition du système nerveux viscéral, qui reporte au cerveau l'excitation qu'il en a reçue, que si *notre*

(1) T. II, p. 164.

(2) Pierre Janet dirait, sans doute, en interprétant ce cas, que les chants, le rire prouvaient que cette mère était émue. Peut-on dire qu'elle était insensible, alors qu'elle riait au lieu de pleurer ? Il est possible de trancher nettement cette question.

(3) Perçue = ressentie.

(4) T. II, p. 166.

volonté (1) *est sans puissance sur les fonctions de la circulation, de la digestion et des sécrétions, on ne peut lui attribuer l'exaltation ou les désordres* que nos passions leur impriment, et je n'ajouterai, en faveur de cette opinion, qu'un seul raisonnement. Si l'on admettait que l'âme perçoit d'abord l'impression qui doit déterminer la passion, il faudrait aussi admettre qu'elle la juge, parce que son jugement est aussi prompt que la perception ; que, si elle la juge, elle ne peut en transmettre l'action à nos organes que par l'intermédiaire du cerveau, et, par suite, de sa volonté, et que, conséquemment, si l'effet de la passion est assez violent pour détruire tous les ressorts de la vie, il faudra aussi admettre que nous pouvons vouloir, par exemple, mourir de joie ou étouffer de colère. » Mais, ceci étant dit, le Dr Dufour ne voudrait pas que ses lecteurs puissent penser qu'il admet implicitement que notre âme « n'acquiert pas la connaissance de nos passions ». Il discute simplement, pour l'instant, la marche dans l'organisme du phénomène passionnel (2).

Quelle sera, pour Dufour, la conséquence immédiate de cette théorie ? C'est que les animaux, en général, voire même ceux qui n'ont pas de cerveau, peuvent ressentir les passions. Tout le monde se souvient des expériences que Sherrington organisa, il y a quelques années, pour se rendre compte du rôle du cerveau, du cœur et du système vasculaire périphérique dans l'émotion. Ces expériences eurent pour résultat de faire échec à la théorie de James. Sherrington (3) pratiquait, chez des chiens la section des pneumogastriques et de la moelle épinière à la hauteur de la septième vertèbre cervicale. Il déterminait ainsi la rupture de presque toutes les communications entre le cerveau, d'une part, et le système vasculaire périphérique, d'autre part. Les animaux opérés manifestaient tout de même des émotions diverses, telles que la faim, la colère, l'affection, etc... (4).

(1) Il s'étonne que Bichat ait pu prétendre que nous puissions influer directement sur notre respiration, notre circulation, etc. W. James pense, comme Dufour, que toutes ces activités sont loin de la zone d'influence de la volonté.

(2) T. II, pp. 388-389.

(3) D'après de Cyon, *les Nerfs du cœur*, Paris, Alcan, p. 143.

(4) Voir l'intéressant article de Piéron, cité p. 1.

Dufour, qui tient à sa théorie et qui en examine toutes les conséquences, ne s'embarrasse d'aucun argument. Il écrit : « Quoi de plus naturel que de voir les animaux, dont un très grand nombre est créé sur le même plan d'organisation que l'espèce humaine, être aussi tourmentés par les passions ! Peut-il même être surprenant que ceux qui sont dépourvus de cerveau ressentent aussi ces *commotions* intérieures ? Non, sans doute (1). »

Un peu plus haut, il avait dit : « Les vers, les insectes ont aussi leurs craintes, leurs désirs, leurs passions, leurs antipathies, leurs colères et leurs combats (2). »

Mais le Dr Dufour ne veut pas s'en tenir là. Il se rend compte que les exemples qu'il prend chez des animaux fortifient nettement la thèse générale. Il va s'exprimer encore avec plus de clarté qu'auparavant. Il s'agit de deux animaux (de deux chiens) qui s'étaient disputé une proie ; « si les mêmes animaux se rencontrent, une seconde fois, dans une circonstance semblable, le plus fort s'avance avec hardiesse et d'un air grondeur, menaçant. Au contraire, le renouvellement de la perception cérébrale des douleurs physiques, qui ont accompagné la défaite du plus faible, fait naître chez lui le sentiment de la crainte... Il s'avance avec lenteur, avec hésitation, excité d'un côté par le besoin, retenu de l'autre par la frayeur, il se traîne, baissant la queue et les oreilles, *il a l'air* de ruser ; mais, bientôt, à l'approche du danger, l'épouvante le saisit, domine, stupéfie même le sentiment du besoin, *et l'animal se retire, comme s'il avait jugé de l'inutilité de ses efforts.*

« Combien de personnes ne seraient pas tentées de voir, dans cette conduite, du calcul, de la prévoyance et une sorte de raisonnement, tandis que, en définitive, ce n'est qu'un éloignement naturel insurmontable pour tout ce qui peut lui nuire... » (3).

Nous pourrions multiplier les citations sans rien apprendre de plus. Il est temps de passer maintenant à l'argumentation de détail : elle est née, chez W. James, de la discussion, tandis

(1) T. II, pp. 390 et 395.
(2) T. II, p. 370.
(3) T. II, p. 396.

qu'elle est provoquée, *a priori*, par l'esprit critique de nos deux médecins français.

*
* *

II. — a) *L'émotion est produite par un processus afférent ou centripète.* Pour James (1) et Lange, comme pour Dufour et Blaud, l'émotion part de la périphérie pour aboutir au cerveau. Le premier stade du processus émotionnel, stade cerveau → périphérie (perception ou idée), ne compte pas ; seul, le deuxième, périphérie → cerveau (perception organique) a de la valeur. W. James ne craint même pas de dire que, si l'on préférait admettre que la source des émotions réside dans l'instinct, dans le plaisir et dans le déplaisir primitifs (2), il fallait reconnaître aussi que ces deux sentiments ancestraux étaient dus à des courants afférents. Quoi qu'on dise, quoi qu'on prétende, la conscience ne peut avoir pour intermédiaire, dans l'émotion, que ces courants afférents (3).

Le Dr Dufour ne manque pas d'écrire que, dans l'émotion, le deuxième processus, le courant centripète, périphérie → cerveau, a de l'importance et produit l'émotion (4). Notre âme ne peut être émue par la première impression. La deuxième seule, qui vient de la périphérie (viscères, etc...), crée l'émotion (5). Il se sert d'un exemple que l'on peut étroitement comparer à celui que cite W. James. Dans le cas où un objet fait impression sur l'organe de la vision, il y a, d'abord, une perception pure et simple de la part du cerveau. Mais, pour qu'il y ait émotion, il faut que le système nerveux viscéral ou périphérique soit impressionné. Celui-ci renvoie aussitôt au cerveau « l'impression de la modification agréable ou désagréable que les organes intérieurs en ont reçue, et provoque ainsi, de sa part, une nouvelle perception (6) ». Notre

(1) James, *Théorie de l'émotion*, p. 154.
(2) *Ibid.*, p. 155.
(3) *Ibid.*, p. 156.
(4) Dufour, t. II, pp. 393 et 394.
(5) Dufour, t. II, p. 393.
(6) James (*Théorie de l'émotion*, p. 159) admet indifféremment les expressions « perception et sensation organique ».

âme ne prend connaissance que de cette deuxième perception (1).

James, de son côté, a soin d'expliquer non seulement que l'émotion n'est pas une sensation primaire « directement éveillée par l'objet ou la représentation, mais une sensation secondaire indirectement éveillée, l'effet primaire consistant dans les changements organiques, réflexes immédiats qui suivent la présence de l'objet (2) ». Reportons-nous, maintenant, à l'exemple approprié : « Un objet tombe sous un organe sensoriel, affecte une partie corticale et il est perçu. Ou bien, cette dernière partie, excitée intérieurement, donne naissance à l'idée de cet objet. Prompts comme l'éclair, les courants réflexes descendent à travers leurs voies préétablies, modifiant l'état des muscles, de la peau et *des viscères, et ces modifications perçues* comme l'objet original, en autant de parties du cortex, se combinent avec lui en un état de conscience et le transforment d'un objet simplement représenté, en un objet senti émotionnellement (3). »

b) *Ce processus afférent se produit-il par ricochet ?* M. Bergson m'écrivait, il y a quelque temps : « Je ne vois pas, dans votre mémoire, que la conscience d'une émotion nous revient de la périphérie au centre par une espèce de *ricochet* : or, c'est là ce qu'il y a de plus saillant, de plus séduisant dans la théorie de James. »

Il m'est facile de montrer que James n'a jamais employé le terme de *ricochet*, pour définir le processus afférent, la vague diffusive secondaire qui va vers le cerveau (4). Il n'a pas fait usage de ce mot et il ne s'est pas servi non plus d'expressions synonymes ou analogues. S'il avait parlé de ricochet, cette métaphore aurait surpris, car elle paraîtrait étrange et obscure dans la langue, et surtout dans la science du physiologiste : de près ni de loin, elle ne saurait correspondre à aucun fait. Si W. James nous parle de la perception secondaire, c'est-

(1) Dufour, t. II, p. 393.
(2) *Théorie de l'émotion*, p. 139.
(3) *La Théorie de l'émotion*, p. 106.
(4) *Ibid.*, p. 145.

à-dire de celle qui porte sur les mouvements organiques de la périphérie, il se contente presque toujours de la déterminer ou de la caractériser par une marche centripète ou afférente ; il parle rarement, au contraire, de la marche diffusive, ce qui semblerait prouver qu'il ne s'agit là que d'une figure, que d'une image sans grande importance.

Il ne faut pas songer non plus à reprocher à Dufour de n'avoir pas employé un terme, une expression qui n'aurait aucun sens aujourd'hui. D'abord, l'activité cérébrale consiste à transformer les impressions qui lui viennent de la périphérie, par conduction pure et simple, en sensations proprement dites (1). La sensibilité périphérique se transmet de « proche en proche », à un centre commun (le cerveau) (2). Une autre fois, il écrira, et cette fois il songe nettement aux émotions : « Le cerveau *reçoit* beaucoup d'impressions, qui lui viennent de l'intérieur de l'organisme (3). » Plus bas, il rappelle les impressions qui lui *arrivent* (au cerveau) des organes internes (4). On le voit, Dufour songe à un fluide, ou à un courant qui chemine de la circonférence au centre, mais, en aucun cas, l'idée de retentissement par ricochet, ou de ricochet seulement ne lui vient à l'esprit. L'objection de M. Bergson ne me semble donc pas fondée.

*
* *

III. — Les effets corporels d'une perception. — James, qui a une nature combative, se montra soucieux de répondre aux objections qui lui furent adressées dès qu'il eut fait connaître sa théorie. Le Dr Dufour, de son côté, s'est efforcé de prévenir, de ruiner, dès le début, quelques-unes des critiques qui furent adressées, plus tard, au psychologue américain, en se les adressant souvent à lui-même.

Voyons comment W. James formule la principale objection qui lui fut faite. On peut dire qu'il n'y a aucune preuve évi-

(1) Dufour, t. I, p. 46.
(2) Dufour, t. I, p. 125.
(3) Dufour, t. I, p. 195.
(4) Dufour, t. I, p. 195.

dente à l'appui de ce postulat, que des perceptions particulières produisent *effectivement* des effets corporels très étendus, par une *sorte d'influence physique* immédiate, antérieure à l'apparition d'une émotion ou d'une idée émotionnelle (1).

James répond victorieusement par des faits, pris dans la vie normale et dans la vie pathologique : enfant qui s'évanouit instantanément en voyant saigner un cheval, etc..., phobies subites dues à des troubles nerveux, etc... (2).

De mes deux auteurs, c'est Dufour qui me fournira les arguments qui proviendront de la vie normale et c'est Blaud qui me donnera au moins un exemple, emprunté à la vie pathologique.

a) *Dufour.* — « On me demandera peut-être comment il se fait, d'après ce que je viens d'énoncer, que *la vue seule* d'un objet *puisse faire naître une passion vive*, et on m'objectera que, puisque le cerveau a reçu directement l'impression du dehors, notre âme doit nécessairement en prendre connaissance avant *que notre système nerveux viscéral soit ébranlé, ce qui impliquerait contradiction* avec ce que j'ai avancé. »

Avant de résoudre nettement cette question, il juge utile — tout comme M. James — de montrer que le cerveau, organe de la vie de relation, est relié « *par une infinité de réseaux* avec le plexus solaire (le sympathique, dirions-nous aujourd'hui et que, grâce au pneumogastrique », le cœur, les viscères peuvent être mis *rapidement* en relation avec le cerveau et les appareils sensoriels.

Que se passe-t-il lorsqu'une passion (émotion) survient chez nous ? Est-elle d'origine visuelle ? « Le nerf optique transmet cette impression au cerveau qui la perçoit et produit, par sa réaction sur l'organe impressionné, le phénomène de la vision. Mais ce phénomène ne serait ni agréable, ni désagréable... si la réaction cérébrale n'aboutissait qu'au globe de l'œil. »

Le cerveau ne saurait être, malgré sa sensibilité délicate, le siège de nos émotions. La réaction du cerveau se fait sentir en même temps, dans le système nerveux viscéral, « qui ren-

(1) *L'Emotion*, p. 74.
(2) *Ibid.*, pp. 75 et suiv.

voie aussitôt au cerveau l'impression vitale (1) agréable ou désagréable que les organes intérieurs en ont reçue ». Le cerveau perçoit alors une deuxième fois. Seule, la deuxième perception a de la valeur. La première, soit qu'elle soit trop rapide, soit qu'elle soit trop effacée par l'énergie de la seconde, ne compte pas (2). Notre âme ne peut connaître « que de la nature de notre émotion ». Elle n'a pas d'idées précises sur « la cause qui peut la déterminer », etc. (3).

b) C'est pour des raisons d'un ordre élevé que le Dr Blaud explique qu'il est nécessaire qu'une perception, qui ne fait pas intervenir immédiatement le cerveau, s'irradie directement dans les viscères et dans la périphérie. « L'homme ne peut exister sans exercer son intelligence, et, par conséquent, sans établir des rapports entre les objets extérieurs et lui. Mais, pour cela, il fallait qu'un certain attrait agît sur son âme, et qu'il y fût sollicité par le plaisir, comme il fallait qu'un sentiment de peine l'empêchât de se livrer aux relations qui pourraient lui nuire. *Le jugement* toujours tardif, et ne développant par lui-même aucune sensation, n'aurait pu lui suffire dans le plus grand nombre des circonstances, et il avait *besoin* d'un excitant plus prompt, et dont les impulsions fussent vivement perçues, pour le déterminer à agir. Or, le sentiment est ce puissant mobile...

« Or, ces sentiments de plaisir et de peine qui dirigent l'homme dans ses relations, et qui sont à sa vie morale ce que sont les sens de l'odorat et du goût à sa vie physique, ne proviennent que de modifications organiques internes *développées à la vue* des objets qui l'entourent par la réaction de son appareil encéphalique sur les viscères... etc. (4) ».

c) C'est dans la vie pathologique que Blaud trouve des exemples clairs et précis de ce que peut, sur l'état mental général,

(1) Voir plus haut, le sens banal de *vital*.

(2) Voir l'article de Piéron, cité p. 1. Cet auteur montre notamment que cette première impression n'est pas consciente.

(3) T. II, p. 391 à 394.

(4) T. II, pp. 162-163.

sur les sentiments surtout, un désordre organique directement perçu.

« Dans l'hypocondrie, il y a des modifications organiques internes, perceptibles, très intenses, de là une perception qui fait ressentir un trouble intérieur d'où naissent un malaise indéfinissable, la tristesse, le dégoût de la vie et même le suicide, etc. (1) ».

*
* *

IV. — Rôle des modifications viscérales dans l'émotion. — M. Bergson s'est étonné que Dufour et Blaud fondent exclusivement leur théorie des passions sur les sensations viscérales. Les sensations musculaires, la conscience des attitudes, les mouvements automatiques du corps ne seraient pas retenus par eux.

a) J'estime d'abord que Dufour et Blaud, en basant avant tout leur théorie sur les sensations viscérales, n'agissent pas autrement que W. James. Celui-ci a répété maintes fois que les facteurs viscéraux sont les plus importants dans l'émotion. Je ne citerai que les passages les plus intéressants : « On ne tient pas compte des facteurs viscéraux, si difficiles à localiser, et, pourtant, il semble bien que ce soient les plus importants de tous (2). »

Dans l'acte de s'enfuir, « les mouvements viscéraux paraissent, de beaucoup, les plus importants (3) ». « Pour que la vague diffusive émotionnelle soit complète, il faut que les facteurs viscéraux s'y ajoutent (4). »

Mais, jusqu'ici, il s'est contenté de parler du rôle prépondérant des phénomènes viscéraux ; il n'a pas encore exprimé toute sa pensée sur ce point. Le Dr Sollier lui fournira l'occasion de se convaincre que ces phénomènes sont *tout* dans l'émotion. Les expériences cruciales qu'a faites cet auteur lui font plaisir et il s'empresse de les mentionner : « Quand l'anes-

(1) T. II. pp. 165-166.
(2) W. James, *la Théorie de l'émotion*, p. 159.
(3) *Ibid.*, p. 146.
(4) *Ibid.*, p. 159.

thésie est seulement viscérale, l'émotion est abolie presque aussi complètement que dans le cas d'anesthésie totale, de sorte que l'émotion dépend presque exclusivement des sensations viscérales (1). » Une autre fois, répondant à Irons, il s'avance jusqu'à dire que, si les troubles viscéraux seuls avaient de la chaleur (émotionnelle), il ne faisait aucune difficulté à accepter ce fait (2.)

b) Mais, d'autre part, ni Dufour ni Blaud n'ont été embarrassés pour faire entrer en ligne de compte les phénomènes circulatoires (qui sont si importants selon Lange) et les manifestations mimiques et musculaires, qui retiennent beaucoup l'attention de James. Il faut toutefois reconnaître que si ces phénomènes secondaires sont mentionnés et notés par Dufour et Blaud dans les descriptions spéciales des passions, ils les utilisent fort peu dans l'exposé général de leur théorie. Je tiens à montrer, cependant, qu'ils sont loin de méconnaître le rôle des ces adjuvants.

Le Dr Dufour s'explique très nettement : « Mais les nerfs viscéraux ne sont pas les seuls agents qui sont appelés à stimuler cet organe (le cerveau), *le cœur*, les vaisseaux artériels qui lui portent l'aliment (au cerveau) indispensable à sa vie et à son action, le placent (le cerveau) sous une influence puissante de la part du cœur.

« Or, lorsqu'à l'explosion d'une passion ardente, la circulation s'accélère, le cœur se contracte avec énergie, *pousse avec force vers le cerveau* de fréquentes colonnes d'un sang chaud et stimulant, il est évident que cet organe (le cerveau) en reçoit une excitation intense, etc. (1). »

Le Dr Blaud va se montrer plus explicite encore :

« Quelques physiologistes avaient placé ces facultés (facultés affectives) dans le système nerveux de l'abdomen, parce que c'est dans cette cavité que nous rapportons les sensations agréables ou douloureuses que nous éprouvons à la suite des émotions vives ; ils n'étaient pas plus fondés à regarder ces ganglions et ces plexus (abdominaux), comme le siège

(1) W. James, *l'Emotion*, p. 166.
(2) *Ibid.*, p. 149.
(3) T. II, pp. 395 et 400-401.

des affections morales, que les autres parties de l'organisation qui sont susceptibles d'être modifiées par nos perceptions et nos idées, *comme le cœur* ou même encore *le système musculaire* (1). »

Les copieuses citations que je viens de faire connaître m'autorisent à souhaiter que l'on ne dise plus que W. James fonde surtout sa théorie des émotions, sur les sensations musculaires et de mimique. Quand on suit, pas à pas, les éclaircissements et les développements successifs qu'il a fournis depuis l'apparition du premier et sensationnel article, c'est-à-dire depuis 1884, l'on peut bien dire que, dès 1890, dans *Principles of Psychology*, il s'est efforcé de montrer qu'il attribuait un rôle primordial aux sensations viscérales et que, s'il mettait fréquemment en valeur les phénomènes musculaires, c'était surtout parce que l'influence des viscères se constatait beaucoup plus facilement qu'elle ne s'analysait ou se déterminait.

*
* *

V. — L'Emotion et les individus. — M. James s'est plu à montrer longuement que les symptômes et l'intensité des effets de l'émotion varient d'un homme à l'autre : il voit dans ces variations des documents précieux pour la psychologie des sentiments (2).

Dufour insiste surtout sur les conditions exogènes qui modifient la réactivité : l'âge, le sexe, le tempérament, les anomalies organiques, l'éducation, etc., influent beaucoup sur les symptômes et sur l'intensité des émotions (3). W. James, assurément, n'est pas plus explicite sur ce point.

Blaud, tout en étant plus bref, nous fait connaître la cause essentielle des variations individuelles. Elle réside dans le degré de « perceptivité interne ». On conçoit, en effet, qu'elles (les émotions) doivent être d'autant plus vives que les modifications organiques produites par la réaction de l'encéphale sont elles-mêmes plus intenses. Voilà pourquoi, de deux

(1) *Prolégom.*, t. I, p. 179.
(2) *L'Emotion*, pp. 148 et suiv.
(3) T. II, pp. 371 à 388.

individus qui sont soumis à l'action d'une même cause morale, l'un s'en montre profondément affecté, tandis que l'autre en ressent à peine l'influence. « *Le premier* perçoit vivement une modification organique », qui a une grande intensité, tandis que, chez le second, « cette modification organique est presque nulle, etc. (1) ».

V. — Conclusions générales.

Ainsi que nous venons de le voir, les philosophes des époques les plus reculées ont eu l'idée de faire jouer un rôle important à l'organisme dans les phénomènes passionnels. Les cartésiens, gênés par leur dualisme, se sont vus obligés d'admettre un double processus : pour eux, c'est tantôt l'âme qui provoque des « tempêtes » dans le corps, tantôt, au contraire, c'est le corps qui dispose l'âme à telle ou telle passion ou augmente la véhémence de son trouble. Seul Bichat, l'un des promoteurs les plus convaincus du matérialisme contemporain, a pu, quoiqu'il fût servi par une mauvaise physiologie, préparer l'éclosion de la théorie de Blaud et de Dufour. Elle a été à nouveau formulée d'une manière intéressante par W. James et par Lange. Est-ce à dire que le Dr Blaud, et surtout le Dr Dufour, aient accepté sans restrictions les arguments de Bichat ? Nous avons pu voir que le Dr Dufour trouve par trop « simpliste » la physiologie de Bichat sur les passions. Il s'empresse de la réfuter. Que s'est-il passé de 1830 à 1884 ? Comment relier les travaux des deux médecins que je viens de tirer de l'oubli, peut-être, à ceux des psychologues contemporains ? Ce serait une tâche trop ardue, trop au-dessus de mes modestes forces. A tout le moins, comment pourrait-on expliquer les idées de Blaud et de Dufour ? Ces deux auteurs ont pleinement conscience que leurs prédécesseurs avaient mal expliqué les passions et faussement interprété leur mécanisme. Ils ne semblent relever d'aucune autorité ; ils donnent l'impression qu'ils sont des inventeurs purs et simples. Cette idée était-elle « dans l'air » à cette époque ? C'est encore fort pos-

(1) T. II, p. 165.

sible. Pourtant, le Dr Dufour sait sciemment qu'il soutient des idées nouvelles, personnelles, sur les émotions !... Nous ne devons pas oublier que, de la fin du XVIIIe siècle aux premières décades du XIXe, les partisans de Stahl et de Barthez défendaient énergiquement leurs idées. Celles-ci ont-elles influé, d'une manière appréciable, sur les opinions de Dufour et de Blaud ? Je ne le pense pas ; dans tous les cas, je n'ai rien pu distinguer chez ceux-ci qui me permette d'établir une filiation intéressante. Dufour et Blaud soutiennent — surtout Dufour — un spiritualisme rajeuni, expurgé, débarrassé des hypothèses trop spéculatives.

Dufour pense que les spiritualistes ont eu tort de porter toute leur attention sur les problèmes — quasi insolubles — de la nature de l'âme et de l'activité de ses facultés. Ce sont des philosophes incomplets (1). De leur côté, les matérialistes lui apparaissent comme naïfs et superficiels : Bichat, lui-même, n'est pas épargné (2). Il ne peut surtout pas comprendre que Cabanis ait pu écrire que « le cerveau digère la pensée comme l'estomac et les intestins digèrent les aliments (3) ». Il traite ensuite avec la même dureté les travaux de Destutt de Tracy, de Volney et de Lamétrie (4).

De son côté, Blaud se montre — et nous le savons déjà — un adversaire résolu, mais un peu systématique des matérialistes (5). C'est pourquoi, en psychologie, pour faire pièce à ceux-ci, il voudra que le cerveau soit l'humble serviteur de la périphérie. Il faut bien reconnaître que Bland voit moins loin et moins justement que Dufour. Celui-ci a étayé sciemment, logiquement sa doctrine psychologique, tandis que celui-là craint trop de dépasser le domaine des simples observations. Dufour s'est nourri fortement à l'école des Bichat et des Broussais. Il leur doit sa précision scientifique et sa solide logique. Pour lui, la vie psychique se divise en deux parties bien distinctes ; il fait songer à l'élégant schéma que Grasset, de Montpellier,

(1) Dufour, t. I, pp. 3, 4, 5, 19 et 36.
(2) Dufour, t. I, pp. 4 et 19.
(3) Dufour, t. I, pp. 19 et suiv.
(4) Dufour, t. I, pp. 19 et suiv.
(5) Blaud, t. I, pp. 177, 178 et 179.

a inventé à notre époque. En haut, dans l'âme, réside la conscience supérieure, la conscience proprement dite (moi sus-polygonal) ; en bas, il rencontre la conscience inférieure, celle du moi vital (moi polygonal). Celle-ci se compose des instincts en général, des impressions, des sensations, des perceptions et de la mémoire ; celle-là *(clamante conscientia)*, constitue le moi de l'existence, le moi de la volonté (1). Ce dualisme, ou, si l'on veut, cette hiérarchie psychique lui permet aisément de ranger les émotions sous la dépendance du moi vital ou instinctif et de prouver qu'elles se répercutent ensuite dans le moi intelligent (2). En définitive, si en métaphysique, le spiritualisme amendé de Dufour se complète d'un dualisme (3) plus apparent que réel ou plus accidentel que constant, je pense qu'en psychologie il est plus original, plus personnel — je parle de ses théories psychologiques en général — et que les historiens trouveraient peut-être chez lui des esquisses de la théorie ou de la méthode que l'on nomme aujourd'hui le *parallélisme* psycho-physique. Mais, pour tout dire, qu'il s'agisse de Blaud ou de Dufour, nous les voyons également désireux de déclarer que leur théorie sur les émotions constitue une réplique à celle qu'ont émise les matérialistes. Ici encore, l'on pourrait les rapprocher de James, parce qu'il se défend, lui aussi, d'avoir conçu une théorie matérialiste sur les émotions.

Arrivé au terme de ma démonstration, je crois avoir le droit de dire que, malgré le parallèle serré que j'ai pu établir entre les arguments principaux et secondaires de Dufour et de Blaud, d'une part, de James et de Lange, d'autre part, je n'ai pas eu l'impression, à aucun moment de cet exposé, que les premiers auteurs — en date — d'une théorie physiologique des émotions aient omis quelque chose d'essentiel ou d'utile dans leur argumentation. Plus d'une fois même, j'ai noté, soit dans le choix des exemples, soit dans la disposition des arguments, une telle ressemblance que je ne pouvais croire à une coïncidence purement fortuite. Et pourtant, le doute s'est progressivement dissipé dans ma conscience. Est-ce à dire que James et

(1) Dufour, t. I, p. 388.
(2) Dufour, t. II, pp. 388-389.
(3) Dufour, t. I, p. 49.

que Lange, mais surtout James, n'aient rien apporté de nouveau en pareille matière ? Certes, je reconnais que, sur certains points de détail, notamment au sujet de la physiologie du cerveau, ils ont infusé, sans le savoir, à la théorie qui était connue, dès 1830, des qualités de documentation et d'exposition méthodiques qui caractérisent notre époque, qualités qui sont surtout réelles dans l'œuvre de W. James ; mais, en cela seulement, ils ont fait preuve d'originalité.

La paternité d'une théorie physiologique des émotions, telle que l'ont illustrée, cinquante ans après, W. James et Lange, revient donc, en toute justice, au Dr Dufour surtout, au Dr Blaud ensuite. Je souhaite que ces deux médecins français soient désormais considérés comme les premiers auteurs, que dis-je ? comme les créateurs d'une théorie physiologique des émotions, que l'on attribuait jusqu'ici, et bien à tort, à W. James et à Lange.

LE PROBLÈME DE L'ÉDAPHISME

(Rapports trophiques et géographiques des Plantes avec le Sol)

RÉCENTS TRAVAUX DES BOTANISTES ITALIENS

EXPOSÉ DES MÉMOIRES DU Dr GIUSEPPE GOLA

PAR

Claudius ROUX
Docteur ès sciences

AVANT-PROPOS

Depuis la publication de notre ouvrage sur les *Rapports des plantes avec le sol* (1), cette question, si importante au double point de vue de la biologie végétale et de la géographie botanique, n'a cessé d'être à l'étude ; dès avant 1900, et surtout dans les années qui suivirent, les botanistes italiens s'y étaient attachés ; un certain nombre d'entre eux firent connaître, par des mémoires intéressants, le résultat de leurs recherches, en particulier le Dr Giuseppe Gola, de l'Institut botanique de Turin, qui s'est rapproché le plus de la solution du problème en s'appliquant à l'étude des solutions ou liquides circulant dans le sol plutôt qu'à l'étude du sol lui-même.

Nous croyons donc utile, pour compléter et mettre au point notre propre ouvrage devenu insuffisant, d'appeler l'attention

(1) *Traité historique, critique et expérimental des rapports des plantes avec le sol et de la chlorose végétale*, par Cl. Roux, avec une *Préface* de M. le Dr Ant. Magnin, doyen de la Faculté des sciences et directeur de l'Institut botanique de Besançon, 1 vol. in-8 de xxii-469 pp., avec 1 tableau et 21 pl. h. texte, Paris et Montpellier, 1900.

des savants français sur ces travaux récents de leurs collègues italiens ; nous insisterons principalement sur les très originaux et très importants mémoires du Dr Gola. Nous prions ce distingué botaniste — qui a bien voulu nous donner des renseignements bibliographiques et nous autoriser à publier (1) la traduction résumée de ses recherches — de trouver ici l'expression de nos félicitations pour ses belles études et de nos remerciements pour son amabilité.

(1) Avec l'agrément de M. le professeur R. Pirotta, directeur des *Annali di Botanica*, dans lesquelles ont paru les mémoires du Dr Gola.

PREMIÈRE PARTIE

BIBLIOGRAPHIE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX ITALIENS

RELATIFS A L'ÉDAPHISME

1830. Lambruschini (R.). — Etudes publiées dans *R. Accademia dei Georgofili*, Firenze, 1830.

1844. Cesati (V.). — *Saggio sulla geografia botanica e su la flora della Lombardia*, Milano, 1844.

1874. Paglia (E.). — *Valli Salse di Sermide nel Mantovano* (Atti. Soc. Ital. Scienze Nat., vol. XVII).

1878. Parlatore (Ph.). — *Etudes sur la géographie botanique de l'Italie*, Paris, 1878.

1886. Sestini (F.). — *Dei singolari meriti di Giuseppe Gazzeri*, Pisa, 1886.

1888. Macchiati (L.). — *Contribuzione alla flora del gesso* (N. Giorn. Bot. Ital., t. XX, 1888).

1891. Macchiati (L.). — *Seconda contribuzione alla flora del gesso* (N. Giorn. Bot. Ital., 1891).

1893. Baldacci (A.). — *La stazione delle « Doline ». Studi di Geografia botanica sul Montenegro e sugli altri paesi finitimi* (Nuovo Giornale Botan. Ital., n. ser., 1893, Firenze).

1894. Crugnola (G.). — *La Vegetazione del Gran Sasso d'Italia*, Teramo.

1895. Nicotra (L.). — *Influenza del calcare sulla vegetazione* (Malpighia, t. IX, 1895).

1896. Ugolini (U.). — *Sulla Flora della Valtrompia, note di Geografia botanica* (Commentari dell'Ateneo di Brescia pel 1896, Brescia).

1897. Baldacci (A.). — *Del posto che occupa in geografia botanica la flora del Bolognese e dell' Emilia* (Annali della Soc. Agraria di Bologna, 1897, Bologna).

1897. Brizi (U.). — *Studi della Flora briologica del Lazio* (Malpighia, vol. XI, 1897).

1898. Delpino (F.). — *Studi di geografia botanica secondo un nuovo indirizzo* (Mem. R. Accad. delle Scienze di Bologna, ser. V, t. VII, 1898).

1898. Sabbadini (A.). — *Saggio sulla distribuzione geografia dei vegetali nel distretto di Spilimbergo*, Padova, 1898.

1899. Sestini (F.). — *Il terreno agrario* (*in* N. Enciclopedia agraria Italiana, parte III, Torino, 1899).

1899. Ugolini (U.). — *Nota preliminare sulla flora degli Anfiteatri morenici del Bresciano* (Comment. d. Ateneo di Brescia, 1899).

1899. Ugolini (U.). — *Flora degli anfiteatri morenici del Bresciano* (id. 1899).

1900. Sommier (S.). — *L'Isola del Giglio e la sua Flora*, Torino.

1900. Ugolini (U.). — *Appendice alla flora degli Anfiteatri morenici* (Id. 1900).

1900. Ferraris (T.). — *Florula crescentinese e delle colline del Monferrato* (Nuovo Giorn. Bot. ital., 1900. Firenze).

1900. Vaccari (L.). — *La Continuatà della Flora delle Alpi Graie intorno al M. Bianco* (Nuovo Giornale Bot. Italiano, n. ser., 1900, Firenze).

1901. Vaccari (L.). — *Flora cacuminale delle Valle d'Aosta* (Id. 1901).

1901. Baccarini (P.). — *Appunti sulla Vegetazione di alcune parti della Sicilia orientale* (N. Giorn. Bot. Ital., N. Ser. VIII). P

1901. Béguinot (A.). — *La Flora dei depositi alluvionali del Basso Corso del Fiume Tevere* (N. Giorn. Bot. Ital., N. Ser. VIII).

1901. Ugolini. — *Esplorazioni botaniche in Val Sabbia* (Commentarii dell'Ateneo di Brescia, 1901).

1901. Lorenzi (A.). — *Prime note fitogeografiche sulla flora dell' anfitealro morenico del Tagliamento e della pianura friulana* (Malpighia, a. XV, fasc. I, 1901, Genova).

1901. Cavara (F.). — *La Vegetazione della Sardegna meridionale* (N. Giorn. Bot. Ital., N. Ser. VIII).

1902. Cavara (F.). — *Ricerche crioscopiche sui vegetali* (Rendic. Congr. naz. botan. di Palermo, 1902).

1902. Béguinot (A.). — *L'Arcipelago Ponziano e la sua flora* (Boll. Soc. Bot. ital., 1902).

1902. Soave (M.). — *Chimica Vegetale e Agraria*, Torino, 1902.

1903. Farneti (R.). — *Aggiunte alla flora pavese e ricerche sulla sua origine* (Atti d. Ist. Bot. dell' Univers. di Pavia, 1903).

1903. Ferraris (T.). — *Florula crescentinese e delle collina del Monferrato* (Nuovo Giorn. Bot. Ital., 1903).

1903. Sanna (A.). — *Influenza del sale marino sulle piante* (Staz. Sper. Agr., t. XXVIII, 1903).

1903. Vaccari (L.). — *La Flore de la Serpentine, du Calcaire et du Gneiss dans les Alpes Graies orientales*, Aoste, 1903. — *Un Coin ignoré dans les Alpes Graies* (Bull. de la Fl. val., t. I.).

1903. Sommier (S.). — *La Flora dell' Arcipelago Toscano* (N. Giorn. Bot. Ital., N. Ser., vol. X).

1903. Marchesetti (C.). — *Appunti sulla flora egiziana* (Atti del museo civico di Storia naturale di Trieste, vol. IV, serie nuova, 1903).

1903. Béguinot (A.). — *Contribuzione alla Briologia dell' Arcipelago Toscano* (N. Giorn. Bot. Ital., N. Ser., vol. X).

1904. Béguinot (A.). — *Saggio sulla flora e sulla fitogeografia dei colli Euganei* (Mem. d. Soc. Geogr. Ital., 1904).

1904. Béguinot (A.). — *Risultati principali di una campagna botanica sui Colli Berici* (Boll. Soc. Bot. It., 1904).

1905. Béguinot (A.). — *Notizie intorno a due colonie eterotopiche della flora Montovana* (Atti d. Accad. Scient. Veneto-Trentina-Istriana, 1905).

1905. Béguinot (A.) et Traverso (G.-B.). — *Ricerche intorno alle arboricole della Flora italiana* (Nuovo Giorn. Bot. Ital., N. Ser., vol. XII).

1905. Casu (A.). — *Contribuzione allo studio della flora delle Saline di Cagliari* (Annali di Botanica, vol. II, fasc. III, 1904).

1905. Cavara (F.). — *Risultati di una serie di ricerche crioscopiche sui Vegetali* (Palermo Contrib. Biolog. Veget.).

1905. Lopriore (G.). — *Studi comparativi sulla Flora lacustre della Sicilia*, Catania, 1905).

1905. Ponzo (S.). — *La Flora psammofila del litorale di Trapani* (Il Naturalista siciliano, ann. XVII, pp. 19, Palermo, 1905).

1905. Gortani (L.). — *Flora Friulina*, Udine.

1905. Béguinot (A.). — *La Vegetazione delle isole ponziane e napolitane. Studio bio-geografico e floristico* (Ann. di Bot., vol. III, con una carta, Roma, 1905).

1905. Zodda (G.). — *Sulla Vegetazione del Messinese ; saggio di ecologia botanica* (Mem. R. Acc. degli Zelanti in Acireale, classe di Scienze, ser. III, vol. III, 1905).

1905. Gola (G.). — *Ricerche sui rapporti tra i tegumenti seminali e le soluzione saline* (Ann. di Bot. del prof. Pirotta, 1905).

1905. Gola (G.). — *Studi di rapporti tra la distribuzione delle piante e la costituzione fisico-chimica del suolo* (Annali di Botanica, vol. III, fasc. III, Roma, 1905). Mémoire traduit ci-après.

1905. Negri (G.). — *La Vegetazione della Collina di Torino* (Accad. reale di Scienze di Torino, 1905).

1905. Negri (G.). — *La Vegetazione delle Colline di Crea* (Id., 1906).

Dans ce dernier travail du docteur Negri, nous signalons l'intéressante répartition, que nous reproduisons ci-après, des plantes de Crea en dix-huit associations ou stations :

Associations établies sur les terrains influencés d'une manière continue, directe ou indirecte, par l'homme.

- Stations culturales. Association des plantes :
  1. Des champs cultivés.
  2. Des moissons.
  3. Des prairies.
  4. Des haies.
- Stations rudérales. Association des plantes
  5. Des rues et chemins.
  6. Des murailles.
  7. Des décombres.

- 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 sees occupées par les associations des plantes xérophiles.
    - Association des plantes :
      - 8. Ombrophobes revêtant discontinuellement un terrain sableux.
      - 9. Revêtant un terrain argileux.
      - 10. Des prés secs.
      - 11. Des buissons et bruyères xérophiles.
      - 12. Des bois à feuillus xérophiles.
  - Stations à sols frais occupées par les associations des plantes microthermes.
    - Association des plantes :
      - 13. Des broussailles à mésophytes.
      - 14. Des bois à feuillus mésophytes.
  - Stations à sol humide occupées par les associations des hygrophytes.
    - Association des plantes :
      - 15. Des prés marécageux.
      - 16. Des bords des étangs.
  - Stations à sol constamment recouvert d'eau.
    - Association des plantes :
      - 17. Immergées.
      - 18. Nageantes.

A la fin de son mémoire, Negri donne la liste des espèces spontanées et subspontanées des collines de Crea, en faisant suivre le nom de chacune d'elles d'un signe placé dans une des dix-huit colonnes qui correspondent aux dix-huit associations du tableau ci-dessus. Cette méthode d'établir, pour chaque flore locale, un tableau des associations et d'y ranger les espèces, mériterait d'entrer dans la pratique courante. Les catalogues, soi-disant *raisonnés*, qui ne sont souvent qu'une simple et peu utile énumération des espèces, y gagneraient beaucoup en intérêt.

1906. Negri. — *Le Stazioni di piante microterme della pianura torinese* (Atti Congresso dei Naturalisti italiani, Milano, 1906).

1906. Negri (S.). — *Sulla Flora briologica della Penisola Sorrentina* (Atti R. Acc. Scienze Torino, vol. XLI).

1906. Casu (A.). — *Ricerche biochimiche sulla Salsola Tragus* (Biologica, vol. II).

1906. Béguinot (A.). — *Appunti fitogeografici sul M. Conero di Ancona* (Rivista Ital. di Scienze Naturali, anno XXVI, p. 32-41, Siena, 1906).

1906. Cozzi (C.). — *Sulla Flora arboricola del gelso* (Atti Soc. Ital. Sc. Nat., XLIV, 1906).

1905-1907. Ugolini (U.). — *Contributo alla Florula arboricola della Lombardia e del Veneto* (Comm. Ateneo di Brescia, 1905 ; Secondo Contributo, etc., Id., 1907).

1907. Morteo (E.). — *Flora alluvionale di un tretto del Torrente Orba negli anni* 1904-1906 (Malpighia, t. XX, Genova, 1907).

1907. Pavarino (L.-G.). — *Intorno alla Flora del Calcare e del Serpentino nell' Appennino Bobbiese* (Atti Istit. Bot., Pavia, ser. II, t. XII).

1907. Béguinot (A.). — *Le attuali conoscenze sulla Flora lagunare ed i problemi che ad essa si collegano* (In *Ricerche lagunari* pubbl. dal R. Ist. Ven.).

1907. Béguinot (A.). — *La Vegetazione delle isole liguri di Gallinaria, Bergeggi, Palmaria, Tino et Tinetto* (Annali Museo Civico di Storia Nat. Genove, ser. III. vol. III, Genova, 1907).

1907. Calestani (V.). — *La Vegetazione dei dintorni d'Orvieto* (Nuovo Giornale Botanico Italiano, vol. XVI, nuovo serie, Firenze, 1907).

1907. Cecchetani (A.). — *La Torbiera di Campotosto* (Annali di Botanica, t. VI, Roma, 1907).

1908. Sommier (S.). — *Le Isole Pelagie e la loro Flora* (App. al Boll. R. Orto Bot. Palermo, vol. V-VI-VII).

1908. Fiori (Adriano). — *Flora analitica d'Italia* (Introduzione geobotanica).

1908. Peglion (V.). — *Colonie alofile e salsedine nei terreni del Ferrerese* (Staz. Sper. Agr. Ital., XLI).

1908. Pavarino (G.-L.). — *Intorno alla Flora del Calcare e del Serpentino nell' Appennino Bobbiese. Seconda Contribuzione* (Atti R. Istit. Bot. Pavia, ser. II, vol. XIV).

1908. Cozzi (C.). — *Le Arboricole del Salcio nell' Agro Abbiatense* (Atti Soc. Ital. Sc. Nat., XLVII, 1908).

Nombreuses autres notes du même auteur, parues de 1902 à 1910, dans ces mêmes Actes.

1908. Negri (G.). — *Contributo alla briologia delle Isole Tremiti* (Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino, t. XLIII, 1908).

1908. Panebianco (H.). — *Osservazioni sulla Flora marnicola dei Colli di Teolo negli Euganei* (Atti Accad. Sc. Veneto-Trentina-Istriana, classe I, vol. V, Padova, 1908).

1908. Pirotta (R.). — *La Chimica fisica e la Biologia* (Atti della Soc. Ital. per il progresso delle Scienze, II, Firenze, 1908).

1908. Soave (M.). — *Intorno al meccanismo di azione del gesso impiegato in agricoltura* (Ann. R. Accad. Agric., Torino, t. LI, 1908).

1908. Vaccari (A.). — *Osservazioni ecologiche sulla Flora dell' Arcipelago delle Maddalena (Sardegna)* (Malpighia, vol. XXII, Genova, 1908).

1908. Vinassa de Regny (P.). — *Sul comportamento dei minerali nel terreno* (Stazione sp. Agr. Ital., vol. XLI, 1908). — *Geologia agraria.*

1909. Béguinot (A.). — *Ricordi di una Escursione botanica nel versante orientale del Gargano* (N. G. Bot. It., N. ser. XVI, 1909).

1909. Fino (V.). — *Sui sali solubili contenuti nel terreno pliocenico dei dintorni di Canale* (Ann. R. Accad. Agric. Torino, LII, 1909).

1909. Sommier (S.). — *La Flora dell' Isola di Pianosa nel Mar Tirreno* (Nuovo Giorn. Bot. Ital., N. Ser., XVI).

1909. Zodda (G.). — *Effetti del Terremoto del 28 dicembre 1908 sulla Vegetazione dei dintorni di Messina* (Boll. R. Orto Bot. Palermo).

1909. Vaccari (L.) et Wilczek (E.). — *La Vegetazione del versante meridionale delle Alpi Graie* (N. Giorn. Bot. It., XVI, n. ser., 1909).

1910. Badalla (Dr L.). — *Lo svernamento di alcune piante sempre verdi nel clima del Piemonte* (Ann. di Bot., VIII, 1910).

1910. Béguinot (A.). — *La Vegetazione delle Isole Tremiti e dell' Isola di Pelagosa* (Mem. della Soc. Ital. delle Scienze, serie III, t. XVI).

1910. Béguinot (A.). — *Una escursione botanica nel littorale delle provincia di Ferrare* (Boll. Soc. Bot. Ital., 1910).

1910. Negri (G.). — *Appunti di una escursione botanica nell' Etiopia meridionale* (Annali di Botanica, vol. IX).

1910. Casu (A.). — *Lo Stagno di Santa Gilla (Cagliari) e la sua Vegetazione ;* parte I (Mem. R. Acc. Scienze Torino, ser. II, t. LXI) ; parte II (Mem. R. Acc. Scienze Torino, ser. II, t. LXII).

1910. Minio (Dr Michelangelo). — *Sulla Flora alveale del fiume Piave* (Nuovo Giornale Botanico Italiana, n. serie, t. XVII, 1910).

1910. Montemartini. — *Sulla nutrizione e riproduzione nelle piante* (Atti Ist. Bot. Pavia, ser. II, vol. XIV, 1910).

1910. Gola (Dr Giuseppe). — *Saggio di una teoria osmotica dell' edafismo* (Annali di Botanica, t. VIII, fasc. III, Roma, 1910).

Aux travaux ci-dessus énumérés, relatifs à la Botanique italienne, nous pourrions adjoindre quelques mémoires concernant les régions limitrophes de l'Italie ou écrits par des botanistes non italiens. Signalons seulement les deux suivants :

1881. Calloni (S.). — *Notes sur la Géographie botanique du Tessin méridional,* 1881.

1903. Pampanini (Renato). — *Essai sur la Géographie botanique des Alpes et en particulier des Alpes sud-orientales* (thèse de l'Université catholique de Fribourg, 1903). Ce mémoire, conçu au point de vue purement phytostatique, est néanmoins très intéressant pour la géographie botanique, par le grand nombre d'espèces étudiées et par les très nombreuses cartes représentant la distribution de toutes ces espèces.

DEUXIÈME PARTIE

EXPOSÉ DES MÉMOIRES DU Dr GOLA SUR L'ÉDAPHISME

Premier Mémoire

ÉTUDES SUR LES RAPPORTS ENTRE LA DISTRIBUTION DES PLANTES ET LA CONSTITUTION PHYSICO-CHIMIQUE DU SOL (1)

Dans son introduction, le docteur Gola rappelle d'abord les travaux de ses devanciers, au point de vue notamment des propriétés absorbantes de la terre arable vis-à-vis des sels solubles qu'elle renferme : recherches de Gazzeri et Lambruschini (2), vers 1830, de Way, de Liebig, et, enfin, de Van Bemmelen. Les études que ce dernier savant a poursuivies sans interruption, depuis 1877 jusqu'à 1910, ont porté presque exclusivement sur les phénomènes d'absorption des terres végétales (absorption des sels et de la vapeur d'eau par la silice gélatineuse et les autres substances colloïdes du sol) et ont une importance considérable, non seulement au point de vue strictement scientifique de la chimie physique, mais aussi au point de vue agronomique (3).

(1) Nous devons la plus grande partie de cette traduction à l'extrême obligeance d'un de nos anciens élèves, actuellement professeur à l'Institut technique de Mérode à Rome, le Frère Paul-François ; nous le prions d'accepter ici l'assurance de notre profonde gratitude. Nous ne reproduisons pas *in extenso* la traduction du mémoire de Gola ; l'introduction a été résumée, et quelques passages, les moins utiles aux lecteurs français, ont été omis ou écourtés. Le Dr Gola ayant revu lui-même nos épreuves, notre exposé peut donc être considéré comme fidèle à la pensée de l'auteur.

(2) Pour les indications et références bibliographiques, se reporter au paragraphe précédent.

(3) Van Bemmelen, professeur à l'Université de Leyde depuis 1872, est né

Puis, après avoir bien voulu citer notre ouvrage de 1900, auquel il renvoie ses lecteurs pour ce qui concerne la partie historique et bibliographique, le Dr Gola, faisant précisément remarquer que le sol n'influe pas uniquement par la composition chimique et les propriétés physiques de son squelette siliceux ou calcaire, mais aussi par les substances, soit solubles, soit colloïdales, qu'il contient et qui y circulent, commence l'exposé des recherches qu'il a entreprises dans ce dernier sens, sous la direction du professeur Mattirolo. La division de son mémoire est la suivante :

I. *Propriétés physico-chimiques du sol.*
Généralités.
A. Rapports des solutions circulant dans le sol avec sa constitution chimique.
B. Rapports des solutions du sol avec ses conditions physiques.
C. Influence du revêtement végétal ancien ou contemporain.
II. *Comment la composition chimique du terrain influe-t-elle sur les plantes?*
III. *Les associations végétales et les solutions du sol.*
IV. *Recherches expérimentales sur les solutions du terrain.*
V. *Expériences sur la germination des plantes dans des solutions salines à concentrations variées.*
VI. *Conclusions.*

I

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL

Les corps qui, dans le sol, sont capables, dans des conditions déterminées, de prendre l'état colloïdal, soit celui d'hydrosol ou plus fréquemment celui d'hydrogèle, ne sont pas nombreux (1) : il y a, tout d'abord, parmi les substances organiques, les composés humiques, et parmi les substances inorga-

le 3 novembre 1830. L'Université de Leyde vient de célébrer solennellement le quatre-vingtième anniversaire de la naissance du savant chimiste, à qui un volume jubilaire a été remis, renfermant soixante mémoires, presque tous relatifs aux substances colloïdales. Entre autres travaux de Van Bemmelen, on pourra consulter : *Die absorptions verbindungen und der Absorptionsvermögen der Ackererden* (Landw. Versuchstat. t. XXXV). — *Die Zusammensetzung der Ackererde* (Id., t. XXXVII). — *Die Absorption* (Zeischr. f. anorganische Chemie, 1896, 1898, 1899).

(1) Cf. Sestini, loc. cit. ; Soave, loc. cit. ; Van Bemmelen, loc. cit. : Henri et Meyer, *Vos connaissances sur les colloïdes* (Revue gén. des sciences, t. XV, 1904).

niques, les hydrates d'alumine, de fer, de manganèse, les silicates zéolithoïdes, la silice hydratée ou l'argile plus ou moins pure. Si quelques-uns de ces corps se trouvent rarement dans le sol en quantités suffisantes pour en modifier la nature au point de vue des plantes qu'il héberge, certains autres, comme l'argile et l'humus, peuvent former presque, à eux seuls, les éléments constitutifs d'un terrain. D'autre part, dans le sol lui-même il y a toute une série de corps non susceptibles, sous leur état habituel, de devenir par eux-mêmes colloïdaux, c'est-à-dire sans s'associer ou se combiner avec d'autres. Parmi ces derniers, on peut citer entre autres les nitrates, les sulfates, les phosphates, les chlorures de potassium et d'ammonium, et aussi, quoique rarement, de sodium (sauf naturellement dans les endroits salés), les composés alcalino-terreux, tels que calcaire, plâtre, dolomie, carbonate et sulfate de magnésie, etc. Même parmi ceux-ci, il y en a qui, par suite de leur petite dose dans le sol, ont peu d'importance, mais les autres, par exemple les composés alcalino-terreux et le chlorure de sodium, ont souvent une importance semblable aux composés humiques et à l'argile, dans la détermination de la constitution fondamentale d'un terrain.

Jusqu'ici, parmi les éléments constitutifs du sol, j'ai énuméré tous les composés qui sont susceptibles d'être transportés dans le sol avec l'eau, à l'état de solution ou de pseudo-solution ; je néglige pour le moment ce qu'on est convenu d'appeler le squelette du sol, et, par suite, je ne parlerai pas non plus des composés siliceux tels que la silice anhydre et les silicates cristallins, incapables, comme tels, de prendre des propriétés colloïdales. Puisque, pratiquement, il n'existe guère dans la nature — et cela rendrait d'ailleurs toute végétation impossible — de terrain constitué uniquement de certains composés déterminés, absolument prédominants, de manière que celui-ci soit formé exclusivement de substances colloïdales ou cristalloïdes, il convient d'examiner les conditions que crée à la plante les mélanges en proportions variables, des corps ayant des propriétés différentes.

Les corps colloïdaux peuvent, comme on le sait, se présenter sous deux aspects distincts : les uns sont insolubles dans le

liquide dans lequel ils se sont formés (hydrogèles) ; les autres sont solubles, ou, mieux, sont dans un état tel que les molécules se trouvent en suspension dans le liquide, de manière à donner à celui-ci l'apparence d'une solution (hydrosols).

La forme soluble ou hydrosol du colloïde peut facilement devenir celle d'hydrogèle par des causes très variées, et souvent l'hydrogèle ainsi formé n'est plus capable de retourner à l'état d'hydrosol ; pour que cette précipitation se produise, il suffit de faire subir de légères modifications à l'état physique du liquide : l'élévation de température, la concentration, la congélation ou l'adjonction de traces de forts électrolytes. Comme on le voit, dans la nature, les causes qui déterminent la transformation des hydrosols en hydrogèles sont très fréquentes, pour ne pas dire constantes ; on n'est donc pas en droit de croire que les propriétés des corps colloïdaux à l'état d'hydrosol peuvent avoir quelque importance dans le sol.

Au contraire, les hydrogèles peuvent se trouver fréquemment dans le sol, soit par coagulation des hydrosols éventuellement formés, soit à la suite d'actions simplement physiques, comme celle de l'eau sur l'argile, ou chimiques, comme la décomposition des silicates ou la combinaison, par exemple, de l'acide phosphorique ou de certains phosphates avec des bases alcalino-terreuses ou avec des oxydes métalliques.

Et c'est précisément l'étude des hydrogèles que les recherches de Van Bemmelen ont eu spécialement pour objet ; c'est lui qui a exposé clairement les propriétés importantes qu'ils présentent, à savoir que, mis en présence de sels minéraux, des bases, des acides, etc., ils forment des agrégats intimes et des combinaisons non définies par les lois chimiques, auxquelles Van Bemmelen a donné le nom de combinaisons d'absorption.

Au milieu de ces combinaisons d'absorption, les *hydrogèles sont capables d'extraire, de l'eau qui circule dans le sol, les sels qu'elle contient en dissolution, et de les fixer.* Tous les sels ne sont pas capables d'être absorbés par les hydrogèles : par exemple, les nitrates ne le sont que faiblement ; intense est, au contraire, l'absorption des composés ammoniacaux. De plus, les hydrogèles qui déjà ont fixé certains sels déter-

minés, sont capables d'en absorber encore d'autres, avec lesquels ils peuvent éventuellement se trouver en présence.

Les sels ainsi absorbés par l'hydrogèle ne sont pas tous fixés à lui avec une égale stabilité ; il en est qui peuvent s'en séparer, d'autres, au contraire, forment avec lui des composés plus stables, de véritables combinaisons chimiques, selon les variations des conditions chimiques ou physiques du sol. Ainsi, les sels alcalins peuvent séparer des hydrogèles les composés alcalino-terreux et s'y substituer ; ainsi encore, l'addition aux argiles kaoliniques de corps aptes à former avec elles des silicates zéolithoïdes, en augmente le pouvoir absorbant ; au contraire, l'addition d'une grande proportion d'eau à l'hydrogèle en sépare les sels qu'il avait absorbés ; nous avons un exemple classique de ce phénomène dans la dialyse. Les recherches très soignées de Van Bemmelen ont démontré que la faculté absorbante des hydrogèles varie en intensité et en proportion suivant la température, la concentration de la solution ambiante et la nature physique ou chimique de l'hydrogèle.

En outre de ces phénomènes, qui sont surtout des phénomènes physiques, un très grand nombre de réactions chimiques ont lieu dans le sol, suivant lesquelles son contenu en matériaux solubles varie constamment, puisqu'il en résulte la formation de nouveaux corps, solubles ou non, et parmi ces derniers certains ont les caractères des hydrogèles et possèdent des propriétés absorbantes très prononcées. Ces réactions sont spécialement les *phénomènes de double décomposition* qui avaient déjà été observées par Way.

D'après ce qui précède, on voit que l'eau qui circule dans la terre végétale peut rencontrer des quantités variées de sels solubles et les dissoudre ensuite ; elle peut aussi en transporter seulement des quantités très petites ou en apporter d'autres à ceux déjà formés sur place, et les plantes peuvent, par suite, se trouver en présence, en outre de solutions ayant des compositions chimiques variées, de solutions à concentrations très différentes.

J'essaierai maintenant d'étudier, dans ses lignes générales, l'action des matériaux solubles du sol suivant sa constitution chimique, ses conditions physiques, et suivant les conditions

climatiques et le manteau de végétation qui finalement le revêt.

A. Rapports des solutions circulant dans le sol avec sa constitution chimique

Dans les terrains constitués par des *roches où domine la silice*, la proportion de chaux est très petite ,et les produits de décomposition de ces roches sous l'action des agents atmosphériques peuvent être de la silice hydratée, du silicate d'alumine, des silicates zéolithoïdes, des hydrates de fer, etc., tous susceptibles de prendre l'état colloïdal et capables d'absorber facilement les composés humiques. Il se forme, en outre, des sels de potasse, lesquels sont aisément absorbés, tandis que les sels de soude, au fur et à mesure de leur formation, sont transportés par les eaux, c'est pourquoi la quantité de matériaux solubles existant dans le voisinage des roches de cette nature (r. sodiques) est toujours faible. Les roches silicatées basiques sont plus riches en principes alcalino-terreux, mais dans leur désagrégation elles forment de plus grandes quantités de silicates zéolithoïdes qui sont eux aussi doués d'un pouvoir absorbant considérable, soit à cause de leurs propriétés physiques, soit à cause de leur stabilité précaire qui les rend aptes à donner facilement naissance à de nombreuses doubles décompositions, ayant généralement l'effet de fixer les sels potassiques et d'éloigner les sels de chaux.

Les *roches calcaires* ou calcaréo-dolomitiques ne subissent pas, par elles-mêmes, de profondes décompositions chimiques ; associées solidement comme elles sont à l'anhydride carbonique, elles peuvent éprouver de fortes modifications dans leur forme et dans leur structure physique sans éprouver aucune altération au point de vue chimique. Que ces roches soient compactes et dures comme les marnes, ou à l'état de particules très petites comme les sables calcaires, elles présentent une grande pénurie de corps ayant des propriétés absorbantes remarquables, et le faible pouvoir absorbant de ces derniers est bientôt saturé par l'excès énorme de principes alcalino-terreux, lesquels sont, d'autre part, parmi les corps le moins capables

d'être absorbés. Même les réactions de double décomposition ont lieu d'une façon très limitée par suite de la pénurie de silicates, auxquels on doit surtout attribuer la production de telles réactions (je traite toujours ici des terrains comme ils existent et se modifient dans la nature, et non de ceux dont la composition peut être modifiée par la main de l'homme).

La désagrégation des roches calcaires donne fréquemment lieu à la formation, au-dessus d'elles, d'argiles ocreuses qui ne sont pas dissoutes, pendant que le carbonate de chaux se transforme à l'état soluble ; dans ce cas, il se forme un terrain argileux possédant les caractères que j'expose plus loin. Par suite, les eaux courantes trouvent toujours une dose considérable de matériaux solubles libres, et par-dessus tout des carbonates de chaux et de magnésie, lesquels sont facilement transportés par l'anhydride carbonique toujours présent dans le sol ; et ceci contrairement à ce qui a lieu dans les terrains siliceux dont il a été parlé plus haut, et dans lesquels l'eau météorique trouve des quantités très faibles de composés solubles à transporter.

On observe la même solubilité dans les roches contenant du *sulfate de chaux* anhydre ou hydraté ; les eaux peuvent toujours transporter du plâtre ou gypse, en solution, et en laissant des résidus argileux, comme les roches calcaires.

Les *roches argileuses* sont celles qui possèdent au plus haut degré la faculté de former par hydratation des corps doués d'un pouvoir absorbant considérable, et, par suite, les solutions qui y circulent sont toujours très peu concentrées. De plus, l'eau météorique (eau de pluie), par suite du peu de perméabilité de l'argile, coule en grande partie sur le sol sans le traverser, permettant ainsi (sauf aux couches très superficielles) une grande stabilité dans les conditions du sol lui-même.

Dans les *roches marneuses*, la prédominance des propriétés absorbantes est en rapport avec la prédominance de l'élément argileux ; cependant, à la suite de modifications successives, que les couches les plus externes peuvent subir, ces propriétés varient indépendamment de la composition minéralogique primitive de la roche.

Dans les *terrains riches en sels solubles*, chlorure de sodium, carbonate de sodium, alumine, etc., ces composés, soit à cause de leur quantité, soit à cause de la nature perméable du sol, ou de la mobilité de l'eau qui les tient en dissolution, soit, enfin, à cause de la nature même des sels qui sont chimiquement très stables et physiquement pas absorbables, contractent des liens très faibles avec les matériaux qui constituent le sol. Leur pouvoir absorbant est presque nul, c'est pourquoi ces sels peuvent, avec l'évaporation de l'eau et par suite des phénomènes de capillarité, s'accumuler en quantités considérables dans les couches superficielles du sol et donner des solutions saturées et même des efflorescences cristallines. Par contre, sous l'influence de fortes précipitations atmosphériques, ces sels sont facilement enlevés à ces couches superficielles.

B. Rapports des solutions du sol avec ses conditions physiques

A ce point de vue, nous pouvons considérer tout d'abord la mobilité de l'eau circulante, puis sa quantité et la constance de sa présence dans le sol. Pour déterminer ces conditions, il faut faire intervenir, en outre de la nature chimique des roches, la constitution morphologique des éléments du sol et les conditions orographiques de la localité.

a) **Mobilité de l'eau circulante.** — Il est clair que, dans les terrains composés d'éléments très volumineux, les eaux qui les traversent avec une rapidité et une facilité relatives, transportent non seulement les sels éventuellement solubles, mais encore les particules terreuses ténues provenant de la dégradation des éléments constitutifs du terrain, comme les argiles, les oxydes métalliques, etc., lesquelles particules, si elles pouvaient rester immobiles à l'endroit où elles se sont formées, pourraient exercer leurs propriétés absorbantes et modifier graduellement les conditions physiques du sol. Tout le monde connaît la *ferrettisation* (1) de nombreux terrains de

(1) Les géologues italiens appellent *ferretto*, un sol riche en fer, se rap-

transport, et combien est plus difficile la stabilité de la végétation sur des lieux recouverts de roches à gros éléments, que sur ceux recouverts de graviers à petits éléments, qui constituent une espèce de filtre au passage de l'eau.

Au contraire, dans les terrains argileux, l'eau, par suite de la résistance énorme due au frottement qu'elle doit vaincre pour passer entre les méats très fins, coule presque toute à la surface et elle a une efficacité bien peu considérable dans le transport des sels qui se sont formés par la décomposition des éléments du sol.

En outre, les conditions topographiques exercent une influence marquée dans la rapidité du passage de l'eau ; ainsi, là où la pente est forte, l'eau de pluie opérera un délayage plus grand que là où elle est faible, et, à son tour, là où la pente est faible, le délayage sera plus grand que dans les terrains plats, où la stagnation de l'eau (favorisant souvent l'établissement d'une végétation puissante et empêchant l'action normale de l'air et des microorganismes sur les substances organiques en décomposition) provoque l'accumulation de produits humiques qui possèdent à un degré remarquable la propriété d'appauvrir les solutions avec lesquelles ils sont en contact. On a, par suite, dans les lieux bas, une formation progressive de produits absorbants, quelle que soit la composition chimique de la roche ; et dans les lieux en pente, s'ils sont calcaires, les eaux d'infiltration contiendront en dissolution des quantités considérables de substances, tandis que s'ils sont siliceux, ces eaux ne pourront que transporter les produits de la désagrégation effectuée entre deux périodes de pluie consécutives.

Ainsi la rapidité du mouvement de l'eau a une importance considérable : là où l'eau coule très lentement, comme dans les endroits argileux et dans les endroits marécageux, la composition de cette eau dépend beaucoup des matériaux absorbants qu'elle imbibe. Au contraire, dans les terrains graveleux et sableux, par suite de la mobilité de l'eau dans les larges méats du sol en rapport avec la pente (comme dans le lit des fleuves) ou des mouvements ondulatoires ou de marée, les élé-

prochant de la Latérite, et, comme celle-ci, produit par une décomposition très complète due à un climat chaud et pluvieux.

ments rocheux ne constituent que le squelette du terrain. Autrement dit, le *substratum* qui agit sur la distribution des plantes est déterminé par la nature de l'eau qui l'imbibe, eau dont la composition est en rapport avec la dégradation de certaines roches survenue parfois en des régions très éloignées. De fait, la flore du bord des ruisseaux et des rivières dépend plutôt de la composition chimique de l'eau que de celle des cailloux ; de même, la flore saline est indépendante de la nature chimique du sable des plages marines.

b) **Les oscillations dans le contenu de l'eau** exercent, elles aussi, une action très marquée sur l'intensité du pouvoir absorbant. La présence continuelle d'une eau à peine mobile détermine une certaine constance dans la composition du substratum ; cette constance va, au contraire, en diminuant de plus en plus si la présence de l'eau est intermittente. Si l'apparition de pluies intenses et prolongées a relativement peu d'influence sur les terrains riches en matériaux solubles, et contribue tout au plus à diluer les solutions, elle a, au contraire, une influence considérable sur ceux qui sont riches en hydrogèles, dont on sait la propriété de céder à l'eau une partie des sels absorbés, lorsqu'augmente la quantité d'eau avec laquelle ils sont en contact. On a, par conséquent, à la suite de pluies prolongées, une véritable dialyse du terrain qui détermine la formation de solutions salines diluées en des points où n'existaient presque, auparavant, que des corps colloïdaux ou insolubles.

Une influence, pareille dans ses résultats ultimes, mais différente dans son mécanisme, est exercée par la sécheresse prolongée. Dans ce cas, les hydrogèles sont bien capables, il est vrai, d'absorber les sels en dissolution et de maintenir dans des limites déterminées la concentration des solutions circulant dans le sol (l'hydrogèle absorbant des quantités de sels de plus en plus grandes à mesure que l'eau diminue), mais, à la fin, l'eau d'imbibition elle-même des hydrogèles finit par s'évaporer, jusqu'à ce que le corps gélatineux se précipite sous forme d'une masse amorphe, pulvérulente, comme tout le monde a pu l'observer dans les recherches de laboratoire.

Dans de telles conditions, les liens qui unissent les sels à la molécule colloïdale sont rompus, et les eaux qui surviennent ensuite se trouvent en présence d'un terrain dans lequel les propriétés absorbantes sont diminuées outre mesure ; alors elles dissolvent des quantités variables de sels, mais supérieures certainement à la quantité qu'elles auraient pu dissoudre avant la perte des propriétés absorbantes du terrain. De plus, le dessèchement du sol constitue un obstacle sérieux à la production des doubles décompositions, qui, cependant, ont une très grande importance dans la formation des hydrates gélatineux et des silicates zéolithoïdes.

Nous avons une confirmation de ces faits dans les analyses exécutées par T. Schloesing sur les eaux qui circulent dans la terre arable ; il put observer que la terre, sèche, cède à l'eau d'infiltration une quantité de sels supérieure à celle qu'elle cède lorsqu'elle est plus riche en eau ; il en conclut que les fortes pluies, après une longue sécheresse, appauvrissent la terre plus que les pluies lentes et prolongées.

Les grandes oscillations de la proportion d'eau contenue dans le sol peuvent dépendre de facteurs locaux (orographiques), de la structure du squelette constituant le terrain, et, plus spécialement, de facteurs thermiques et climatiques.

Le réchauffement du sol provoque une évaporation si rapide de l'eau qui imbibe les couches superficielles, que le degré de concentration des solutions augmente constamment, jusqu'à donner lieu à la rupture des molécules des hydrogèles, ainsi que je l'ai déjà indiqué ; et amène ensuite un dessèchement si intense des hydrates amorphes qui se sont formés, que ceux-ci ne sont plus susceptibles d'entrer facilement dans des combinaisons chimiques ou de reprendre l'état colloïdal quand il pleut de nouveau. Ceci se vérifie le mieux dans les terrains fortement et longuement exposés au soleil, dans les terrains découverts et dans lesquels les eaux météoriques circulent facilement. Cependant, même dans les terrains sur lesquels il pleut à des périodes assez rapprochées et qui ne sont pas recouverts d'une végétation abondante, les couches superficielles, sur une épaisseur d'une dizaine de centimètres, sont facilement exposées à être rapidement desséchées ; c'est pourquoi, dans le

même terrain, nous pouvons avoir des couches (les supérieures) douées d'un pouvoir absorbant limité, et d'autres (les inférieures) possédant ce pouvoir à un degré plus élevé. Dans ce cas, les couches superficielles du sol, plus facilement sujettes à être désagrégées, donnent naissance à une plus grande quantité de matériaux solubles, tandis que les couches plus profondes, constamment humides, augmentent progressivement leur capacité de fixation. On verra plus loin l'importance de ce fait pour expliquer les conditions dans lesquelles se développe la flore des champs.

L'action du refroidissement sur les corps colloïdes s'explique par ce fait qu'il en diminue le pouvoir absorbant. On sait aussi que, dans la congélation des solutions salines, on a la séparation d'une glace composée d'eau presque pure, tandis que le degré de concentration de la solution augmente ; cette augmentation de concentration peut servir, de concert avec l'abaissement de température, à expliquer le caractère xérophile de certaines plantes de la flore alpine.

Les faits ci-dessus exposés conduisent directement à étudier l'influence des facteurs climatiques, et, de tout ce que j'ai dit, il sera facile de se faire une idée des limites dans lesquelles cette influence s'exerce. Il est évident qu'un terrain sujet à des périodes de congélation contient, durant ces périodes, des solutions relativement plus concentrées que d'autres terrains placés dans les mêmes conditions, sauf la congélation. Il est évident aussi que les terrains sujets à de longues périodes de sécheresse ont un pouvoir absorbant très faible et contiennent, quand le dessèchement est avancé, et durant le commencement de l'imbibition, des solutions relativement concentrées. Au contraire, dans des régions dont le climat est humide et la température à peu près constante, le pouvoir absorbant sera assez fort, en faisant abstraction, bien entendu, de l'influence que peuvent exercer la composition chimique et la végétation.

C. Influence du revêtement végétal antérieur ou contemporain

L'absence ou la rareté de la végétation sur un terrain y détermine, outre les effets déjà indiqués sur le pouvoir absorbant.

des variations au double point de vue de la température et de l'humidité. Une végétation abondante et touffue produit, outre une protection contre le trop rapide échauffement ou dessèchement du sol, une augmentation des matériaux humiques, non moins importants à cause de leur pouvoir absorbant. De plus, le feutrage épais des racines, et les couches qu'elles traversent, empêchent la rapide descente de l'eau dans les strates plus profondes, et, par suite, empêchent la dilution subite et excessive, qui dialyse, pour ainsi dire, les matériaux absorbés.

A cet égard, il faut tenir compte non seulement de l'intensité de la végétation, mais encore de la constance de son revêtement pendant toute l'année, et ceci est spécialement important pour expliquer le caractère xérophile de la végétation des régions méditerranéenne et steppique, dans lesquelles les conditions climatologiques permettent un revêtement herbacé épais dans la saison humide, laquelle végétation, cependant, en se détruisant presque complètement pendant la saison chaude, réduit à peu près, pendant ce temps, le sol aux conditions de ceux qui sont absolument dénudés.

Même l'*ancienneté du revêtement végétal* sur un sol déterminé influe sur la nature de ce sol ; ainsi, les particules minérales des terrains qu'on appelle nouveaux et découverts, sont caractérisées, pour les causes indiquées plus haut, par un pouvoir absorbant relativement faible. Mais l'apparition d'une végétation, même rare au début, provoque une légère augmentation du pouvoir absorbant, par suite du dépôt de matières organiques ; de cette manière, avec l'augmentation progressive de la végétation, et, par conséquent, des matières organiques, les conditions du sol se modifient sans cesse dans le sens d'une augmentation du pouvoir absorbant. Plus tard, avec l'établissement de la forêt et son existence pendant de longues années, les abondants détritus végétaux déterminent la formation, au-dessus de la couche plus ou moins minéralisée, d'une autre couche presque exclusivement organique ; c'est pourquoi, à la flore d'arbres et d'arbustes, caractéristique des terrains contenant des solutions variées de sels, s'associe la flore humicole, propre aux terrains doués d'un pouvoir absorbant très élevé et pauvres en matières minérales.

D'une manière parfaitement analogue à ce que je viens de dire, à la flore palustre, sujette à l'influence des solutions de l'eau ambiante, se substitue petit à petit un *substratum* doué, lui aussi, de propriétés absorbantes très élevées (on connaît l'application pratique que reçoit la tourbe à cet égard) ; c'est pourquoi la flore y devient toujours plus distincte et plus caractéristique.

Un cas particulier, mais très répandu, de la constitution de substrata spéciaux causés par la végétation, nous est fourni par ceux sur lesquels vivent des plantes épiphytes, substrata évidemment imprégnés de solutions très diluées et sur lesquels, dans nos régions, croît une flore qui présente une étroite analogie avec celle des terrains riches en matières minérales, mais imprégnés de solutions très diluées.

Il résulte, de tout ce que j'ai exposé jusqu'ici, que la propriété absorbante du sol est en rapport, non seulement avec la nature chimique des roches qui ont concouru à le former, mais aussi avec sa structure physique, avec les conditions climatiques, et avec les variations du manteau végétal qui, finalement, le revêt ; cette propriété absorbante est, par suite, la résultante d'une série très complète de facteurs dont il faut tenir compte.

Le pouvoir absorbant agit comme un régulateur de la stabilité des solutions qui imprègnent le sol, et tend à maintenir un certain équilibre entre les divers composés qui doivent nourrir les plantes ; tout le monde connaît les propriétés absorbantes de la terre des champs par rapport aux sels potassiques, aux sels ammoniacaux, aux phosphates (pour ces derniers sous condition de réactions chimiques préalables), et aux substances organiques.

Les eaux qui découlent des terrains riches en sels de chaux sont fortement calcarisées ; dans ceux qui sont riches en matières organiques, Sestini a démontré expérimentalement que la couche superficielle d'un pré ou d'un bois, au lieu de fixer les matières organiques solubles (comme le font la plupart des terres ordinaires), ne les retient pas ou cède aux liquides qui la traversent une partie des substances mêmes qui la constituent. Ainsi, les composés organiques exportés de l'humus des

forêts très anciennes ont produit dans les couches profondes des plaines de l'Allemagne du Nord ces sables gris, auxquels on attribue la cause de la formation des bruyères (1) ; et, du reste, qui ne connaît les eaux couleur café qui découlent des tourbières et des bois riches en humus ?

Nous pouvons donc distinguer *deux grands types de terrains :* les uns, constitués par des matériaux ayant des propriétés absorbantes, et dans lesquels l'eau circulante maintient une concentration saline constamment basse ; les autres, dans lesquels les produits solubles ne peuvent être transportés ou fixés, soit à cause des particularités de leur nature chimique, soit à cause du manque des conditions physiques nécessaires, et dans lesquels, par conséquent, les solutions sont d'ordinaire notablement concentrées.

La *concentration des solutions* en contact desquelles se trouvent les racines doit être considérée comme la *synthèse des conditions offertes aux plantes* par les différents types de terrains ; cependant, ce n'est pas tant le degré de concentration qui influe à cet égard, que le *pouvoir osmotique des solutions* par rapport aux *cellules absorbantes des racines.* Ainsi, dans les terrains doués d'un fort pouvoir absorbant, on trouvera des corps colloïdaux à très basse pression osmotique, ou des solutions fortement diluées et bien peu oscillantes dans leur pression osmotique ; au contraire, dans les terrains n'ayant qu'un faible pouvoir absorbant, les solutions pourront, d'une pression osmotique minime (comme celle qu'on peut avoir après des pluies prolongées), passer à une pression croissant progressivement avec la sécheresse ; de plus, les corps dissous dans de telles conditions (bicarbonate de chaux, chlorure de sodium, nitrate de potasse) sont parmi ceux qui sont doués de la pression osmotique la plus élevée. On devra, par conséquent, rencontrer, parmi les végétaux vivant dans un tel substratum, une adaptation spéciale à des oscillations aussi amples.

Il n'est pas difficile de faire une énumération des terrains considérés à ce point de vue.

Les *terrains salés* sont, on n'a pas besoin de le dire, les plus

(1) Graebner (P.). *Die Heide Norddeutschlands* (Die Vegetation der Erde, Bd. V), Leipzig, 1901.

riches en sels solubles ou dissous et façilement diffusibles ; en outre, le squelette souvent sableux qui les constitue permet une rapide diffusion des solutions dans toute la masse ; il résulte, de ce fait, une concentration élevée qui se maintient facilement dans toutes les parties.

Les terrains préférés de la flore rudérale contiennent souvent du nitrate de potassium, et, en tout cas, la quantité de matériaux en décomposition, la rareté du revêtement végétal, le réchauffement auquel ils sont sujets, font que les plantes finissent par s'y trouver en contact avec des solutions à pression osmotique plutôt élevée.

Les *terrains constitués* en grande partie *par du carbonate de chaux* sont, eux aussi, pourvus de solutions facilement diffusibles, relativement concentrées, et d'une pression osmotique élevée.

Des conditions moins remarquables à ce point de vue s'observent dans les *terrains gypseux et dolomitiques*, dans lesquels, à cause de la faible diffusibilité du sulfate de chaux, de la pression osmotique plus faible des solutions gypseuses équimoléculaires par rapport aux autres solutions calcifères, et de la faible solubilité du carbonate de magnésie, les caractères spéciaux des sols calcaires se sont beaucoup atténués.

Moindre encore est la possibilité de solutions concentrées dans les *terrains acides*, constitués par des *roches silicifères*, car, comme je l'ai déjà dit, par suite de leur lente décomposition et du défaut de production de corps facilement solubles, ils sont facilement emportés par les eaux de pluie à mesure qu'ils se forment. Le pouvoir absorbant est, ici, limité par le manque d'eau, mais suffit cependant à empêcher la formation, durant la période de sécheresse, de solutions trop concentrées ; et cela est d'autant plus aisé que les produits solubles étant très souvent des sels de potasse, ils sont fixés avec beaucoup de facilité par les hydrogèles.

Dans un *sol marneux*, selon la prédominance du calcaire ou de l'argile, prédomineront, pour ainsi dire, les caractères salins ou colloïdaux du terrain ; et quand l'érosion météorique permet non seulement la dissolution du carbonate de chaux, mais

aussi l'exportation de l'argile, le sol superficiel sera toujours suffisamment pourvu de calcaire, de manière à prendre des propriétés éminemment salines. Mais là ou prédomine l'argile, et là où, pour des raisons topographiques, la solubilisation du calcaire n'est pas accompagnée du transport de l'argile, il se forme peu à peu une couche superficielle de terrain capable d'assumer l'état colloïdal (Negri).

Des variations semblables se voient aussi dans les terrains fortement calcaires où, par l'effet de l'érosion, se forme la terre dite terre rouge, riche en argile et en oxyde de fer, l'un et l'autre doués d'un pouvoir absorbant intense (Parona). Ainsi encore, dans la ferrettisation des moraines calcaires, l'observation démontre la formation progressive de deux couches, l'une, supérieure, plus argileuse ; l'autre, inférieure, plus calcarisée (Ugolini). Lorsque l'épaisseur de la couche supérieure est telle que les racines de quelques plantes peuvent arriver à la couche sous-jacente, tandis que d'autres espèces ne développent leurs racines que dans la couche superficielle, on pourra, dans la même localité, observer le *contraste en petit* de l'association de deux flores.

Une juxtaposition de deux couches ayant des propriétés inverses de celles que je viens d'indiquer s'observe fréquemment dans les terrains découverts. La partie superficielle réchauffée par le soleil, desséchée rapidement par l'air, décomposée plus rapidement par les agents chimiques de l'atmosphère, présente des propriétés tout à fait différentes des parties différentes du même terrain, situées à une profondeur plus grande, où règne constamment un certain degré d'humidité ; c'est ce qui se vérifie dans les champs, et qui suffit à expliquer beaucoup de caractères de la flore de cette station.

Plus diluées sont les solutions qui se trouvent dans la terre couverte en permanence d'un manteau de végétation (bien entendu à parité de composition chimique, à l'exclusion, par conséquent, des terrains calcaires et des terrains salés) ; ici, on a, avant tout, une humidité du sol plus durable, et la production de l'humus contribue, avec le fort pouvoir absorbant, tant pour les sels que pour l'eau, à maintenir dans le terrain l'humidité et avec celle-ci la propriété absorbante. Il faut noter,

en outre, que les produits de la combinaison de l'humus avec les sels de chaux sont généralement insolubles, et ceux qui sont solubles sont peu diffusibles et donnent des solutions possédant une pression osmotique relativement basse.

Le développement et la longue durée d'un revêtement végétal sur le sol, en facilitant la décomposition de ce dernier par les sécrétions des poils radicaux, et, par conséquent, la dissolution et le transport de certains composés, et en favorisant, à cause de l'épais feutrage des racines, la permanence des composés argileux et des oxydes insolubles, et, enfin, en le protégeant contre les variations hygrométriques par réduction de l'évaporation et par hygroscopicité de l'humus en formation, détermine à la longue la formation, au-dessus des terrains éminemment cristalloïdes, d'une couche douée de propriétés physico-chimiques assez différentes de celles de la couche profonde, et rend possible, comme l'a déjà observé Kerner (1), l'établissement d'une végétation silicicole même sur des roches riches en chaux. L'optimum des conditions de cette nature s'observe dans l'humus des forêts, dans les terrains tourbeux et (pour les plantes épiphytes) dans les écorces, stations dans lesquelles la flore apparaît souvent avec des caractères absolument indépendants de ceux de la flore environnante.

II

COMMENT LA COMPOSITION CHIMIQUE DU TERRAIN INFLUE-T-ELLE SUR LES PLANTES ?

Je me suis un peu étendu sur les caractères que présentent les solutions circulant dans la terre, parce que, dans la majeure partie des publications concernant la phytostatique, on a presque négligé cet argument. On a bien répété que le calcaire agit quand il est soluble, mais on n'a pas approfondi l'étude des solutions qui en dérivent. En outre, toutes les propriétés absorbantes du terrain, qui exercent en lui une certaine fonction d'équilibre, semblent inconnues à ceux qui ont étudié le

(1) Kerner von Marilaun. *La Vita delle piante*. Trad. ital. de L. Moschen, Torino, 1895, vol. II.

sujet que nous traitons. Ont fait exception à cet égard Drude (1) et Magnin (2), lesquels, toutefois, ont fait remarquer cela sans l'étudier spécialement. Il est étrange aussi que tous les travaux scientifiques sur l'étude des terrains cultivés, et que toutes les connaissances ressorties de ces travaux, qui constituent la base de la science des engrais, sont restés absolument en dehors de ce point de vue ; même dans les bibliographies les plus complètes sur les rapports entre les plantes et le terrain, on ne trouve indiquées presque aucune de ces œuvres principales concernant la terre arable. Cela aurait au moins pu servir à l'étude de la distribution des nombreuses plantes des lieux cultivés et jeter beaucoup de lumière sur le vaste groupe des plantes dites indifférentes. C'est peut-être pour cet oubli que, après les affirmations trop exclusives de Thurmann (3) et de Contejean (4), les auteurs postérieurs, cherchant à concilier les deux théories opposées, n'ont jamais réussi à déterminer les limites de l'influence physique ou chimique, limite que je crois pouvoir donner avec plus d'approximation.

Les plantes développent leurs racines dans la terre et viennent en contact avec les solutions diversement concentrées et de nature chimique variable selon sa composition. La constance de la concentration de ces solutions dépend en partie de la composition chimique du terrain et de celle de ces solutions, et en notable partie des conditions physiques du sol ; ces dernières sont en rapport avec sa structure mécanique, avec sa position orographique et avec les conditions climatiques. *C'est la concentration de ces solutions et les limites entre lesquelles elle peut varier qui déterminent en grande partie les rapports entre les plantes et le sol.*

Avant de procéder à l'énumération des faits qui tendent à prouver une telle affirmation, je commencerai par analyser l'action nocive exercée sur les plantes par quelques-uns des

(1) Drude (O.), *Géographie botanique*, trad. franç. par Poirault, 1897.

(2) Magnin (Ant.), *L'Edaphisme chimique* (Mém. Soc. d'Hist. nat. du Doubs, 1903).

(3) Thurmann, *Essai phytostatique de la Chaîne du Jura*, 2 vol., Berne, 1849.

(4) Contejean (Ch.), *Géographie botanique*, Paris, 1881.

composants du sol, pour éclaircir le mécanisme de cette action toxique.

Comment faut-il interpréter l'action nocive des sels de chaux ?

L'étude de l'influence exercée sur les plantes par une partie des substances minérales constituant le terrain est toujours ce qui a conduit les partisans de la théorie chimique à considérer la possibilité de leur absoption par les plantes et les effets qu'une telle absorption peut exercer sur elles. On a étudié la valeur alimentaire différente des éléments chimiques du terrain, et les expériences de nombreux physiologistes, entre autres Knop, ont assez bien renseigné, à cet égard. Quant à l'action nocive ou favorable que ces éléments peuvent avoir sur les plantes, on a suivi la même voie et considéré l'action de ces éléments comme l'effet de leur ascension et de l'influence qu'ils exercent directement sur le plasma avec lequel ils viennent en contact. Ainsi on a expliqué l'influence nocive du carbonate de chaux par une neutralisation des acides libres, par la formation conséquente de précipités insolubles ou peu solubles, par une action nocive sur les pigments chlorophylliens (Roux).

Mais l'action nocive des sels de chaux est-elle vraiment générale ou locale ? En examinant l'action générale d'une substance quelconque sur l'organisme vivant, il faut avant tout distinguer son absorption de l'action sur le plasma. L'absorption d'une substance active peut varier selon les liens chimiques qu'elle peut avoir contracté avec une autre substance, mais lorsqu'elle a pénétré dans l'organisme, son action est toujours en rapport avec la quantité de substance active réellement absorbée, quelle que soit la forme sous laquelle elle a été administrée. Je parle, bien entendu, d'une action générale et non d'une action locale, qui peut être due à des propriétés chimiques particulières du corps en question, comme l'acidité ou l'alcalinité élevée ou un énergique pouvoir oxydant ou réducteur, etc. ; le rapport entre l'activité et la quantité des substances absorbées vaut autant pour l'action des corps simples (fer, mercure, arsenic, etc.) que pour les agrégats atomiques plus complexes, comme les alcaloïdes. D'après cela, nous

voyons que l'action bienfaisante et même indispensable de la chaux et sa fonction physiologique de transport des hydrates de carbone, de fixation de l'acide oxalique, etc., s'exerce toujours également, quel que soit le composé de chaux administré à la plante et réellement absorbé par elle ; pour les autres éléments indispensables à la plante, l'expérience a aussi démontré que l'état de combinaison de ces éléments est jusqu'à un certain point indifférent ; il en est ainsi pour l'azote et le carbone, qui peuvent être absorbés à des états de combinaisons relativement complexes.

Lorsque, au contraire, on considère l'action toxique des composés de chaux, on est de suite obligé de faire une distinction entre les divers types de composés ; les silicates n'exercent aucune influence, parce qu'ils se décomposent difficilement ; la dolomie a peu d'influence (on dit que c'est par l'action antagoniste de la magnésie) (1) ; le plâtre en a un peu plus, et le carbonate de chaux a une très grande influence. Mais aucune expérience n'a jamais démontré que ces composés restent tels quels dans les tissus des plantes ; ils peuvent tous plus ou moins se décomposer et se combiner avec les acides organiques et plus toxiques, et la plus toxique de toutes devrait être, dans ce cas, l'action du plâtre par l'acide sulfurique qui se mettrait en liberté et qui n'est pas aussi facilement éliminable que le CO^2 des carbonates. D'ailleurs, toutes les analyses comparatives de plantes qui ont poussé dans les terrains calcaires et de celles qui ont poussé dans les terrains non calcaires, n'ont pas réussi à démontrer que les plantes du calcaire aient absorbé une plus forte proportion de chaux par leurs racines ; au contraire, beaucoup d'analyses faites sur des individus de même espèce croissant dans les terrains les plus divers, ou sur les espèces vivant dans le même terrain, ont mis hors de doute l'existence chez les plantes d'une vraie électivité pour ce qui concerne l'absoption des sels minéraux. Il suffit de se rappeler la forte proportion de chaux dans le châtaignier, le *Sedum reflexum*, le *Saxifraga aizon*, croissant dans les terrains siliceux ; l'égale richesse de chaux entre les graminées calcicoles

(1) Magnin (Ant.), *l'Edaphisme chimique.*

et silicicoles, la richesse en iode des algues d'eau douce, etc.

En outre, les analyses des plantes devenues chlorotiques sous l'action du calcaire ne montrent pas toujours une plus grande proportion de chaux qu'à l'état normal, mais souvent une dose à peu près égale ; au contraire, on observe toujours, comme fort contraste entre les plantes normales et les malades, un rapport très variable entre le contenu en chaux et le contenu en autres sels minéraux (1). On peut dire, sans crainte d'erreur, que, dans les conditions normales de vie, la plante du calcaire n'absorbe pas une quantité de chaux plus notable que celle vivant dans les autres terrains ; c'est seulement dans les conditions de vie altérée par le calcaire que les moyens ordinaires mis en œuvre pour régulariser l'ascension des sels finissent par devenir insuffisants (2).

Si, en tout cas, on reconnaît sa présence en plus grande quantité dans les organismes végétaux, on ne peut pas reconnaître cette présence comme la cause des profondes perturbations des échanges qui se constatent ensuite, mais il est logique de la considérer comme l'effet des profondes perturbations antérieures dans le système absorbant.

En effet, l'examen des plantes souffrantes par l'action des sels de chaux nous montre l'existence de graves perturbations dans le système radiculaire absorbant. Dans les expériences de cultures des plantes calcifuges sur les terrains calcaires, Roux *(loc. cit.)* a toujours observé un allongement et une ramification plus grande des racines secondaires comme si, dit-il, la plante cherchait dans toutes les parties du sol une région plus propice à sa nutrition ; le nombre des poils radicaux était toujours assez réduit et jamais en rapport avec le développement du reste de la racine. A l'examen histologique, les poils se montraient altérés, et d'aspect plus tortueux que dans les échantillons normaux, leur contenu était trouble et granu-

(1) Roux (Cl.), *Loc. cit. ;* les recherches de nombreux expérimentateurs y sont résumées.

(2) Il est évident qu'on ne peut pas exclure une véritable fonction alimentaire du bicarbonate de chaux, en tant qu'il sert de transport de l'anhydride carbonique, comme dans beaucoup d'algues calcifiantes *(Lithotamnion, Chara, etc.)*.

leux, et donnait l'impression d'organes en voie de dégénéreseence. Des résultats analogues ont été reconnus par le même auteur dans son étude des plantes devenues chlorotiques sous l'action du calcaire.

J'ai considéré, jusqu'à présent, l'action toxique du calcaire comme celle qui explique l'influence répulsive que le calcaire exerce sur un grand nombre de plantes, parce qu'il est hors de doute que cette influence est générale pour toutes les plantes ; même celles qui sont réputées calciphiles peuvent, pour la plupart, vivre sur des terrains pauvres en calcaire ; la preuve en est que sa présence n'est pas indispensable en grande quantité pour permettre leur développement. C'est pour cela qu'on admet que les plantes calcicoles se sont adaptées, comme les halophytes, à vivre sur des terrains dans lesquels les autres (calcifuges, halofuges) n'ont pu se maintenir.

Et encore l'action favorable qu'exerce le calcaire relativement à l'habitat de quelques espèces est-elle localisée ou générale ?

Le fait que, tandis qu'il faut des doses relativement élevées de calcaire pour repousser les plantes calcifuges, il suffit de doses minimes pour maintenir en bonnes conditions les calciphiles, démontre que, passé une certaine mesure, l'élément calcaire ou l'alcalinité du carbonate ont une bien petite importance dans la succession des phénomènes physiologiques de la nutrition, dans l'assimilation et dans le transport des substances élaborées. En outre, le fait, déjà connu de beaucoup d'auteurs, que la calciphilie ou la calciphobie des plantes varie avec les conditions de climat de la localité dans laquelle elles poussent (1), conduit à admettre que la fonction du carbonate de chaux ou de la chaux seule peut être substituée à d'autres corps de diverses natures chimiques ou de conditions physiques spéciales.

Quiconque s'est occupé d'étudier la fonction physiologique des éléments dans les organismes vivants a pu se persuader qu'au delà de limites assez restreintes, il est impossible de

(1) In Magnin, *loc. cit.*, où on trouve indiqués de nombreux travaux à ce sujet.

substituer dans la même fonction l'un à l'autre des éléments, quand même ils seraient très étroitement affines entre eux (1). Dans les terrains siliceux et dans les terrains calcaires, les éléments qui prédominent et leurs composés ont des propriétés chimiques assez disparates pour qu'il soit impossible d'admettre une substitution complète entre les divers éléments absorbés par la plante.

Les conditions favorables au développement de quelques plantes calcicoles peuvent être offertes, en dehors de la présence du calcaire, par des propriétés particulières de perméabilité et de sécheresse du sol ou par des conditions climatiques, lesquelles déterminent toutes, cela est connu, le caractère de la xérophilie. Il est à noter la coïncidence de la présence de plantes ayant le caractère de xérophiles, parmi celles qui végètent sur les terrains calcaires, sur ceux riches en sels solubles ou acide humique, ou qui sont à basse température (2) Naturellement je rappelle que la cause de la xérophilie dépend de conditions particulières dans lesquelles se trouve le système absorbant, et non des causes qui ont une influence directe sur la fonction de transpiration.

Des *sels de chaux* qui se trouvent dans la terre, le carbonate, sous l'action de l'anhydride carbonique, est assez facilement soluble dans l'eau ; sa solution, saturée à 15 degrés, peut contenir presque 1 gramme de carbonate de chaux par litre ; plus facilement soluble est le plâtre, pour lequel la solution saturée peut contenir 2 grammes par litre. La solubilité du carbonate de chaux contenu dans la dolomie est fortement liée à la présence du carbonate de magnésie, bien moins facilement soluble, soit sous l'action directe de CO^2, soit sous l'action des acides organiques sécrétés par les racines ; en outre, à égalité de contenu en CO^2, dans le sol, la quantité de calcaire dissous dans le sol dolomitique sera moindre que dans les sols calcaires. Le carbonate de chaux a un coefficient isotonique de 4, tandis que celui du gypse est seulement de 2 (3). Ce

(1) Voy. pour le phosphore : Bouilhac, *C. R. Acad. des sciences*, t. CXIX, p. 929.

(2) Schimper, *Pflanzengeographie*, Iéna, 1898.

(3) De Vries (H.), *Jahrb. f. Wiss. Bot.*, 1884, vol. XIV.

plus grand coefficient isotonique du carbonate de chaux peut presque expliquer la plus grande toxicité du calcaire, respectivement à celle du plâtre sur les plantes (1).

En ce qui concerne le *chlorure de sodium*, son action toxique sur les plantes non halophiles s'explique d'une manière analogue à celle du carbonate de chaux sur les plantes calcifuges, et produit la diminution de la quantité de chlorophylle pouvant aller jusqu'à la chlorose, la réduction et la disparition de l'amidon. Le chlorure de sodium peut même être exclus de l'alimentation de beaucoup de plantes salines, sans qu'il y ait à noter une profonde altération dans les fonctions d'échanges ; au contraire, par suite de l'absorption du sel, il y a à noter de profondes altérations des phénomènes dépendant essentiellement de forces physiques, comme l'absorption d'une grande quantité d'eau, la succulence, la résistance à la sécheresse ; ce dernier fait fut mis assez bien en évidence dans un récent travail de Cast, qui démontre que la culture des plantes halophiles, en l'absence de sel marin, amène en elles une résistance presque nulle contre la sécheresse.

De la même manière que dans les plantes du calcaire, la xérophilie s'observe souvent aussi indépendamment des conditions climatiques, dans les plantes halophytes, ainsi que l'a noté Schimper (2), de même qu'on observe les mêmes caractères de xérophilie, quel que soit le degré d'humidité du terrain.

Bien moins discutée est l'action sur les plantes des autres corps contenus dans le sol : excepté l'*action du zinc*, action restreinte, d'ailleurs, à quelques espèces, on ne peut pas dire que les autres éléments de la terre exercent un action chimique spéciale sur les plantes.

On doute qu'il existe des plantes dolomitophiles, lesquelles, du reste, présentent une grande analogie avec les calcicoles ;

(1) On pourra consulter avec intérêt le mémoire de MM. Gasser et Maire : *De l'influence du calcaire sur la végétation et de la valeur de l'analyse calcimétrique des terres* (Bull. Soc. des Sciences de Nancy, et Soc. Grayloise d'Emulation, 1899).

(2) Schimper (A.-F.-W.), *Indo-malaysche Strandflora*, Iéna, 1892, et *Pflanzengeographie*.

sur les *roches magnésiennes* silicatées, la flore présente les caractères de celle des roches siliceuses ; il y a bien peu de formes caractéristiques des roches serpentineuses, comme l'*Asplenium adulterinum* et l'*A. Adianthum-nigrum* (1), et ces formes ont des caractères assez différents de ceux des plantes présumées dolomitophiles. Il ne faut pas croire que la magnésie exerce une action spéciale sur la végétation, selon les états de combinaison de cet élément. Et, au contraire, il est bon de remarquer que, dans les terrains dolomitiques, on a affaire à un sol pourvu d'un assez faible pouvoir absorbant, tandis que ce pouvoir est assez élevé dans les sols résultant de la décomposition des roches silicatées magnésiennes.

L'*action du fer* sur la végétation est plutôt complexe ; mais, par une analyse attentive, il est facile de s'expliquer ce fait. La quantité de fer indispensable pour le fonctionnement de tous les organismes vivants et pour la formation des pigments chlorophylliens est presque toujours contenue dans tous les terrains ; et, à cet égard, on ne peut remarquer aucune relation entre la présence du fer et la végétation. Pour celles des plantes inférieures qui utilisent comme source d'énergie la réduction des composés oxydés au maximum, la présence du fer dans l'eau et même dans la boue où elles vivent est indispensable, et l'on comprend que le fer a, dans ce cas, une véritable influence chimique sur la distribution de ces espèces (2). Là où les oxydes et les silicates de fer plus ou moins hydratés se trouvent en notable quantité, la flore présente les mêmes caractères que celle des terrains siliceux ; seulement, dans quelques régions, telles la Nouvelle-Calédonie, le Brésil, on a observé, cela est certain, des plantes sidérophiles (3); dans nos régions, les observations de Contejean et d'autres, pas plus que les miennes, n'ont démontré l'existence de sidérophilie de la part d'aucune plante. Il n'est pas difficile de s'expliquer l'analogie entre un terrain ferrugineux et un terrain siliceux, quand on pense

(1) Luerssen (Ch.), *Farnpflanzen* (Rabenhorst's Kryptogamen-Flora), Leipzig, 1889.

(2) Winogradsky (S.), *Ueber Eisenbacterien* (Bot. Zeitung, 1888); Molisch (H.), *Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen.*

(3) Contejean; Drude, *loc. cit.*

aux propriétés colloïdales de quelques composés ferriques, à leurs propriétés absorbantes et à la facilité, pour beaucoup de corps, d'entrer en combinaisons insolubles avec les composés ferrugineux.

Au voisinage des filons de roches pyritifères en décomposition, Roux a observé une grande pauvreté de la végétation et les quelques plantes présentes sont assez chétives et chlorotiques. Dans ce cas, l'action nocive doit être attribuée certainement, bien plus qu'au fer, à l'acide sulfurique libre toujours présent parmi les produits de décomposition des pyrites, et aux sels facilement solubles qui se produisent dans la réaction de l'acide sulfurique et du sulfate de fer avec les matériaux pierreux auxquels ils sont entremêlés.

La *silice* n'est pas, comme on le sait, indispensable à la vie des plantes ; sa fonction paraît limitée à l'imprégnation de quelques membranes cellulaires qui servent de soutien et, pour cela, il faut une quantité de silice relativement petite et telle que les plantes puissent toujours la trouver dans le sol ; les plantes qui en contiennent une notable quantité, comme les graminées, en sont également fournies, quel que soit le terrain dans lequel elles poussent. Dans la distribution des plantes, la silice, soit telle, soit en silicates, agit toujours de la même manière, contribuant à former un substratum adapté au développement normal de presque toutes les plantes, même des ubiquistes. Le terrain siliceux est considéré par tous les botanistes comme indifférent pour les rapports avec la végétation.

A ce point de vue, un tel substratum présente beaucoup d'analogie avec les terrains riches en *substances humiques* : l'action de ces groupes de composés est même assez limitée au point de vue alimentaire, bien qu'aujourd'hui on ne soit plus hostile à reconnaître l'utilisation possible des composés humiques dans la nutrition de quelques plantes supérieures (1). Assez notable est, au contraire, la fonction des composés humiques pour déterminer la constitution, dans le terrain, de condi-

(1) Mazé (P.), *C. R. Acad. des sciences*, t. CXXVIII, 1900. — Id., *L'Humus et l'alimentation carbonée de la cellule végétale* (Rev. génér. des sciences, XVI, 1905).

tions physiques particulières assez favorables pour les plantes, comme la conservation de l'humidité, l'absorption de la vapeur d'eau de l'atmosphère, etc.

Les substrata siliceux et les substrata humiques peuvent quelquefois se substituer réciproquement, et cela explique, comme l'a déjà fait remarquer Kerner (1), la présence d'une flore de la silice sur des roches calcaires ; cette propriété de pouvoir se substituer, qui ne serait pas concevable si on la considérait comme dépendante d'une fonction de nutrition, est, au contraire, facilement explicable par l'analogie des propriétés physiques que présentent les deux types de substratum. Il s'agit, comme je l'ai déjà fait observer ci-dessus, de l'aptitude à l'imbibition (pourvu qu'ils ne soient pas trop compactes), de la résistance au dessèchement, de propriétés absorbantes très intenses, en un mot, de caractères aptes à assurer, aux racines qui se développent dans ces terrains, une concentration très basse et presque constante aux solutions qui y circulent.

Les terrains assez riches en composés humiques, spécialement ceux acides, présentent des conditions particulières pour que les plantes, pour être considérées comme caractéristiques de ces terrains (puisqu'elles se trouvent aussi sur des roches siliceuses), appartiennent au groupe de celles présentant les caractères de xérophiles (2). Une telle xérophilie, puisqu'elle ne peut s'expliquer par un manque d'eau dans le sol et par une transpiration excessive, dépend sans doute d'actions spéciales des liquides du sol. Wolf (3) a démontré que la grande richesse en anhydride carbonique de l'eau qui baigne les racines est nocive à la plante ; de plus, Ramann (4) dit justement que dans le cas des tourbières riches en acides, on doit envisager ou une faible diffusibilité des éléments minéraux déterminés par la présence des composés humiques et par la fixation de la chaux par une partie de ces composés, ou bien

(1) Kerner von Marilaun, *op. cit.*

(2) Schimper, *op. cit.*

(3) Wolf (W.), Tagebl. Naturf. Vers., Leipzig, 1872.

(4) Ramann in Graebner (P.) und Bentheim (Otto von), *Handbuch der Heidekultur*, Leipzig, 1904, p. 228.

une action spéciale nocive des acides humiques. Graebner (1), qui rapporte cette opinion de Ramann, croit précisément à une action nocive de ces acides. Et il faut remarquer avec Schimper (2) que quelques-unes des formes qui croissent dans ces terrains acides s'observent même dans les lieux secs pauvres en humus *(Calluna, Vaccinium vitis idœa, Betula pubescens)*, et il importe de noter que cet auteur doute s'il s'agit d'une vraie action favorable des composés humiques sur ces plantes, ou plutôt si elles ne se sont pas adaptées, par analogie aux halophytes, à supporter les conditions défavorables déterminées par ces acides eux-mêmes.

III

LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES ET LES SOLUTIONS DU TERRAIN

Les considérations exposées jusqu'ici quant à la nature des liquides circulant dans les terrains selon leurs propriétés physiques et chimiques, et quant au mode d'action que les divers éléments dissous dans le sol, peuvent exercer sur les racines des plantes avec lesquelles ils viennent en contact, portent à conclure que, dans l'étude de la distribution des espèces, on doit donner plus d'importance à la concentration et au coefficient isotonique des solutions qu'à la structure physique et à la nature chimique des terrains et des solutions dont ils sont imbibées ; ayant ainsi en vue, non pas tant ce que les racines peuvent absorber, mais les conditions qui sont faites au fonctionnement du système absorbant.

Les recherches de Stahl (3) ont démontré combien est grande l'importance de la concentration des solutions, dans lesquelles plongent les racines, sur les phénomènes de transpiration. Les phytogéographes n'ont pas toujours tenu compte de ce fait, d'une importance physiologique très grande. Schimper *(op. cit.)* est, autant que je sache, le premier qui ait

(1) Graebner (P.) et Bentheim (Otto von), *op. cit.*

(2) Schimper, *op. cit.*

(3) Stahl (E.), *Einige Versuche über Transpiration und Assimilation* (Bot. Zeitung, LII, 1894).

observé comment les sels solubles du sol, quand ils y sont concentrés en quantité supérieure à celle qui peut être utilisée par la plante comme aliment, agissent, par leur concentration, sur les phénomènes osmotiques des racines, phénomènes dont la perturbation peut influencer le mode de développement des plantes elles-mêmes. Ramann (1), et, après lui, Graebner (2) ont trouvé une étroite relation entre la distribution de beaucoup de formes végétales et le contenu de sels dissous dans l'eau ; la concentration des solutions a, sous ce rapport, une plus grande importance que la quantité des sels faisant partie des solutions elles-mêmes, même s'il s'agit du bicarbonate de chaux. L'intérêt de cette constatation n'a pas échappé à Lopriore et lui-même déplore, dans ses recherches sur la flore des lacs de la Sicile, de n'avoir pu donner des analyses d'eau comme il l'aurait désiré.

Le rapport entre la distribution des plantes et la concentration des solutions, que Ramann et Graebner ont mis en évidence pour la végétation des tourbières de l'Allemagne du Nord, doit être étendu à l'étude de l'influence que les substrata les plus variés exercent sur les associations végétales. L'action de la concentration des solutions doit être considérée comme un phénomène physique qui, en altérant les propriétés physiologiques des cellules absorbantes, ralentit tout d'abord leur activité par rapport à la quantité d'eau et occasionne ensuite, dans le cas d'une diminution constante du coefficient osmotique de la solution du terrain, une absorption de liquide tellement intense qu'elle peut causer de profondes perturbations, non seulement dans la quantité, mais peut-être aussi dans la qualité du liquide absorbé.

Il ne sera pas difficile de démontrer comment beaucoup de soi-disant exceptions, qui se rencontrent dans la distribution

(1) Ramann (E.), *Organogene Ablagerungen der Jetztzeit* (Neues Jahrbuch f. Mineral. Geol. und Palaeontol., X Beilage Band, 1895-96).

(2) Graebner (P.), *Handbuch der Heidekultur.* — Id., *Bildung natürlicher Vegetations Formationen in norddeutschen Flachlande* (Arch. d. Brandeburgia, IV, 1898 : Naturw. Wochenschrift, XIII, 1898). Graebner interprète l'influence du faible contenu en sels minéraux comme l'effet de la pénurie des *aliments* inorganiques, et ne considère pas l'influence que les solutions assez diluées exercent osmotiquement sur les racines,

des plantes par rapport au sol, sont facilement explicables, quand on considère non la nature du terrain lui-même, mais le coefficient osmotique des solutions qui viennent en contact avec les racines. En particulier, dans la catégorie très vaste des plantes soi-disant indifférentes, on trouve des exemples absolument convaincants à cet égard. Il est étrange, en effet, que dans l'étude de l'importance des facteurs édaphiques sur la distribution des plantes, on ait presque négligé de s'occuper des espèces soi-disant indifférentes ; au contraire, ce sont elles qui, précisément, en se comportant d'une manière intermédiaire entre les espèces exclusives quant au sol, offrent le moyen d'expliquer beaucoup de faits restés obscurs jusqu'ici.

Je commencerai par les plantes soumises à l'action des liquides ayant les concentrations moléculaires les plus élevées, pour arriver ensuite à celles dont les racines sont en contact avec des solutions très fortement diluées ; j'omettrai cependant à dessein de parler des plantes hygrophytes, en réservant l'étude complète après l'examen de la distribution des formes xérophytes et mésophytes.

Les plantes des lieux salés peuvent avoir leurs racines en contact avec des solutions dont la concentration peut varier entre 2 et 2,5 %, ainsi qu'on l'a déterminé expérimentalement, et supporter ainsi la pression osmotique très élevée de 12 à 15 atmosphères ; une telle concentration, toutefois, ne reste pas longtemps constante, parce que, sous l'action des pluies, le terrain peut perdre rapidement une partie du sel qu'il contient, et les racines se trouvent ainsi en contact avec des solutions relativement très diluées. C'est pourquoi, afin de pouvoir faire face à la pression osmotique exercée par les solutions du sol, les poils absorbants et toutes les cellules de la plante doivent, dans leurs hydroleucites, contenir des solutions approximativement isotoniques et par suite concentrées. Il en résulte que, lorsque, après de fortes pluies, la pression osmotique du liquide du terrain vient à s'abaisser, il doit se produire, pour rétablir l'équilibre osmotique, une forte absorption d'eau. Cette forte absorption fut déjà observée par Vesque (1) et a été

(1) Vesque (Jules), *De l'influence des matières salines sur l'absorption de l'eau par les racines* (Ann. des sciences natur., Bot., 6e série, 1878).

confirmée récemment par Casu. Le rôle du chlorure de sodium qui reste, comme on sait, tel quel dans les cellules, sans être élaboré d'aucune façon, consiste très probablement à fournir des solutions capables de maintenir l'équilibre osmotique entre les liquides du sol et ceux des cellules.

Les plantes rudérales se comportent d'une manière très analogue aux halophytes ; l'analogie entre ces deux types d'associations fut déjà remarquée par Delpino (1), mais n'a jamais été minutieusement étudiée.

Les terrains préférés des plantes rudérales sont caractérisés par la présence de sels solubles abondants, provenant, soit des produits de décomposition qu'on observe précisément à proximité des maisons, des lieux de dépôt, etc., soit de la désagrégation des composants minéraux d'un terrain fréquemment remué. En outre, dans de telles localités, les plantes sont exposées à des variations brusques et considérables dans la concentration des solutions qui les baignent, d'autant plus que les sels qui s'y trouvent sont très facilement solubles et que le pouvoir absorbant du sol y exerce une faible influence.

L'analogie entre le terrain dont nous parlons et celui des lieux salés ne pourrait être plus grande, bien que très probablement on n'arrive pas ici à ces fortes concentrations qui se produisent en présence du chlorure de sodium. En parfaite concordance avec une telle analogie, nous trouvons, aussi bien dans les terrains salés que dans les terrains habités par les plantes rudérales, des représentants très nombreux de la famille des Chénopodiacées et Amarantacées ; et bien qu'on trouve rarement les mêmes espèces dans les deux stations, à cause de l'étroite affinité systématique qui existe entre elles, beaucoup des espèces de l'une peuvent être considérées comme remplaçant celles de l'autre. Il existe de même une étroite analogie entre les espèces de plusieurs autres familles, telles que :

(1) Delpino (F.). — De même Schimper (*Indo-malaysche Strandflora*), dans quelques expériences exécutées sur des plantes diverses, spécialement sur les halophytes, a mis en relief l'affinité de l'action des solutions de sel commun, du salpêtre et des solutions nitreuses, sur l'habitat xérophile des plantes ; cette conception est mieux exposée dans *Pflanzengeographie*, où la xérophilie des plantes halophytes est mise en parallèle avec celle des Chénopodiacées, Solanacées, Crucifères, etc., nitrophiles.

Rudérales	Halophytes.
Polygonum sp. pl.	*Polygonum* sp. pl.
Rumex sp. pl.	*Rumex spinosa, R. maritimus.*
Euphorbia Peplus, E. Lathyris.	*E. Peplis, E. Pithyusa.*
Euphorbia helioscopia.	*Euphorbia paralias.*
Daucus Carota.	*Daucus maritimus.*
Solanum nigrum.	*Solanum sodomaeum.*
Erodium cicutarium, E. malacoides.	*Erod. maritimum, Erod. Jacquinianum.*

Nous trouvons, en outre, dans les lieux plus ou moins salés, beaucoup de plantes qui, dans d'autres terrains, occupent de préférence la station rudérale : *Glaucium luteum, Lepidium ruderale, Alyssum campestre, Senebiera pinnatifida, Althæa officinalis, Trifolium resupinatum, Ecballium Elaterium, Artemisia campestris, Chenopodium ambrosioides.*

Pour confirmer ces analogies démontrées par l'observation, il y a les expériences de Cavara sur la cryoscopie des végétaux, dans lesquelles l'auteur, procédant toujours avec la même méthode, a pu observer comment la concentration moléculaire dans les sucs de plantes de la même espèce, se maintient à peu près constante dans la station littorale et dans la station rudérale.

Dans les cellules de nombreuses plantes rudérales on a noté la présence de quantités considérables de nitrates ou d'autres sels potassiques en dissolution ; ces sels, qui restent tels quels dans les sucs sans être élaborés, n'ont certainement pas un but alimentaire dans le sens de fournir des substances destinées à l'assimilation. Bien qu'il manque, à cet égard, des expériences directes, il n'est pas hors de propos de penser que ces sels servent, comme le chlorure de sodium des halophytes, à régulariser les phénomènes osmotiques dans les tissus.

L'analogie entre la flore halophyte et la flore rudérale, qui est si étroite, malgré que les sels solubles contenus dans les terrains préférés par ces deux associations soient très différents, devient encore plus manifeste quand on pense que d'autres sels, aussi facilement solubles, mais ayant les caractères chimiques les plus divers, peuvent donner lieu au développement d'associations affines à celles qui viennent d'être étu-

diées. Ainsi, près des lacs salés de l'Egypte, riches en soude, la végétation ne se compose que de Salsolacées (Marchesetti) ; de même, des associations analogues se trouvent dans les steppes des plaines hongroises et caspiennes, où la soude se trouve en abondance.

Les plantes calcicoles vivent dans un sol où les liquides circulants sont doués d'une concentration moléculaire considérable ; mais, comme le carbonate de chaux y existe toujours en quantité plus que suffisante pour maintenir dans l'eau une certaine proportion de sels en dissolution, il en résulte que les racines se trouvent en présence de solutions osmotiquement très actives, mais non sujettes à ces variations extrêmes qui ont lieu dans les stations des halophytes et des rudérales. Ainsi que je l'ai déjà dit plus haut, la concentration moléculaire des solutions de bicarbonate de chaux est la seule cause qui puisse expliquer pourquoi le calcaire ne se comporte pas comme d'autres roches aussi riches en chaux, et expliquer aussi la présence d'une végétation calcicole sur certaines roches, comme celles contenant de l'anorthite, qui fournissent du carbonate de chaux parmi les produits de leur décomposition.

De même, le fait, qu'aux conditions chimiques du sol peuvent se substituer, comme on le sait très bien, des conditions climatiques spéciales, ne trouve son explication que dans l'état physique des liquides qui imbibent le sol. D'ailleurs, même dans les terrains non calcaires, mais ayant une structure physique particulière (dysgéogènes), facilement réchauffables, perméables et secs, les propriétés absorbantes sont insuffisantes à modérer la concentration des solutions qui s'y trouvent.

Les expériences cryoscopiques de Cavara, que j'ai déjà eu l'occasion de citer, fournissent, par une autre voie, une confirmation à la nature saline de la végétation calcicole ; en effet, dans beaucoup d'espèces des stations littorales, qui vivaient aussi sur des collines calcaires arides, dans les environs de Cagliari, l'auteur a rencontré dans les sucs une concentration moléculaire très semblable à celles des sucs des mêmes espèces croissant dans les stations du littoral.

La flore des lieux incultes, des bords des chemins et des

champs, surtout après la moisson, présente une physionomie particulière, mais se rattache néanmoins à la flore rudérale et calcicole. Les botanistes ont, pour la plupart, rangé les espèces de ces stations parmi les indifférentes ; bien plus, si on prend la très longue liste des indifférentes et quasi-indifférentes de Contejean, les espèces préférant les stations uligineuses et les stations rupestres, et les espèces arborescentes, on peut dire qu'il ne reste plus que des espèces qui prospèrent en particulier dans les stations rudérales et dans les champs et les haies.

Des stations de cette nature, qui sont l'œuvre de l'homme, ont recueilli, ainsi qu'on peut aisément s'en convaincre, des plantes provenant de toutes les stations voisines avec lesquelles elles ont quelques affinités. C'est un fait connu que les espèces qui ont le plus contribué à fournir les espèces émigrées sont celles qui ont le plus d'affinité avec les espèces calcicoles et halophiles ; ainsi on y rencontre de nombreuses espèces de Papavéracées, de Plantaginacées, de Polygonacées ; on y trouve, en outre, des Crucifères, des Labiées et des Scrophulaciées non hygrophytes, lesquelles ont toutes des représentants très nombreux dans les terrains les plus divers, tandis que, dans les terrains siliceux et humifères, le nombre en est plutôt rare.

Le sol découvert des champs présente, comme j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer plus haut, toutes les propriétés requises pour que l'eau d'imbibition soit fournie de substances salines à concentration plutôt variable, et c'est spécialement dans les strates les plus superficielles du terrain que le coefficient osmotique de telles solutions est sujet aux oscillations les plus amples. Les plantes annuelles et bisannuelles qui croissent abondamment sur ces terrains ont, généralement, des racines peu profondes et vivent précisément dans cette couche sujette aux vicissitudes les plus diverses.

Une caractéristique de beaucoup d'espèces rudérales, champêtres et des haies, c'est d'avoir une étroite affinité avec les espèces croissant dans les lieux humides : je reviendrai sur cet argument quand je traiterai des formes hygrophytes. Un caractère intermédiaire entre les espèces sus-citées et celles que je vais étudier maintenant, se présente, en tenant compte du peu d'informations exactes qu'on a sur elles, dans la flore du

gypse : il est vrai que les plantes en nombre restreint, observées par Macchiati sur des roches de cette nature dans l'Emilie, appartiennent, en partie, aux plantes caractéristiques des associations champêtres, et en partie à celles des endroits siliceux découverts et ensoleillés que je vais étudier.

Plantes silicicoles. — D'après l'étude que j'ai faite au début de ce travail, on peut distinguer trois grands groupes de *terrains siliceux.*

a) Il y a, tout d'abord, les terrains qui, en raison de leur structure mécanique particulière et des conditions climatériques, peuvent exercer d'une certaine manière leurs propriétés absorbantes, tels que les détritus rocheux, les roches sèches, exposées et chauffées par le soleil, les sables susceptibles de n'être mouillés que par l'eau de pluie, et, par conséquent, non aptes à être imprégnés de solutions salines d'une origine autre que la décomposition des sables eux-mêmes. Dans ces conditions, bien que les solutions qui peuvent se trouver dans le sol soient très diluées, leur degré de concentration peut varier beaucoup et atteindre des limites relativement élevées, certainement les plus élevées qui soient possibles dans les terrains siliceux.

Sous l'influence de ces variations, les plantes finissent par se trouver dans des conditions telles que, bien que d'une manière moins prononcée, elles se rapprochent des conditions de beaucoup de plantes des terrains calcaires ; parmi celles-ci, nous trouvons un grand nombre de xérophiles silicicoles ou indifférentes de Contejean, comme *Sempervivum*, *Sedum*, *Saxifraga*, quelques *Arenaria* et *Campanula*, et, par-dessus tout, beaucoup d'espèces de Labiées, famille qui n'a que de rares représentants dans les terrains non uligineux que j'aurai encore occasion de mentionner.

b) Dans le second groupe, il faut faire entrer les terrains dans lesquels, par suite de l'absence de variations thermiques de grande amplitude, par suite de la présence constante d'un certain degré d'humidité, et par suite de la formation d'une petite quantité d'humus, les propriétés absorbantes vont s'accentuant sans cesse et sont toujours suffisantes pour maintenir dans le liquide qui baigne les racines une certaine constance

de sa concentration moléculaire. Tels sont, spécialement, les terrains recouverts depuis très longtemps d'un manteau de végétation où a pu se former une sorte de croûte ou couche herbeuse. Dans la flore qui y croît se trouvent beaucoup d'espèces soi-disant indifférentes, telles que les graminées et les légumineuses des prés, *Achillea millefolium*, *Ranunculus acris*, *Lychnis flos-cuculi*, quelques *Crepis* et *Campanula* des prés ; leur développement, qui a lieu avec une plus grande fréquence dans les terrains siliceux, est possible sur les terrains calcaires quand a eu lieu déjà une décalcification suffisante des couches les plus superficielles.

c) Il y a ensuite des terrains dans lesquels les propriétés absorbantes sont toujours très intenses et facilement explicables, même après une forte dessiccation, comme cela arrive pour l'argile ; et d'autres terrains, au contraire, dans lesquels, par suite de la grosseur relative de leurs éléments constitutifs, par suite de leur peu d'altération, en raison de leur nature chimique et de leur volume, et à cause de la perméabilité très grande qui en dérive, on ne trouve jamais, pour ainsi dire, de sels dissous ou solubles et capables d'agir osmotiquement sur les racines. La flore qui croît sur ces deux types de terrains, pourvu qu'ils ne soient pas uligineux, est très uniforme ; c'est pourquoi on peut les rapprocher pour constituer le troisième groupe. Si l'argile se prête moins facilement à l'écoulement de l'eau, et, par suite, rend moins facile le transport des composés solubles, elle présente à un degré élevé les propriétés absorbantes et, pour compenser le manque de ces propriétés, les terrains graveleux ont une perméabilité qui permet l'éloignement des matériaux solubles ; d'ordinaire, cependant, sur un sol aussi perméable, la végétation prend un caractère plus xérophile. Et c'est sur ces terrains du troisième groupe que nous trouvons les silicicoles exclusives : *Silene rupestris*, *Gypsophila muralis*, *Seleranthus perennis*, *Jasione montana*, *Antirrhinum orontium*, *Anarrhinum bellidifolium*, *Genista scoparia*, *Calluna vulgaris*, diverses *Erica*, *Agrostis canina*, *Aira caryophyllea*, *Aira præcox*, *Vulpia dertonensis*, *Pteris aquilina*, etc.

La végétation de beaucoup de plantes préférant ce *substra-*

tum offre un caractère colonial, et la réunion des racines des divers individus, leur séjour prolongé sur le sol, provoquent l'accumulation de quantités considérables d'humus, comme on l'observe dans nos terres de bruyères. En outre, beaucoup de plantes de bruyère, en plus du substratum aussi sec que celui que nous venons d'étudier, prospèrent encore sur les terrains plus riches en humus et plus humides.

Pour les *plantes saprophytes*, l'action de l'humus est facilement explicable, à cause de la fonction alimentaire qu'il exerce sur elles directement, au moyen de champignons qui vivent en étroite relation avec les racines (mycorhizes).

Également spéciales sont les *associations qui s'observent sur l'humus* et qui sont constituées par de nombreuses plantes à mycorhizes, pour lesquelles l'humus, par lui-même, et non à cause des liquides qui l'imbibent, constitue un *substratum* adapté non seulement aux plantes supérieures, mais encore aux champignons qui vivent en relation avec elles. Puisque de telles associations s'observent sur l'humus presque pur, dont les dépôts ont atteint une certaine épaisseur, on comprend très aisément comment elles peuvent se développer, jusqu'à un certain point, indépendamment de la composition chimique de la roche sous-jacente ; ainsi, en prenant toujours parmi les plantes classées comme indifférentes, on peut citer, pour nos régions : *Oxalis acetosella*, *Arbutus uva-ursi*, *Vaccinium Vitis-Idæa*, plusieurs *Pirola*, *Dentaria bulbifera*, *Maianthemum bifolium*, *Spiræa Aruncus*, *Polypodium vulgare*, etc.

Tandis que, dans les régions calcaires, les espèces sus-mentionnées exigent une forte quantité d'humus pour se développer, dans les régions siliceuses elles sont moins exigeantes à cet égard ; de fait, on sait combien est grande l'affinité qu'il y a entre les terrains riches en humus et les terrains siliceux ; et, ici, en dehors de l'affinité étroite au point de vue physico-chimique, il convient de s'arrêter pour indiquer les affinités qu'offre la végétation que ces terrains hébergent ; ce n'est pas le cas, cependant, d'y insister beaucoup, parce qu'elle a déjà été universellement admise, bien que diversement expliquée. Tout le monde sait que, dans les régions calcaires on trouve, çà et là, des associations d'espèces caractéristiques de localités

siliceuses, réfugiées sur des terrains riches en humus ; de telles observations ont été faites partout, dans les régions les plus diverses, et dans l'île de Bornéo, où ne manquent pas non plus les roches calcaires. Beccari a pu constater que, dans cette île, les espèces de plantes qui préfèrent le calcaire sont très rares ; bien plus, la plus grande partie est calcifuge, sans compter les épiphytes (1).

L'étude de l'*épiphytisme* sert admirablement à compléter l'étroite analogie qui existe entre la végétation des terrains siliceux et celle des terrains riches en humus ; on sait que les épiphytes tropicales cultivées dans nos terres sont toutes calcifuges ; les épiphytes vasculaires sont très rares dans nos régions, et le *Polypodium vulgare*, qui est de ce nombre, est aussi une espèce silicicole (2).

Parmi les cryptogames, les mousses et les lichens ont été étudiés au point de vue de l'édaphisme ; or, les formes silicicoles de ces plantes qui se trouvent dans les régions calcaires s'y réfugient sur l'écorce des arbres. Amann (3), dans un intéressant mémoire sur la flore bryologique du Valais, a observé que, même dans le versant nord des Alpes (où l'élément calcaire se trouve, pour ainsi dire, partout), il y a presque toujours des stations où les espèces calcifuges peuvent se réfugier ; et c'est ainsi, écrit-il, que sur ces terrains nous voyons constamment un certain nombre des espèces en ques-

(1) Beccari (O.), *Nelle Foreste di Borneo*, Firenze, 1902. La végétation épiphyte des régions tropicales, outre son caractère calcifuge, se présente aussi sous des aspects très différents ; elle a une étroite affinité avec la végétation rupicole des forêts de l'Amérique (Schimper : *Die epiphytische Vegetation Amerikas*, Iéna, 1888), avec la végétation alpine, avec la végétation halophyte et avec la végétation des solfatares des Indes orientales (Schimper : *Indomalayschen Strandflora*). Evidemment, il ne s'agit pas d'une préférence pour un substratum chimiquement ou physiquement défini, mais d'une préférence pour toutes les conditions qui peuvent déterminer la xérophilie ; enfin, dans la distribution des plantes de cette nature, plusieurs facteurs autres que les facteurs édaphiques ont aussi une grande influence.

(2) Fliche (P.), *Note sur l'épiphytisme du Polypodium vulgare* (Bull. Soc. Bot. de France, 1902). — Barsali (E.), *Note sur le Polypodium vulgare* (Bull. Soc. Bot. Ital., 1903).

(3) Amann, *Etude de la flore bryologique du Valais* (Bull. Soc. Murith. du Valais, Sion, 1898-99).

tion croître sur l'écorce et sur le bois des arbres. Dans le Latium, Brizi a constaté que *l'Amblystegium irriguum*, que Schimper (1) indique comme silicicole, se rencontre sur les bois en voie de décomposition. Même pour les Lichens, on observe toujours cette analogie entre les formes silicicoles et corticicoles (Lichens silicicoles-calcifuges de Weddel) (2).

Puisque je suis sur ce sujet, je rappellerai les observations de Quélet (3) et de Boudier (4) sur la distribution des Champignons par rapport à la nature chimique du sol. Cependant, à cause des degrés divers de saprophytisme dans les différentes espèces, de leurs rapports étroits de symbiose et de mutualisme avec les phanérogames supérieures, il est bien plus difficile de faire ressortir les causes qui règlent les rapports entre la nature chimique du sol et les champignons qui y croissent.

Toutefois, parmi les champignons hypogés, on observe des préférences très marquées en rapport direct avec la constitution chimique du sol ; des observations inédites, que M. le professeur Mattirolo a bien voulu me communiquer, ont mis hors de doute que les espèces du genre *Elaphomyces* sont essentiellement liées à la présence du Châtaignier et des espèces arborescentes silicicoles, tandis que le genre *Tuber* s'observe particulièrement en relation avec les plantes croissant sur un sol calcaire.

Les études sur la distribution des Cryptogames, au point de vue de leurs relations avec le sol servent aussi à démontrer combien a peu d'importance par elle-même, à cet égard, la structure physique du substratum ; ainsi, l'analogie qu'on observe entre les conditions faites aux espèces saxicoles des roches siliceuses et calcaires, par rapport à la capacité calorifique, à la dureté, à la sécheresse, etc., est plus grande que

(1) Schimper (W.), *Synopsis Muscorum Europæorum*, 2e édit., Stuttgart, 1876.

(2) Weddel, *Les Lichens du massif granitique de Ligugé* (Bull. Soc. Bot. France, t. XX, 1873).

(3) Quélet in Contejean, *op. cit.*

(4) Boudier (E.), *Influence de la nature du sol et des végétaux qui y croissent sur le développement des champignons* (Congrès international de Botanique, Paris, 1900).

celle qui existe entre les roches siliceuses et les écorces. Toutefois, cette analogie marquée n'empêche pas que, sur la même roche de conglomérat, s'établissent des différences très nettes dans la distribution des espèces calcicoles et calcifuges, celles-ci vivant sur les cailloux siliceux, celles-là sur le ciment calcaire du conglomérat.

Pour les mousses, Amann a encore observé que la poussière calcaire transportée par le vent sur des touffes de mousses croissant dans les terrains siliceux, est suffisante pour déterminer le développement d'espèces calcicoles, montrant ainsi combien l'adjonction de petites quantités de calcaire contribue à altérer le caractère de la végétation, bien que les conditions physiques ne soient changées en rien, sauf la concentration des solutions qui imbibent les touffes.

L'humus dont j'ai parlé jusqu'ici, tire son origine de la décomposition des matières végétales sous l'influence de causes variées, mais presque toujours en présence d'une certaine dose d'oxygène.

Mais, dans les tourbières, et même dans certains endroits secs, la décomposition des matières végétales a lieu dans un milieu privé d'oxygène, provoquant ainsi la production de corps de nature spécialement acide, ce qui explique le caractère particulier de la végétation qui s'y développe.

Le caractère prédominant de la végétation des terrains siliceux et humifères est éminemment hygrophile, tandis que celui de la végétation calcicole est xérophile, bien entendu à égalité de conditions climatiques. C'est précisément sur ce caractère que Thurmann a fondé un des meilleurs arguments pour établir sa thèse de l'influence physique du sol ; et la raison en est évidente, si on fait attention à la facilité qu'ont certaines roches siliceuses de donner naissance à des terrains capables de retenir l'eau, soit par simple capillarité, soit par suite de l'hygroscopicité des composés humiques fréquemment associés aux terrains siliceux. De fait, le caractère hygrophile de la végétation calcifuge atteint son maximum précisément là où l'eau est à son maximum de pureté par rapport au calcaire ; et le maximum de sensibilité à l'action toxique des sels de chaux se vérifie chez les plantes plus particulièrement hygro-

phytes des terrains siliceux et humifères (*Drosera*, *Sphagnum*).

Dans les stations préférées des plantes hygrophytes, l'eau n'occupe pas, comme dans celles étudiées jusqu'ici, seulement les petits méats qui séparent les particules du sol, mais elle imbibe par capillarité les méats plus larges, à travers lesquels elle peut se mouvoir facilement, ayant à vaincre un frottement beaucoup moindre. C'est ainsi que, par suite soit des conditions orographiques, soit des évaporations ou des précipitations atmosphériques, des variations de densité dues aux actions thermiques, l'eau se meut dans le sol avec une certaine rapidité, se renouvelant toujours en présence des racines ou de toute la plante ; c'est pourquoi de telles racines subissent, à un degré bien moindre que celles des stations plus ou moins sèches, l'influence des éléments constitutifs du sol sur lequel elles se développent. En outre, la composition chimique de l'eau est déterminée très souvent, non par le terrain qu'elle imbibe, mais par les terrains qu'elle a successivement traversés, de telle sorte que la flore hygrophyte est fréquemment d'un caractère très différent de la flore mésophyte et xérophyte qui l'environne. Nous avons un très bon exemple de ce fait, ainsi que je l'ai déjà indiqué, dans la flore littorale, où la composition chimique du sable exerce une influence bien moindre que celle du chlorure de sodium des eaux qui la baignent.

Les rapports entre les solutions salines et la flore hygrophyte sont différents, suivant que leur concentration moléculaire subit des variations assez amples ou reste presque constante. Le premier cas s'observe particulièrement dans les lieux humides salés, où, pour les raisons déjà données, la salure peut varier très brusquement entre de grandes limites. La flore de ces stations permet d'observer quelques espèces qui sont un splendide exemple pour démontrer que la concentration moléculaire des solutions influe bien davantage sur les racines que la quantité d'eau mise à leur disposition ; ainsi, la majeure partie des Chénopodiacées des terrains salés prospèrent également bien dans les marais salés, dans les sables marins séchés et exposés à l'action du soleil, sur les rochers arides et calcaires et sur les détritus à une faible distance de la mer, mais non salés (Cavara, Casu).

Les plantes hygrophytes des autres stations sont en grande partie sujettes à une constance relative dans la concentration moléculaire des sels dissous, que ces plantes vivent dans de grandes masses d'eau ou dans des petites, qu'elles soient immergées ou flottantes, ou qu'elles n'aient que la partie inférieure qui soit plongée dans l'eau. On sait que, dans les grandes masses d'eau, les variations ne sont jamais très importantes ; ce qui le prouve, c'est la constance des résultats des analyses chimiques exécutées à plusieurs reprises, soit dans un but scientifique, soit au point de vue de l'hygiène. Mais c'est dans les petites masses d'eau dormante que la composition chimique pourrait varier sensiblement par suite de l'évaporation ou de quelque précipitation atmosphérique ; cependant, dans ce cas, les parois et le fond du bassin sont tellement riches en substances humiques et argileuses, qu'alors les propriétés absorbantes du terrain entrent en jeu pour maintenir en équilibre la concentration saline de l'eau.

Néanmoins, bien que la concentration de l'eau se maintienne constante, il faut cependant distinguer différents degrés du contenu en substances dissoutes, en correspondance desquels on a différents types de formations végétales :

a) *Dans les eaux saumâtres*, la végétation phanérogamique présente des formes systématiquement très voisines de celles des eaux salées marines et de celles des eaux douces ; cependant, parmi elles nous trouvons des formes qui sont encore très répandues dans les eaux douces plus riches en sels dissous. On sait, en effet, que, dans les eaux très riches en sels de chaux, la végétation phanérogamique est plutôt rare et limitée à quelques *Potamogeton*, entre autres les *Pot. lucens*, *Pot. pusillus*, *Pot. pectinatus*, *Pot. marinus*, qui sont précisément communs aux eaux saumâtres et aux eaux douces à concentration saline considérable.

Les Characées offrent un autre exemple magnifique pour démontrer l'analogie qui existe, sous le rapport de la flore, parmi les diverses eaux riches en matières minérales, quelle que soit leur composition chimique ; tandis que le genre *Nitella* est caractéristique des eaux à basse concentration moléculaire, le genre *Chara* habite les eaux fortement minéralisées. Ainsi

les marais saumâtres hébergent des espèces qui vivent aussi dans les eaux riches en gypse ou en bicarbonate de chaux ; et quelques espèces, comme le *Chara fœtida* et le *Ch. contraria*, se trouvent dans les eaux riches en sels de fer ; ainsi, dans les marais de la basse vallée d'Ossola, aux eaux pauvres en sels de chaux, le genre *Chara* se rencontre seulement en correspondance avec les amoncellements d'oxydes de fer caractéristiques des lieux tourbeux (1).

Sur les *Stillicidi* (2) formés d'eaux fortement minéralisées, la végétation se compose presque uniquement de mousses et d'hépatiques calcaricoles ; dans ces cas, comme l'a déjà remarqué Amann, la végétation est tellement indépendante de la nature de la roche sous-jacente que, à propos du versant nord des Alpes Pennines, il a pu dire :

La flore des terrains siliceux, qui, d'ailleurs, n'est composée (abstraction faite des espèces indifférentes) que de types calcifuges, est formée en ces régions des deux éléments biologico-édaphiques suivants : 1° Espèces et associations hygrophiles-calciphiles ; 2° espèces et associations xérophiles-calcifuges.

b) *Toutes les eaux non salées, dont la minéralisation n'est pas bien prononcée*, comme dans les eaux *dures*, et dans lesquelles, toutefois, cette minéralisation se maintient relativement élevée (3), hébergent de beaucoup la plus grande partie des hygrophytes soi-disant indifférentes, que celles-ci soient complètement ou partiellement en contact avec l'eau. Il est évident que, de toute l'eau qui baigne les plantes, la majeure

(1) Dans le lac de Pergusa (Castrogiovanni, Sicile), dont la minéralisation de l'eau est assez élevée, spécialement par la présence du chlorure de magnésie, la végétation phanérogamique est limitée à quelques individus du *Potamog. pectinatus*, tandis que l'eau est presque toute envahie par les Characées (Lopriore, *p. cit.*; Migula, *Die Characeen* in *Rhabenhorst's Kryptog. Flora*).

(2) Roches arrosées d'eau tombant goutte à goutte.

(3) D'ordinaire, la minéralisation des eaux non salées est due principalement aux carbonates et sulfates de chaux et de magnésie, et les différences entre les diverses eaux sont surtout dues à ces deux composés ; j'ai donc adopté, dans l'étude de ces eaux, la mensuration des degrés de dureté au moyen de solutions de savon. Pour ce qu'on peut observer dans le Piémont, je crois que la limite maxima de dureté qui permette le développement des phanérogames ne dépasse pas 50 degrés français (lac du mont Cenis : principalement sulfate de chaux).

partie est physiologiquement superflue à leur développement ; c'est pourquoi, même dans les endroits simplement humides, dans lesquels le sol n'est pas trempé d'eau, mais en contient seulement la quantité qui suffit à ses besoins, leur développement est possible. Et, de même que la flore hygrophyte marine a des relations étroites avec la flore calcicole et avec la flore des décombres, caractérisées par un sol où l'eau est rare et à haute concentration moléculaire, celle qui se développe dans des eaux à concentration moyenne se rattache à d'autres flores non hygrophytes, avec des solutions à concentration moléculaire moyenne. C'est ce qui s'observe dans *Polygonum Persicaria*, *Pol. hydropiper*, dans quelques *Epilobium*, *Lythrum hyssopifolia*, *Bidens tripartita*, *Juncus bufonius*, *Panicum Crux-Galli*, *Carex muricata*, *C. divulsa*, etc., une série de formes habitant, soit dans les stations uligineuses, soit dans les champs, soit dans les haies, soit dans les décombres et les chemins : et, inversement, il m'est arrivé d'observer le *Solanum dulcamara* en très bon état de végétation dans des bourbiers, avec de l'eau marquant environ 25 degrés de dureté. Il est clair que ce qui constitue l'analogie entre les deux types de stations n'est pas tant le fait physique de la quantité d'eau à la disposition des racines, ou la richesse en argile ou en humus du fond du bourbier, ou la porosité d'un terrain le long d'un chemin ; c'est seulement la concentration moléculaire du liquide qui baigne les racines qui peut expliquer de tels faits.

Abstraction faite de toutes les dispositions particulièrement adaptées à la flottaison dans les eaux tranquilles ou dans les eaux courantes au milieu desquelles les plantes hygrophytes se rencontrent, nous trouvons que l'influence de l'eau est toujours la même, qu'elle soit facilement mobile, comme celle des cours d'eau, ou presque tranquille, comme dans la boue tenue humide par un lent suintement. Ainsi, toutes autres conditions étant semblables, nous trouvons également bien développés les *Sparganium* et les *Typha* ou les *Phragmites* sur les bords d'un canal ou dans les marais presque sans écoulement, et dont l'eau n'est jamais renouvelée ; on peut en dire autant pour les formes aquatiques, qu'elles soient nageantes ou flottantes, dans les eaux tranquilles ou courantes.

c) *Les associations végétales qui se développent à proximité d'eaux très faiblement minéralisées* (dureté rarement supérieure à 4 degrés français) permettent de faire une série de constatations analogues à celles qui viennent d'être faites. Les plantes typiques de la flore calcifuge hygrophyte sont les Sphaignes, les Droséracées, le *Ledum palustre*, etc., en un mot, les plantes des tourbières ; pour les Sphaignes, Weber et Graebner (1) ont démontré que les sels de chaux ne sont pas absolument toxiques quand ils se trouvent en solutions très diluées dans l'eau ; même dans ce cas tombent toutes les raisons mises en avant pour soutenir l'influence chimique dans la détermination de la nocivité des eaux calcaires pour les Sphaignes (2).

Ces plantes se développent bien partout, même dans les régions les plus calcaires, quand l'eau qui les baigne a été convenablement déminéralisée ; les dépôts tourbeux préexistants ou concomitants, dont l'origine dépend de plantes capables de supporter des doses relativement élevées de sels de chaux, se prêtent admirablement à produire ce résultat. La possibilité d'un tel fait est démontré par l'exemple bien connu tiré de la flore du Jura, où précisément les tourbières sont le refuge de beaucoup d'espèces calcifuges de la région. Un autre exemple du même fait nous est donné dans la très belle étude de Ramann sur la flore du lac Plager, où les Sphaignes se développent sous forme de bordure autour du lac, profitant de la décalcification opérée par l'humus provenant des plantes plus résistantes qui croissent à la périphérie ou dans la partie plus centrale.

Tout comme dans les associations hygrophytes précédentes, celles qui sont en relation avec des eaux très peu minéralisées ont des affinités étroites avec celles des stations sèches éventuellement imbibées de solutions à concentration moléculaire

(1) Weber, *Jahresber. der Männer vom Morgenstern. Heimatbund an Elb und Wesermündung*, 1900, Heft 3 ; Graebner (P.), *Handbuch d. Heidekultur.*

(2) On pourra consulter aussi à ce sujet le travail de Œhlmann : *Vegetative Fortpflanzung der Sphagnaceen nebst ihren Verhalten gegen Kalk* (thèse de Fribourg, 1898).

très faible ; ainsi *Arnica montana*, *Calluna*, *Tormentilla*, plusieurs *Erica*, *Vaccinium*, *etc.*, peuvent se trouver tout aussi bien dans des stations humides et tourbeuses ou dans celles qui sont siliceuses et humifères.

Maintenant que j'ai passé rapidement en revue les diverses associations végétales dans leurs rapports avec le sol, telles qu'elles se trouvent à un moment donné de la lutte qu'elles soutiennent constamment contre d'autres formes émigrées, il ne me reste plus qu'à étudier comment s'opère la succession de la végétation sur un terrain donné, et à voir si, et jusqu'à quel point, cette succession peut fournir un argument pour démontrer l'importance que la concentration moléculaire des solutions a dans l'étude de l'édaphisme.

Les meilleurs exemples de cette succession s'observent dans les terrains dits nouveaux, où il est facile de suivre le sort des associations variées qui s'y succèdent avec le temps. Comme les causes de la formation des terrains nouveaux sont variées, et qu'à chacune d'elles correspondent des types de végétation différents, je me bornerai à étudier :

1° La flore sur les stations originairement salées ;

2° Le développement de la végétation sur les terrains nouveaux ;

3° La formation des Sphagnaies ;

4° En outre, sur un terrain donné, pour des causes tout à fait spéciales, la végétation existante peut venir à manquer ; et alors la végétation nouvelle se présente avec des caractères tout particuliers et très différents, selon les causes qui ont donné lieu à la disparition de la végétation précédente.

1° *L'évolution de la flore dans les lieux salés* a été étudiée dans un mémoire très intéressant de Flahault et Combres (1), relatif au delta du Rhône ; ce n'est pas ici le lieu de résumer cette étude connue de tous ceux qui s'occupent de ce genre de recherches ; je ne relaterai que les faits qui ont de l'intérêt pour le but que j'ai en vue.

Dans les localités où se sont déposés du sable et de la boue,

(1) Flahault (Ch.) et Combres (P.), *Sur la flore de la Camargue et des alluvions du Rhône* (Bull. Soc. bot. de France, t. XLI, 1894).

transportés par les ondes marines ou fluviales, s'établit une végétation où domine l'*Arthrochnemum macrostachium* ; alors, dans le petit espace qui se trouve autour de ces plantes, se ramassent des détritus organiques et du sable, moins facilement transportés par le vent, parce qu'ils sont protégés par la végétation voisine ; de cette manière se forment de petits soulèvements de quelques centimètres, sur lesquels, par suite de l'action des pluies hivernales, peut s'établir une végétation moins nettement halophyte ; et, ainsi, le sable s'arrêtant lentement entre les buissons qui se sont développés, le niveau du sol s'élève lentement et la flore prend une physionomie ayant un caractère halophyte moins marqué jusqu'à ce qu'elle cède le pas à celle des dunes.

2° Même à l'intérieur des terres, par suite de certains mouvements du sol, des dépôts de décombres, de la culture, etc., il s'est formé une surface neuve adaptée à la végétation ; l'action dégradante intense, à laquelle sont soumises les particules minérales non encore défendues par un manteau de végétation, donne lieu à la production de matériaux solubles. Parmi les nombreuses graines qui y sont transportées par les agents de dissémination, les seules qui, en germant, supportent les conditions qu'elles y trouvent, sont celles des stations rudérales et champêtres, ou celles des stations affines. Si le terrain est riche en chaux soluble, les plantes rudérales, auxquelles s'adjoignent quelques espèces calcicoles, peuvent y demeurer pendant de nombreuses années, mais si les sels solubles et capables d'agir, d'une manière ou d'une autre, sur les poils absorbants, sont rapidement transportés, on voit, au cours de la troisième année, succéder une végétation où dominent les graminées, auxquelles s'associent, non des espèces franchement rudérales, mais des espèces des champs et des lieux incultes, c'est-à-dire moins résistantes aux pressions osmotiques élevées agissant sur les racines. Au bout de peu de temps, les espèces les plus résistantes disparaissent peu à peu, et le terrain, vu l'ensemble de la végétation qui le recouvre, se distingue à peine d'un pré ordinaire. Dans la plupart des cas de ce genre, l'homme n'a nullement contribué à altérer les conditions physiques ou chimiques du terrain,

ou la qualité et la quantité des végétaux qui y croissent.

La quantité des composés minéraux utilisables n'a certainement pas augmenté avec le temps à un degré tel qu'elle ait pu faire revêtir d'une végétation abondante un terrain primitivement stérile, et, du reste, les agriculteurs savent que, pour remédier à l'appauvrissement des couches superficielles du sol, il faut les revivifier en portant à la surface un peu du terrain encore riche en matières minérales, qui se trouve à une certaine profondeur.

3° *Le développement des Sphagnaies* a lieu, selon Graebner (1), dans les terrains sableux, avec la succession suivante : d'abord des schizophycées diverses se développent, et pénètrent dans le sable jusqu'à trois millimètres de profondeur ; ensuite le sol est successivement occupé par *Radiola multiflora*, *Juncus capitatus*, etc., et, enfin, par les *Sphagnum*, *Ledum*, *Calluna*, etc. Même dans l'étude des associations disposées concentriquement dans les lacs qui se transforment petit à petit en tourbières, on observe toujours, premièrement, un *Phragmitetum*, ensuite un *Eriophoretum*, et, enfin, le *Sphagnetum*, quand, entre ces deux dernières formations, il ne s'en établit pas une autre de *Bryophytes*, un peu moins exigeante que les *Sphagnum*. La succession de ces formations dans l'espace peut donner exactement l'idée de la même succession, tout aussi bien dans le temps. Dans le développement des Sphagnaies, on observe comme dans les deux cas précédents, une succession de plantes de plus en plus sensibles à la concentration moléculaire des solutions, et ceci en même temps que les produits de la décomposition des formations précédentes permettent une déminéralisation progressive du *substratum*.

4° La disparition des associations végétales qui croissent sur un terrain donné peut être accompagné de certaines modifications dans les propriétés du sol ; mais celles-ci peuvent être, soit simplement physiques, soit chimiques ; dans le premier cas, comme après la coupe des bois, la flore qui se développe

(1) Graebner (P.), *Studien über die norddeutsche Heide* (Bot. Jahrb., XX, 1895).

présente un caractère xérophile évident, et ceci est facile à comprendre. Mais, sur les terrains jouissant d'un pouvoir absorbant considérable, on observe toujours les plantes des terrains siliceux et humifères et jamais celles des terrains calcaires ; ainsi, après la coupe des bois qui croissent sur le sol riche en argile des collines de Turin, il se constitue comme l'a observé Negri, une association xérophile dont le type est la Callune ; ainsi, après la mort des *Calluna* dans les vieilles terres de bruyère, il se développe de nouvelles *Calluna* provenant de graines, et, ici encore, on voit que les variations de la nature physique du sol ne suffisent pas à provoquer des altérations profondes dans le caractère de la flore. Si, au contraire, la destruction de la végétation précédente est provoquée par un incendie, à la suite duquel se forment, en abondance, des sels solubles, le caractère de la flore change complètement. De même, sur les charbonnières, apparaissent *Plantago*, *Polygonum*, *Chenopodium*, etc., formes remarquablement adaptées à des concentrations élevées ; et parmi ces formes figure *Funaria hygrometrica* qui se trouve aussi sur les suintements où les eaux d'écoulement contiennent une certaine proportion de sels dissous. De même aussi, sur les tourbières brûlées croissent *Senecio silvaticus* et *Epilobium angustifolium*, plantes hygrophytes habitant des terrains à concentration saline moyenne (1).

Tout ce que j'ai dit jusqu'ici sur les relations entre les plantes et la concentration moléculaire des liquides du sol pourrait, en raison de l'abondance des arguments et des faits cités comme preuves, être suffisant pour déterminer la méthode à suivre dans l'étude de l'édaphisme, et l'importance qu'on doit attacher à la constitution physique et chimique du sol.

Dans l'accomplissement de la tâche que je me suis imposée, j'ai eu le plus grand soin de m'appuyer non seulement sur mes observations, mais sur les données fournies par des observateurs et expérimentateurs d'une valeur indiscutable ; ce n'est pas que je doute que cette nouvelle manière de considérer

(1) Warming (E.), *Œkologische pflanzengeographie* II Aufl., Berlin, 1902.

l'édaphisme puisse rencontrer quelques difficultés à être acceptée par les botanistes. Au contraire, il me semble que les déductions, que j'ai exposées systématiquement pour la première fois, sont déjà transparentes, bien que très imparfaitement définies, dans presque tous les travaux modernes de phytogéographie.

Toutefois, à ces considérations théoriques, il est toujours utile d'ajouter une confirmation expérimentale, et celle-ci peut se faire soit en opérant sur des terrains habités par des plantes connues des phytostaticiens comme édaphiquement caractéristiques, soit sur des plantes élevées sur des substrata dont les propriétés sont bien connues.

Ce sera l'argument dont je m'occuperai dans les deux derniers chapitres.

IV

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LES SOLUTIONS DU TERRAIN

L'étude des liquides qui circulent dans les terrains cultivés a constitué et constitue l'un des problèmes les plus difficiles pour ceux qui s'occupent des sciences agricoles. Du jour où on a reconnu qu'il n'y a que les produits qui sont dissous ou facilement solubles qui influent sur la vie des plantes, on a cherché, par des méthodes diverses, à faire l'analyse chimique du terrain, en essayant d'établir des distinctions bien nettes entre les diverses formes, dissoutes, solubles et insolubles, sous lesquelles les éléments variés se présentent et concourent à constituer le sol. C'est pourquoi les méthodes d'analyses se sont multipliées, surtout les méthodes ayant pour but d'analyser la chaux et le phosphore, les deux éléments dont l'influence varie le plus, suivant la solubilité de leurs dérivés dans le sol ; beaucoup de méthodes d'analyses répondent à ce but.

Mais, pour ce qui regarde la détermination de la composition chimique des solutions qui imbibent le sol, on est resté plus en retard ; naturellement, il ne suffit pas d'ajouter de l'eau au sol pour diluer ainsi les liquides qu'il contient, et, de la solution qu'on obtient, en tirer des déductions analytiques ; il ne

suffit pas de faire digérer les échantillons de terre avec de l'eau chargée d'acide carbonique, pour extraire les produits réellement solubles dans les conditions naturelles.

Même les lysimètres, qui recueillent l'eau qui a traversé de nombreuses couches du sol après les pluies et qui s'écoule à la partie inférieure de ces appareils, ne donnent pas des liquides qui correspondent à ceux qui existent réellement dans le sol, mais seulement de l'eau qui contient ce que le sol n'a pas retenu. On n'a pas, par conséquent, une idée adéquate de ce que contient l'eau qui adhère aux particules du sol et aux racines, même longtemps après les pluies (Sestini).

La méthode qui répond le mieux à la vérité est celle indiquée par Schloesing (1) ; elle consiste à faire tomber, sur un volume de terre considérable et très lentement, une pluie très fine d'eau distillée ; les premières portions du liquide qui tombe goutte à goutte à la partie inférieure de l'appareil, seraient, selon l'auteur, celles qui sont réellement contenues dans le sol et qui ont été déplacées par l'introduction de la nouvelle eau, sans que, au moins pour les premières portions, il se soit opéré un mélange avec cette dernière. De fait, il est facile de se convaincre que, tandis que les premières portions qui tombent goutte à goutte conservent une composition chimique à peu près constante, au bout de quelque temps a lieu un changement brusque et très notable dans la composition de l'eau qui s'échappe. L'explication que Schloesing donne de cette constance ne convainc pas entièrement. Peut-être aujourd'hui, en raison des connaissances que nous avons sur les corps colloïdes, sur leur pouvoir absorbant, sur les propriétés qu'ils ont de céder leurs sels à l'eau pure quand il se produit un écart suffisant entre leur richesse en substances absorbées et la quantité d'eau du milieu ambiant, peut-on expliquer autrement le mode de fonctionnement de la méthode de Schloesing. Dans la première phase, celle de la constance du liquide qui s'échappe de l'appareil, l'équilibre entre les corps colloïdaux du sol et l'eau qu'on a ajoutée, se maintient,

(1) Schloesing (T.), *Comptes rendus Acad. des Sciences*, t. LXIII, 1866 ; t. LXX, 1870.

Dans la seconde, l'équilibre étant rompu, il se produit un délayage, une véritable dialyse de l'échantillon étudié.

Si la méthode de Schloesing est celle qui s'éloigne le moins de la vérité, et, par suite, peut s'appliquer à l'étude de la terre arable, elle n'en présente pas moins de grands inconvénients. Tout d'abord, il faut mettre la terre dans des appareils spéciaux pour la soumettre à l'opération, et tout le monde sait, les agriculteurs plus que tous autres, l'influence que le mouvement exerce sur la circulation des liquides ; en outre, cela demande qu'on se serve d'une terre fine, homogène et bien tassée dans l'appareil. Or, dans l'étude du sol naturel *in situ* où, sous une épaisseur de quelques centimètres seulement, on peut observer un feutrage de racines, puis une couche d'humus, puis des cailloux, du sable, etc., il est impossible d'obtenir des résultats dont on puisse faire cas. Il est facile, par suite, d'examiner quelles difficultés offre la récolte des échantillons, nécessairement non inférieurs à quelques kilogrammes, quand il faut les prendre dans un pâturage ou dans une forêt des Alpes ou dans la fissure d'une roche, pour être transportés au plus vite dans un laboratoire sans qu'il se dessèchent ou qu'ils se mouillent, pour n'altérer en aucune façon leurs conditions physiques.

Néanmoins, j'ai cherché à utiliser autant que possible cette méthode ; mais les petites quantités de liquide que j'en obtenais n'étaient pas analysables quantitativement, et la méthode était trop incommode pour une simple recherche qualitative ; je fus, par conséquent, contraint de l'abandonner.

M'étant bien vite convaincu que les façons variées dont les divers types de terrains se comportent consistaient surtout dans la présence : chez les uns, de solutions relativement riches ; chez les autres, de solutions pauvres en sels, en particulier en sels de chaux, solutions dépendant à leur tour respectivement d'un pouvoir absorbant du sol faible ou élevé, j'en conclus qu'il fallait simplement se borner à reconnaître si les principaux sels alcalins du sol s'y trouvaient ou non dissous.

Je fis l'expérience suivante : je mis dans la terre des morceaux de gélatine très pure ou d'agar, préalablement lavés et desséchés afin qu'en absorbant l'eau du sol avec lequel ils

étaient en contact, ils puissent s'imprégner des solutions existantes ; ayant ensuite extrait les morceaux, je les sectionnai et, dans les sections, je cherchai, par voie microchimique, la présence de la chaux, de la potasse, de la magnésie. Avec cette méthode j'obtins un avantage considérable et fus à même de pouvoir distinguer les corps présents à l'état de solution vraie de ceux existant à l'état colloïdal. On sait que les corps à l'état colloïdal ne sont pas capables de traverser un autre corps colloïdal tel que la gélatine ; c'est pourquoi les sels que j'aurais pu trouver éventuellement dans cette gélatine ne pouvaient provenir que de véritables solutions. Mais, là, je rencontrai plusieurs difficultés ; tout d'abord, par suite de l'hygroscopicité des corps employés, ceux-ci s'emparaient de la vapeur d'eau du sol plus rapidement que de l'eau à l'état liquide, si le contact entre la terre et la gélatine n'était pas très intime ; en outre, sous la pression provoquée par le gonflement des morceaux de gélatine, et sous la pression du terrain sus-jacent, tenu évidemment un peu tassé, les morceaux se désagrégeaient très souvent et rendaient toute analyse impossible. A cause de ces inconvénients et de quelques autres d'ordre pratique, je recourus à une autre méthode qui m'a donné de très bons résultats.

On sait que l'alizarine et la purpurine ont la propriété de donner des précipités colorés avec certains oxydes métalliques ; ainsi l'alizarine donne des précipités azuro-violacés avec les sels de chaux, rouges avec l'hydrate d'alumine, noir-violacés avec l'hydrate de fer, des colorations roses avec les dérivés alcalins du potassium, violettes avec ceux de l'ammonium, etc. ; en somme l'alizarine donne des réactions facilement perceptibles avec tous les sels qui peuvent se trouver dans le terrain. Un morceau de papier-filtre à analyse très pur, imbibé d'une solution alcoolique d'alizarine, et séché, donne, s'il est mis en contact avec le sol, une réaction colorée qui est le plus souvent celle des oxydes alcalino-terreux. En enveloppant le petit morceau de papier ainsi préparé dans une feuille très mince de parchemin végétal bien lavé, comme pour la préparation des filtres à analyse, et en ayant soin, en pliant bien le papier, d'empêcher que l'eau passe par ailleurs que le

papier, il est facile de construire de petits dialyseurs. En les mettant ensuite dans le sol qu'on tasse bien tout autour, l'alizarine est ainsi protégée du contact avec les composés minéraux insolubles, et aussi du contact avec les colloïdes, qui ne traversent pas, comme on sait, le parchemin ; dans ces conditions, il n'y a que les solutions qui puissent agir sur l'alizarine.

Pour plus de commodité, j'avais l'habitude, dans les nombreuses excursions faites dans ce but, de prendre de la terre et de la mettre dans des sacs de papier, après y avoir placé un des petits dialyseurs ainsi préparés que je recouvrais de terre ; je portais ensuite le sac bien enveloppé dans le laboratoire, où je le tenais, pendant un jour ou deux, sous une cloche afin d'empêcher l'évaporation ; ensuite j'examinais le résultat. Lorsque la terre était très sèche, et même lorsqu'une dessiccation ultérieure pouvait altérer la netteté des résultats, j'enveloppais la terre non dans du papier, mais dans des feuilles de gutta-percha, comme celles dont on se sert pour les pansements.

Quelle que soit l'humidité de l'échantillon, elle est suffisante pour que la coloration du petit morceau de papier ait lieu si les conditions chimiques et physiques du sol le permettent. Tout au plus, dans certains cas, la dessiccation de l'échantillon de terre est si grande que la réaction n'a lieu qu'avec une extrême lenteur ; dans ce cas, en maintenant le paquet sous la cloche avec d'autres pourvus d'une humidité plus grande, il peut absorber, en vertu de son hygroscopicité naturelle, le peu de vapeur d'eau nécessaire pour faciliter la réaction, sans que, pour cela, les conditions physiques de la terre soient modifiées.

Très souvent, particulièrement dans les terres siliceuses, les petits morceaux de papier alizarinés n'indiquent aucune réaction, ou plutôt se présentent, selon la règle, colorés en jaune ocreux ; ou bien il apparaît une teinte rosée très faible due évidemment à des sels de potassium. Dans le cas où la réaction a un résultat négatif, ce serait trop s'avancer que d'affirmer que les composés salins sont tous liés aux corps colloïdes ; en ce qui me concerne, je ne me crois pas autorisé à formuler une pareille conclusion ; selon toute probabilité, les sels sont

en dissolution tellement diluée, que ceux qui sont contenus dans le liquide dont on s'est servi pour imbiber d'alizarine le petit morceau de papier, se sont fixés sur la cellulose du parchemin.

(Ces observations étant faites, le Dr Gola donne ensuite les résultats de plusieurs centaines d'expériences qu'il a effectuées, dans de nombreuses localités du Piémont, sur les terrains les plus variés sous le rapport de la structure physique, de la composition chimique, des conditions climatiques, de la culture, etc. Nous ne croyons pas devoir donner ici tous ces détails, qui n'intéresseraient pas beaucoup nos lecteurs français.)

. . . . . .

Dans la vallée d'Ossola, à côté des terre-pleins de la voie ferrée Novare-Domodossola, qui date d'environ quinze ans, on élève de nouveaux terre-pleins avec des matériaux identiques, quant à leur origine, à ceux des anciens terre-pleins ; tandis que les nouveaux sont recouverts d'une maigre végétation composée de *Phytolacca decandra, Chenopodium album, Amaranthus retroflexus, Setaria glauca, Polygonum Persicaria,* etc., les anciens se sont recouverts d'une végétation abondante de *Robinia* ou d'herbes des prés, qui se distinguent peu de celle des localités voisines. Les échantillons pris sur le nouveau terrain me donnèrent toujours une réaction positive, tandis que la réaction des échantillons recueillis dans la couche intéressée par les racines des vieux terre-pleins fut toujours négative (1).

En outre, l'expérience suivante me donna de bons résultats. Divers échantillons de terre de prés, de talus, de champs siliceux, qui avaient donné une réaction négative ou faible, furent desséchés pendant quelques mois dans le milieu ordinaire du laboratoire, puis pesés afin d'évaluer la perte d'eau ; j'y ajoutai ensuite une quantité d'eau distillée égale à celle qu'ils avaient perdue ; la réaction fut toujours positive et même dans les échantillons où, auparavant, la réaction avait été faible, elle fut alors toujours plus intense qu'auparavant.

(1) Depuis les deux ans que date leur construction, les espèces sus-indiquées ont presque toutes disparu et ont été remplacées par *Erigeron canadense* et *Setaria glauca*, avec très peu de *Trifolium pratense.*

Mon collègue, le Dr Negri, dans un récent voyage qu'il fit dans les îles Canaries, pour y faire des études bryologiques, voulut bien avoir l'obligeance de contrôler, en ce qui se rapporte à la flore bryologique, ce que j'avais eu l'occasion de constater dans le Piémont. Les résultats qu'il m'a communiqués, et dont je suis bien aise de le remercier vivement ici, confirment pleinement le rapport étroit qui existe entre l'habitat des Mousses et la présence ou l'absence de réaction avec l'alizarine de la plupart des liquides du *substratum*.

Les résultats des expériences faites sur un nombre assez considérable d'échantillons ne pourraient mieux démontrer l'excellence de la méthode adoptée pour l'étude du sol ; ce qui constitue, en outre, un des plus grands mérites de ce système, c'est qu'il permet d'étudier le sol en tenant compte non de ce qui est soluble, mais de ce qui est réellement dissous et agit sur les cellules des plantes. En effet, les résultats des expériences montrent combien il est nécessaire de faire cette distinction, parce que, dans des terrains divers, voire dans le même terrain en différentes conditions, la richesse des solutions circulantes varie continuellement. Le degré variable de concentration de ces solutions et la variabilité de cette concentration constituent, comme je crois l'avoir démontré, un des facteurs principaux dont on doit tenir compte pour illustrer l'importance de l'édaphisme dans la distribution des plantes.

Je tâcherai maintenant de montrer comment, même dans les plantes, on peut reconnaître expérimentalement qu'il existe une certaine sensibilité par rapport aux concentrations salines variées avec lesquelles ces plantes viennent en contact.

V

EXPÉRIENCES SUR LA GERMINATION DES PLANTES DANS DES SOLUTIONS SALINES DE CONCENTRATIONS VARIÉES

Les espèces de plantes dont on s'est servi jusqu'ici pour étudier l'influence exercée sur elles par les solutions salines de concentration variée, ont été le plus souvent choisies indépen-

damment de leur distribution par rapport au sol ; ainsi, on a choisi généralement les plantes vulgaires, qui servent pour toutes les expériences de physiologie, faciles à faire germer et à cultiver, *Triticum*, *Zea*, *Lupinus*, *Pisum*, *Phaseolus*, etc. Font exception les halophytes, comme étant celles dans lesquelles on a bien vite reconnu la grande influence qu'exerce, plus que le chlorure de sodium, la concentration élevée des solutions dans lesquelles elles vivent.

Il ne s'est pas fait, que je sache, des expériences comparatives sur l'influence que la concentration différente des solutions salines exerce sur les plantes ayant des exigences spéciales par rapport aux conditions du sol. A ce point de vue, on sait que les halophytes sont celles qui résistent le mieux aux concentrations élevées, tandis que les autres plantes ne supportent pas une proportion de sels supérieure à 0,2-0,5 %.

Le but de mes expériences a été d'observer si, toutes conditions égales d'ailleurs (composition chimique du substratum, humidité, température, etc.), on pouvait observer chez les plantes, par exemple silicicoles, une résistance aux concentrations salines élevées moindre que chez les calcicoles.

La meilleure méthode pour une telle recherche est, à mon avis, celle qui consiste à étudier les phénomènes osmotiques dans les poils absorbants ; cependant, elle offre beaucoup de difficultés : tout d'abord, le coefficient isotonique des poils absorbants, comme, du reste, de toutes les cellules, varie beaucoup avec leur âge et est spécialement en relation avec les phénomènes d'accroissement ; en outre, beaucoup de phanérogames habitant les terrains à basse concentration moléculaire ont très souvent leurs racines pourvues de mycorhizes, remplaçant les poils absorbants *(Ericacées, Cistacées, Amentacées)*. Enfin, puisqu'il est intéressant, pour le but que je me propose, de connaître, préalablement au coefficient isotonique du sol convenable à chaque plante, la limite maximum de pression osmotique que chacune d'elles peut supporter, il est très difficile de pouvoir établir exactement, avec la méthode de l'isotonie, un tel coefficient limite. En effet, on sait que cette limite est, jusqu'à un certain point, dépendante des variations plus ou moins rapides et intenses de la concentration des solutions du

milieu ambiant (1). Il en résulte une série de complications telles que, seulement en un petit nombre de cas, on peut considérer les résultats comme exacts.

J'ai donc suivi une autre méthode, beaucoup plus simple, et qui, bien qu'elle ne fournisse pas sur les rapports entre les plantes et les solutions des informations aussi détaillées que la précédente, bien que, par conséquent, moins analytique, donne une démonstration absolument certaine de tout ce que je veux prouver.

J'ai fait germer les graines des diverses espèces, choisies selon leur habitat, sur du charbon trituré et bien lavé, afin d'éviter la formation, par les sécrétions possibles des poils absorbants, de produits de décomposition du substratum capables de modifier le coefficient osmotique de la solution ambiante. Le charbon était imbibé de solution de nitrate de potasse ou de soude. Pour éviter que l'évaporation de l'eau puisse altérer la concentration des diverses solutions, les expériences furent toujours faites sous une grande cloche, afin que la quantité de vapeur d'eau de l'atmosphère fût toujours voisine du point de saturation.

Avec cette méthode, il était possible de contrôler tout ce que j'avais déjà observé dans les recherches que j'avais faites sur la semi-perméabilité de quelques couches cuticulaires existant dans les téguments séminaux de beaucoup de plantes (2). Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer à propos de ces recherches, les graines dont les téguments, sous l'influence de solutions hypo- ou hypertoniques, peuvent devenir turgescents ou flasques, sont en nombre très restreint ; c'est pourquoi cette étude ne peut se faire que sur quelques espèces, généralement sur des halophytes. Avec les expériences que je viens de faire maintenant, on peut, en tenant compte de la germination, qui est plus ou moins rapide et parfaite, observer les rapports entre les solutions salines et les téguments séminaux, indépen-

(1) Cf. Pfeffer (W.), *Pflanzenphysiologie*, et les travaux plus récents de Pantanelli (E.), dans les Annali di Botanica et dans Jahrb. f. Wiss. Bot., 1901.

(2) Gola. Voy. la *bibliographie* de la première partie du présent travail.

damment des changements de volume que ces téguments peuvent subir.

La germination d'une espèce donnée procède, sous le rapport de la régularité et de la rapidité, d'une manière identique, tant que la concentration des solutions salines reste au-dessous d'une certaine limite ; au delà de cette limite, la germination est considérablement retardée : sa durée est quelquefois de trois ou quatre fois le temps normal et, si la concentration s'accentue de plus en plus, la germination n'a plus lieu. J'ai observé, en outre, que, chez les individus qui croissent dans des solutions fortement concentrées, les poils absorbants sont flétris sur l'étendue de la racine qui est en contact avec le liquide, tandis qu'ils sont bien développés sur la partie, voisine du collet, en contact avec l'atmosphère saturée de vapeur d'eau.

Les plantes que j'ai choisies pour leurs préférences par rapport au sol appartiennent aux divers groupes que j'ai analysés au cours de ce travail : halophytes, calcicoles, rudérales, ségétales, silicicoles ; je n'ai pu étudier les humicoles, puisque je n'ai pas réussi à les faire germer, pas même sur du charbon arrosé d'eau distillée ; on sait, du reste, avec quelle irrégularité les embryons des Ericacées, du *Narthecium ossifragum*, etc., se développent et combien leur germination est difficile.

Les solutions salines avaient des concentrations régulièrement croissantes de 0,1 % à 1,01 % en volume de KNO^3, différant entre elles de 0,1 % ; celles de concentration plus élevée, de 1,01 % à 5 %, différaient de 0,5 %.

Les résultats des expériences ont été presque identiques en employant les solutions de l'un ou l'autre sel (potasse ou soude) ; je me bornerai à relater (v. le tableau ci-après) les expériences relatives aux plantes germées sur KNO^3.

ESPÈCES ÉTUDIÉES	Concentration maximum pour 100 permettant une germination normale.	Concentration maximum pour 100 permettant une germinat. quelconque.
Genista scoparia	0,4	0,5
Cistus salviæfolius . . .	»	0,5
Trifolium arvense . . .	»	0,6
Aira caryophyllea . . .	»	0,8

ESPÈCES ÉTUDIÉES	Concentration maximum pour 100 permettant une germination normale.	Concentration maximum pour 100 permettant une germinat. quelconque.
Jasione montana. . . .	0,5	0,8
Scleranthus perennis . .	0,5	0,8
Lythrum salicaria . . .	0,8	0,8
Digitalis purpurea . . .	0,5	1,0
Vicia cracca	0,5	1,0
Rumex alpinus	»	1,0
Æthionema Thomasianum.	1,0	2,0
Lepidium campestre. . .	1,5	2,0
Sesleria cœrulea	»	2,0
Cistus fumana	»	2,0
Iberis sempervirens . . .	»	2,0
Triticum sativum . . .	1,5	2,5
Genista radiata	2,0	3,0
Lychnis githago	2,0	3,0
Spergula arvensis . . .	2,0	3,0
Papaver Rhœas	»	3,0
Amarantus patulus . . .	2,5	3,5
Salsola Kali	3,0	3,5
Salsola Soda	3,0	4,0
Polypogon monspeliensis .	3,0	4,0

Les résultats des expériences démontrent que la germination et le premier développement des plantules peuvent avoir lieu même avec des solutions considérablement concentrées ; cette concentration atteint une limite bien supérieure à la limite maximum communément admise comme supportable pour les plantes non halophytes.

Pour le but de mon travail, il n'est pas nécessaire, pour le moment, d'analyser ce fait plus en détail ; je crois néanmoins utile de faire observer que les plantules ne supportent cette concentration que pendant peu de temps, car, aussitôt que la période germinative est terminée, elles dépérissent rapidement. Ceci dépend peut-être de l'influence que l'état de nutrition et l'âge des cellules en voie de développement exercent sur les phénomènes d'adaptation, aux fortes concentrations salines ; à la fin de la période germinative, quand les poils de la racine doivent entrer en fonction, ils ne sont pas capables de résister à l'hypertonicité des solutions.

Après cela, je crois avoir donné une preuve du rapport étroit qui existe entre la résistance des racines des plantes aux con-

centrations élevées et la distribution des espèces dans les divers terrains tels qu'on les observe dans la nature. Maintenant, il me reste à examiner plus en détail les faits constatés, c'est-à-dire à voir quelle est, dans les espèces caractéristiques des différents terrains, la sensibilité aux différences de concentration, et à voir par-dessus tout si cette sensibilité varie entre des limites étroites pour toutes les plantes ou si, par exemple, les plantes humicoles peuvent supporter sans inconvénients des variations dans les concentrations aussi grandes que les variations supportées par les halophytes et les ségétales. L'étude de ces problèmes, que j'ai déjà commencée, fera l'objet d'une note spéciale que je publierai en son temps (1).

VI

CONCLUSIONS

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, constituent autant de facteurs dont le mutuel contraste donne lieu à la formation des terrains qui constituent le *substratum* de la vie végétale. Par la prédominance de tel ou tel facteur, ces terrains peuvent prendre des caractères très différents. C'est d'après ces caractères qu'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

(1) Cette note qui, en réalité, est un magistral ouvrage, vient de paraître (V. ci-après : *Deuxième mémoire*).

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, 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 climatiques, 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

(1) Roux (Cl.), *op. cit.* ; Charabot et Hébert (Bull. scientif. de la Maison Roure-Bertrand fils, de Grasse, 1re série, n° 5, 1902).

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 *gélicoles* pour celles qui habitent les terrains du premier type, et le nom de plantes *halicoles* 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 *pergélicoles* et *perhalicoles*.

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 perhalicoles les plantes des lieux salés et les rudérales ; parmi les halicoles, celles des

terrains calcaires, des lieux incultes, des champs, etc. ; parmi les gélicoles, les plantes des terrains siliceux, et, parmi les pergélicoles, 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 (déminéralisation des eaux des sphagnaies par action des résidus de la végétation des ériophoraies ou phragmitaies environnantes). Ainsi, aux espèces perhalicoles correspondent les espèces des eaux marines ou fortement salées (qu'elles soient à concentration constante ou variable) ; aux halicoles, celles des eaux saumâtres ou riches en sels alcalino-terreux ; aux gélicoles, celles à minéralisation moyenne (5 à 25 degrés français de dureté), et, enfin, aux pergélicoles, les espèces habitant les eaux très faiblement minéralisées, comme celles des sphagnaies.

Deuxième Mémoire

ESSAI D'UNE THÉORIE OSMOTIQUE DE L'ÉDAPHISME

Le Dr Gola vient de publier récemment (décembre 1910) un nouveau et volumineux mémoire qui, réuni au précédent, constituera dans l'avenir une base solide et capitale sur laquelle viendront s'appuyer et se greffer en quelque sorte les recherches futures sur l'édaphisme.

La traduction de cet ouvrage magistral rendrait les plus grands services aux botanistes français ; nous nous proposons de la faire et, si possible, de la publier ; mais cela exigera un certain laps de temps et des conditions favorables qu'il n'est pas en notre pouvoir d'assurer. En attendant, nous ne pouvons

que donner un pâle aperçu, une sorte de table des matières, de ces belles recherches que l'auteur intitule trop modestement un *Essai*.

Dans une *première partie*, on trouve une série de chapitres consacrés :

1° A la technique de l'étude des liquides du sol ;

2° A l'étude de la concentration des liquides des terrains de différentes compositions chimiques ;

3° A l'influence de la sécheresse sur les liquides du sol ;

4° Aux mouvements par capillarité des liquides du sol et à l'influence de la capillarité sur la concentration de ces liquides ;

5° A l'action de la pluie sur la concentration des liquides du sol ;

6° A l'influence des pluies prolongées sur le délavage du sol ;

7° Aux facteurs biologiques qui influent sur la concentration des liquides du terrain ;

8° A l'influence du climat sur ces liquides ;

9° A l'influence de l'orographie et de la tectonique du terrain sur ces mêmes liquides ;

10° Aux substrata des stations des hydrophytes et des helophytes ;

11° A la classification des terrains d'après les solutions qui les imbibent.

Dans une *deuxième partie*, l'auteur, après des considérations générales, étudie successivement les stations des pédohydrophytes, des pédoélophytes, des pédomésophytes, des pédoxérophytes, les stations des plantes arborescentes, des plantes épiphytes, des champignons hypogés, etc. Cette deuxième partie intéresse tout particulièrement les phytogéographes.

Enfin, dans une *troisième partie*, le Dr Gola développe une série de chapitres intitulés :

1° Les éléments nutritifs et les substances dissoutes dans le terrain ;

2° La pression osmotique des liquides ambiants et les processus formatifs des organismes végétaux ;

3° Les processus nutritifs en rapport avec la concentration des liquides ambiants (1) ;

4° Déplacements des limites altitudinales de la végétation ;

5° Les composés ferrugineux et la résistance des végétaux aux concentrations élevées ;

6° Les affinités systématiques et l'appétence géique.

Enfin, dans un septième et dernier chapitre, l'auteur résume les résultats de ses recherches et formule, ainsi qu'il suit, les *lois de la distribution édaphique des plantes* (2) :

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.

(1) A propos de ces deux derniers chapitres, il n'est pas inutile de rappeler que plusieurs savants français ont déjà étudié la question à ce point de vue. L'un de nos collègues lyonnais, M. Jean Beauverie, docteur ès sciences, chargé d'un cours de botanique appliquée à l'Université de Lyon, avait entrepris, il y a une dizaine d'années, des recherches et des expériences très intéressantes, qui ont abouti à la publication de deux mémoires de haute valeur :

Etudes sur le polymorphisme des Champignons. Influence du milieu (Annales de l'Université de Lyon, 1900). Chapitres consacrés à l'importance de la pression osmotique.

Influence de la pression osmotique du milieu sur la forme et la structure des végétaux (C. R. de l'Acad. des Sciences, 28 janvier 1901).

Nous rappellerons aussi le beau travail du Dr A.-M. Chanoz, de Lyon : *Considérations sur la pression osmotique et quelques propriétés des dissolutions, applications à la biologie*, Lyon, A. Rey, édit., 1899.

Mais nous ne prétendons pas dresser ici la bibliographie française de cette question.

(2) V. aussi, *ante*, les *Conclusions* du premier Mémoire.

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'ils 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'hypertonie 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 sub-

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

stances 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 (H^2S 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*.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

Bibliographie chronologique des travaux italiens relatifs a l'édaphisme 67

DEUXIÈME PARTIE

Exposé des Mémoires du Dr Gola sur l'Édaphisme 75

1er Mémoire.

Etudes sur les rapports entre la distribution des plantes et la constitution physico-chimique du sol 75

I. *Propriétés physico-chimiques du sol* 76
A. Rapports des solutions circulant dans le sol avec sa constitution chimique 80
B. Rapports des solutions du sol avec ses conditions physiques 82
a) Mobilité de l'eau circulante 82
b) Oscillations dans le contenu de l'eau 84
C. Influence du revêtement végétal antérieur ou contemporain 86

II. *Comment la composition chimique du terrain influe-t-elle sur les plantes ?* 92
Action des sels de chaux 94
Action du chlorure de sodium 99
Action du zinc 99
Action de la magnésie 99
Action du fer. 100
Action de la silice 101
Action de l'humus 101

III. *Les associations végétales et les solutions du terrain* 103
Plantes des lieux salés 105
Plantes rudérales 106
Plantes calcicoles. 108
Plantes des lieux incultes et découverts, des chemins, des haies 108
Plantes silicicoles. 110

Plantes saprophytes et humicoles 112
Plantes épiphytes. 113
Mousses. Champignons. Lichens 113
Plantes hygrophiles et des tourbières 115
Evolution des associations végétales 121

IV. *Recherches expérimentales sur les solutions du terrain* . . . 125

V. *Expériences sur la germination des plantes dans des solutions salines à concentrations variées* 131

VI. *Conclusions* 136

2e Mémoire.

Essai d'une Théorie osmotique de l'Édaphisme 139
Lois de la distribution édaphique des plantes 141

SUR

LA TOXICITÉ D'ARMILLARIA MELLEA

PAR

LE Dr PH. RIEL

L'*Armillaria mellea* étant un champignon extrêmement commun et abondant, il est important de bien connaître ses réelles propriétés comestibles ou vénéneuses.

Les opinions sur son compte ont beaucoup varié, suivant les époques. Paulet ayant constaté que ce champignon empoisonne les chiens, tous les mycologues s'abstinrent d'y toucher, jusqu'au jour où il fut avéré qu'il s'en fait une grande consommation dans certaines régions forestières.

Les mycologues de notre époque le considèrent généralement comme comestible, et il en est peut-être bien peu qui ne l'aient consommé, et impunément, ce qui tient probablement à ce qu'ils ont eu toujours la précaution de le faire cuire et de rejeter l'eau de cuisson à cause de sa mauvaise réputation d'autrefois.

Une observation très précise, publiée tout récemment (1), montre que ce champignon renferme bien certainement un principe toxique. Dans le cas en question, cinq personnes ont pu le consommer sans en être incommodées, l'eau de cuisson ayant été rejetée.

Mais celle-ci ayant été ajoutée, probablement à cause de l'opinion trop répandue aujourd'hui de l'innocuité parfaite de ce champignon, à la nourriture des porcs, ceux-ci ont présenté des symptômes manifestes d'intoxication, consistant en hoquets convulsifs, paralysie et congestion du tube digestif, titubation, abolition de la sensibilité cutanée.

Armillaria mellea est donc bien réellement toxique. S'il ne

(1) Morel. Empoisonnement par l'Armillaria mellea, *Recueil de médecine vétérinaire*, février 1911. Résumé dans la *Tribune médicale*, février 1911.

produit pas plus souvent des accidents, c'est sans doute à cause de sa saveur désagréable quand il n'a pas été *blanchi* et parce qu'il perd facilement sa toxicité par cette opération culinaire. Il est, en effet, bien peu probable qu'il soit toxique pour les chiens et pour les porcs et non pour l'homme.

L'observation que je viens de citer montre aussi qu'il y aurait peut-être lieu de réagir contre l'idée, qui tend trop à se répandre, qu'il suffit de connaître les Amanites et les Volvaires et de les éliminer des récoltes fongiques pour être à l'abri de tout accident sérieux. Cette conception simpliste de la mycologie pratique est évidemment très commode pour la vulgarisation de la connaissance des champignons, mais elle semble être bien loin de l'expression exacte de la vérité. En effet, certaines données récentes, mais encore trop peu précises, tendraient à faire croire que des espèces d'*Inocybe* et d'*Hygrophorus* pourraient aussi être réellement toxiques.

CHARLES NODIER

NATURALISTE

D'après un Ouvrage récent de M. le Dr Ant. MAGNIN

PAR

M. DUVAL

On remarque dans l'histoire des lettres françaises un petit nombre d'esprits originaux, dont la curiosité inquiète et toujours en éveil n'a pas craint de s'exercer sur les sujets les plus divers. Dédaigneux des grandes routes, ils s'attardent volontiers dans les sentiers inexplorés, laissant partout des traces personnelles de leur passage. A ce groupe appartient sans conteste l'élégant auteur de *Séraphine*, Charles Nodier, qui, suivant le témoignage de Lamartine, *portait en lui dix hommes de génie*, et qui, d'après A. Dumas, « savait tout, puis encore une foule d'autres choses au delà de ce tout ». Aussi n'est-ce pas s'écarter le moins du monde de l'objet habituel de nos études, que de pénétrer, à la suite de M. le Dr Magnin, dans l'intimité du célèbre polygraphe.

N'y a-t-il pas, du reste, un peu de cousinage entre la Société Linnéenne de Lyon et Ch. Nodier ? Ce dernier entretenait, en effet, des relations avec Mulsant, avec Mulsant qui, pendant quarante-sept ans, de 1833 à 1880, fut l'âme de la Société Linnéenne. Nous verrons Nodier analyser, dans le journal *le Temps*, les *Lettres à Julie sur l'entomologie* de notre ancien président, lequel, en retour, dédiera à son illustre correspondant un longicorne du Midi de la France, l'*Oxypleurus Nodieri*.

Dès l'âge de douze ou treize ans, Nodier entreprend ses premières chasses, « le filet de gaze à la main, la boîte de fer blanc doublée de liège dans la poche, la loupe et la pelote en sautoir ». Et ce ne sont pas là jeux d'enfant, car Nodier est entre les mains d'un lépidoptériste passionné. On accordera, du reste, quelque précocité à un enfant qui était déjà l'auteur

de deux discours prononcés à la Société des Amis de la Constitution de Besançon.

Bientôt Girod-Chantrans lui ouvre ses collections et lui prodigue le trésor de ses vastes connaissances : études initiales que viendra compléter le cours d'histoire naturelle professé par de Besses à l'Ecole Centrale de Besançon.

Nodier était encore sur les bancs de l'Ecole Centrale lorsqu'il publia, vers 1798, en collaboration avec son condisciple Luezot, une *Dissertation* dans laquelle il s'efforce de démontrer l'existence de l'ouïe dans les antennes des insectes.

Cette opinion, téméraire pour l'époque, si l'on songe à l'état de l'anatomie comparée en 1798, n'était cependant pas absolument hasardée, puisque des recherches plus récentes semblent l'avoir confirmée.

A cette même période appartient un second ouvrage de Nodier, resté manuscrit jusqu'à ce jour, et que M. le Dr Magnin reproduit et commente : *Descriptions succinctes des insectes qui se trouvent aux environs de Paris*, etc. C'est une sorte de supplément à l'ouvrage bien connu de Geoffroy, d'après l'*Entomologia parisiensis* de Fourcroy et les recherches personnelles de l'auteur.

De 1798 à 1813, époque de son séjour à Laybach, en Illyrie, Nodier fait de fréquentes excursions dans les Vosges, le Jura, à Amiens, à Paris, accumulant au cours de ces voyages les recherches et les observations d'histoire naturelle. Il est membre ou correspondant de plusieurs Sociétés savantes ; ses relations avec d'illustres naturalistes se sont étendues. Après la publication d'une *Bibliographie entomologique* (1801), qui a reçu l'approbation de Lamarck, il prépare de nouveaux ouvrages, notamment une *Flore du Jura*, restée à l'état de projet. A Dôle, pendant près de deux ans, il enseigne la botanique et l'entomologie.

Lors de la création de la Faculté des sciences de Besançon, il faillit même être chargé du cours d'histoire naturelle. Il avait demandé cette chaire, qui fut confiée à Désiré Ordinaire, frère du recteur de cette jeune Université.

Faut-il le regretter ? demande M. Magnin :

« Définitivement professeur d'histoire naturelle, l'orienta-

tion de la vie et des travaux de Nodier était complètement changée ; les sciences naturelles devenaient l'objet principal de ses préoccupations ; Nodier achevait les ouvrages importants qu'il avait commencés sur les insectes et sur la flore du Jura ; il devenait enfin le naturaliste non contesté qu'il n'est pas encore aujourd'hui ; mais aurait-on vu paraître cette magnifique série de contes et de nouvelles qui charmeront toujours le plus grand nombre des lecteurs, mieux que les plus savants ouvrages d'histoire naturelle, fussent-ils écrits par la plume enchanteresse de Nodier ?... »

Je n'ai fait que citer sa *Bibliographie entomologique*, qui, malgré des lacunes, dénote des recherches considérables. Je ne dois pas omettre une petite dissertation *sur des sphinx des environs de Montbéliard*, d'après le *Traité des animaux aiant aisles*, de Jean Banhin (1593), ni un mémoire *sur les scarabées des hiéroglyphes*, qui a mérité d'être cité par Mulsant *(Hist. des coléopt. de Fr.)*.

M. le Dr Magnin mentionne encore d'autres travaux projetés ou inachevés : *Harmonies de la botanique et de l'entomologie*, *Museum entomologicum*, etc. Il pousse son examen jusque dans les productions purement littéraires de l'auteur et signale les passages où le naturaliste reparaît avec une complaisance non dissimulée.

A la suite du séjour en Illyrie, les observations scientifiques de Nodier sont plus intermittentes. Il avait, de Laybach, envoyé des insectes à Dejean. Lors de son voyage en Ecosse, en 1820, il utilisera, pour herboriser dans la région des lacs, les indications du célèbre botaniste W.-J. Hooker, à qui il s'était fait recommander par Bory de Saint-Vincent. Mais c'est la fin de sa vie de naturaliste. Déjà il a donné ses chères collections à l'auteur des *Lettres à Sophie*, le Lyonnais Aimé Martin. La muse jalouse va désormais reprendre son empire.

Nodier, conclut M. Magnin, fut un observateur consciencieux, « mais entraîné bientôt à côté par la folle du logis : c'était un savant doublé d'un poète, et un savant dans le sens le plus large du mot... Mais sa science était parfois superficielle, n'ayant jamais eu la patience d'approfondir les sujets que son esprit chercheur lui avait fait découvrir.

« Ce qui a manqué, en effet, à Nodier, pour devenir un grand naturaliste, c'est le temps, la persévérance, la continuité du travail qui lui auraient permis d'entreprendre des œuvres importantes comme la *Flore du Jura*, en germe dans son esprit, et d'achever les ouvrages, d'une véritable valeur scientifique, dans lesquels il avait réuni toutes ses observations sur les insectes... On n'eût pas alors discuté sa valeur comme naturaliste. »

Parler de Nodier, et en parler après M. le Dr Magnin, c'est pour moi un acte d'humilité. M. Magnin écrit avec cette élégante sobriété qu'on souhaiterait rencontrer plus souvent dans les ouvrages d'érudition. Que n'ai-je pu rendre le charme, l'art délicat d'un livre qui ne sera pas moins goûté par les curieux que par les lettrés !

H. Duval.

SUR QUELQUES ESPÈCES

DE

GLAUCONIES DES GRÈS D'UCHAUX

PAR

P. MAZERAN

INTRODUCTION

Les grès turoniens d'Uchaux, en Vaucluse, possèdent une faune assez riche, en genres et en espèces, dont la description complète n'a jamais été faite. En tentant cette étude, j'ai rencontré plusieurs espèces de *Glauconia*, groupe encore assez mal connu, et la comparaison de ces formes avec celles du Cénomanien et du Sénonien m'a suggéré certaines remarques que je présente ici.

Les matériaux qui m'ont servi pour ce travail proviennent de la Faculté des Sciences de Lyon, des Muséums de Lyon et de Nîmes, que leurs conservateurs, MM. Gaillard et Mingaud, m'ont si obligeamment ouverts, et des collections particulières de MM. Allard et de Brun. Je tiens aussi à remercier MM. Roman et Doncieux qui, pour la rédaction de cette note, m'ont prodigué leurs conseils.

Genre GLAUCONIA, Gieb. 1852.

= Omphalia Zekeli 1852 non Omphalius Phil. 1847.
= Cassiope Coquand 1862.

Les *Glauconia* sont des Gastéropodes Prosobranches de la famille des *Mélanopsidés*, connus exclusivement à l'état fossile.

Elles caractérisent les dépôts crétacés, à partir de l'Aptien, et disparaissent après le Maëstrichtien.

D'habitat primitivement lacustre ou saumâtre, elles ont été longtemps considérées comme des *Turritelles* d'eau douce. Ce-

pendant, on les rencontre aussi voisinant avec des Céphalopodes, des Polypiers, des Trigonies, etc., dans des couches franchement marines, quoique côtières.

Il semble qu'il y ait eu là un phénomène d'adaptation secondaire à la vie marine, adaptation d'autant plus marquée que l'on a affaire à des formes plus récentes.

C'est ainsi que, dans l'Aptien d'Europe, on n'en connaît point en dehors de couches saumâtres, telles que les lignites d'Espagne. Dans l'Albien même, M. Cossman *(Essais de Paléoconchologie comparée*, t. VIII, p. 168) n'en cite que dans les couches lagunaires d'Utrillas (Espagne) et de Djebel-Oum-Ali (Tunisie), toutes ligniteuses.

C'est dans le Cénomanien seulement que l'on commence à les voir dans des facies marins, comme les grès verts de Westphalie, à *Pecten asper*, et à nombreuses *Ammonites*, où Goldfuss a trouvé le type de *G. Buchiana (Turritella Buchiana* Goldfuss, *Petrefacta Germaniae*, t. III, p. 108, pl. 197, fig. 7).

Dès lors, ce genre devient de plus en plus répandu dans les formations marines, et pendant le Turonien, on en rencontre plusieurs espèces dans les grès d'Uchaux : ce sont ces dernières qui font l'objet de la présente étude.

On se trouve donc, probablement, en présence d'un genre organisé primitivement pour vivre dans les eaux dessalées, peut-être même douces, et qui, peu à peu, s'est accommodé à l'eau de mer.

Glauconia conoidea Sow.

Cerithium conoïdeum Sow. *(Geol. Tr.*, III, pl. 39, fig. 17).
Cerithium conicum Goldf. *(Petrefacta*, III, p. 35, pl. 74, fig. 7).
Turritella Requieniana d'Orb. *(Pal. Fr. Crét.*, II, p. 43, pl. 152).
Omphalia conica Zekeli *(Gastropoden der Gosaugebilde*, p. 26, pl. II, fig. 1).

Cette espèce se trouve dans les grès turoniens d'Uchaux. Son aspect y est déjà plus élancé, moins pupoïde, son angle spiral moins ouvert que dans le Cénomanien, où M. Répelin *(Cénomanien saumâtre et d'eau douce du Midi de la France*, p. 80) la cite comme très rare, d'ailleurs, à Fontfroide (Aude).

Cet amincissement de l'angle spiral s'accentue encore en

passant du Turonien au Sénonien, où Zekeli *(op. cit.)* la signale dans le système de Gosau, à Piesting, à Saint-Wolfgang, à Grünbach, près de Wiener-Neustadt.

La forme turonienne présente donc des caractères intermédiaires entre la forme cénomanienne et la forme sénonienne. Il semble que cette espèce, au fur et à mesure qu'elle vieillissait, voyait diminuer son angle spiral et s'atténuer la convexité de ses tours.

Remarquons aussi qu'elle n'est signalée dans le Cénomanien que dans des horizons saumâtres, tandis que, dans le Turonien et le Sénonien, on la trouve dans des Grès à Céphalopodes, premier exemple de cette adaptation progressive à la vie marine.

Glauconia Mariae, nov. sp.

Pl. I. fig. 1, 2.

Omphalia Coquandana Zekeli *(Op. cit.*, p. 27, pl. II. fig. 2), non *Turritella Coquandiana* d'Orb.

Coquille de forme conique, à spire relativement courte, angle spiral 45 degrés ; formée de tours peu élevés, plans, bien séparés les uns des autres par des sutures linéaires, tantôt conjoints, tantôt imbriqués, ornés de trois cordons spiraux, lisses dans les tours jeunes, et devenant rapidement noduleux, à nodosités allongées.

Les intervalles des cordons sont ornés de deux filets spiraux, très fins, interrompus par les lignes d'accroissement, et d'autant plus marqués que les tours sont plus jeunes.

Le cordon antérieur borde la suture et forme un angle saillant, donnant souvent aux tours une apparence imbriquée. Le cordon postérieur est placé, tantôt immédiatement contre la suture, tantôt en est séparé par une zone lisse, très étroite.

Lignes d'accroissement bien marquées, décrivant un sinus profond, médian, à convexité dirigée en arrière.

Base convexe, ornée de 3-4 cordons spiraux assez saillants. Ombilic assez profond, recouvert en partie par le bord columellaire. Ouverture inconnue.

Variations. — L'échantillon type de la collection de la Fa-

culté des Sciences (fig. 1) présente une imbrication très nette des tours, imbrication que ne présentent pas tous les individus. Certains ont leurs tours conjoints, mais toujours séparés par une suture bien accusée (fig. 2).

Un échantillon de la collection de M. de Gaudemaris, appartenant à cette espèce, présente des tours concaves.

Rapports et différences. — Cette espèce me paraît identique à celle décrite par Zekeli *(op. cit.)* sous le nom d'*Omphalia Coquandana*.

Néanmoins, les types autrichiens, qui sont du Campanien de Gosau, présentent certaines différences avec les formes turoniennes. Ces dernières sont plus évasées (angle spiral, 45 à 50°, au lieu de 38°), d'allure générale plus trapue, plus courte ; enfin, l'imbrication des tours, signalée comme accidentelle par Zekeli, paraît assez fréquente dans le Turonien.

Le nom donné par Zekeli ne peut être conservé, d'Orbigny ayant décrit antérieurement, sous la même désignation, une espèce différente.

Dans l'impossibilité de comparer les types de ces deux auteurs, j'ai dû m'en rapporter à leurs figures et à leurs textes.

D'ailleurs, ces échantillons appartiennent à peu près à la même époque, ceux de d'Orbigny provenant du Beausset et étant probablement santoniens.

D'Orbigny *(Pal. Fr. Crét.*, II, p. 44, pl. 153, fig. 1-2) décrit *Turritella Coquandiana* comme une coquille ventrue, courte, pupoïde, à angle sutural bien marqué (donc à tours bien séparés), à ombilic découvert.

Omphalia Coquandana Zekeli, est, au contraire, conique, à tours conjoints ; son ombilic est plus ou moins recouvert par le bord columellaire.

L'ornementation des tours est aussi différente ; si elle consiste, dans les deux cas, en trois cordons noduleux, les nodosités sont plus fortes, plus serrées chez l'espèce de d'Orbigny que chez celle de Zekeli.

Enfin, sur cette dernière, existe entre les cordons une fine ornementation spiralée, que d'Orbigny ne signale ni dans ses figures, ni dans son texte.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

1-1a. *Glauconia Mariae* nov. sp. Echantillon type. Turonien Uchaux. Coll. Fac. Sciences de Lyon.

2. *Glauconia Mariae* nov. sp. Turonien Uchaux. Coll. Allard.

3. *Glauconia Renauxi* d'Orb. Santonien sup. Gosau.

4. *Glauconia Renauxi* d'Orb. Santonien La Cadière. Coll. Dumortier, Museum de Lyon.

5. *Glauconia Renauxi* d'Orb. Turon. Uchaux. Coll. E. Dumas, Museum de Nîmes.

6. *Glauconia Renauxi* d'Orb. Tur. Uchaux. Coll. Fac. Sciences de Lyon.

7. *Glauconia Renauxi* d'Orb. Cenomanien Foutfroide. Coll. Doucieux. Fac. Sciences de Lyon.

8-8a. *Glauconia brevis* nov. sp. Tur. Uchaux, Museum de Lyon.

Tous les échantillons sont figurés en grandeur naturelle.

Phototypie Bourgeois Frères, Chalon-sur-Saône

Glauconia Coquandi, d'Orbigny.

Turritella Coquandiana d'Orb. (*Pal. Fr. Crét.*, II, p. 44, pl. 153).

Espèce citée par d'Orbigny comme se trouvant dans le Turonien d'Uchaux et dont je n'ai pas eu d'échantillons entre les mains.

Glauconia Renauxi, d'Orb.

Pl. I, fig. 3-7.

Turritella Renauxiana d'Orb. (*Pal. Fr. Crét.*, II, p. 41, pl. 152, fig. 1-2).
? Glauconia Douvillei Cossm. (*Paléoconchologie*, t. VIII. p. 231, pl. IV, fig. 4).

Cette espèce, fréquente à Uchaux, a une grande extension stratigraphique, et, si M. Cossman ne la cite que dans le Turonien, elle n'en existe pas moins dans le Cénomanien et dans le Sénonien, ainsi que l'a fait remarquer M. Répelin. En passant du Cénomanien au Sénonien, cette espèce a évolué, et toujours par diminution de l'angle spiral.

M. Répelin (*Cénomanien saumâtre et d'eau douce du Midi de la France*, p. 80), ayant déjà signalé les modifications de cette espèce, en passant du Cénomanien au Sénonien, il ne nous reste qu'à préciser les différences entre ces deux formes et celles du Turonien.

D'après les échantillons que j'ai pu voir, du Cénomanien au Turonien, l'angle spiral varie peu et les tours demeurent presque aussi larges et aussi convexes. Par contre, en passant dans le Santonien, *G. Renauxi* voit diminuer beaucoup son angle spiral, et, par suite, devient de plus en plus élancée, tandis que ses tours deviennent concaves (fig. 3-4).

N'était l'ornementation identique des tours jeunes, on pourrait même séparer cette espèce en deux groupes, l'un englobant les formes cénomaniennes et turoniennes, l'autre les formes santoniennes. Dans le Turonien, la convexité du dernier tour paraît presque aussi forte que dans le Cénomanien, et, si les tours jeunes sont un peu plus aplatis, cela ne pourrait-il pas tenir simplement à l'usure ? Si, dans la collection E. Dumas

(musée de Nîmes), un échantillon magnifique (fig. 5) montre des caractères nettement intermédiaires, il y en a d'autres, dans la collection de la Faculté des Sciences de Lyon (fig. 6), qui, quoique usés, semblent avoir leurs tours jeunes aussi convexes que *G. Renauxi* du Cénomanien de Fontfroide (fig. 7), figurée par M. Répelin *(op. cit.*, pl. VIII). La différence entre elles paraît surtout résider dans ce fait que l'ornementation persiste plus longtemps chez la forme cénomanienne que chez celle du Turonien.

Glauconia Douvillei Cossman, du Cénomanien, me semble devoir être rapportée à *G. Renauxi*, dont elle ne serait qu'une variété se rapprochant de la forme santonienne de cette espèce.

Glauconia brevis, Nov. sp.

Pl. I, fig. 8.

(Type de la Coll. du *Museum de Lyon.*)

Coquille de forme conique ou légèrement conoïdale, à spire courte, trapue ; angle spiral de 48 à 50 degrés ; formée de tours étroits, conjoints, plans et peu nombreux. Sutures linéaires. Les tours portent deux cordons spiraux, déterminant un méplat saillant, et persistant jusqu'au dernier tour, où ils s'écartent et s'atténuent.

Base un peu convexe, limitée par un cordon épais, ornée en outre d'au moins trois autres cordons, peu saillants, allant en s'atténuant jusque sur la bouche.

Ombilic assez profond et étroit. Bord columellaire calleux, s'étalant sur la base, recouvrant en partie l'ombilic. Lignes d'accroissement sinueuses.

Rapports et différences. — L'échantillon type se rapproche assez de l'individu désigné sous le nom de *G. Renauxi* jeune, par d'Orbigny *(Pal. Fr. Crét.* II, pl. CLII, fig. 3 et 4) et que je sépare de *G. Renauxi.*

Les différences sont cependant nombreuses : cordons longitudinaux montant jusqu'au dernier tour et formant un méplat saillant ; forme probablement moins anguleuse de la bouche ; péristome bien développé ; bord columellaire un peu

réfléchi sur l'ombilic qu'il tend à recouvrir ; base ornée d'au moins trois cordonnets spiraux.

L'individu figuré par d'Orbigny (p. CLII, fig. 3 et 4) diffère beaucoup de *G. Renauxi* type, figuré par le même auteur (pl. CLII, fig. 1). La forme de la figure 3 est bien plus élargie et a un angle spiral bien plus ouvert que celle de la figure 1. En outre, la bouche est différente dans les deux cas, et l'ornementation des tours jeunes persiste plus longtemps dans l'échantillon de la figure 1 que dans celui de la figure 3. Ce dernier semble bien représenter un individu adulte, car l'ornementation du jeune âge est strictement limitée aux premiers tours.

Il semble donc bien qu'il faille séparer ces deux formes, et celle figurée en 3 se rapprocherait plutôt de *G. brevis* que de *G. Renauxi*.

Ces deux espèces, *G. Renauxi* et *G. brevis*, se rapporteraient, par leur ornementation lisse, à la section *Gymnentome*, de M. Cossman (*Essais de Paléoconchologie comparée*, t. VIII, p. 169).

M. Répelin (*Bull. Soc. Géol.*, 1909, 4e série, t. IX, p. 352-353) n'admet pas cette manière de voir. Il ne nous appartient pas de prendre parti dans cette discussion, qui dépasse notre compétence et le cadre de cette étude.

Conclusion. — Les quelques espèces que je viens de citer sont celles que l'on trouve dans l'horizon d'Uchaux. Bien que peu nombreuses, elles montrent l'adaptation progressive à la vie marine de Glauconies telles que *G. conoïdea*, *G. Renauxi*, etc., dont l'habitat était primitivement saumâtre.

En même temps qu'à cette adaptation (qui s'observe également chez d'autres espèces appartenant à des niveaux différents), on assiste à une évolution morphologique s'exerçant toujours dans le même sens, par diminution de l'angle spiral, et parfois par atténuation plus ou moins grande de l'ornementation.

Si l'on remarque que, chez certaines formes (*G. conoïdea*, *G. Mariae*, *G. Renauxi*), cette évolution morphologique est parallèle à l'adaptation à la vie marine, on ne peut manquer

d'être frappé de cette coïncidence, et l'on est en droit de se demander s'il n'y a pas une corrélation de cause à effet entre ces deux phénomènes. Il serait donc intéressant d'étudier à ce double point de vue l'ensemble du groupe *Glauconia*, car ce serait le seul moyen d'arriver à une conclusion définitive.

ADDENDA

Glauconia brevis, nov. sp.

Rapports et différences. — Cette espèce diffère beaucoup de *G. Renauxi* d'Orb. Sa forme plus courte, son angle spiral plus ouvert, l'ornementation persistante des tours, celle de la base, la forme de l'ouverture, arrondie chez *G. brevis*, ovale chez *G. Renauxi*, son ombilic plus marqué, constituent autant de caractères différentiels.

Enfin, la forme du dernier tour est toute différente dans les deux coquilles.

Chez *G. brevis*, ce dernier tour continue normalement la spire, qui est régulièrement conique jusqu'à la bouche.

Chez *G .Renauxi* adulte (fig. 5), il tend à se détacher de l'avant-dernier. Son diamètre, réduit, laisse apparaître un méplat oblique, correspondant à la base de l'individu, lorsqu'il était plus jeune.

SUR LES

MOUVEMENTS DE L'ÉCORCE TERRESTRE

ET LEURS CAUSES

PAR

CLAUDE GAILLARD

Plusieurs théories ont été proposées pour expliquer les mouvements de l'écorce terrestre, les déplacements des lignes de rivage et les mouvements de transgression ou de régression des eaux de la mer. Mais la plupart des géologues ont reconnu que ces théories, bien qu'elles renferment, en général, une part de vérité, ne peuvent se concilier avec l'ensemble des faits constatés en étudiant directement la structure de la terre.

Grâce aux travaux de géologues et physiciens éminents, tels que James Hall (1), Lowthian Green (2), Léopold de Buch, Dana (3), Suess (4), Neumayr (5), Sacco (6), Mellard Reade (7), J. Le Conte (8), Heim (9), Geikie (10) à l'étranger, de Saus-

(1) James Hall, *Natural History of New-York. Palæontology*, vol. III, p. 70, Albany, 1859.

(2) Lowthian Green, *Vestiges of the Molten globe*, London, 1873.

(3) Dana, *Manual of Geology*, 2e édit., p. 748; Geolog. Results of the Earth's Contraction in conséquence of Cooling (*American Journ. of Sc.*, 2e série, III, p. 176, 1847).

(4) Ed. Suess, *Entstehung der Alpen*, Vienne, 1875 ; *La face de la Terre*, Paris, 1897.

(5) Neumayr, *Erdgeschichte*, Leipzig, 1886.

(6) F. Sacco, *Essai sur l'orogénie de la Terre*, Turin, 1895.

(7) Mellard Reade, *The Origin of Mountain ranges*, London, 1886.

(8) J. Le Conte, Earth Crust movements and their causes (*Bull. Géol. Soc. Am.*, VIII, p. 113, 1897).

(9) A. Heim, *Der Mechanismus der Gebirgsbildung*, 2 vol. et atlas, Basel, 1878.

(10) Geikie, Continental elevation and subsidence (*Proceed. of the Geol. Soc.*, LX, p. 80, 1904).

sure, Élie de Beaumont (1), Hébert, Marcel Bertrand (2), de Lapparent (3), A. Michel-Lévy (4), J. Termier, Lacroix, Barrois, Stanislas Meunier, de Grossouvre (5), Boule, Haug (6), A. Bateau, Kilian, Glangeaud et d'autres en France, grâce également à de multiples observations directes et personnelles, on va voir qu'il est possible actuellement de dégager une formule orogénique mieux en harmonie avec les faits observés.

Par quel mécanisme se produisent les mouvements du sol ?

Les matériaux qui constituent le globe terrestre sont, à l'état fluide, superposés par couches d'égale densité, c'est-à-dire en équilibre stable, les plus lourds au centre, les plus légers à la périphérie. Après la formation de la première croûte, la stabilité de la lithosphère a été rompue partiellement par la contraction (7), la masse centrale ayant diminué de volume en se refroidissant. Cette contraction a produit dans l'enveloppe solide les rides ou plissements dont les terrains anciens, de la région lyonnaise notamment, ont gardé de si nombreuses traces.

L'écorce augmentant d'épaisseur, ses rides prirent un relief plus grand. Les voussoirs convexes ou anticlinaux s'élevèrent

(1) Élie de Beaumont, Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du Globe (*Ann. des Sc. nat.*, XVIII, pp. 5 et 284, 1829; XIX, pp. 5 et 174, 1830).

(2) Marcel Bertrand, Sur la déformation de l'écorce terrestre (*C. R. Ac. Sc.*, CXIV, p. 402, 1892; Essai d'une théorie mécanique de la formation des montagnes (*C. R. Ac. des Sc.*, CXXX, p. 213, 1900).

(3) De Lapparent, Sur la symétrie tétraédrique du globe terrestre (*C. R. Ac. Sc.*, CXXX, p. 614, Paris, 1900).

(4) A. Michel-Lévy, Le Volcanisme (*Revue scient.*, 5e série, V, p. 577, 1896); Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, p. 105, pl. I, Paris, 1898).

(5) De Grossouvre, Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol (*C. R. Ac. Sc.*, CXVIII, p. 301, février 1894, Paris).

(6) E. Haug, Les géosynclinaux et les aires continentales. Contribution à l'étude des transgressions et régressions marines (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVIII, p. 617, Paris, 1900).

(7) Je veux parler de la diminution du volume, non pas de l'écorce terrestre, comme l'ont entendu quelques auteurs, mais surtout du noyau fluide. On sait que les liquides diminuent de volume bien plus que les solides, en perdant de la chaleur.

peu à peu, appuyés sur les bords des voussoirs concaves ou synclinaux. Les premiers furent soulevés par les pressions tangentielle et verticale au-dessus du niveau des eaux de l'Océan, dans un milieu de faible densité, tandis que les seconds étaient plongés, par les mêmes pressions, au sein d'une masse en fusion de température et de densité très élevées.

Les parties de l'écorce terrestre qui forment les continents et les géosynclinaux sont donc en équilibre instable, au double point de vue statique et thermique. Cet équilibre, que les érosions et la sédimentation tendent à consolider, est rompu cependant par l'action, en profondeur, d'agents physiques puissants. Sous l'influence d'une haute température, les couches internes les plus profondes du géosynclinal perdent peu à peu leur rigidité jusqu'au moment où, n'offrant plus une résistance suffisante à l'énorme pression du continent, il se produit, suivant la ligne des plus grands fonds, une flexion de bas en haut, dans l'axe même du géosynclinal. Plus tard, lorsque l'un des pieds-droits de la voûte continentale a perdu à son tour sa rigidité, il fléchit en formant un pli à sa base, dans la partie qui supporte le plus grand poids et subit le métamorphisme le plus intense. Ce pli est écrasé entre le continent qui s'effondre et le fond du géosynclinal en voie de surélévation.

Au moment où le pli s'effectue, sous la double action de la chaleur et de la pesanteur, il est évident que les couches externes, dont plusieurs ont gardé leur rigidité, au lieu de se plisser, se fracturent, en disloquant les sédiments déposés au-dessus d'elles dans le géosynclinal. Ces plissements accompagnés de fractures paraissent être la cause principale des tremblements de terre ; ils déterminent, dans les formations géologiques au-dessous desquelles ils se produisent, la plupart des phénomènes de failles, de flexures, d'écrasements ou de chevauchements qui ont été constatés dans les recherches relatives à la tectonique.

Lorsque les pieds-droits du voussoir continental ont été suffisamment métamorphisés et plissés, tous les plis, surmontés des sédiments du géosynclinal, s'élèvent peu à peu, en même temps que s'abaisse l'aire continentale. Il est certain que ces

mouvements verticaux, négatifs et positifs, ne sont pas d'égale hauteur dans les deux sens, mais inversement proportionnels au volume des masses en mouvement. Comparé au déplacement positif, le déplacement négatif doit donc être d'autant plus faible que le volume du continent est plus grand par rapport à celui des matériaux soulevés.

Enfin, la nouvelle chaîne de montagnes ayant atteint une hauteur suffisante pour former des pentes rapides sur ses flancs, tous les sédiments qui ont été disloqués par les plis ou les fractures des pieds-droits, tous ces sédiments, augmentés de lambeaux provenant des couches externes de ces mêmes pieds-droits, s'ébranlent et glissent jusqu'à la base, en écrasant et triturant les blocs de faible volume ou de moindre résistance. Telle est, croyons-nous, l'origine tout à la fois de la plupart des « nappes de charriage », dont la présence dans les régions plissées a si vivement attiré l'attention des géologues, et de la masse énorme de matériaux fragmentés qu'on rencontre toujours dans les dépôts constitués immédiatement à la suite d'un mouvement orogénique.

Après la formation d'une ou plusieurs chaînes de montagnes et le déplacement positif de toute la région où se sont produits les mouvements orogéniques, l'équilibre isostatique se rétablit lentement. Plus tard, cet équilibre sera de nouveau rompu, par l'action plus ou moins prolongée de la chaleur et de la pesanteur ; les oscillations en sens contraire se reproduiront alors, accompagnées et suivies des mêmes phénomènes de plissements, de fractures, de failles et de charriage que précédemment.

Loin d'être hypothétiques, les divers mouvements qui viennent d'être esquissés d'une manière très brève sont déduits des observations relevées directement dans l'étude du sol. En effet, les déplacements positifs de l'écorce terrestre ont été mis en évidence, en Amérique d'abord, par James Hall, et, depuis, en Asie et en Europe, par différents géologues. Ces observateurs ont constaté que les régions les plus plissées d'une aire continentale sont précisément celles où se trouve la plus forte épaisseur de sédiments marins. Ces faits établissent,

comme les géologues l'ont reconnu, que les mouvements orogéniques se sont effectués suivant l'axe même d'anciens géosynclinaux. Ils prouvent aussi que le déplacement positif s'est produit suivant la ligne de plus forte sédimentation, parce que, suivant cette ligne, la croûte terrestre a été métamorphisée, reprise et allégée du côté interne, par le magma en fusion, beaucoup plus qu'elle n'a été consolidée, surchargée du côté externe par les sédiments.

D'autre part, l'ensemble des observations concernant la répartion des continents et des mers aux diverses époques géologiques a montré « que les mouvements orogéniques ont été accompagnés de mouvements épirogéniques contemporains, mais de sens contraire » (1). Cette conclusion concorde parfaitement, on le voit, avec la formule exposée plus haut. Si les déplacements positifs et négatifs du sol sont mis en évidence par de nombreux faits, d'autres faits, tout aussi probants, établissent que ces déplacements dont dus à l'action dans le même sens de la chaleur et de la pesanteur.

En effet, les éruptions volcaniques, le métamorphisme des terrains archéens, l'ascension du granite dans l'axe des chaînes de montagnes anciennes et récentes, les mouvements mêmes de la croûte terrestre, tout prouve, à nos yeux, qu'il existe en profondeur un magma liquide et de température très élevée, sur lequel repose partout la lithosphère. La chaleur interne du globe s'élève graduellement, on le sait, à mesure qu'on s'éloigne de la surface du sol. Les courbes d'égale température, tracées dans la construction de divers tunnels, du Saint-Gothard notamment, ont montré que ces lignes suivent les irrégularités de la montagne, en les atténuant d'autant plus qu'on s'éloigne davantage de la surface. Cette constatation autorise à penser qu'à une grande profondeur, les courbes isogéothermiques, n'étant plus influencées par les irrégularités de la surface, sont sensiblement concentriques. De telle sorte que les parties de l'écorce qui se trouvent plongées à l'intérieur de la courbe de fusion sont reprises de bas en haut et passent de l'état solide

(1) E. Haug, *Traité de géologie. Les phénomènes géologiques*. I. p. 508, 1907. Paris.

à l'état liquide, alors qu'inversement, la cristallisation s'effectue de haut en bas, au-dessous des régions qui forment les massifs continentaux et sont en dehors de la courbe en question.

Ce mécanisme orogénique explique donc, en même temps, comment se sont produits les grands plissements signalés en bordure des chaînes de montagnes, et pourquoi ils ne se rencontrent que dans ces régions : *ces plis se sont formés parallèlement à l'axe d'anciens géosynclinaux, suivant les lignes qui ont été plongées successivement à l'intérieur de la courbe de fusion, où elles ont eu à supporter à la fois le plus grand poids et la plus grande chaleur.*

Tous ces mouvements tendent, semble-t-il, à donner à la croûte terrestre la forme approximativement tétraédrique sur laquelle plusieurs savants, entre autres Lowthian Green (1), Elie de Beaumont (2), Marcel Bertrand (3), de Lapparent (4), Michel Lévy ont appelé l'attention. Le tétraèdre étant la figure géométrique qui unit le plus faible volume à la plus grande surface, la déformation tétraédroïde ne serait autre chose que la résultante des modifications de l'écorce de la sphère en voie de refroidissement.

Différentes théories ont encore été formulées pour expliquer des phénomènes concernant, soit les éruptions volcaniques, soit les irrégularités de la pesanteur à la surface des continents.

A propos des éruptions volcaniques, on sait que plusieurs savants, Gay-Lussac, Daubrée, Chamberlin, Julien et bien d'autres, ont attribué à l'eau ou à des vapeurs sous pression la cause principale de ces éruptions. Des recherches très longues, entreprises par M. Albert Brun, sur les émanations gazeuses et les roches de nombreux volcans de l'océan Indien, du Pacifique, de l'Atlantique et de la Méditerranée, il résulte

(1) Lowthian Green, *Vestiges of the molten globe*, London, 1873.

(2) Elie de Beaumont, Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe (*Ann. des Sc. nat.*, XVIII, pp. 5 et 284, 1829; XIX, pp. 5 et 174, 1830).

(3) Marcel Bertrand, Déformation tétraédrique de la terre et déplacement du Pôle (*C. R. Ac. Sc.*, CXXX, p. 449, Paris, 1900).

(4) De Lapparent, Sur la symétrie tétraédrique du globe terrestre (*C. R. Ac. Sc.*, CXXX, p. 614, Paris, 1900).

que « tout ce qui a été écrit à l'égard de la vapeur d'eau, au paroxysme, doit être abandonné. La théorie aqueuse est fausse » (1). M. Brun a constaté que l'exhalaison paroxysmale des volcans est anhydre. L'eau n'a donc aucun effet dans l'ascension des laves. La vapeur qu'on remarque dans certaines éruptions provient de l'évaporation des eaux d'infiltration ou de pluie, qui ne peuvent avoir qu'un rôle accessoire et secondaire dans les éruptions volcaniques et par conséquent aucune action dans les tremblements de terre.

En ce qui concerne les variations de la pesanteur à la surface des continents, quelques astronomes, Bouguer, Laplace, se basant sur les observations du pendule, ont pensé que les montagnes sont creuses en dessous. M. Auguste Rateau proposa une hypothèse « étendant l'idée des vides à l'ensemble des terres qui émergent des eaux, tout en admettant, bien entendu, des irrégularités locales (2) ». Selon M. Rateau, « les continents constitueraient ainsi des sortes de cloches, très aplaties, gonflées et soutenues par des gaz, tandis que le fond des océans reposerait directement sur le globe inné ».

A l'appui de cette hypothèse, l'auteur cite les observations du pendule, qui révèlent l'existence d'une *zone de faible densité* sous les continents. D'autres observations, publiées par M. Defforges (3), font ressortir des anomalies régulièrement liées à la distribution des terres et des mers : augmentation de la pesanteur près des rivages, d'autant plus grande que la pente est plus forte, diminution à l'intérieur des terres. M. Rateau remarque, en outre, que la présence de ces couches de gaz ferait comprendre pourquoi il ne peut y avoir, à l'intérieur des continents, aucun volcan rejetant des laves.

La formule que je présente explique à la fois et d'une manière satisfaisante l'intensité variable de la pesanteur et l'absence de volcans à l'intérieur des continents. En effet,

(1) A. Brun, *Recherches sur l'exhalaison volcanique*, p. 177, Genève, 1911.

(2) A. Rateau, Hypothèse des cloches sous-continentales *(Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, p. 370, vol. CXVII, Paris, 1893).

(3) Defforges, Sur la distribution de l'intensité de la pesanteur à la surface du globe *(Comptes rendus Acad. des Sciences*, p. 205, vol. CXVII, Paris, 1893).

d'après cette formule, les continents reposent sur le globe igné de même que le fond des océans, mais, sous les régions les plus saillantes des continents, se trouvent les matériaux les plus légers du noyau liquide. Le pendule doit donc accuser une pesanteur croissante lorsqu'on descend les pentes continentales, en se rapprochant de la mer. Cette constatation est même, croyons-nous, une preuve de plus de l'existence, sous l'écorce terrestre, de matériaux fluides en équilibre stable ou superposés par ordre de leur densité.

M. Rateau pense que la croûte terrestre est, dans son ensemble, en équilibre statique, c'est-à-dire que, « si l'on considère des colonnes verticales, de même section, allant de la surface jusqu'à la nappe de niveau inférieure prise dans le globe liquide, la quantité de matière contenue dans chacune de ces colonnes doit être partout la même. La compensation des 4.000 à 6.000 mètres d'eau que contiennent les océans et des 500 à 600 mètres des terres qui émergent au-dessus, exige alors qu'il y ait au-dessous de ces terres *une zone de faible densité* épaisse de 2 à 4 kilomètres, par exemple ». Cette zone de faible densité existe réellement, comme le constatent les observations du pendule, toutefois, au lieu d'être constituée par des gaz sous pression, elle est formée par les nappes les plus légères du noyau fluide. On doit donc admettre, sous les continents, la présence d'une zone plus épaisse, mais de densité moins faible que celle indiquée par M. Rateau.

Quant à l'absence des volcans à l'intérieur des continents, elle s'explique très bien par le fait que la consolidation ou l'épaississement de la lithosphère s'effectue surtout sous les aires continentales, c'est-à-dire sous les régions qui se trouvent à une grande distance en dehors de la courbe de fusion. Il se forme ainsi, au-dessous des parties les plus élevées des continents, une sorte de calotte dont l'épaisseur diminue à mesure que le niveau s'abaisse. La surface de cette calotte se développe constamment, du centre à la circonférence, refoulant de plus en plus les orifices volcaniques dans les régions basses des continents, en bordure des océans.

Enfin, je citerai encore une intéressante étude de M. Loukaschewitsch sur l'origine des continents. Dans ce travail, l'auteur

attribue les oscillations des terres et des mers à diverses causes, mais, avant tout, au mouvement vertical des « prismes terrestres », sous l'influence de surcharges et de décharges « dues principalement, dit-il, à l'activité des eaux transportant sur certains points les matières enlevées ailleurs (1) ». D'après de nombreuses observations, on sait que les mouvements orogéniques se produisent, au contraire, suivant les lignes les plus surchargées des géosynclinaux, c'est-à-dire dans l'axe même des plus grands fonds ou de la plus forte sédimentation. Ces observations démontrent que la surcharge et la décharge de la surface extérieure du globe ne peuvent avoir qu'une action très faible sur les mouvements de l'écorce, et, de plus, que l'activité des agents physiques est beaucoup plus grande sur la face interne que sur la face externe de la croûte.

Les transgressions et régressions marines ont donné lieu également à des interprétations qui ne sont pas justifiées par des faits de constatation directe. D'après de nombreuses observations géologiques, ce sont des phénomènes purement passifs, dépendant des mouvements de l'écorce, de même que les déplacements des lignes de rivage. Dès le début d'un mouvement orogénique, les eaux de la mer envahissent peu à peu l'aire continentiale, qui subit un déplacement négatif. En même temps, le niveau des mers ouvertes s'élève sur toute la surface du globe, d'une hauteur correspondant au volume du sol immergé. Pendant la durée des mouvements sous-marins, le niveau des eaux reste stationnaire, puis il s'abaisse lorsque l'aire en voie de surélévation commence à s'exonder. Les déplacements des lignes de rivage, au lieu de provenir exclusivement de mouvements locaux du sol, paraissent donc plutôt attribuables en grande partie à des mouvements négatifs et positifs plus ou moins lointains, ayant déterminé des oscillations générales du niveau de la mer. Dans les cas les plus simples, l'amplitude de ces oscillations est proportionnée au volume des masses immergées ou émergées.

(1) J. Loukaschewitsch, *Sur le mécanisme de l'écorce terrestre et l'origine des continents*, p. 58. Saint-Pétersbourg, 1911.

Les grands mouvements orogéniques, toujours accompagnés de changements importants dans la répartition géographique des continents et des mers, modifient profondément la distribution des animaux et des végétaux à la surface du globe. De plus, pendant les mouvements de transgression, ce que la mer gagne en surface, elle le perd en profondeur moyenne. Il en résulte des changements d'altitude, de pression, de température, de climat auxquels dont dus les changements de faune et de flore.

En résumé, la formule que je propose est basée, comme on vient de le voir, non sur des hypothèses, mais sur des observations positives, d'ordre physique, mécanique, géologique et paléontologique. En attendant qu'elle soit précisée ou rectifiée par de nouvelles observations, cette formule explique d'une manière plausible, croyons-nous, les principaux faits établis par les études des sciences naturelles. Les modifications qui se produisent, soit dans l'épaisseur de la croûte terrestre, par métamorphisme ou cristallisation d'anciennes formations remaniées, soit à la surface, par l'adaptation de tous les êtres à de nouvelles conditions d'existence, ces modifications apparaissent comme une sorte de rajeunissement périodique du monde minéral, végétal et animal, intimement lié aux mouvements du sol.

SUR LE
BASALTE DE CORDELLE
(Loire)

PAR

A. COLLET

Docteur ès Sciences.

Les granites et les gneiss des monts du Forez, les assises oligocènes du bassin de Montbrison sont traversés par un grand nombre de *pointements basaltiques ;* on en compte aujourd'hui plus de quatre-vingts.

Quelques-uns d'entre eux avaient déjà attiré l'attention des anciens naturalistes foréziens (fin du XVIII^e^ et premières années du XIX^e^ siècle) : Alléon-Dulac, Passinges, Granjon, Lapierre, etc. ; d'autres furent reconnus plus tard par Gruner, puis par Le Verrier ; enfin, plus récemment, les explorations de M. Cl. Roux (1) sur le versant oriental, celles de M. Ph. Glangeaud (2) dans l'ensemble du massif, ont fait connaître de nouveaux gisements.

M. Glangeaud s'est aussi proposé de déterminer la nature et les conditions de sortie des laves, la constitution des anciens appareils éruptifs, etc. ; il a établi que les roches basaltiques foréziennes, considérées par Le Verrier comme des basaltes labradoriques, appartenaient en réalité à des types pétrographiques variés : basaltes normaux, labradorites, andésilabradorites augitiques, limburgites, téphrites, téphrites à olivine, etc.

Les affleurements basaltiques deviennent beaucoup plus rares

(1) Cl. Roux. Sur quelques nouveaux affleurements de basalte observés aux environs de Saint-Bonnet-le-Courreau, près Montbrison (Loire) *(Ann. Soc. Linnéenne de Lyon*, 1908).

(2) Ph. Glangeaud. la Région volcanique du Forez et ses roches *(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CLII, pp. 160 à 163, 16 janvier 1911).

sur la bordure septentrionale de la plaine de Montbrison-Feurs et plus au nord, en Roannais et dans le Haut-Bourbonnais.

On peut citer cependant :

a) Le gisement de Cézay ; celui de Tava, au nord-est de Saint-Julien-d'Oddes, sur la bordure nord-ouest de la plaine ;

b) Le pointement des Mallets, près de Cordelle, sur la rive droite de la Loire ;

c) Le gisement isolé de Bagnetier, près Aude-la-Roche, à 8 kilomètres à l'est de Lapalisse (1) ;

d) Le groupe de gisements de basalte des environs de Cusset et de Vichy (Allier), comprenant le pointement du domaine de la Saulzat, sur la rive droite du Jolan (affluent du Sichon), à 5 kilomètres à l'est de Cusset ; celui du château de Mont-Péroux, sur les bords du Sichon, rive droite, près de l'Ardoisière ; les trois affleurements de la Chapelle et, enfin, le pointement de la Poivrière, à 2 km. 500 au sud-ouest de Saint-Yorre, sur la rive gauche de l'Allier.

A Bagnetier, le basalte, riche en olivine, se présente en filon dans le porphyre microgranulitique.

A Saulzat, il forme un îlot de 300 mètres de diamètre, isolé en plein granite : la roche est fortement altérée.

Au Mont-Péroux, le basalte s'est épanché en nappe horizontale à peu près circulaire de 250 mètres de diamètre, sur les schistes et les poudingues carbonifères (2).

Les trois pointements des environs de la Chapelle, au sud-est du Mont-Péroux, se présentent sous la forme de *wacke basaltique* absolument décomposée avec fer oligiste très abondant.

L'îlot de la Poivrière, long de 150 mètres sur 100 mètres de large, repose sur des marnes tertiaires.

(1) La feuille de Charolles renferme trois autres pointements de basalte labradorique, de faibles dimensions : à *Baugy*, à la *Beluse* (château de Launay) et à *Chelal :* le premier est au nord et les deux autres sont à l'ouest de Marcigny-sur-Loire, non loin des limites des départements de la Loire et de Saône-et-Loire.

(2) Consulter : Albert Michel-Lévy, De quelques basaltes tertiaires français du Vorland alpin, à fumerolle éléolithique (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXLVIII, pp. 1528 à 1531, 15 juin 1909). Ce travail renferme les analyses, d'après Pisani, du basalte de Mont-Peyroux et de celui du château de Launay, à la Beluse, près Marcigny-sur-Loire.

Le gisement basaltique de Cordelle est situé sur la rive droite de la Loire, près de la ferme des Mallets, à 2 kilomètres environ au nord-est de Cordelle, sur la route qui relie ce village à Saint-Cyr-de-Favières.

Cet affleurement n'a pas été signalé par Gruner ; Le Verrier l'a indiqué sur la feuille de Roanne au 80.000e, au milieu des tufs orthophyriques, mais sans ajouter aucune description.

Il consiste en blocs arrondis de toutes grosseurs, disséminés dans la terre végétale. La plupart des blocs se rencontrent dans un espace triangulaire limité par la route de Cordelle à Saint-Cyr, par un chemin tendant de la ferme des Mallets à la route de Vendranges, et enfin par un chemin de desserte se détachant de la première route, à quelques centaines de mètres de la ferme des Mallets, dans la direction de Cordelle, et se dirigeant vers le nord. D'autres fragments basaltiques, moins nombreux, sont aussi dispersés dans les terres cultivées, à l'ouest de la route de Saint-Cyr.

Ces blocs tendent à disparaître assez rapidement. Les cultivateurs les extraient des champs et les entassent le long des sentiers et des chemins voisins, puis on les utilise pour l'empierrement de ces chemins, et aussi de la section de la route de Saint-Cyr comprise entre le domaine de Terrenoire et de l'étang Villon, à la limite des communes de Saint-Cyr et de Cordelle.

La roche basaltique des Mallets possède une teinte sombre, noir bleuâtre ; elle est dense, assez dure. On distingue à l'œil nu des grains isolés ou de petits nodules d'olivine et des cristaux de faibles dimensions (1 à 2 mm environ), noirs, vitreux, d'augite. Elle est très compacte ; nous n'avons pas observé de cavités amygdaloïdes avec zéolites et autres minéraux de formation secondaire.

On ne voit ni cheminée d'éruption, ni coulée ; cet affleurement est sans influence sur la topographie de la région.

Les cultures masquent le contact du basalte et des tufs encaissants ; le terrain se relève au sud-sud-est de l'affleurement, jusqu'à la *Pierre du Perron* (altitude 561 m.). Les hauteurs voisines sont constituées par des porphyres à quartz globulaire; au sommet du *Signal* affleure une roche de teinte claire, blanc

jaunâtre, ne montrant que de rares cristaux feldspathiques et quelques grains de quartz ; c'est un *porphyre pétrosiliceux* (Le Verrier).

D'autres gisements de roches volcaniques (basaltes, trachytes, etc.) ont été signalés en Roannais et dans le Haut-Bourbonnais, mais quelques-uns sont incertains et d'autres sont apocryphes.

D'après le Dr Noëlas, le basalte apparaît près de Trémolin, à Saint-Just-en-Chevalet ; à la Maladière, près d'Ambierle ; à Arfeuilles (Recherches géologiques au point de vue de la présence de l'homme primitif dans l'arrondissement de Roanne, 1er mémoire, *Ann. Soc. d'Ag. etc. du dép. de la Loire*, 2e s., t. IV, p. 396 à 408 ; 1884. Voir p. 400). Nous n'avons pu encore contrôler ces indications.

Les « pierres noirâtres, poreuses, faisant mouvoir le barreau aimanté, et contenant de petits grains de chrysolite verte des volcans » rencontrées « au-dessus de Renaison et de Saint-André, à demi-lieue environ dans la montagne », n'indiquent pas la présence d'un affleurement basaltique dans la région ; ce sont « des fragments de petites meules de moulin que les soldats romains portaient toujours avec eux pour réduire leur blé en farine » (Passinges).

Le *volcan de Saint-Alban* est une colline de forme conique, élevée de 590 mètres environ, constituée par des tufs orthophyriques ou microgranulitiques, traversés par plusieurs filons de porphyres microgranulitiques et de porphyres à quartz globulaire. Le sommet de cette colline est parsemé des débris d'une *muraille vitrifiée* (1). Ces débris consistent en fragments de roches locales ayant subi à divers degrés l'action du feu, depuis une légère fritte jusqu'à la vitrification complète. Certains blocs boursouflés, altérés, recouverts de lichens, simulent des laves poreuses et expliquent la méprise dont le *château de Verre* de Saint-Alban a été l'objet.

(1) Consulter, sur cette muraille vitrifiée, l'excellente monographie publiée récemment par M. Stéphane Bouttet, *les Enceintes vitrifiées du département de la Loire*, br. in-8, 23 p., 4 fig., Paris, Vigot, 1910 (extrait de la *Revue préhistorique, Annales de palethnologie*, octobre 1910).

Le *rocher Saint-Vincent* (altitude 932 m.), qui s'élève d'une façon si pittoresque sur la rive droite du Sichon, en amont de Ferrières, a été considéré par quelques géographes comme ayant une origine volcanique. Le *Dictionnaire géographique et administratif de la France, etc.*, de Paul Joanne, décrit le roc Saint-Vincent comme une « énorme masse trachytique » ; il est formé, en réalité, par des cornes vertes, des schistes feldspathisés, des schistes silicifiés, etc., anciens sédiments antérieurs au carbonifère, modifiés par le granite qui affleure à une faible distance, près de Lavoine.

BIBLIOGRAPHIE

C. Bollanger, *Statistique géologique et minéralurgique du département de l'Allier*, Moulins, 1844, 1 vol. in-8, atlas in-f°, pp. 94 et 95.

Voisin (H.), Mémoire sur les sources minérales de Vichy et de ses environs (*Ann. des Mines*, 7e s., t. XVI, 1879, p. 498 (tirage à part, p. 15).

Dollfus (G.-F.), *Recherches géologiques sur les environs de Vichy (Allier)*, br. in-8, 5 pl., Paris, 1894, p. 26.

Michel-Lévy (Aug.), Feuille de Charolles, 1892, carte géol. au 80000e.

Le Verrier, Feuille de Roanne, 1893, carte géol. au 80000e.

De Launay, Feuille de Gannat, 1894, carte géol. au 80000e.

SUR QUELQUES MINÉRAUX

DU

GRANITE DES MONTAGNES DE LA COTE

Près Roanne (Loire).

PAR

A. COLLET

Docteur ès Sciences.

Les montagnes de la Côte, à l'ouest de la plaine de Roanne, sont constituées, au nord de Saint-André-d'Apchon et d'Arcon, par un granite dont l'aspect, à l'œil nu, la coloration, la proportion relative et la grosseur des minéraux fondamentaux sont assez variés.

On exploite à Bordet, sur la route de Renaison à la Croix-du-Sud (route départementale n° 8), une belle roche semi-porphyroïde, à cristaux d'orthose rouges ou roses, très quartzeuse, pauvre en mica. Un granite semblable est aussi entamé par une carrière, sur la route de Saint-Haon-le-Châtel à la Croix-du-Sud, à une faible distance du bourg de Saint-Haon.

Nous avons observé, dans cette dernière carrière, en août 1909, de beaux enduits de *fluorine* recouvrant des surfaces de plusieurs mètres carrés, irrégulièrement distribuées.

La fluorine qui forme ces enduits se présente en masses lamellaires de faible épaisseur ; elle est remarquable surtout par son abondance et par sa coloration violet pâle. Nous n'avons rencontré jusqu'ici, malgré de multiples recherches, aucun cristal net.

Ce minéral est assez abondant en Roannais et dans le Haut-Bourbonnais, mais les gisements déjà signalés appartiennent à des types différents du précédent.

a) La fluorine associée au quartz et à la barytine est parfois une gangue des filons plombifères du Roannais ; les filons de

Juré, Grézolles, Saint-Martin-la-Sauveté ont fourni cette substance en beaux cristaux jaunes ou vert pâle (1) ;

b) On a trouvé autrefois, à Saint-Maurice-sur-Loire, d'après Passinges, de gros cubes erratiques de fluorine rouge. Le filon de galène découvert au XVIII^e^ siècle, dans la même commune, sur les bords de la Loire, possédait une gangue fluo-barytique ;

c) Le grand filon barytique de Hauteville, à Ambierle, renferme de la fluorine zonée, verte, violette ou rougeâtre, avec du quartz blanc, de la calcédoine, etc. ;

d) Le filon quartzeux du rocher de Monteneau, dans la même commune, est constitué par du quartz calcédonieux avec de minces veinules de fluorine rouge et violette ;

e) De gros cubes de fluorine ont été recueillis dans les filons de galène qui accompagnent le gîte d'érubescite de Charrier, près la Prugne (Allier) ;

f) On a exploité un filon de fluorine avec barytine, à la Maillerie du Capitan, sur la route de Cusset à l'Ardoisière, un peu au delà de la fabrique des Grivats ; il a fourni de magnifiques cubes jaunes, atteignant 8 centimètres d'arête ;

g) Un filon de fluorine verte ou violette se montre dans le lit du Jolan, à une centaine de mètres en amont du pont sur lequel passe la route de Cusset à Lapalisse ;

h) Des filons de quartz et de barytine avec galène renfermant de la fluorine se trouvent au moulin de la Rivière, sur la rive gauche du Sichon, à 2 kilomètres de Cusset (2).

Le granite de Bordet paraît assez pauvre en fluorine, mais, par contre, cette carrière nous a donné de l'orthose en grandes masses laminaires, sans contours géométriques, blanches, translucides, possédant un éclat vitreux, parfois nacré.

Le granite des montagnes de la Côte et de la Madeleine est criblé de filons de granulite, de porphyres microgranulitiques, de porphyres à quartz globulaire ; il contient aussi de nombreux fragments ou lambeaux d'anciens sédiments plus ou moins modifiés et transformés en cornes vertes, en phyllades

(1) Nous ferons remarquer, toutefois, que la plupart des filons de galène du Roannais sont à gangue quartzo-barytique ; la fluorine est plus rare.

(2) Boulanger signale au moulin des Coutelliers, commune de Cusset, des indices de galène avec barytine et fluorine.

chloriteux et micacés, etc. Plusieurs de ces îlots de terrains anciens ont été figurés par Le Verrier sur la feuille de Roanne, notamment ceux des Blancs et du village Fournier, dans la vallée du Rouchain, et celui des environs de la Croix-du-Sud, mais d'autres ont été omis. Nous signalerons surtout un lambeau important qui affleure à l'ouest de Renaison : à la Pannetière, à la Gelée et vers le Haut-de-Morand.

D'autres lambeaux existent vraisemblablement sur le versant opposé de la vallée du Renaison, car les ravins qui descendent des hauteurs boisées des Bonneveaux (1) renferment en certains points de nombreux débris schisteux, de teinte sombre, mélangés aux fragments de granite, de granulite, etc.

BIBLIOGRAPHIE

Passinges, Mémoire pour servir à l'histoire naturelle du département de la Loire (*Journal des Mines*, t. VI et VII. Réimprimé dans les *Annales scientif., etc. de l'Auvergne*, t. XIII, 1840, p. 367).

Gruner, Description des anciennes mines de plomb du Forez (*Ann. Soc. d'Agr. de Lyon*, 3e s., t. I, p. 1, 1857).

— *Description géologique et minéralogique du département de la Loire*, 1 vol. in-8, Paris, 1857.

Guiller. Lettre à M. Delesse sur la géologie des environs de Vichy ; octobre 1877. Résumée dans les *Extraits de géologie*, par Delesse et de Lapparent, pour les années 1876 et 1877. *Ann. des Mines*, t. XIII, 1878, p. 471 et 472 (tirage à part, p. 148).

Lacroix (A.), *Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. II, pp. 783, 784, 788.

(1) Bois Faverin, Bois Pagnon, Gouttes d'Arcon.

NOTE SUR LES PHÉNOCRISTAUX D'ORTHOSE

DES

PORPHYRES MICROGRANULITIQUES

Du Roannais.

PAR

A. COLLET

Docteur ès Sciences.

Les porphyres microgranulitiques du Roannais renferment parfois des phénocristaux d'orthose, simples ou maclés, remarquables par leurs grandes dimensions et par la netteté de leurs faces. Nous citerons notamment les microgranulites à pâte gris bleu des environs de Saint-Alban-les-Eaux, les porphyres roses ou rouges de Saint-Maurice-sur-Loire et du Perron, les types à pâte de couleur foncée des environs de Saint-Nicolas-des-Biefs.

Ces cristaux sont le plus souvent très difficiles à extraire de la roche fraîche, inaltérée ; mais on peut les recueillir aisément dans les parties décomposées des porphyres, et surtout dans les arènes provenant de leur désagrégation.

Les gisements suivants nous ont fourni d'assez bons individus cristallins :

a) Les blocs porphyriques des éboulis qui recouvrent les assises oligocènes au pied des montagnes de la Côte ; nous avons exploré plus particulièrement ces éboulis entre Villemontais, Saint-Alban et Saint-André-d'Apchon ;

b) Les deux carrières ouvertes sur la rive gauche du ruisseau de Saint-Alban, à la base de la colline de Châtelus, vis-à-vis de la Madone ;

c) Le filon porphyrique de la cascade du ruisseau de Saint-Alban, dans la vallée du Désert ;

d) Les anciennes carrières ouvertes le long de la route de Saint-Alban à la Croix-Trévain (chemin d'intérêt commun n° 31), depuis la bifurcation du chemin du bourg jusqu'à la hauteur du hameau des Gonnauds ;

e) Divers points de la grande masse de microgranulite Arcon-Bois-Vague, qui s'étend entre le granite au nord et les tufs orthophyriques et microgranulitiques au midi, depuis Saint-Alban et les Salles à l'est, jusqu'au sommet du bois de l'Assise (la Pierre du Jour, 1.165 m.) et à la Prugne (Allier) à l'ouest ;

f) Les affleurements de microgranulite très quartzeuse, à pâte gris noir, à cristaux feldspathiques blancs, des environs de Saint-Nicolas-des-Biefs (Allier), notamment au-dessus de la route de la Croix-du-Sud à Saint-Nicolas, entre les bornes 2 km. 5 et 3 km. 5. Les blocs porphyriques disséminés dans les champs voisins ont leur surface creusée de nombreuses cavités polyédriques, assez régulières, de dimensions variées (au maximum 4 à 5 cm. de long sur 2 cm. de large et 1 cm. à 1 cm. 5 de profondeur) dues à la kaolinisation des feldspaths et à l'entraînement de l'argile résiduelle.

Les cristaux d'orthose provenant de ces divers gisements sont en général opaques, parfois un peu translucides, blanc jaunâtre, roses ou rouges de diverses nuances.

Ils appartiennent à deux types : 1° Cristaux aplatis suivant g^1 et allongés suivant l'axe cristallographique vertical. Les faces les plus fréquentes sont m, p, g^1, $a^{1/2}$; les arêtes mg^1, pg^1, $a^{1/2}$ g^1 portent souvent de petites troncatures, très peu développées, mais nettement visibles à la loupe. Les cristaux de ce type sont presque tous maclés suivant la loi de Carlsbad avec pénétration. Leur taille moyenne est de 2 à 3 centimètres ; quelques individus atteignent exceptionnellement 4 cm. 5 à 5 centimètres.

2° Le second type, beaucoup plus rare que le premier, comprend des cristaux allongés suivant l'arête pg^1, avec un développement sensiblement égal des faces p et g^1 ; ils portent, en outre, les faces m, $a^{1/2}$ et g^2. Les individus sont simples ou maclés suivant la loi de Baveno.

En juillet 1910, nous avons exploré un gisement plus riche

que les précédents ; il nous a donné de nombreux cristaux d'une assez grande netteté.

Ce gisement est situé à l'extrémité orientale de la grande masse de microgranulite Arcon-Bois-Vague (voir gisement *e*), dans les vignes plantées sur le gore microgranulitique, à l'est du cimetière de Saint-Alban, à proximité du chalet Mivière, vis-à-vis du hameau des Amies.

Les cristaux provenant de ce gîte sont opaques, blancs ou blanc jaunâtre ; leur taille moyenne est de 2 à 3 centimètres. Ils possèdent les faces m, p, g^1, g^2, $a^{1/2}$, $b^{1/2}$, $e^{1/2}$; ils sont aplatis suivant g^1 et allongés suivant l'axe vertical. Les macles de Carlsbad avec pénétration sont beaucoup plus nombreuses que les individus d'apparence simple.

C'est dans un gisement analogue (gore microgranulitique de Saint-Sulpice, près de Villerest) que Passinges (1) a recueilli, vers la fin du XVIII^e^ siècle, les cristaux d'orthose décrits par Romé de l'Isle, dans sa *Cristallographie*, 2^e^ éd., 1783, t. IV, p. 64 à 66.

(1) Passinges, Mémoire pour servir à l'histoire naturelle du département de la Loire (*Journal des Mines*, t. VI et VII. Réimprimé dans les *Annales scientifiques, etc. de l'Auvergne*, t. XIII, 1840, voir p. 364).

ARGYNNIS AGLAJA L.

aberr. HORTENSIA Donzel

PAR

LE Dr PH. RIEL

La collection Donzel, qui est la propriété de la Société Linnéenne de Lyon, renferme une aberration d'*Argynnis Aglaja* L., qui est une des plus remarquables qui aient jamais été observées.

Elle a été brièvement décrite et très bien figurée par Millière (*Ann. de la Société Linnéenne de Lyon*, 1861, pp. 196-197, pl. IV, fig. 1 et 2).

D'après les renseignements donnés par Millière, elle aurait été obtenue, par Donzel, d'une chenille provenant du mont Pilat (Loire) et ne paraissant différer en rien des autres chenilles de la même espèce.

Millière faisait observer (en 1861) que, malgré que l'éclosion de cette Argynne remontait à juin 1825, sa conservation était encore parfaite. Aujourd'hui, exactement un demi-siècle plus tard, elle est encore tout aussi bien conservée qu'au temps de Millière.

Cet auteur a décrit et figuré cette aberration sous le nom d'*Argynnis Aglaja* L. aberr. F, suivant l'habitude, très fâcheuse pour la clarté de la nomenclature, qu'avaient les descripteurs de cette époque de désigner les aberrations et même les variétés les plus caractérisées par une des premières lettres de l'alphabet sans leur donner un nom. La plupart des auteurs actuels désignent par un mot latin, non seulement les variétés, mais les aberrations suffisamment caractérisées.

Or, cette aberration F de Millière porte un nom dans la collection Donzel. Elle y est dénommée *Hortensia* et cette dénomination est certainement de Donzel lui-même et antérieure à la figuration de Millière, et, si celui-ci n'en a pas tenu

compte, c'est sans aucun doute parce qu'il s'est conformé à l'usage qui prévalait à son époque.

La manière de voir des descripteurs s'étant modifiée, il y a lieu de rétablir la dénomination primitive de Donzel et d'appeler cette aberration *Argynnis Aglaja* L. aberr. *Hortensia* Donzel.

Le fait qu'il existe un *Argynnis Hortensia* décrit par Blanchaud dans la Faune du Chili, de Gay (VII, p. 23), ne s'y oppose nullement, puisque, dans ce dernier cas, ce nom d'*Hortensia* s'applique à une espèce et non à une aberration. De plus, cet *Argynnis Hortensia* Blanchard doit rentrer (d'après Kirby, Supplément, p. 726) dans le genre *Euptoieta*.

Quoi qu'il en soit de cette dénomination, l'essentiel est de savoir que cet échantillon unique est toujours intact, ainsi que la collection Donzel, dont il fait partie, et sur laquelle sera publiée prochainement une notice détaillée.

ACTION

DE LA

PRESSION OSMOTIQUE DU MILIEU

SUR

LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES

PAR

M. J. BEAUVERIE

Nous avons donné, il y a quelques années, dans une note communiquée aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (28 juillet 1901), les résultats de diverses expériences relatives à l'influence de la pression osmotique du milieu sur la forme et la structure des végétaux. N'ayant pas encore repris la suite de ces recherches, nous n'aurons que peu de choses à ajouter à ce que nous disions alors ; le but de cette note est simplement de donner quelques dessins, relatifs à ces expériences, que nous avions négligé de publier.

Quelques-uns de ces dessins ne sont que des demi-schémas destinés à rendre d'une façon plus frappante les résultats de nombreuses cultures. Nous accompagnons ces figures du texte indispensable à leur compréhension, sans prétendre, en aucune manière, reprendre l'étude de cette question capitale, si souvent abordée, de l'influence de la concentration sur la forme et la structure des plantes.

Un certain nombre d'expériences conduites dans le but de constater l'influence de la concentration du milieu sur la forme et la structure des champignons inférieurs, tels que les Mucorinées, ou de formes conidiennes de champignons supérieurs, telles que l'*Aspergillus*, *Sterigmatocystis*, *Penicillium*, *Clonostachys*, etc., toutes formes faciles à cultiver, nous ont permis de constater que l'accroissement de la puissance osmotique du milieu : 1° amène la réduction en hauteur de l'appareil aérien du champignon et la dilatation des cellules constituant cette partie de la plante ; 2° provoque, par contre, la prédominance

de la partie submergée de l'appareil végétatif sur la partie aérienne (fig. 1 et 2).

Dans un certain nombre de cas, une forte concentration du milieu détermine même l'immersion complète de la plante qui

Fig. 1. — Végétation de l'*Aspergillus variabilis* dans une solution nutritive peu concentrée (figure demi-schématique).

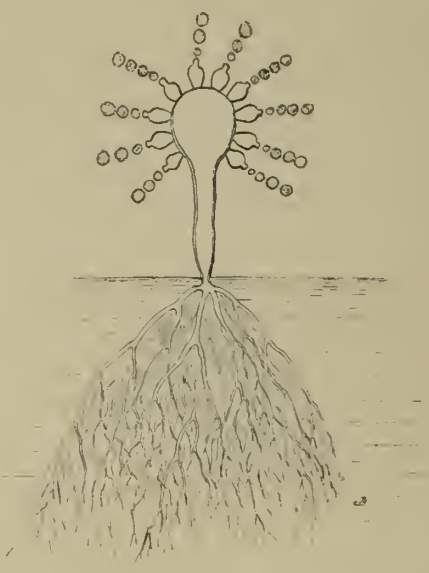


Fig. 2. — Végétation de l'*Aspergillus variabilis* dans une solution nutritive concentrée (figure demi-schématique).

poursuit son développement dans ces conditions nouvelles (fig. 3). Mais il se manifeste alors une profonde altération de la forme des appareils reproducteurs, qui demeurent, le plus souvent, stériles. La « végétation en boule » des champignons des solutions doit, pensons-nous, être attribuée, dans certains cas, à une cause de cette nature. Il en serait de même des formations dites *Hygrocrocis* (1). De plus, la contration

(1) Il ne faudrait toutefois pas trop se hâter de généraliser et, si l'immersion de la végétation est très nette dans un certain nombre de cas que nous avons étudiés expérimentalement, nous avons vu aussi qu'elle peut résulter, au contraire, de l'insuffisance d'aliments.

favorise de façon remarquable le cloisonnement et entraîne, dans certains milieux, un gigantisme très net, résultant du passage dans l'intérieur de la cellule de substances capables d'assurer un excès de force osmotique vis-à-vis de la solution ambiante 1). La présence de substances nocives dans les mi-

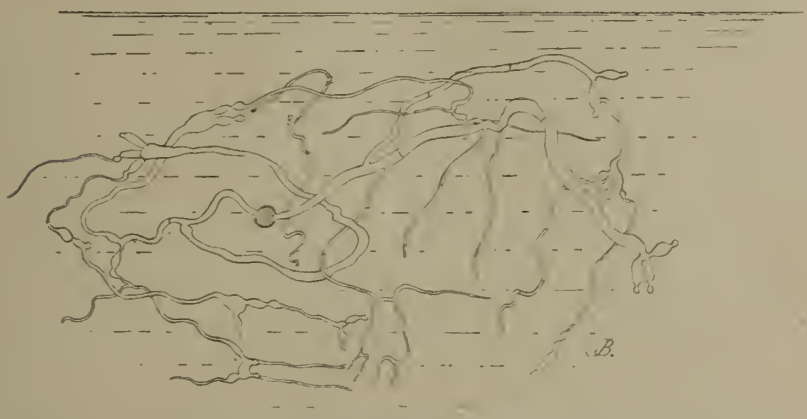


Fig. 3. — Végétation de l'*Aspergillus variabilis* dans une solution fortement concentrée. Le développement s'effectue entièrement dans l'intérieur du liquide. Les spores ne se forment pas ou se prolongent directement en filament sans se détacher; il y a passage à une forme exclusivement mycélienne et stérile.

lieux de culture peut aussi amener des déformations analogues.

La constatation de cette influence, très marquée, de la concentration sur la forme et la structure des champignons, nous a conduit à rechercher l'effet que ce facteur pourrait avoir sur le développement des végétaux supérieurs et nous avions institué dans ce but une série d'expériences dont nous donnons ici les résultats.

Ces expériences ont porté sur quelques espèces communes des genres *Phaseolus*, *Pisum*, *Lupinus*, *Zea* et *Triticum*.

Nous observions comparativement et simultanément des cultures de même âge faites, les unes dans l'eau ordinaire, les

(1) Nous avons étudié avec détail un grand nombre de ces déformations dues à l'influence du milieu dans notre thèse: Etudes sur le polymorphisme des Champignons, influence du milieu (*Annales de l'Université de Lyon*, 1900). Ce travail renferme de nombreuses figures.

autres dans la solution de Knop additionnée de doses régulièrement croissantes de chlorure de sodium — substance *osmotique* et non *plastique* — jusqu'à ce que cette solution contienne une dose maxima de 1,50 pour 100 de sel. Cette dernière opération était précisément faite dans le but d'accroître la force osmotique de la solution nutritive.

Nous pouvions négliger les actions secondaires possibles de ce sel (1), étant donné le but spécial poursuivi. D'ailleurs, les résultats obtenus avec la solution de Knop employée seule, mais plus ou moins diluée, étaient de nature à nous montrer que les modifications réalisées étaient bien dues à l'influence de la concentration du milieu.

Nos cultures étaient faites dans une étuve marquant 26-27° et abritées sous de grandes cloches où l'air se maintenait fort humide, conditions particulièrement favorables, puisqu'une haute température et la transpiration gênée créent un milieu dont l'effet vient accroître celui de la force osmotique du liquide ambiant.

Dans l'eau ordinaire, la plupart de nos sujets ont manifesté un hydrotropisme qui fut très net pour les *Phaseolus*, *Pisum* (fig. 4) et *Lupinus*, beaucoup moins net pour le *Zea*, nul pour le *Triticum*. Les racines des Légumineuses se courbaient à 90° au contact du liquide, continuant à croître et à se ramifier dans un plan supérieur à l'eau ou à peine immergées. Lorsque plusieurs de ces plantes sont côte à côte, elles enchevêtrent leurs racines, qui se maintiennent toujours dans la situation indiquée, et il en résulte pour la culture un aspect particulier (fig. 4).

L'eau constitue donc pour ces racines un milieu assez défavorable pour que le géotropisme soit contrebalancé et que les racines aient une tendance marquée à le fuir. Cela résulte de la grande différence de pression osmotique entre l'eau et les liquides cellulaires.

Lorsque la concentration augmente faiblement, par exemple, si l'on expérimente avec une solution de Knop additionnée

(1) Pour des concentrations isotoniques, NaCl semble agir plus fortement que AzO^3K ; à côté de l'action osmotique des influences spécifiques viennent donc s'ajouter.

de son volume d'eau, les racines s'enfoncent déjà sensiblement dans le liquide. Cependant, l'hydrotropisme négatif se manifeste encore imprimant au système radical de curieuses déformations (fig. 5) : l'extrémité de la racine principale et toutes

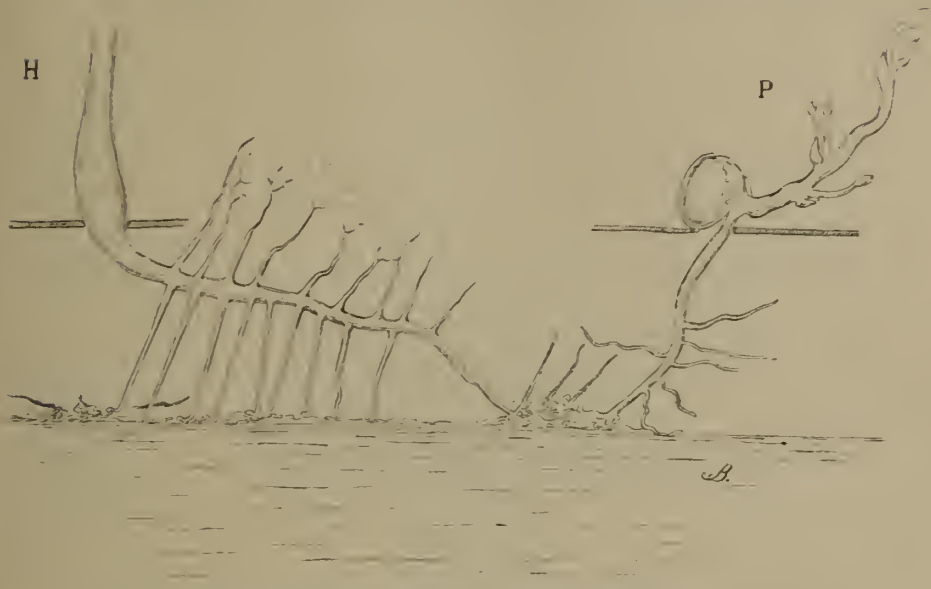


Fig. 4. — Culture de Haricot (H) et de Pois (P) dans l'eau ordinaire.

les racines latérales (le fait est particulièrement marqué chez le Haricot et le Pois) se dirigent vers le haut, tout en se recourbant en spirale ou en crosse. Ce fait est encore sensible avec la solution pure de Knop.

Dans des solutions fortement concentrées obtenues en additionnant une même solution de Knop, de deux jours en deux jours, de 0,25 % de chlorure de sodium, jusqu'à ce que la liqueur titre 1,25 et 1,50 % de ce sel, nous constatons la disparition de ces phénomènes et les racines s'enfonçaient directement et profondément dans le liquide en y donnant une ramification régulière (fig. 6).

En somme, plus la concentration augmente, plus les racines des plantes mises en expérience (sauf le Blé cependant) s'enfoncent profondément dans la solution. La partie aérienne se modifie, de son côté, mais en sens inverse ; elle se réduit beau-

coup en hauteur, les axes hypocotylés se renflent considérablement et la plante reste courte et trapue. Il n'y a pas seulement retard dans la croissance, comme le fait a été maintes fois constaté, mais modification de la taille ainsi que de la forme.

Fig. 5. — Culture de Haricot dans la solution de Knop diluée de son volume d'eau.

La végétation n'est point empêchée par le fait d'une forte concentration (en deçà d'une certaine limite), mais elle se fait d'une façon spéciale.

Les modifications extérieures s'accompagnent de variations dans la structure histologique et anatomique. Les cellules, en réagissant contre le milieu pour assurer l'excès osmotique nécessaire au maintien de leur intégrité, absorbent plus particulièrement certains éléments et tendent à former des substances capables d'accroître leur pouvoir osmotique et de retenir l'eau qui leur est nécessaire, d'où il résulte une modification dans la nutrition entraînant des changements de forme et de structure dans la plante entière ; si la pression osmotique s'accroît

encore, la plante tend à se défendre et à se protéger, d'où un agencement spécial des tissus, formation prématurée d'un

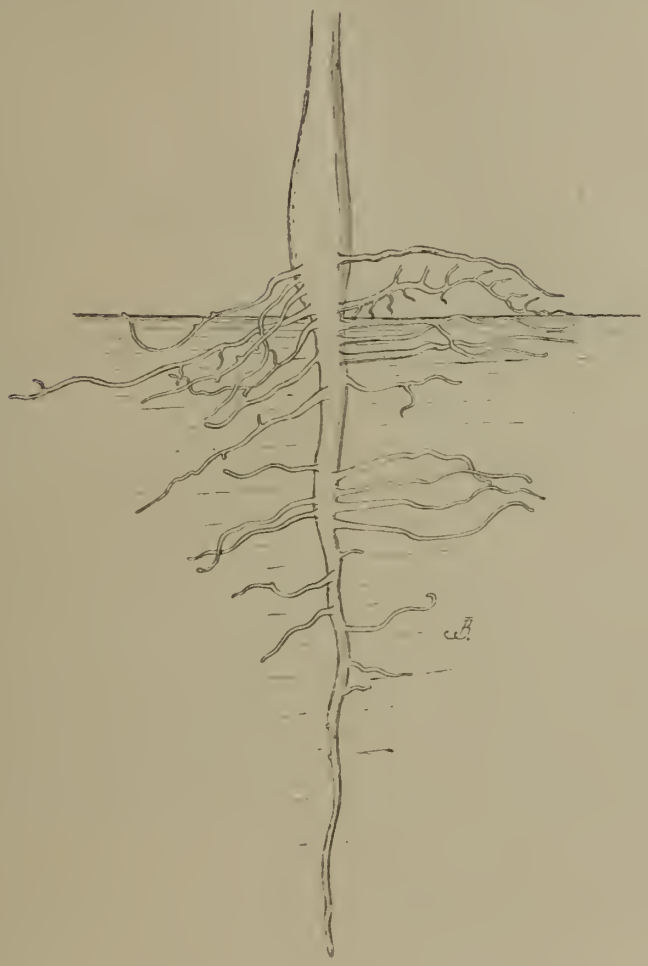


Fig. 6. — Culture de Haricot dans la solution de Knop additionnée de 1,5 o/o de NaCl.

appareil protecteur. Cette réaction osmotique est le facteur de l'adaptation des cellules à la concentration du milieu.

Nous avons observé ces faits chez les racines de *Phaseo-*

lus (fig. 7 et 8). Dans la solution très concentrée dont nous avons parlé, ces racines ne possèdent plus de moelle ; la différenciation du tissu ligneux se fait jusqu'au centre. Il se produit, en outre, de très bonne heure, un abondant suber péricyclique, dont le rôle protecteur vis-à-vis du cylindre central

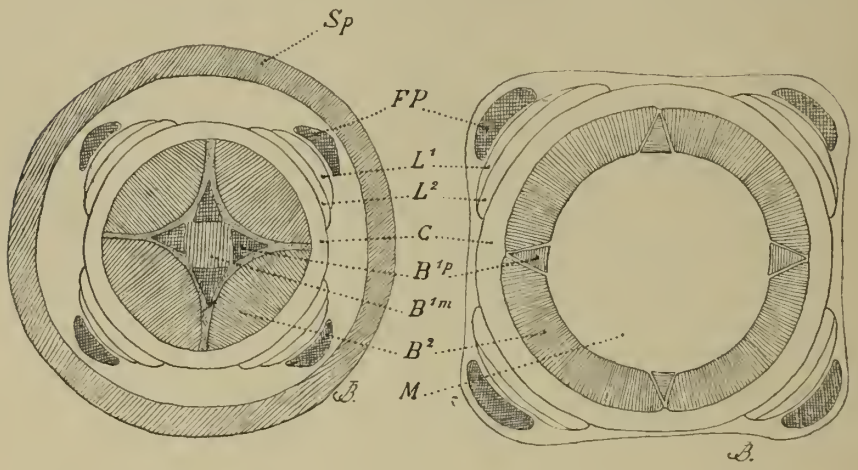


Fig. 8.

Coupe transversale d'une racine de Haricot cultivé dans une solution de Knop + 1 o/o NaCl. Cette coupe est faite dans une racine de même âge que la précédente et dans une région similaire.

La différenciation en bois s'est effectuée jusqu'au centre ; un suber, d'origine péricyclique, a provoqué la chute prématurée de l'écorce.

Fig. 7.

Coupe transversale d'une racine de Haricot cultivé dans l'eau : P, péricycle ; FP, fibres péricycliques ; L¹, liber primaire ; L², liber secondaire ; C, cambium ; B¹p, bois primaire (protoxylème) ; B¹m, bois primaire (métaxylème) ; B², bois secondaire ; M, moelle (le cylindre cortical n'a pas été figuré).

est évident ; la plante tend à réduire le plus possible la surface de la région par laquelle l'absorption est possible. Dans une racine de même âge, obligée à pousser dans l'eau, on constate, au contraire, l'existence d'une moelle volumineuse, et il ne se développe point de suber hâtif.

(Laboratoire de Botanique de la Faculté des sciences de Lyon.)

PREMIÈRE CONTRIBUTION

A LA

FAUNE DES CLADOCÈRES DES ÉTANGS

de Nantoin (Isère)

PAR

L. EYNARD

Professeur à l'Institution Robin, Vienne (Isère).

Depuis le début de février jusqu'à la fin d'avril de cette année 1911, j'ai eu l'occasion de faire moi-même ou de faire faire des récoltes périodiques d'Entomostracés dans les étangs de Nantoin.

Situé à 40 kilomètres au Sud-Est de Vienne, Nantoin est marqué sur la carte d'état-major au 1/80.000e, Grenoble N.-O., à l'extrémité Est de la forêt de Bonnevaux. Sur son territoire se trouvent quelques groupes d'étangs voisins les uns des autres, communiquant par série de deux ou trois et dont la situation très accessible et très agréable est bien faite pour encourager des recherches.

Ils furent formés artificiellement à une époque certainement très lointaine, par endiguement de dépressions naturelles sur un terrain argileux imperméable, en vue de l'élevage du poisson.

Alimentés par les seules eaux de pluie, ils sont cependant efficacement préservés de l'assèchement par leur altitude de 600 mètres au-dessus du niveau de la mer, et par le climat relativement frais des « Terres froides » du Dauphiné.

Tous les trois ou quatre ans, à la fin de l'hiver, ils sont vidés pour la pêche, mais contrairement à ce qui se pratique dans les Dombes, on n'a jamais entrepris de cultures sur le sol desséché. La saison humide pendant laquelle se fait cette opération ne laisse pas longtemps ces réservoirs sans eau, et d'or-

dinaire quelques jours suffisent pour qu'un dépôt d'alevins puisse de nouveau y prospérer.

Un déversoir, en permettant au trop-plein de s'écouler, empêchera les débordements, toutes conditions dont il faut tenir compte pour l'étude de la faune inférieure qui doit y vivre et assurer le bon rendement en poissons.

Comme étendue et profondeur, ils n'ont rien de remarquable. Voici, d'après le plan cadastral de Nantoin, leur superficie : Petit Etang, 1 hectare ; Etang Jura, 3 hectares ; Etang Serlin, 2 hectares ; les Orgières, 6 hectares ; la Rone, 5 hectares ; la Chomme, 7 hectares ; Etang de Fer, 6 hectares ; Mallymorte, 4 hectares.

Devant la bonde ou vanne de vidange, ils ont de 3 mètres à 3 m. 50 de profondeur. C'est le point le plus bas d'une moitié de cuvette dont le plan semi-circulaire est à pente régulièrement mais faiblement incliné.

La végétation y est rare : des Potamogetons, des Renoncules aquatiques, des Cornifles forment, çà et là, des îlots isolés. L'Etang de Fer, avec sa belle ceinture de grands joncs et de prèles fait exception, comme Mallymorte, dont les eaux plus vaseuses et moins profondes sont rapidement envahies. Le sol, chez tous, par place, est tapissé de Charas.

*
* *

Durant cet hiver 1910-1911, ils sont restés gelés de décembre à mars, et j'eus le plaisir, le 2 février, d'y faire ma première pêche pélagique, après avoir ouvert, à coups de hâche, au milieu de la Chomme et de l'étang Jura, une brèche dans 25 centimètres de glace.

Mes récoltes ont été faites au moyen d'un filet de mousseline de 0 m. 20 de diamètre, à fils très serrés, emmanchés sur une canne à pêche un peu longue pour les bords, mais surtout au moyen du même engin attaché à une corde, et que l'on peut lancer au large pour le ramener ensuite à soi. Dans certains endroits plus propices, j'ai même pu établir un système de va et vient du filet d'un bord à l'autre ; à deux on peut, en se déplaçant, explorer ainsi toutes les parties d'un étang

et traîner un filet un peu fort au milieu des rares bosquets de plantes aquatiques.

Jusqu'ici, je n'ai trouvé que peu de différence (sauf pour le nombre des individus pêchés) entre ce que ramène le filet lancé à 20 mètres du bord, et ce qu'il ramène après une traversée. Il n'y a donc pas lieu, pour ces étangs, de faire les distinctions habituelles entre la faune littorale, pélagique et profonde. Je n'y ai pas davantage constaté de différences entre leurs faunes respectives. Ce sont des stations très visitées par les oiseaux aquatiques migrateurs, en novembre et en mars. MM. J. Richard, de Guerne et Eusébio ont souvent insisté sur le rôle de disséminateurs d'insectes remplis par ces voyageurs. C'est là un des principaux facteurs qui explique l'identité des faunes des étangs qui ne communiquent pas entre eux naturellement.

J'ai limité l'examen de mes récoltes aux seuls Cladocères. Cyclopides, Centropagides et Harpacticides, comme les Ostracodes, bien que très nombreux dans ces pêches, ne seront pas mentionnés pour l'instant. Les loisirs limités que me laissent mes obligations professionnelles ne m'ont pas permis d'en aborder l'étude. Et encore, même pour les Cladocères, les difficultés à vaincre pour se frayer un chemin dans une étude que personne, depuis quinze ans, n'a abordée en France, auraient-elles été insurmontables si je n'avais trouvé des auxiliaires précieux.

Mes déterminations, en effet, ont été faites d'après l'ouvrage remarquable de M. Louis Keilhack, adjoint à la station royale biologique d'Helgoland, et cet éminent professeur a bien voulu, avec une complaisance et une sûreté de vue dont j'ai apprécié maintes fois la valeur, vérifier toutes mes préparations. J'adresse également à cette même place mon souvenir et mon respect filial à mon père, qui, toujours alerte, malgré ses soixante ans, m'a fourni, avec une constante sollicitude, presque tous les matériaux de mon travail.

Voici donc la liste des espèces observées depuis le 2 février jusqu'au 24 avril.

Première tribu : **CTENOPODA** G.-O. Sars.

Famille des SIDIDÆ (Baird)

Genre **Sida** Straus.

1. *Sida cristallina* (O.-F. Müller). Très commune le 24 avril à 20 mètres du bord, parmi les plantes aquatiques. On la reconnaît facilement à l'œil nu dans un verre d'eau, à sa grande taille, 3 à 4,5 millimètres, et à sa façon de se fixer par la région dorsale de la tête pour se reposer. Etang de Fer, la Chomme, des Orgières, Mallymorte.

Genre **Diaphanosoma** S. Fischer.

2. *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin). Deux ex. jeunes le 24 avril.

Deuxième tribu : **ANOMOPODA** G.-O. Sars.

Famille des DAPHNIDÆ Straus

Genre **Daphne** (O.-F. Müll.) (= *Daphnia* Müll.).

3. *Daphne pulex* (de Geer). Dès le 5 mars, dans les petites mares près des maisons du village, très abondante ; fortement colorée en rose, elle communique cette teinte à l'eau, qui en est rougeâtre. Habituellement surchargée de parasites : vorticelles, rotifères et chytridinées.

4. *Daphne pulex*, var. *Obtusa* Kurz. Le 5 mars, en quantité considérable dans une mare de M. J. Fillon, ancienne maison Bouvier. Même localité, les 13 et 26 mars, et aussi abondante. Le 24 avril, je n'en trouve plus que

quelques-unes. Je ne l'ai pas observée dans les mares voisines, également très parasitées.

5. *Daphne longispina* O.-F. Müller, var. *Longispina* s. str. forma *Littoralis* Sars. Très abondante dans toutes les mares.

6. *Daphne longispina* O.-F. Müller, var. *Longispina* s. str. forma *Leydigi* Hellich. Rares dans Mallymorte le 13 mars ; deviennent plus abondantes le 26 ; le 24 avril forment la majeure partie du plankton de la Roue. Le filet les ramène par milliers. M. Keilhack les place entre les formes *Leydigi* Hell. et *cavifrons* Sars.

Genre **Scapholeberis** Schœdler.

7. *Scapholeberis mucronata* (O.-F. Müller). Quelques individus, forma *fronte lævi* et *fronte cornutâ* jeunes, à l'Et. de Fer, le 24 avril.

Genre **Simocephalus** Schœdler.

8. *Simocephalus vetulus* (O.-F. Müller). Cette espèce, que j'ai rencontrée à Vienne à profusion, paraît peu répandue à Nantoin. Les 5 février, 13 et 26 mars, 24 avril.

Genre **Ceriodaphnia** Dana.

9. *Ceriodaphnia pulchella* G.-O. Sars. Trouvée seulement dans la Roue, le 24 avril.

10. *Ceriodaphnia quadrangula* (O.-F. Müller). Nombreux jeunes dans Mallymorte, les 13 avril et 26 mars. Deux ♀ à ephippium ; au 24 avril, ♀ adultes dans tous les étangs ; particulièrement abondante à la Chomme.

Famille des BOSMINIDÆ G.-O. Sars.

Genre **Bosmina** Baird.

11. *Bosmina longirostris-cornuta* Jurine. Premier exempl. le

13 mars ; de plus en plus abondante dans les pêches suivantes ; très commune partout au 24 avril.

Famille des MACROTHRICIDÆ Baird.

Genre **Ilyocryptus** G.-O. Sars.

12. *Ilyocryptus sordidus* (Liévin). Le 24 avril, trois exempl. dans la Roue, pêche du bord. Cette espèce très curieuse et très rare a été trouvée pour la première fois en France, près de Lille, par le Dr Moniez en 1886, puis au Hâble-d'Ault (Somme), en 1889. M. de Villepoix, en 1888, la cite de la vallée de la Somme, à Mareuil. En 1907, M. Keilhack l'a recueillie dans les lacs de Laffrey, au Sud de Grenoble, et dans ceux plus élevés des Grandes Rousses.

Genre **Macrothrix** Baird.

13. *Macrothrix hirsuticornis* Norman et Brady. Dans la Roue, le 24 avril, deux exempl. et deux éphippiums. Espèce rare.

Genre **Streblocerus** G.-O. Sars.

14. *Streblocerus serricaudatus* (S. Fieher). Egalement dans la Roue, le 24 avril. Quatre exempl. Espèce rare; fut signalée pour la première fois par J. Richard, en 1890. Elle avait été recueillie au lac des Esclauzes (Auvergne), le 17 mai 1889, par M. Berthoule. Le même auteur la retrouvait, en 1907, aux Friches d'Aigremont, près Paris, dans des flaques, dont quelques-unes asséchaient quelquefois complètement. R. Moniez, en 1888, en trouvait un individu qu'il ne put déterminer exactement. Il ne la connaissait d'une façon certaine que de Russie, de Norvège et Bohème, ainsi que des Açores. Plus récemment, en 1909, M. Keilhack la rencontre au Carrelet (massif des Grandes-Rousses, en Dauphiné).

Genre **Drepanothrix** G.-O. Sars.

15. *Drepanothrix dentata* Euren. Deux exemplaires, le 15 mars, à Mallymorte ; quatre exemplaires, le 26, à l'Etang de Fer. Le 24 avril, j'en trouve une trentaine d'exemplaires dans les pêches du bord et du large à la Roue, les Orgières, la Chomme. Plus nombreuses dans les Orgières, et au large. L'espèce, cependant, est citée par tous les auteurs comme ne s'écartant pas du littoral.

Dans une lettre du 15 mars, M. Keilhack me faisait remarquer que l'existence de cette petite Macrotricidé était intéressante à signaler dans notre région. On n'en connaît que six trouvailles en Allemagne, dont une au lac de Longemer, près de la frontière allemande. En France, elle a été trouvée par M. J. Richard (1887) dans les étangs de Brach et d'Urlan aux environs de Tulle, et par Moniez, dans des pêches faites par M. Dollfus, au lac Cazau, le 27 avril 1888. Stingelin (1908) ne la mentionne pas dans les « Cladocères » de la Suisse.

Famille des CHYDORIDÆ G.-O. Sars.

Première Sous-famille : EURYCERCINÆ Kurz.

Genre **Eurycercus** Baird.

16. *Eurycercus lamellatus* (O.-F. Müller). Le 24 avril, la Roue, six exemplaires ; Et. de Fer, quatre exemplaires.

Deuxième Sous-famille : CHYDORINÆ (Lynceinæ aut.).

Genre **Acroperus** Baird.

17. *Acroperus harpœ* Baird. Abondant partout et par tous les temps, soit au bord, soit au large. Ma première pêche,

du 5 février, sous la glace, m'en donna douze. Tous appartenaient à la forme typique et aucun à la var. *frigida* commune, même en été à Laffrey, d'après Keilhack.

Genre **Alona** Baird.

18. *Alona quadrangularis* (O.-F. Müller), var. *affinis* (Leydig). Très commune dans toutes les pêches et tous les étangs.
19. *Alona costata* G.-O. Sars. Trouvée les 13 et 26 mars dans Mallymorte, deux exemplaires ; puis, au 24 avril, dans tous les étangs ; peu commune.
20. *Alona intermedia* G.-O. Sars. Nouvelle espèce pour la France. Je l'ai trouvée pour la première fois le 26 mars ; le 24 avril, il y en a une cinquantaine dans la récolte de Mallymorte. Plus rare à l'Etang de Fer. Elle se distingue facilement des autres *Alona* de même taille (*A. costata* et *guttata*) par le post-abdomen, fortement élargi en hache à l'extrémité, et portant des séries de soies bien développées qui dépassent le bord dorsal.

Genre **Rhynchotalona** Norman (= *Leptorhynchotalona aut.*).

21. *Rhynchotalona rostrata* (Koch). Une dizaine d'exemplaires seulement, le 24 avril, dont sept à l'Et. de Fer et trois à Mallymorte.

Genre **Leydigia** Kurz.

22. *Leydigia Leydigii* Schœdler. Beaucoup d'auteurs ont cité cette espèce comme rare. Je commence à en trouver deux exemplaires dans Mallymorte, le 13 mars ; une dizaine le 26 mars, à la Chomme, et, enfin, un nombre incalculable dans tous les étangs au 24 avril, où elle est l'espèce dominante.

Genre **Graptoleberis** G.-O. Sars.

23. *Graptoleberis testudinaria* (Fischer). Mally morte, le 13 mars, deux exemplaires ; la Rone, le 24 avril, trois exemplaires. Bien que réputée commune, cette espèce est donc rare à Nantoin.

Genre **Alonella** G.-O. Sars.

24. *Alonella excisa* (Fischer). Commune dans toutes mes pêches du 24 avril.

25. *Alonella nana* (Baird). Très commune dès le 5 février.

Genre **Peracantha** Baird.

26. *Peracantha truncata* (O.-F. Müller). Une vingtaine d'exemplaires le 24 avril. Et. de Fer et Chomme.

Genre **Chydorus** Leach.

27. *Chydorus sphæricus* O.-F. Müller. Très commun et très abondant dans toutes les pêches.

(A suivre.) L. Eynard.

BIBLIOGRAPHIE

1887. J. Richard, Liste des Cladocères et des Copépodes d'eau douce observés en France *(Bull. Soc. Zool. Fr.*, vol. XII, p. 156-165).

1887. R. Moniez, Liste des Copépodes, Ostracodes, Cladocères et de quelques autres Crustacés recueillis à Lille en 1886 *(Bull. Soc. Zool. Fr.*, vol. XII, p. 1-11).

1888. J. Richard, Cladocères et Copépodes non marins de la faune française *(Rev. scient. du Bourbonnais*, mars-avril).

1889. R. Moniez, Sur la Faune du Hâble d'Ault *(Rev. biol. du Nord de la France*, t. I, p. 1-6).

1897. J. Richard, Sur un Oligochète et quelques Entomostracés rares des environs de Paris *(Bull. Soc. Zool. Fr.*, t. XXII, p. 224-228).

1890. J. Richard, Sur les Entomostracés et quelques autres animaux inférieurs des lacs d'Auvergne *(Rev. des sciences appliquées*, n° 10).

1909-1910. L. Keilhack, Beiträge zur Kenntnis der Susswasserfauna der Dauphiné-Alpen Die Ephippien der Macrothrodicen.

SUR LES MOLLUSQUES

Recueillis par L. CHIRON

DANS LES DOLMENS DU DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE

PAR

LOUIS GERMAIN

Les Mollusques qui font l'objet de cette note proviennent des fouilles entreprises par M. L. CHIRON, dans la grotte du Figuier, d'une part, et dans le sous-sol de divers dolmens du département de l'Ardèche, d'autre part.

La grotte du Figuier est située commune de Saint-Martin-d'Ardèche, dans le département de l'Ardèche. Les dolmens visités par M. L. CHIRON forment deux groupes : le premier comprend le seul dolmen de Champvermeil, érigé sur un rocher néocomien du territoire de la commune de Bidon ; le second est constitué par un ensemble de treize monuments répartis dans les bois de Saint-Andéol, au lieu dit les Géandes, d'où le nom de dolmens des Géandes, sous lequel ils sont généralement désignés. Je ne parlerai pas ici des caractéristiques de ces monuments : on trouvera ces questions traitées, avec tous les détails que comporte le sujet, dans le mémoire en préparation de MM. CL. GAILLARD et L. CHIRON. Qu'il me soit permis, en terminant, de remercier mon excellent ami, M. le Dr CL. GAILLARD, et M. L. CHIRON de m'avoir confié l'étude de ces intéressants matériaux.

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION DES ESPÈCES

GASTÉROPODES PROSOBRANCHES

Famille des *CYPRAEIDAE*

Genre **Cypraea** Linné, 1758.

Cypraea (Luria) lurida Linné.

1767. *Cypraea lurida* Linné, *Systema naturae*, éd. XII, p. 1175.
1847. *Cypraea lurida* Kiener, *Species génér. et Iconographie coquilles vivantes*, pl. XXIII, fig. 1.
1885. *Cypraea lurida* Tryon, *Manual of Conchology*, VII, p. 165, pl. III, fig. 22-23.

Un seul fragment, très roulé, et en fort mauvais état. Il a dû être percé, car on aperçoit encore la trace d'une perforation d'environ 2 millimètres de diamètre sur le bord de la cassure de la coquille.

Longueur : 26 millimètres.

Ardèche, dolmen des Géandes, Bourg-Saint-Andéol, dans une couche argileuse noirâtre de 40-50 millimètres d'épaisseur.

Le *Cypraea lurida* Linné, est assez commun sur les côtes de la Méditerranée.

Famille des COLUMBELLIDAE

Genre **Columbella** de Lamarck, 1799.

Columbella (Columbella) rustica Linné.

1767. *Valvata rustica* Linné, *Systema naturae*, éd. XII, p. 1190.

1841. *Columbella rustica* Kiener. *Species génér. et Iconographie coquilles vivantes; Columb.*, pl. II, fig. 1-2.
1883. *Columbella rustica* Tryon, *Manual of Conchology*, V, p. 107, pl. XLIII, fig. 34-49, et pl. XLIV, fig. 50-56.

Il ne reste, de l'unique exemplaire qui m'a été communiqué, que le dernier tour. L'ouverture a 10 millimètres de hauteur sur 2 mm. 5 de diamètre maximum. L'échantillon est très fortement roulé ; sa sculpture a disparu entièrement. Je ne puis dire s'il a été percé, toute la partie supérieure de la spire étant absente.

Dolmen de Champvermeil, à Bidon (Ardèche). Cette coquille a été récoltée dans une couche de terre noire argileuse, à une profondeur de 30 à 40 centimètres.

Le *Columbella rustica* Linné est une espèce commune dans la mer Méditerranée.

Famille des PLEUROTOMIDAE

Genre **Clavatula** de Lamarck, 1801

Clavatula sacerdos Reeve.

1845. *Pleurotoma sacerdos* Reeve, *Proceed. zoological Society of London*, p. 110.
1884. *Clavatula muricata* Tryon, *Manual of Conchology*, VI, p. 229, pl. VIII, fig. 19, et pl. XXV, fig. 77 [non de Lamarck].
1910. *Clavatula sacerdos* Dautzenberg, Contribut. faune malacologique Afrique occidentale (*Actes Société Linnéenne Bordeaux*, LXIV, p. 68).

Un seul exemplaire, en excellent état de conservation.

Il mesure : longueur : 34 millimètres ; diamètre maximum : 14 millimètres ; diamètre minimum : 13 millimètres.

Cet individu est percé d'un trou de 2 mm. 5 de diamètre vers la base de l'ouverture, au commencement du canal.

Dolmen des Géandes, Bourg-Saint-Andéol (Ardèche). Cette

coquille a été recueillie dans une couche argileuse et pierreuse, de couleur noirâtre, à environ 40 centimètres de profondeur.

Le *Clavatula sacerdos* Reeve est une espèce polymorphe. Elle vit sur les côtes occidentales d'Afrique et ne semble pas remonter au nord de la Mauritanie, d'où elle a été récemment rapportée par M. Grivel. Par contre, elle descend, vers le sud, jusqu'au cap de Bonne-Espérance. Le *Clavatula sacerdos* Reeve est absolument inconnu dans la mer Méditerranée.

Famille des CERITHIDAE

Genre **Cerithium** (Adanson) Brugnière, 1789.

Cerithium (Cerithium) vulgatum Brugnière.

1789. *Cerithium vulgatum* Brugnière, *Encyclopédie méthodique*, Vers, n° 13.
1843. *Cerithium vulgatum* Kiener, *Species génér. et Iconographie coquilles vivantes: Cerith.*, p. 39, pl. IX fig. 2.
1880. *Cerithium vulgatum* Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, *Mollusques Roussillon*, p. 198, pl. XXII, fig. 1-3.
1887. *Cerithium vulgatum* Tryon, *Manual of Conchology*, IX, p. 125, pl. XXI, fig. 38-47.

Deux spécimens en assez mauvais état de conservation. Le sommet de la spire manque au plus grand, qui devait atteindre environ 60 millimètres de longueur. La sculpture, encore bien reconnaissable, est fortement émoussée. Tous deux sont percés, vers le milieu de l'ouverture, d'un trou irrégulièrement elliptique de 3 millimètres de diamètre.

Dolmen du bois du Sorbier, Bourg-Saint-Andéol (Ardèche).

Le *Cerithium vulgatum* Brugnière est une espèce très commune dans la mer Méditerranée. On le trouve également dans l'Océan, notamment sur la côte sud de Bretagne, où il est beaucoup moins répandu.

Famille des LITTORINIDAE

Genre **Littorina** de Férussac, 1821.

Littorina (Neritoides) obtusa Linné.

1767. *Turbo obtusus* Linné, *Systema naturae*, éd. XII, p. 1232.
1778. *Nerita littoralis* Da Costa, *Hist. natur. Testaceorum Britanniae*, p. 50, pl. III, fig. 7, et pl. IV, fig. 2-7.
1887. *Littorina obtusata* Tryon, *Manual of Conchology*, IX, p. 252, pl. XLVI, fig. 20-23.

Un petit échantillon (longueur : 10 millimètres ; diamètre : 9 mm. 5), d'un brun rougeâtre, au test épais et assez bien conservé, m'a été communiqué par M. le Dr Cl. Gaillard. Le test est finement strié. L'ouverture, qui a 8 mm. 1/4 de hauteur sur 5 millimètres de diamètre (y compris l'épaisseur du péritome) et percée d'un trou elliptico-circulaire de 1 mm. 5 de grand diamètre pour 3 mm. 25 de diamètre minimum.

Dolmen de Champvermeil, à Bidon (Ardèche). Cette coquille a été recueillie dans une couche de terre noire argileuse, à une profondeur de 40 centimètres.

Cette Littorine est très commune sur tout le littoral de l'Océan et de la Manche. Elle ne vit pas dans la Méditerranée.

PÉLÉCYPODES

Famille des ARCIDAE

Genre **Pectunculus** de Lamarck, 1799.

Pectunculus violacescens de Lamarck.

1818. *Pectunculus violacescens* de Lamarck, *Histoire natur. animaux sans vertèbres*, VI, p. 53.
1886. *Pectunculus violacescens* Locard, *Catalogue Mollusques France ; Mollusques marins*, p. 478.

Les spécimens sont de forme normale, mais de petite taille :

Longueur maximum : 29 millimètres — 26 mm. 5 — 25 mm. 5.

Hauteur maximum : 26 millimètres — 26 millimètres — 23 millimètres.

Epaisseur maximum : 17 millimètres — 18 millimètres — 18 millimètres.

Le test est épais, solide, brillant ; les stries d'accroissement sont fines et inégales ; enfin, les petites côtes rayonnantes sont restées bien visibles.

Tous les exemplaires sont percés d'un trou près du sommet ; ce trou varie de 2 mm. 5 à 4 millimètres de diamètre.

Grotte du Figuier, commune de Saint-Martin-d'Ardèche (Ardèche). Ces valves de Pétoncle « furent découvertes à 40 centimètres de profondeur, dans un petit compartiment situé au nord-est de la chambre principale. Ces coquilles, perforées et colorées en rouge par du peroxyde de fer, se trouvaient contre le rocher, à droite en entrant, dans une petite excavation, associées à des poinçons en os ou en bois de Cervidés, ainsi qu'à un « bâton de commandement » en bois de Renne. Tous ces objets paraissent appartenir à la période magdalénienne. Au-dessous de la zone où l'on a recueilli ces objets magdaléniens, on a découvert, dans cette même grotte du Figuier, des silex taillés paléolithiques de la période solutréenne et de la période de passage du moustérien ou solutréen (1) ».

Le *Pectunculus violacescens* de Lamarck est commun dans la mer Méditerranée.

*
* *

En dehors de ces Mollusques, MM. Gaillard et Chiron m'ont soumis un fragment indéterminable d'un tube de Serpule. Ce tube, qui est creux et a pu faire partie d'un collier, a été recueilli dans le dolmen de Champvermeil, à Bidon (Ardèche), en compagnie d'un échantillon de *Littorina (Neritoides) obtusa* Linné.

(1) Gaillard (Dr Cl.), Lettre de Lyon, 7 juillet 1911.

CHAPITRE II

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Sauf une d'entre elles, toutes les coquilles recueillies par M. L. Chiron vivent encore aujourd'hui dans les mers d'Europe, mais leur répartition géographique va nous permettre de formuler d'intéressantes conclusions.

Sur les six espèces mentionnées dans ce travail, trois vivent uniquement dans la Méditerranée :

Cypraea (Luria) lurida Linné ;
Columbella rustica Linné ;
Pectunculus violacescens de Lamarck.

Une vit dans la mer Méditerranée et, beaucoup plus rarement, dans l'océan Atlantique :

Cerithium vulgatum Bruguière.

Une autre espèce habite les côtes occidentales d'Afrique, au sud de la Mauritanie :

Clavatula sacerdos Reeve.

Enfin, un dernier Mollusque :

Littorina obtusa Linné,

ne vit que sur les côtes de l'océan Atlantique et de la Manche.

Ainsi, parmi les Mollusques récoltés dans ces stations si voisines de la Méditerranée, nous observons deux espèces absolument étrangères à la faune de cette mer. L'une, le *Littorina obtusa* Linné, est une espèce de l'Atlantique nord, et l'autre, le *Clavatula sacerdos* Reeve, est une coquille de mer chaude, puisqu'elle ne vit que bien au sud du Maroc. Comme il est impossible d'admettre que ces animaux aient habité la Méditerranée à l'époque où vivaient les hommes des dolmens, il nous

faut conclure que les habitants de l'Ardèche entretenaient alors des relations, d'une part, avec les indigènes des côtes océaniques de la France et, d'autre part, avec les peuplades du nord de l'Afrique.

Quelle était la nature de ces relations ? Nul doute, pour moi, qu'il ne s'agisse d'échanges commerciaux portant presque uniquement, soit sur des objets de parure, soit sur des outils de première utilité, comme les haches et autres instruments de pierre. Beaucoup d'archéologues ont, en effet, signalé la présence, dans les monuments ou les tombeaux, d'instruments en pierres étrangères aux ressources minéralogiques du pays, ce qui indique l'existence de transactions commerciales plus ou moins actives.

Les relations entre les habitants de l'Ardèche et ceux des côtes françaises de l'Atlantique s'expliquent tout naturellement : ces peuples, comme d'ailleurs tous les primitifs, se déplaçaient en suivant les vallées des grands fleuves ; ils ont ici trouvé, dans les vallées de la Garonne, de la Loire et de leurs affluents, des routes qui, ainsi que je l'ai montré ailleurs, seront plus tard suivies par d'importantes et nombreuses migrations animales.

Les points de contact entre les hommes préhistoriques de l'Ardèche et les peuplades nord-africaines paraissent plus difficiles à préciser. Il convient, cependant, de se rappeler que les indigènes du Nord de l'Afrique se livrèrent, dès les époques les plus reculées, à de nombreuses incursions en Espagne et dans la Gaule méditerranéenne. Ils y fondèrent des colonies et ont laissé, dans le pays, des traces multiples de leur passage. Il est dès lors tout naturel que ces peuples, — dont l'histoire (1) a conservé le souvenir — soient entrés en relations avec les autochtones et aient échangé avec eux des objets apportés de leur pays d'origine.

*
* *

Il est évident que les coquilles recueillies dans les dolmens de l'Ardèche ont servi d'ornements ou d'amulettes. Elles entraient, très certainement, dans la composition de bracelets ou

(1) Ou, tout au moins, la tradition orale.

de colliers. Tous ces Mollusques sont, en effet, percés de trous plus ou moins régulièrement circulaires, dont le diamètre varie entre 2 et 4 millimètres.

Il est tout à fait improbable que ces animaux aient servi à l'alimentation des hommes des cavernes. Beaucoup des Mollusques recueillis sont, ou trop rares (*Clavatula sacerdos* Reeve) ou de trop petite taille (*Columbella rustica* Linné, *Cerithium vulgatum* Brugnière, *Littorina obtusa* Linné) pour être pratiquement comestibles. Quant aux exemplaires de *Pectunculus violacescens* de Lamarck, la préparation subie par les valves prouve qu'elles ont été utilisées dans un but ornemental. D'autre part, lorsque de telles coquilles ont servi à l'alimentation, elles forment des amas autrement considérables que la douzaine de valves recueillies dans la grotte du Figuier (1).

*
* *

En résumé, il ressort de cette étude que tous les Mollusques recueillis dans les dolmens de l'Ardèche et dans la grotte du Figuier ont été utilisés comme bijoux ou amulettes. Mais le point important mis en évidence est la preuve de relations commerciales entre les habitants de l'Ardèche, d'une part, les indigènes du Nord de l'Afrique et les peuplades des côtes françaises de l'Atlantique, d'autre part. Il n'est pas non plus sans intérêt de faire remarquer, qu'ici encore, la direction de ces mouvements commerciaux coïncide, plus ou moins étroitement, avec celle des migrations animales.

(1) Il suffit de rappeler ici les énormes débris de cuisine connus sous le nom de Kjœkkenmœddings.

LES
FAUNES MALACOLOGIQUES
DU
QUATERNAIRE DE LA VALLÉE DE L'AIN

PAR

G. SAYN

INTRODUCTION STRATIGRAPHIQUE

Par M. l'Abbé MARTIN

Dans une note parue dans les *C. R. de l'Académie des sciences*, l'un de nous (1) a attiré l'attention sur les différentes formations quaternaires qui occupent les rives de la rivière d'Ain depuis sa sortie des gorges du Bugey. Ces formations contiennent une faune de mollusques assez riche et, de ce fait, il devient utile, avant de la décrire, de préciser les conditions stratigraphiques dans lesquelles elle se présente.

Les formations fossilifères des rives de l'Ain peuvent se classer par ordre d'ancienneté décroissante de la manière suivante :

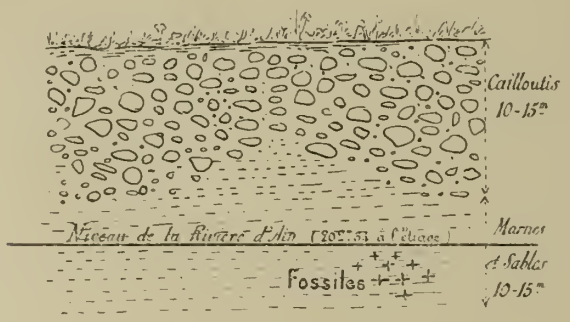
1° Les marnes et les sables du Port-Neuf ;
2° Le lehm du pont de Chazey ;
3° Les marnes et limons de Nil et des communaux de Loyes ;
4° Le limon du Port-Neuf.

1° **Les marnes et les sables du Port-Neuf.** — Cette formation, qui apparaît à plusieurs reprises dans le lit de la rivière d'Ain, au voisinage de son embouchure dans le Rhône, est recouverte au Port-Neuf de Saint-Jean-de-Niost, endroit où elle

(1) *C. R. A. S.*, CXLV, 1907, pp. 557-559.

est le plus facilement observable, par un cailloutis à gros éléments. Les blocs d'un très gros volume sont assez rares et leurs arêtes sont tantôt vives et tantôt émoussées. Comme il est possible, toutefois, d'y trouver quelques traces de stries, il paraît légitime de voir, dans cette masse de cailloux, un produit morainique peut-être légèrement remanié. Quoi qu'il en soit, au sein de ce cailloutis se trouvent des bancs d'une marne gris bleuâtre passant latéralement à des marnes jaunâtres, entremêlées de formations sableuses. L'apparence du gisement marque clairement que les marnes et les sables ont été profondément ravinés postérieurement à leur dépôt. Actuellement, c'est la formation caillouteuse précitée qui comble les ravinements.

Voici une coupe schématique qui montre les relations des marnes et du cailloutis :



Au point de vue pétrographique, les marnes et sables du Port-Neuf sont identiques aux sables et argiles de Saint-Côme. Cette ressemblance n'est pas suffisante pour synchroniser ces deux dépôts ; mais la découverte, lors des fondations d'un mur destiné à repousser l'Ain sur sa rive gauche, d'une faune de mollusques permet de comparer les argiles de la vallée de la Saône et les marnes analogues du Port-Neuf.

2° **Lehm du pont de Chazey.** — Sur la rive droite de l'Ain, au pont de Chazey, s'amorce un chemin qui conduit au hameau de Busin. A peine a-t-on fait 100 mètres que l'on se trouve sur un talus d'apparence morainique et qui surplombe d'une dizaine de mètres le lit de la rivière. 300 à 400 mètres

plus loin, et sensiblement à la même altitude, on aperçoit une bande de lehm épaisse de 60 à 70 centimètres et longue de 26 mètres environ. Ce lehm fossilifère présente de nombreuses poupées calcaires, ce qui le différencie des limons voisins de Nil et de Loyes. De plus, il est recouvert d'une zone rubéfiée caractéristique tout à fait inconnue dans les dépôts limoneux. Après une interruption de 100 mètres réapparaît une lentille de lehm longue de 2 à 3 mètres seulement. Ces gisements de Busin, pont de Chazey sont les plus orientaux de la Bresse.

L'altitude de ce gisement est de 215 mètres et sa hauteur au-dessus de l'étiage de 3 m. 25 à la base.

3° **Marnes et limons de Nil et de Loyes.** — Entre le pont de Chazey et le Port-Neuf, sur la rive droite de l'Ain, se trouve le gisement de Nil, situé sur la commune de Chazey, au voisinage de la ferme et du marais de Giron.

On y trouve, de haut en bas :

1° 2 mètres-2 m. 50 de limon jaune ;

2° 1 mètre-1 m. 15 de marnes bleues, non feuilletées, très dures ;

3° 3 mètres de cailloutis plus ou moins durci à la surface.

La couleur gris bleu de la zone marneuse a été cause de son identification avec les marnes de Port-Neuf. Cette identification, depuis la découverte et la détermination précise des faunes respectives, est absolument controuvée.

La zone limoneuse de Nil se retrouve en amont du pont de Chazey, toujours sur la rive droite de l'Ain, dans les communaux de Loyes. Le limon de Loyes repose par endroits sur une marne bleue très dure, toute pétrie de débris de grandes prêles et à fossiles assez rares.

Plus en amont, vers Bublanne, on retrouve aussi des dépôts limoneux assez épais. M. l'abbé Philippe y a trouvé une faune que Locard (1) a rattaché à celle du lehm. Au fait, un observateur non prévenu peut confondre ces deux formations, dont l'aspect extérieur présente de nombreuses ressemblances.

(1) Arnould Locard. *Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon*, in-8°, Paris, 1879, p. 176.

La base du limon de Port-Neuf est à 211 m. 50 d'altitude et à 2 m. 47 au-dessus de l'étiage.

4° **Limon de Port-Neuf.** — Les ressemblances physiques qui existent entre le lehm et le limon expliquent que l'on ait pris pour du lehm le limon de Port-Neuf et des environs. Le limon de Port-Neuf est situé un peu en aval de l'affleurement des marnes, caché par le mur de dérivation de l'Ain. C'est une lentille de 1 mètre à 1 m. 50, plaquée sur un substratum caillouteux et marneux. Cette lentille limoneuse offre ceci de particulier qu'elle est pétrie de cailloux anguleux, verts, de petites dimensions (inférieurs au poing). Il n'y a que très peu de calcaire. On dirait une coulée limoneuse descendue du flanc d'un massif déchiqueté de roches verdâtres.

Altitude du gisement : 205 mètres ; hauteur de la base des limons au-dessus de l'étiage : 2 m. 20.

I. FAUNE DES LIMONS DE LA VALLÉE DE L'AIN
(Nil, Loyes, Port-Neuf)

Succinea limnoidea Picard

1840. *S. amphibia*, var. *limnoidea*, Picard, *Moll. Somme*, p. 172.
1895. *S. limnoidea*, Locard, *Coquilles terrestres de France*, p. 31.

Après examen des types de la collection Locard, c'est à cette espèce que je me décide à rapporter la grande succinée rencontrée dans le limon de Nil, bien que sa forme soit plus élancée, plus étroite aux derniers tours, plus régulièrement allongée que chez la plupart des individus actuels. La taille est très forte (H = 21 mm. ; diamètre du dernier tour = 9 mm.), ce qui rapproche un peu notre espèce de *S. putris*, var. *gigantea* de la Celle, mais cette dernière forme a les premiers tours plus gros, plus arrondis, séparés par des sutures plus profondes, le dernier tour, bien déprimé vers la suture, est plus dilaté et comme gibbeux.

Limon de Nil. R. R.

Succinea putris Linné
Var. **Falsania** Locard

1879. *S. putris*, var. *Falsania*, Locard. *Faune malac. quaternaire des env. de Lyon*. p. 5, ff. 3-5.

Nous rapportons à cette variété, établie par Locard sur des échantillons du « lehm » de Bublanne, nos *S. putris* de Nil et de Loyes, mais les types de Locard sont de petite taille et probablement non adultes, nos échantillons, plus développés, atteignent 14 millimètres de longueur totale au lieu de 10 millimètres ; la plupart sont bien typiques, mais quelques-uns plus allongés et un peu moins ventrus tendent à se rapprocher de la var. *drouetia*.

S. putris vit actuellement aux environs de Loyes.

Limons de Nil et de Loyes. A. C.

Succinea Fagotiana Bourguignat

1877. *S. Fagotiana*, Bourguignat, *Aperçu sur les espèces françaises du genre Succinea*, p. 25.

1895. *S. Fagotiana*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 34.

Les individus que je rapporte à cette belle espèce, identiques, du reste, à ceux que j'ai cités du lehm de Mauves (Ardèche), d'après la détermination de Fagot, diffèrent un peu du type de l'espèce. Si leur taille, atteignant une longueur totale de 10 millimètres, et leur aspect général sont bien ceux de la forme vivante, ils sont un peu moins élancés que la majorité des échantillons actuels, avec des tours un peu plus plats, le dernier étant proportionnellement plus développé, surtout en diamètre. Nos échantillons sont comme intermédiaires entre *S. Fagotiana* Bourguignat et *S. Jacquemeti* Locard des tufs de Crémieu, dont le dernier tour est encore plus large. J'ai, du reste, recueilli à la Fusa, avec *S. Jacquemeti* type, des individus identiques à mes *S. Fagotiana* de Nil et même *S. Fagotiana* type, de sorte que je suis porté à considérer ces trois formes comme des variétés du même type, très voisin, du reste, de *S. Ragnebertensis*, var. du lehm auquel *S. Fagotiana* est asso-

cié dans le lehm de l'Ardèche. Quelques échantillons de Nil pourraient, du reste, être rapportés à *S. Ragnebertensis* s'il était bien démontré que ce ne soient pas des *S. Fagotiana* non encore adultes.

Limons de Nil et de Loyes. A. C.

S. Fagotiana est actuellement une espèce rare, ou du moins très localisée ; dans notre région, elle est citée à Bellegarde, près de la perte du Rhône, et j'en ai recueilli quelques rares échantillons dans les alluvions de la Drôme, à Pontaix. A l'époque quaternaire, et surtout vers sa fin, elle était beaucoup plus répandue, je l'ai citée du lehm de Mauves (Ardèche) et elle existe dans celui de Crussol, Locard l'a signalée dans les argiles de Gerland, Jacquemet dans les tufs d'Amby, et je la connais de divers gisements de la fin du quaternaire dans la Drôme. Elle est certainement très voisine de la *S. Joinvillensis* Bourguignat du quaternaire de la vallée de la Seine.

Succinea oblonga ? Draparnaud

1801. *S. oblonga*, Draparnaud, *Tabl. moll.*, p. 56.
1895. *S. oblonga*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 34.

C'est au *S. oblonga* que paraissent se rapporter quelques échantillons en mauvais état des marnes argileuses de Port-Neuf.

S. oblonga vit actuellement dans la région et est cité de la plupart des gisements quaternaires des environs.

Hyalinia nitens

1789. *Helix nitens*, Gmelin, *Syst. nat.*, p. 3636.
1895. *Hyalinia nitens*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 49, ff. 38-39.

Echantillons de belle taille, atteignant 11 millimètres de diamètre, forme générale très aplatie, dernier tour fortement et brusquement dilaté vers l'ouverture.

La spire est moins convexe chez la forme fossile que chez la plupart des individus actuels ; j'en connais cependant d'identiques recueillis dans les gorges du Fier.

Cité des argiles de Gerland par M. Locard.

Est abondant vivant dans le Lyonnais.

Limon de Nil. A. C. De Loyes. R. Marne argileuse de Port-Neuf C. C

Hyalinia subnitens Bourguignat

1871. *Zonites subnitens*, Bourguignat *in* Mabille, Bassin Paris, p. 116.
1893. *Hyalinia subnitens*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 49.

Cette espèce, assez rare dans la marne argileuse de Port-Neuf, est sur des échantillons bien adultes, facile à distinguer de la précédente.

Signalée dans le haut Bugey par Locard.

Citée dans le lehm d'Irigny, dans les argiles de Gerland et dans les tufs de Crémieu ; existe dans la plupart des gisements pléistocènes de la Drôme. Locard la cite à Baume-d'Hostun et je la connais à la Celle. *H. subnitens* est donc très répandu dans le quaternaire, mais il y a lieu de remarquer que les échantillons rapportés à cette espèce appartiennent à deux variétés bien distinctes : l'une est conforme au type actuel, c'est celle qui abonde dans les tufs de Crémieu et le pléistocène de la Drôme, c'est à elle qu'appartiennent les échantillons de Port-Neuf ; l'autre, qui est commune à Baume-d'Hostun, présente des caractères spéciaux déjà signalés par Locard (1), qui n'y a peut-être pas attaché assez d'importance : la taille est plus forte que chez le type vivant, le galbe moins comprimé, la spire plus convexe tectiforme, le dernier tour plus développé, beaucoup plus gros par rapport aux tours précédents, beaucoup plus dilaté en largeur vers l'ouverture qui est presque ronde, l'ombilic plus étroit ; bref, cette variété, que je nommerai var. *hostinensis*, est constante et beaucoup mieux caractérisée que bien des espèces de Bourguignat ou de Locard. Ce qui donne un certain intérêt à cette distinction, c'est que les tufs de Baume-d'Hostun, plus anciens à coup sûr que ceux de Crémieu, où abonde *H. nitens* type, sont regardés comme interglaciaires, ainsi que ceux de la Celle, où abonde aussi *H. subnitens*, var. *hostinensis*.

(1) Locard, *Note sur les Coq. terr. de la faune quaternaire de la Baume-d'Hostun*, p. 8.

Hyalinia nitida Müller

1774. *Helix nitida*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 32.
1895. *Hyalinia nitida*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 57, fig. 60-61.

Rare dans les limons de Nil et de Loyes, ainsi que dans la marne argileuse de Port-Neuf. Individus bien conformes au type vivant aujourd'hui dans toute la France.

Cité dans les argiles de Gerland et les tufs de Crémieu.

Cette espèce paraît avoir été moins répandue dans notre région à l'époque quaternaire que de nos jours.

Hyalinia crystallina Müller

1774. *Helix crystallina*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 43.
1895. *Hyalinia crystallina*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 66, fig. 68-69.

Limons de Nil. Marne argileuse de Port-Neuf. A. R.

Cité par Locard dans le lehm d'Irigny et les argiles de Gerland. Vit actuellement dans la région.

Hyalinia diaphana Studer

1810. *Helix diaphana*, Studer, *Kurz. Verz.*, p. 86.
1895. *Hyalinia diaphana*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 70, ff. 70-71.

Assez commun dans la marne argileuse de Port-Neuf.

Existe dans les tufs de Baume-d'Hostun et dans ceux de Crémieu.

Est abondant dans les alluvions du Rhône.

Arnouldia fulva Müller

1774. *Helix fulva*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 56.
1895. *Arnouldia fulva*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 71, f. 72.

Rare tant à Port-Neuf qu'à Nil et à Loyes.

A été trouvé dans les argiles de Gerland (Locard). Un échantillon de Loyes, de taille plus forte, de galbe plus élevé, avec le dernier tour plus arrondi, paraît appartenir à *Ar. callopistica* Bourguignat.

A. fulva est commun dans tout le Lyonnais et *A. callopistica* est cité de l'Ain par Locard.

Helix nemoralis Linné

1758. *H. nemoralis*, Linné, *Syst. nat.*, p. 773.
1895. *H. nemoralis*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 77, f. 85.

Très commun dans les limons des berges de l'Ain, à Loyes et à Nil, l'*H. nemoralis* y est de taille moyenne ; la plupart des individus sont ornés de cinq bandes régulièrement décroissantes : les deux inférieures très fortes, la supérieure réduite à un simple filet. Il est à remarquer que certains de mes échantillons, par leur forme élevée, leurs stries plus fortes et leur ouverture plus arrondie que chez *H. nemoralis* type, se rapprochent beaucoup de *H. subaustriaca* Bourguignat, tel que l'a compris Locard ; j'ajouterai, du reste, que les échantillons français de *H. subaustriaca*, que j'ai eus sous les yeux, m'ont paru bien difficiles à distinguer de *H. nemoralis*, mais que j'ai reçu de M. Fagot un *H. subaustriaca* de la vallée de la Narenta (Dalmatie), qui, beaucoup mieux caractérisé, appartient à une forme bien distincte, exactement intermédiaire entre *H. nemoralis* et *H. Vindobonensis* Pfeiffer.

Helix nemoralis existe dans les argiles de Gerland et les tufs de Crémieu, il est au moins très rare dans le lehm, si, toutefois, il s'y trouve réellement. Commun vivant dans toute la région.

Helix sylvatica Drapanaud

1801. *H. sylvatica*, Draparnaud, *Tabl. moll.*, p. 79.
1895. *H. sylvatica*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 82, fig. 88.

Un seul échantillon de Nil, qui a conservé la trace des bandes ponctuées caractéristiques ; par son galbe conoïde et élancé cet échantillon rappelle beaucoup des individus récoltés à Saint-Claude (Jura).

Rare dans les argiles de Gerland et les tufs de Crémieu, dans le lehm du Mont-d'Or et à Baume-d'Hostun.

Normalement, cette espèce n'est commune qu'au-dessus de

500 mètres d'altitude ; c'est ainsi qu'elle est citée du Bugey par Locard, mais elle peut, accidentellement, être entraînée beaucoup plus bas par les débordements des cours d'eau.

Helix arbustorum Linné
Var. **major** Locard

1771. *H. arbustorum*, Linné, *Syst. nat.*, p. 771.
1879. *H. arbustorum*, var. *major*, Locard, *Descript. faune malac. terr. quaternaires des env. de Lyon*, p. 54, ff. 28-33.

Les individus que nous avons recueillis dans le limon des berges de l'Ain, à Loyes et à Nil, se rapportent à la variété *major* de Locard, créée, du reste, pour des échantillons du « lehm » de Bublanne et de Priay. Comme cet auteur l'a fait remarquer, c'est une forme peu conoïde, à spire plutôt peu élevée, relativement peu convexe en dessous (certains échantillons ont même le dernier tour un peu subanguleux à son début).

Nos échantillons diffèrent en somme quelque peu d'*H. arbustorum* type et devraient plutôt être rapprochés de l'*H. picea* Ziegler, qui est cité des tufs de Crémieu. J'ai, de Bief-du-Bourg (Jura), des *H. arbustorum* (s. l.) tout à fait analogues comme forme générale, mais plus convexes en dessous.

L'*H. arbustorum* vit aujourd'hui près de Lyon, sur les bords du Rhône, où il a été amené par les inondations. Locard dit qu'il est commun dans l'Ain, mais il ne cite aucune station des environs de Meximieux, où nous ne croyons pas qu'il se rencontre actuellement.

H. arbustorum, var. *major*, est cité des argiles de Gerland et des tufs de Crémieu. Tournouër l'indique comme abondant dans les tufs de la Celle. Chose curieuse, il n'a été rencontré ni à Baume-d'Hostun ni dans les dépôts torrentiels de la Drôme, alors qu'aujourd'hui il est très commun dans la partie montagneuse du département, où lui sont associées la plupart des espèces qui se trouvent dans ces dépôts.

Helix fruticum Müller

1774. *H. fruticum*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 71.
1895. *H. fruticum*. Locard. *Coq. terr. de France*, p. 89, ff. 94-95.

Rares échantillons de moyenne taille, bien conformes au type vivant cité à Miribel (Ain) par M. Locard.

H. fruticum est connu du lehm du Dauphiné. Locard cite, dans les argiles de Gerland, une variété de cette espèce, qui doit être identique à nos échantillons ; il existe dans les tufs de Crémieu et dans ceux plus anciens de Baume-d'Hostun. Commune dans les tufs de la Celle.

Nil, Loyes, limon des berges de l'Ain. R. R.

Helix incarnata Müller

1774. *H. incarnata*, Müller, *Verm. hist.* II, p. 63.
1895. *H. incarnata*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 101, ff. 110-111.

Je n'ai recueilli que deux échantillons de cette jolie espèce ; ils sont de moyenne taille et bien conformes au type vivant actuellement à Mollon (Ain).

Dans le quaternaire du bassin du Rhône, *H. incarnata* n'est cité que des tufs de Baume-d'Hostun.

Helix aculeata Müller

1774. *H. aculeata*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 8.
1895. *H. aculeata*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 105, ff. 120-121.

Commun et bien caractérisé dans les limons argileux de Port-Neuf.

N'a jamais été cité fossile dans le quaternaire du bassin du Rhône, région où il vit presque partout aujourd'hui.

Helix rufilabris Jeffreys

. *H. rufilabris*, Jeffreys, *Trans. lin.*, XVI, p. 509.
1895. *H. rufilabris*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 110, ff. 132-133.

Je rapporte, non sans quelque doute, à l'*H. rufilabris*, quelques individus de très petite taille et de forme un peu plus

globuleuse que le type ; la forme arrondie de l'ouverture, leur dernier tour, peu renflé en dessous, les rapprochent beaucoup de l'espèce de Jeffreys, mais ils ont la spire moins conique.

Limon de Nil. R.

H. rufilabris est assez répandu dans le bassin du Rhône ; j'ai recueilli à Lesche (Drôme) des échantillons identiques à ceux de Nil.

Locard a cité du lehm la var. *carthusianella* de l'*H. carthusiana ;* certains de ces échantillons sont d'une taille voisine de celles des nôtres, mais il dit formellement que l'ouverture de son espèce est ovalaire, ce qui n'est pas le cas de la nôtre.

Helix ventiensis Bourguignat

1879. *H. ventiensis*, Bourguignat *in* Fagot, *Soc. hist. nat. de Toulouse*, p. 14.
1895. *H. ventiensis*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 109.

Un seul échantillon de Nil, par sa spire très peu saillante, son bord columellaire presque droit, son ouverture étroite et très peu oblique, se rapproche beaucoup de l'espèce de Venee, dont je dois de bons types à l'obligeance de M. le commandant Caziot. L'échantillon fossile n'est cependant pas absolument typique ; il a la suture plus profonde, le dernier tour moins développé et moins renflé en dessous que l'espèce provençale.

H. ventiensis a été cité à l'état fossile dans les environs de Toulouse, et Locard (1) n'indique, pour ce type vivant, aucune autre localité que la station originale ; mais il est possible qu'il existe ailleurs, confondu avec l'*H. carthusiana*, dont il est très voisin.

Helix rotundata Müller

1774. *H. rotundata*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 29.
1895. *H. rotundata*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 135.

Cette espèce, répandue aujourd'hui dans toute la France, est rare à Nil, mais très abondante à Port-Neuf. Individus de petite taille, mais à cela près bien conforme au type vivant.

Citée dans tous les gisements quaternaires du bassin du Rhône.

(1) *Faune malac. quat. des env. de Lyon*, p. 53.

Helix lapicida Linné

1758. *H. lapicida*, Linné, *Syst. nat.*, p. 768.
1895. *H. lapicida*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 136, ff. 164-165.

Très rare dans la marne argileuse de Port-Neuf ; n'existe ni à Nil, ni à Loyes.

Assez commun à la Baume-d'Hostun et dans les tufs de Crémieu ; rare dans le lehm des environs de Loyes.

Helix obvoluta Müller

1774. *H. obvoluta*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 27.
1895. *H. obvoluta*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 139, ff. 170-171.

Comme l'espèce précédente, l'*Helix obvoluta* n'a été recueilli que dans la marne argileuse de Port-Neuf, où il est assez commun ; les échantillons, de taille assez grande, ne dépassent pas un diamètre de 12 millimètres ; ils sont donc loin d'atteindre les dimensions des beaux échantillons de Baume-d'Hostun, qui mesurent 14 millimètres, mais ils sont bien conformes au type vivant, signalé, du reste, par Locard, dans les coteaux de Loyes.

Très rare dans le lehm du Lyonnais et les argiles de Gerland, *H. obvoluta* est commun dans les tufs de Crémieu et dans ceux de Baume-d'Hostun.

Helix plebeia Draparnaud

1805. *H. plebeia*, Draparnaud, *Hist. moll.*, p. 105, pl. 7, f. 5.
1895. *H. plebeia*, Locard, *Moll. terr. de France*, p. 116, ff. 140-141.

Les échantillons que je rapporte à cette espèce, prise dans un sens large, appartiennent à deux variétés différentes : les uns, de petite taille, sont élevés et conoïdes ; les autres, plus grands, sont aussi plus globuleux et moins élancés.

Port-Neuf, Loyes, Nil.

H. plebeia est cité des argiles de Gerland et de Baume-d'Hostun ; il n'a pas été signalé à Crémieu.

Actuellement, il vit dans toute la région lyonnaise.

Hélix cœlomphala Locard

1888. *H. cœlomphala*, Locard, *Contr.*, XII, p. 48.
1895. *H. cœlomphala*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 180.

Les nombreux échantillons que je rapporte à l'*H. cœlomphala* ne sont pas tous très typiques ; un peu moins grands que le type vivant, ils atteignent à peine 10 millimètres de diamètre ; leur galbe est, en général, un peu moins déprimé, surtout leur ouverture est plus petite et le dernier tour n'est pas nettement anguleux à son origine, mais la grandeur et la forme de l'ombilic, le nombre des tours, leur accroissement lent et régulier se rapportent trop bien à l'espèce de Locard, dont j'ai de nombreux échantillons bien typiques sous les yeux pour que je puisse songer à faire des individus de Nil et de Loyes autre chose qu'une simple variété de l'espèce vivante ; l'examen que j'ai pu faire à Paris des échantillons d'*H. cœlomphala*, de la collection Locard, n'a fait que me confirmer dans ma manière de voir, car certains d'entre eux sont absolument semblables aux échantillons fossiles.

Helix cœlata, très voisin de notre espèce, a l'ouverture encore plus large.

Helix cœlomphala, assez rare aujourd'hui dans notre région, y était très commun à la fin du quaternaire et paraît y avoir joué, à l'époque où se déposaient les limons des berges de l'Ain, le même rôle que les *Hélix* du groupe *neyromensis* et *Locardi* à celle du lehm.

A l'époque actuelle, *H. cœlomphala* est remplacé, dans la vallée inférieure de l'Ain, par les espèces du groupe de l'*H. hispida*.

Helix pulchella Müller

1774. *H. pulchella*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 30.
1895. *H. pulchella*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 145, ff. 184-185.

Helix costata Müller

1774. *H. costata*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 31.
1895. *H. costata*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 141, ff. 186-187.

Ces deux espèces, déjà signalées par Locard dans le lehm

du Dauphiné, sont communes tant à Nil qu'à Port-Neuf.

A l'époque actuelle, on les trouve dans toute la région lyonnaise.

Helix pygmœa Draparnaud

1801. *H. pygmæa*, Draparnaud, *Table moll.*, p. 93.
1895. *H. pygmæa*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 133, ff. 158-159.

Marnes inférieures de Loyes. R. R.

Helix unifasciata Poiret

1801. *H. unifasciata*, Poiret, *Coq. Aisne*, p. 41.
1895. *H. unifasciata*, Locard, p. 165, ff. 215-216.

Cette espèce déjà signalée par Locard à Bublanne et à Mas-Rilleux dans « le lehm » est assez commune à Nil et à Loyes.

Helix ericetorum Müller

1774. *H. ericetorum*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 33.
1895. *H. ericetorum*, Locard, *Coq. Fr.*, p. 187, ff. 241-242.

Rare dans les limons de Loyes et de Nil, de petite taille identique à la variété commune un peu partout dans le Sud-Est, cité à la Celle par Tournouër et dans le lehm de Neyron par Locard, mais cette dernière citation paraît s'appliquer à une variété plus globuleuse que nos individus. Signalée aussi dans les tufs de Crémieu (vallon d'Amby).

Bulimus montanus Draparnaud

1801. *B. montanus*, Draparnaud, *Tabl. moll.*, p. 55.
1895. *B. montanus*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 241, f. 326.

M. Martin a été assez heureux pour recueillir, à Port-Neuf, un unique échantillon de cette intéressante espèce, aujourd'hui disparue des environs de Meximieux et confinée dans la région montagneuse du Bugey. Notre individu mesure à peine 14 millimètres de longueur pour un diamètre de 6 millimètres. M. Locard a décrit, sous le nom de *B. montanus*, var. *terverianus*, des échantillons très analognes recueillis dans le lehm de Solaize (Isère). Aujourd'hui encore, une forme identique à celle de Port-Neuf vit à Bief-du-Bourg (Jura). *B. montanus* est également cité dans les marnes quaternaires des environs de Crémieu.

Bulimus obscurus Müller

1774. *Helix obscura*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 103.
1895. *Bulimus obscurus*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 242, ff. 327-328.

Deux échantillons assez typiques dans la marne argileuse de Port-Neuf.

Cité dans les tufs de Crémieu et dans les argiles de Gerland, où il est très rare.

Commun à l'époque actuelle dans le Lyonnais.

Chondrus tridens Müller

1774. *Helix tridens*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 106.
1895. *Chondrus tridens*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 243, ff. 329-330.

Nombreux individus de moyenne taille, conformes à ceux actuellement communs dans les environs de Lyon ; la dent columellaire est fréquemment obsolète, comme chez *Ch. obesus* Locard.

Cette espèce, rare à Gerland et dans le lehm du Mont-d'Or, n'est pas citée à Baume-d'Hostun et n'existe pas dans les parties anciennes des cônes de déjection de la Drôme. Beaucoup plus commune aujourd'hui qu'à l'époque quaternaire, vers la fin de laquelle a eu lieu son apparition dans nos pays. Déjà citée dans le « lehm de Bublanne » par Locard.

Assez commun, tant à Nil et à Loyes qu'à Port-Neuf.

Zua subcylindrica Linné

1767. *Helix subcylindrica*, Linné, *Syst. nat.*, p. 1248.
1895. *Zua subcylindrica*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 247, ff. 339-340.

Rare à Nil et à Port-Neuf. Echantillons de taille moyenne, plutôt un peu ventrus, en somme bien conformes au type vivant dans le pays. Je n'ai pas rencontré les formes à galbe très élancé, tendant plus ou moins vers *Z. Locardi* Pollonera, qui sont abondantes dans les tufs de Crémieu et les cônes de déjection de la Drôme. Par contre, des échantillons identiques aux nôtres se trouvent dans les argiles de Gerland. Déjà cité par Locard à Bublanne.

Zua collina Drouet

1855. *Achatina collina*, Drouet, *France contin.*, p. 46.
1895. *Zua collina*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 248.

Je rapporte à cette espèce une forme de petite taille, atteignant à peine 4 millimètres à 4 mm. 1/2 de longueur, qui accompagne, dans les limons de Nil, l'espèce précédente ; mais il est possible que quelques individus, un peu plus renflés, doivent être restitués à *Zua exigua* Menke.

Zua collina est cité par Locard des argiles de Gerland.

Cœcilianella Liesvillei Bourguignat

1856. *Cæcilianella Liesvillei*, Bourguignat, *Amen. malac. s.*, p. 217, pl. XVIII, ff. 6-8.
1895. *Cæcilianella Liesvillei*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 256, ff. 355-356.

A cause de la forme de l'ouverture et de la présence d'un tubercule obsolète sur la callosité columellaire des échantillons que j'ai pu dégager, je rapporte à *C. Liesvillei* plutôt qu'à *C. acicula*, qui en est du reste très voisin, les rares échantillons de *Cæcilianella* que nous avons pu récolter.

C. Liesvillei est cité dans les tufs de Baume-d'Hostun. Rare dans les limons de Nil et de Loyes, dans la marne argileuse de Port-Neuf et dans les marnes inférieures de Loyes.

Vit dans le département du Rhône (Locard).

Clausilia laminata Montagu

1803. *Turbo laminatus*, Montagu, *Test. brit.*, p. 259, pl. I, f. 1.
1895. *Clausilia laminata*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 263, ff. 366-367.

Espèce assez rare dans le limon de Nil ; plus commune, mais toujours brisée à Port-Neuf. Les deux échantillons à peu près intacts que j'ai sous les yeux, sont de taille plutôt petite, mais très bien caractérisés et bien conformes à ceux qui vivent actuellement dans les régions montagneuses de la Drôme et des Basses-Alpes.

Cl. laminata a été cité dans les argiles de Gerland et à la Baume-d'Hostun ; il est particulièrement abondant dans les tufs de Crémieu.

Clausilia parvula

Nombreux fragments d'une forme de ce groupe. Nil, Port-Neuf. C.

Pupa frumentacea Draparnaud

1801. *Pupa frumentum*, Draparnaud, *Tabl. moll.*, p. 50.
1895. *Pupa frumentacea*, Locard, *Moll. terr. de France*, p. 304, ff. 424-425.

Cette espèce a déjà été citée dans le « Lehm de Bublanne » par Locard ; nous en avons trouvé quelques rares échantillons, tant à Nil qu'à Port-Neuf ; ils sont de petite taille, mais bien typiques ; le bourrelet apertural, en particulier, est très accusé.

Pupa frumentum est la seule espèce de *Pupa* citée jusqu'à présent dans le quaternaire du bassin du Rhône, mais il a été récemment recueilli à Sathonay dans le lehm avec *H. arbustorum*, var. *minor* ; de nombreux échantillons d'une forme au moins très voisine du *P. secale* Draparnaud, et que nous considérons comme une simple variété du type draparnaldique.

Vivant actuellement dans les environs de Lyon et dans la Dombe (Locard).

Orcula doliformis Draparnaud

1801. *Pupa dolium*, Draparnaud, *Tabl. moll.*, p. 58.
1895. *Orcula doliformis*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 322, ff. 450-451.

Très rare dans le limon des berges de l'Ain, à Loyes.

Cette espèce est assez commune dans la marne argileuse de Port-Neuf ; j'en ai sous les yeux une dizaine d'échantillons de moyenne taille, assez typiques, avec deux plis columellaires bien nets.

Très rare dans les argiles de Gerland ; cité à la Baume-d'Hostun. Bien que le Dr Jacquemet ne cite, dans les tufs de Crémieu, que l'*O. uniplicata* Ziegler, j'ai recueilli à la Gagne plusieurs individus d'*O. doliformis* identiques à ceux de Port-Neuf ; je connais encore cette espèce du lehm de Crussol et de certains dépôts de la fin du pléistocène dans la vallée de la Drôme.

Pupilla triplicata Studer

1820. *Pupa triplicata*, Studer, *Kurz. Verz.*, p. 59.
1895. *Pupilla triplicata*, Locard, *Moll. terr. de France*, p. 330, ff. 464-465.

Assez commune dans le limon de Nil, cette petite espèce paraît y remplacer le *P. muscorum*, si abondant dans les dépôts du lehm.

Cité dans les argiles de Gerland.

Vivant actuellement dans les environs de Lyon et dans l'Ain.

Isthmia edentula Draparnaud

1805. *Pupa edentula*, Draparnaud, *Hist. moll.*, p. 52, pl. III, ff. 28-29.
1895. *Isthmia edentula*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 331, ff. 468-469.

Très rare dans le limon de Nil.

Cette espèce, qui n'a pas encore été signalée dans le quaternaire rhodanien, vit actuellement aux environs de Lyon, où elle est fort rare.

Vertigo pygmœa Draparnaud

1801. *Pupa pygmæa*, Draparnaud, *Tabl. moll.*, p. 57.
1895. *Vertigo pygmæa*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 333, ff. 472-473.

Commun dans le limon de Nil, ce vertigo, si abondant aujourd'hui dans le Lyonnais, n'y avait pas encore été signalé dans les dépôts quaternaires. Le galbe de nos échantillons est assez variable, mais les individus, courts et un peu ventrus, sont en majorité.

Carychium minimum Müller

1774. *Carychium minimum*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 225.
1895. *Carychium minimum*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 336, f. 480.

Cette petite espèce est abondante dans tous les gisements étudiés ; par malheur l'ouverture est, à cause de sa petitesse, à peu près impossible à dégager de la marne qui la remplit, ce qui ne permet pas d'affirmer que certains échantillons, un peu plus allongés, appartiennent au *C. tridentatum* cité des

tufs d'Amby et qui, aujourd'hui, accompagne fréquemment le *C. minimum*.

C. minimum est cité par Locard dans les argiles lacustres des vallées du Rhône et de la Saône ; il est, à l'époque actuelle, commun dans le Lyonnais.

Lymnœa sp ? (Groupe de L. limosa)

Petits échantillons non adultes et spécifiquement indéterminés. Nil (limons) et Port-Neuf.

Lymnœa putriformis Locard

Lymnœa putriformis. Locard, *Coq. eaux douces et saumâtres de France*, p. 30.
Lymnœa putriformis. Caziot, *Catal. moll. terr. et fluv. du dép. de l'Yonne*, p. 42, f. 16.

Commune et bien conforme à la figure donnée par M. Caziot. Marnes de Nil.

Lymnœa truncatula Müller

1774. *Buccinum truncatulum*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 130.
1894. *Lymnœa truncatula*, Locard, *Coq. eaux douces et saumâtres de France*, p. 45.

Un exemplaire des marnes de Loyes est de grande taille et tend vers *L. montana* (1). Nombreux échantillons conformes au type actuellement vivant. Limon de Nil et de Port-Neuf.

Vit actuellement dans toute la France.

Planorbis umbilicatus Müller

1774. *Pl. umbilicatus*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 160.
1894. *Pl. umbilicatus*, Locard, *Coq. eaux douces*, p. 55, ff. 39-41.

Rare dans les marnes de Nil. Vit actuellement dans la vallée du Rhône. Fossile dans les tufs de Crémieu.

(1) Je profite de cette occasion pour signaler l'existence de cette espèce dans les argiles de la Caille, où j'en ai recueilli un individu bien typique.

Planorbis carinatus Müller

1774. *Pl. carinatus*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 157.
1894. *Pl. carinatus*. Locard, *Coq. eaux douces de France*. p. 55.

Avec le précédent, mais beaucoup plus commun. Déjà cité dans le « lehm de Bublanne » par Locard. Se trouve dans les argiles de Gerland. Vit aujourd'hui avec le précédent.

Planorbis albus Müller

1774. *Pl. albus*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 164.
1894. *Pl. albus*, Locard, *Coq. eaux douces de France*. p. 59. ff. 51-52.

On trouve dans la marne argileuse grise de Nil de nombreux échantillons bien typiques, de grande taille, avec leur ornementation bien conservée. Espèce commune actuellement dans la région. Se trouve fossile à la Caille et à Gerland et dans les marnes blanches de la Bâtie-Montgascon (Isère). Aucun de nos échantillons ne m'a paru pouvoir être rapporté à *Pl. crosseanus* Bourguignat, qui, d'après Locard, accompagne *Pl. albus* à Gerland et à la Bâtie-Montgascon.

Planorbis fontanus Lightfoot

1786. *Helix fontana*, Lightf., in *Phil. Trans.*, LXXVI, 1, p. 165, pl. II, f. 1.
1894. *Pl. fontanus*, Locard. *Coq. eaux douces de France*. p. 62. ff. 54-56.

Rare dans les marnes argileuses de Loyes. Cette espèce est fossile dans les argiles de Gerland et vit aux environs de Lyon.

Ancylus lacustris Linné

1758. *Patella lacustris*, Linné, *Syst. nat.*, p. 783.
1894. *Ancylus lacustris*, Locard. *Coq. eaux douces de France*, p. 66, ff. 65-66.

Assez commun dans la marne argileuse de Loyes, il y atteint la taille de 6 millimètres ; certains échantillons sont étroits et

allongés ; d'autres un peu plus élargis, mais tous ont le sommet nettement infléchi sur le flanc gauche.

Locard signale cette espèce dans les argiles de Gerland ; elle vit actuellement dans les environs de Lyon et le Bugey.

Cyclostoma elegans Müller

1774. *Nerita elegans*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 177.
1895. *Cyclostoma elegans*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 342, f. 491.

Les marnes argileuses de Port-Neuf ont fourni de nombreux échantillons de cette espèce, si répandue aujourd'hui dans notre région. Ils sont de grande taille et atteignent une longueur de 15 millimètres pour un diamètre de 9 mm. 1/2 ; leur forme générale est plutôt un peu courte et ventrue ; le dernier tour bien développé, ainsi que l'avant-dernier. Par certains caractères, notamment par le développement de l'avant-dernier tour, bien renflé et arrondi, nos échantillons rappellent, dans une certaine mesure, le *C. subelegans* Bourguignat, du quaternaire du bassin de la Seine. Locard a décrit, du lehm du Lyonnais et du Dauphiné, des échantillons qui doivent être très analogues aux nôtres.

Il est à remarquer qu'aucun individu de *Cycl. elegans* n'a été recueilli dans le limon des berges de l'Ain, ni à Nil, ni à Loyes ; cette espèce devait donc être, à l'époque quaternaire, beaucoup plus localisée que maintenant.

Pomatias septemspirale Razoumowsky

1789. *Helix septemspiralis*, Razoumowsky, *Hist. nat.*, p. 278.
1895. *Pomatias septemspirale*, Locard, *Coq. terr. de France*, p. 350.

Espèce à peine représentée par un échantillon incomplet de Nil et un minuscule fragment des marnes inférieures de Loyes, bien conforme, d'ailleurs, au type si commun actuellement aux environs de Lyon.

P. septemspirale n'était pas encore connu dans le quaternaire du bassin du Rhône, où le seul *Pomatias* signalé était le *P. patulus* des tufs de Baume-d'Hostun.

Acme fusca Montagu

1803. *Turbo fusca*. Montagu. *Test. Brit.*, p. 330.
1895. *Acme fusca*. Locard. *Coq. terr. de France*. p. 355. ff. 509-510.

Cinq échantillons des marnes argileuses de Port-Neuf et un seul des marnes inférieures de Loyes appartiennent à cette espèce : ils sont de taille plutôt petite (3 mm. de longueur environ) et varient un peu entre eux, mais les rainures qui ornent leur test et leur bourrelet péristoméal bien développé ne permettent aucune hésitation sur leur détermination.

A. fusca n'est pas, que je sache, connue à l'état fossile en France ; elle vit aux environs de Belley, dans l'Ain, et a été recueillie dans les alluvions du Rhône, au nord de Lyon (Locard).

Bithynia tentaculata Linné

1758. *Helix tentaculata*. Linné. *Syst. nat.*, p. 774.
1894. *Bithynia tentaculata*. Locard. *Coq. eaux douces de France*. p. 71.

Limon de Nil. B. B. Identique à la forme des marnes sous-jacentes.

Marnes grises de Nil. C. C.

Echantillons de belle taille, assez ventrus, conformes au type vivant actuellement dans la région.

Espèce très commune à Gerland et à la Caille.

Valvata piscinalis Müller

1774. *Nerita piscinalis*. Müller. *Verm. hist.*, II. p. 179.
1894. *Valvata piscinalis*. Locard. *Coq. eaux douces de France*. p. 103. f. 195.

Abondante dans les marnes grises de Nil, rare dans celles de Loyes, cette valvée, si abondante dans les argiles de la Caille, de Gerland et les marnes de la Bâtie-Montgascon, vit encore dans l'Ain. Certains de mes échantillons présentent de fines et élégantes costales spirales : cette ornementation, analogue à celle de *Valvata Arcelini* Bourguignat, a déjà été signalée par Locard sur certains individus de Gerland.

Valvata alpestris Blanner

1852. *Valv. alpestris*, Blanner, in *Küsler; Conch. Cabinet*, p. 68, pl. XIV, pp. 17-18.
1894. *Valv. alpestris*, Locard, *Coq. eaux douces de France*, p. 125, f. 127.

Cette espèce, si bien caractérisée par son large ombilic, est rare dans les marnes de Nil. Elle se retrouve dans les marnes blanches de la Bâtie-Montgascon et dans les argiles de la Caille et de Gerland. *Valvata alpestris* vit aujourd'hui sur les bords des lacs d'Annecy et du Bourget.

Valvata cristata Müller

1774. *Val. cristata*, Müller, *Verm. hist.*, II, p. 148.
1894. *Val. cristata*, Locard, *Coq. eaux douces de France*, p. 126, f. 129.

Très abondante dans les marnes grises de Loyes. Citée des argiles lacustres des vallées du Rhône et de la Saône, cette petite espèce vit encore dans le Lyonnais, mais elle y est très localisée.

Pisidium australe Philippi

1836. *P. australe*, Philippi, *Enum. moll. Sicil.*, I, p. 39.
1894. *P. australe*, Locard, *Coq. eaux douces de France*.

Très commun dans les marnes grises de Nil.

II. FAUNE ET AGE DES LIMONS DE NIL ET DE LOYES

Le limon de Nil et de Loyes contient les espèces suivantes :

Succinea cf. limnoidea Picard. R. R.
— *putris* Linné, v. *Fagot*. A. R.
— *Fagotiana* Bourguignat. A. R.
Hyalinia nitens Gmelin. C.
— *nitida*. R.
— *crystallina* Müller. A. R.
Arnouldia fulva Müller. R.
— *callopistica* Bourguignat. R.
Helix arbustorum, v. *major*. A. C.
— *nemoralis*. C.
— *incarnata*. R. R.
Helix rufilabris. A. R.
— *aff. H. ventiensis* Fagot. R. R.
— *pulchella*. C. C.
— *costata*. C.
— *cœlomphala* Locard. C. C.
— *plebeia* A. R.
— *rotundata*. C.
— *ericetorum*. A. R.
— *unifasciata*. C.
Zua subcylindrica. C.
— *collina*. A. R.

Cœcilianella Liesvillei. R.
Orcula dolium. R.
Pupa frumentum. A. R.
— *triplicata*. C.
Vertigo pygmæa. C.
Isthmnia edentula. R. R.
Clausilia laminata. A. R.
— *parvula*. A. R.
Carychium minimum. C.
Pomatias septemspirale. R. R. R.
Lymnæa truncatula.
Bithynia tentaculata. R. R.

III. FAUNE DE LA MARNE ARGILEUSE DE PORT-NEUF

On trouve à Port-Neuf :

Succinea oblonga. A. R.
Hyalinia nitida. R. R.
— *nitens* Gmelin. C. C.
— *subnitens* Bourguignat. A. R.
— *diaphana* Studer. C.
— *crystallina*. A. C.
Helix nemoralis. R.
— *rotundata*. C. C.
— *aculeata*. C.
— *obvoluta*. C.
— *lapicida*. R. R.
— *pulchella*. R.
— *cœlomphala* Locard. R.
— *plebeia* Draparnaud. C.
Bulimus montanus Draparnaud. R. R.
Bulimus obscurus R.
Zua subcylindrica. C.
Clausilia laminata. C.
— *cf. parvula*. R.
Cœcilianella cf. Liesvillei. R.
Orcula dolium. C.
Pupa frumentum. A. R.
Carychium minimum. C.
Lymnæa truncatula. R. R.
— *aff. limosa*. R. R.
Cyclostoma elegans. C.
Acme fusca. A. R.

Les deux gisements peuvent, je crois, être considérés comme de même âge. A Port-Neuf, la faune a un caractère plus *némoral*, pour se servir de l'expression de Locard, ce qui s'explique parfaitement si l'on admet que le limon de Port-Neuf s'est déposé à l'embouchure d'un ruisseau descendant des collines alors boisées qui dominent le cours de l'Ain, tandis qu'à Nil, les limons sont le produit des débordements de l'Ain et contiennent les mollusques habitant les prairies basses qui bordaient alors la rivière.

IV. FAUNE DES MARNES ARGILEUSES DE NIL ET DE LOYES

Les deux gisements cités n'ont pas absolument la même

faune. A Nil, on ne trouve que des espèces fluviatiles dont voici la liste :

Lymnœa putriformis.
— *truncatula.*
Planorbis umbilicatus.
— *carinatus.*
— *albus.*
Bithynia tentaculata.
Valvata piscinalis.
— *alpestris.*
Pisidium australe?

A Loyes, on recueille :

Succinea cf. putris.
Helix pygmæa. R.
— *rotundata.* R.
— *cœlomphala.* A. R.
— *concinna.* C.
Chondrus tridens. R.
Zua subcylindrica. R. R.
Carychium minimum. A. R.
Lymnœa truncatula R.
— *aff. stagnalis.* R. R. R.
Planorbis fontanus. R.
Ancylus lacustris. C.
Pomatias septemspirale. R. R.
Acme fusca. R. R.
Bithynia tentaculata. R.
Valvata piscinalis A. R.
— *cristata.* C.
Sphœrium sp. R. R.
Pisidium sp. A. R.

La faune de Nil a probablement vécu dans une losne ou délaissé de l'Ain, plus tard comblé par les limons ; celle de Loyes paraît avoir habité l'embouchure de quelque minuscule ruisselet, dans la vase duquel les mollusques terrestres amenés par le courant se mélangeaient à quelques espèces d'ancyles, et de valvées, habitants ordinaires des eaux claires et paisibles ; mais, quel que soit le mode de formation de ces marnes argileuses, elles ne sauraient être séparées des limons qui les surmontent et avec lesquels elles ont de communs la plupart des mollusques qu'elles renferment.

V. FAUNE DES ALLUVIONS ACTUELLES DE L'AIN

M. Martin a, sur ma demande, eu l'obligeance de recueillir à Nil même, dans les alluvions entraînés par l'Ain lors de la dernière crue, une faune de mollusques terrestres et fluviatiles qui se présente absolument dans les mêmes conditions que celle qui se trouve dans les limons de débordement quaternaires, formant sur ce point la berge de l'Ain.

Voici la liste des mollusques recueillis par M. Martin (l'astérisque indique les espèces qui se retrouvent dans les limons) :

* *Succinea putris.*
Succinea cf.oblonga. R.
Hyalinia.
* *Hyalinia nitens.* R.
* *Hyalinia nitida.*
* *Hyalinia crystallina.*
Hyalinia.
Arnouldia fulvus.
* *Arnouldia callopisticus.*
* *Helix nemoralis.*
* *Helix fruticum.*
* *Helix incarnata.*
* *Helix rufilubris.*
* *Helix rotundata.* R.
* *Helix pulchella.* C.
* *Helix costata.* C.
* *Helix ericetorum.* A. R.
* *Helix unifasciata.*
* *Helix hispida.* R.
* *Helix concinna.* C. C.
* *Helix cœlomphala?* R. R.
* *Helix plebeia.* C.
* *Bulimus obscurus.*
* *Zua subcylindrica.*
* *Zua collina.*
* *Chondrus tridens.*
* *Cœcilianella acicula.*
* *Pupa frumentum.*
* *Orcula dolium.* A. R.
* *Pupilla triplicata.* C. C.
Carychium minimum. C. C.
Clausilia ventricosa. R. R.
* *Clausilia parvula.* C.
Lymnœa truncatula. A. C.
* *Planorbis umbilicatus.* R.
Planorbis carinatus. C. C.
Planorbis contortus. C.
* *Pomatias septemspirale.* R.
* *Bithynia tentaculata.* R.

Comme on le voit, il y a de très grands rapports entre la faune des limons de Nil et Port-Neuf et celle que l'Ain charrie encore aujourd'hui pendant ses crues. L'âge de la faune de Nil ne saurait donc être bien ancien et il ne peut plus être question de la considérer comme appartenant au « lehm », comme le faisait Locard. D'une part, les caractères stratigraphiques et pétrographiques de nos limons, malgré une certaine ressemblance superficielle entre le limon de Nil et le lehm, permettent de les en distinguer facilement ; s'ils ont à peu près la couleur du lehm, ils sont plus compacts et ne renferment ni vermiculations, ni poupées calcaires. Au point de vue paléontologique, les différences sont plus grandes encore, et la faune du lehm bressan à *H. arbustorum*, var. *minor*, *Helix neyronnensis*, *H. Locardi*, *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga*, var. *Ragnebertensis*, a un facies nettement plus ancien que celle de Nil, où *H. arbustorum*, var. *major*, remplace la var. *minor*, *Succinea Fagotiana*, le *S. Ragnebertensis* et *Pupa triplicata*, le *Pupa muscorum*. Cependant la pré-

sence de rares formes émigrées, comme *Bulimus montanus* et *Helix arbustorum*, var. *major*, ainsi que l'absence des formes caractéristiques de la faune contemporaine ; *H. pomatia*. *H. aspersa*, *Bulimus detritus*, des *Helix* du groupe *Heripensis* et de la plupart des *Pupa* des groupes *variabilis* et *avenacea* ne permettent pas, je crois, de la regarder comme actuelle, et je serais disposé à la considérer comme datant de la fin du quaternaire.

Dans la vallée du Rhône, les argiles de la Caille et surtout celles de Gerland, d'où Locard a cité toute une faune où se retrouvent *Succinea Fagotiana*, *H. arbustorum*, var. *major*, *H. fruticum*, *Helix* voisins des *H. cælata* et *cælomphala*, *Ferussacia collina*, *Chondrus tridens*, etc., paraissent pouvoir être parallélisées avec le limon de Nil ; elles occupent, du reste, une situation stratigraphique identique et sont comme lui nettement post-glaciaires.

Les quelques débris de mammifères cités dans les argiles lacustres des vallées du Rhône et de la Saône viennent, du reste, à l'appui de cette manière de voir.

Il est un autre gisement qui offre une grande analogie avec les marnes grises à *Lymnæa putriformis* de Nil, c'est celui de la Bâtie-Montgascon (Isère) (1). C'est probablement aussi vers la même époque, ou à peu près, que se sont déposés les tufs des environs de Crémieu, caractérisés par une grande succinée du groupe *Fagoti*, la *Suc. Jacquemeti* Locard ; il est possible qu'il faille également en rapprocher les divers dépôts tufacés intercalés dans les cônes de déjection du Valentinois, ou du moins leur partie tout à fait supérieure, où se rencontrent aussi de grandes *Succinées* voisines de *S. Fagoti*.

Il est à noter que la faune des limons de Nil, et surtout de Port-Neuf, présente un caractère plus subalpestre que la faune actuelle ; la pénétration dans les vallées du Rhône et de ses affluents de types plus méridionaux, comme le *Bul. detritus*, les *Helix* du groupe *striata*, etc., ne s'est produite que plus tard ; elle se continue, du reste, actuellement. Il faut noter, cependant, l'absence d'espèces submontagnardes, communes

(1) Voir Locard : *Faune malacolog. quatern. des env. de Lyon*, p. 185.

aujourd'hui dans le Bugey : *Helix montana* et *Helix depilata*, par exemple.

VI. FAUNE DU LEHM DU PONT DE CHAZEY

Ce curieux dépôt est, par malheur, peu fossilifère ; grâce aux patientes recherches de M. Martin, je puis, cependant, citer les espèces suivantes :

Succinea valcourtiana Bourguignat

1869. *S. valcourtiana*, Bourguignat, *Desc. esp. nouv. Alpes-Maritimes*, p. 5.
1894. *S. valcourtiana*, Locard, *Coq. terr. France*.

C'est, de beaucoup, l'espèce la plus commune dans le lehm de pont de Chazey, où elle paraît remplacer *S. Ragnebertensis* Locard, du lehm classique, et *S. Fagotiana*, des limons de l'Ain. Nos échantillons, de belle taille, sont conformes à des individus de la Drôme qui m'avaient été déterminés par Locard. Cette espèce, qui n'a pas encore, je crois, été citée à l'état fossile, se distingue facilement de *S. oblonga*, et plus encore des formes quaternaires de son groupe par son galbe ventru, son dernier tour large et très développé, son ouverture grande et bien élargie. *S. valcourtiana* a été décrite de la France méridionale, mais je l'ai retrouvée dans les prairies des environs de Léoncel (Drôme), à plus de 1.000 mètres d'altitude.

Hyalinia nitida.
Helix arbustorum.

Fragments d'un individu qui devait être plus grand et plus déprimé que la variété *minor*, de Locard, mais sans atteindre la taille des individus du limon de Nil.

Helix plebeia. R.
Helix cf. concinna. R.
Cœcilianella acicula. A. R.
Lymnæa truncatula. A. C.

Cette faunule doit à la présence de *S. valcourtiana*, un caractère assez spécial qui s'accorde bien avec sa position quelque peu anormale sur la basse terrasse. A noter aussi la fréquence de *Lymnæa truncatula*, très rare dans le lehm.

VII. FAUNE DES MARNES INFÉRIEURES DE PORT-NEUF

C'est en profitant de circonstances exceptionnelles et particulièrement favorables, que M. Martin a été assez heureux pour recueillir cette faunule, qui comprend les espèces suivantes :

* *Succinea* cf. *putris*.
Succinea Canati Tournouër.
Vertigo nov. sp.
Lymnæa palustris, v. *minor* Tour.
Lymnæa cf. truncatula.
Pisidium sp.

Les types les plus intéressants sont :

1° *Succinea Canati*, espèce des marnes de Chalon-Saint-Cosme ; nos échantillons sont identiques aux types de cette dernière localité, que j'ai pu examiner, grâce à l'obligeance de M. le professeur Depéret, dans les collections de la Faculté des sciences de Lyon ;

2° *Vertigo nov. sp* : Très petite espèce, de la taille et presque du galbe des variétés courtes de *V. pygmæa*, mais ayant l'ouverture absolument dépourvue de plis et de dents ; je ne vois rien dans la faune française qui puisse lui être comparé, et les formes fossiles pliocènes à ouverture sans dents, comme le *V. Crossei* d'Hauterives, sont toutes beaucoup plus grandes et d'un galbe différent. Si, comme je le crois, cette espèce est nouvelle, il y aura lieu de la décrire sous le nom de *V. Martini*.

Lymnæa palustris, var. *minor Tournouër*. Ce type a été parfaitement figuré par M. Depéret (*Bresse*, pl. IX, ff. 109-110) ; il n'est pas sans rapports avec *L. turriculata* Held, actuel, tel qu'il est figuré par Locard. Avec ce type, on trouve de nombreuses variétés de petite taille, qui paraissent intermédiaires entre *L. palustris* et *L. truncatula* ; ces variétés mériteraient

une étude spéciale, que je compte, du reste, leur consacrer ultérieurement, ainsi qu'aux autres espèces de cette faunule.

La présence de *S. Canati* et de *S. palustris*, var. *minor*, permet de paralléliser les marnes inférieures de Port-Neuf avec celles de Chalon-Saint-Cosme ; comme l'avaient soupçonné MM. Delafond et Depéret, ces marnes s'étendent jusqu'aux environs de Lyon, et il n'y a plus guère de doute, maintenant, que les argiles de Villevert n'en soient le prolongement.

Les sables et marnes de Chalon-Saint-Cosme sont considérés par M. Depéret comme appartenant au quaternaire le plus ancien de la région ; il faut cependant reconnaître que la faunule de mollusques que nous venons d'étudier, malgré la présence de formes éteintes, comme *Succinea Canati* et *Vertigo Martini*, ne présente pas de caractères nettement archaïques, comme en offre le quaternaire ancien des Alpes-Maritimes, par exemple ; elle n'a que bien peu de rapports avec la faune du pliocène supérieur et par ses Lymnées, notamment, elle est intimement reliée à la faune actuelle.

CONCLUSIONS

De ce trop long exposé, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Les marnes inférieures de Port-Neuf représentent les marnes de Chalon-Saint-Cosme, dont elles renferment les mollusques caractéristiques.

2° Le lambeau de lehm du pont de Chazey à *Succinea valcourtiana* a tous les caractères physiques du lehm ; il repose sur la basse terrasse de l'Ain et ne peut être confondu ni stratigraphiquement, ni paléontologiquement avec le lehm à *Succinea Ragnebertensis* et *Hel. arbustorum*, var. *minor* du plateau bressan.

Il sera intéressant de rechercher d'autres lambeaux de lehm, situés dans une position stratigraphique analogue et d'en étudier la faune ;

3° Les marnes grises à *Lymnæa putriformis* et *Valvata piscinalis* de Nil et de Loyes ne peuvent être séparés des limons qui les surmontent ;

4° Ces limons de Nil, de Loyes et de Port-Neuf ne peuvent être confondus avec le lehm ; ils appartiennent à la fin du quaternaire et doivent être parallélisés avec les argiles de la Caille et de Gerland.

Il y a donc eu, dans la vallée de l'Ain, comme, du reste, dans toute la région lyonnaise, trois faunes successives de mollusques terrestres. La plus ancienne est la faune de Chalon-Saint-Cosme à *Succinea Canali ;* puis vient celle du lehm du plateau bressan et de la vallée du Rhône, à *H. arbustorum*, var. *minor* et *Succinea Ragnebertensis*, qui est généralement considérée comme interglaciaire, soit comme chelléenne, ou à peu près.

Enfin, tout à fait au sommet du quaternaire, la faune des argiles de Gerland et des limons de l'Ain (fin du magdalénien).

La faune de mollusques des dépôts de cette dernière période a les plus grands rapports avec la faune actuelle ; elle s'en distingue par un caractère plus subalpestre, dû à la présence de certaines espèces aujourd'hui émigrées dans la région subalpine, comme *B. montanus*, *Helix arbustorum*, *Succinea Fagotiana*, et par l'absence des *Helix pomatia*[1], *aspersa*, du *B. detritus* et de la plupart des grands *Pupa* du groupe *variabilis*.

L'*H. aspersa* est d'introduction beaucoup plus récente ; quant au *Bulimus detritus*, bien que Locard le signale comme très rare dans le lehm de Fourvière et de Saint-Fons, je ne l'ai retrouvé nulle part dans le quaternaire de la vallée du Rhône, et l'on pourrait se demander si les échantillons cités par Locard étaient bien en place ; quoi qu'il en soit, il ne devient réellement abondant qu'avec *l'H. pomatia*.

(1) Comme Locard, j'attache une grande importance à l'absence de l'*H. pomatia*, aujourd'hui si commun ; il paraît s'être propagé dans le l'époque gallo-romaine, mais je ne le connais nulle part du quaternaire de la vallée du Rhône.

MODIFICATIONS

DES

CONDITIONS DE VIE DES VERTÉBRÉS MARINS

AU COURS DES PÉRIODES GÉOLOGIQUES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MODIFICATIONS DES MERS

PAR

Ph. RUSSO

Médecin Aide Major de 2e classe.

Des recherches biologiques entreprises au moyen de l'ultramicroscope m'ont permis, depuis quelque temps déjà, de considérer le taux de 6 o/oo environ de chlorure de sodium dans le milieu vital (sang et lymphe), comme nécessaire à la vie cellulaire chez les mammifères (*Soc. méd. hôp. de Lyon*, 27 mai et 6 juin 1910 ; *Arch. internat. de physiol.*, 24 septembre 1910).

Cette donnée, rapprochée de diverses autres empruntées à des auteurs, les uns géologues, les autres biologistes : Stanislas Meunier, de Lapparent, René Quinton, m'a permis de considérer comme possible l'établissement, avec autant de probabilité qu'en comportent les questions géologiques, auxquelles manque bien souvent l'observation directe, d'un exposé des conditions de la vie cellulaire à travers les périodes géologiques.

Lorsqu'une cellule animale se trouve plongée dans un milieu liquide identique au milieu vital du sujet dont elle provient, elle conserve intacte sa vitalité. Ainsi, un leucocyte placé dans de l'eau de mer isotonisée (plasma de Quinton) et observé à l'ultramicroscope, laisse voir tous les caractères de mobilité des grains protoplasmiques propres à une cellule vivante. Sa

membrane plasmatique est mince et souple, formée de peu de grains, très fins et rapprochés. Plaçons cette cellule en un milieu où la concentration saline soit plus forte que celle du milieu vital du sujet dont elle provient ; nous la voyons ralentir les mouvements de ses grains, et prendre une membrane plasmatique plus dense.

Etudions de près cette membrane. Gaidukorf chez les cellules végétales (1), et moi-même chez les cellules animales (2), avons vu que la membrane plasmatique, — ou ses équivalents, comme les enveloppes des vacuoles, — se développe sous l'action même des sels et autres gélifiants pouvant se trouver dans le milieu ambiant. Elle est formée de grains immobiles groupés en gel (alors que le reste de la cellule est un sol) et provenant de la coagulation même du corps cellulaire par les sels. Sa partie la plus dense, la plus fortement coagulée, se trouve à la périphérie. Au contraire, du côté du centre de la cellule, elle se confond insensiblement avec le protoplasma. Les grains qui constituent cette membrane sont, lorsque la cellule se trouve dans un milieu normal, assez rapprochés, et, chez les cellules vivant dans des milieux acides et coagulants (cellules stomacales, cellules de l'épithélium vésical), la membrane plasmatique est extrêmement dense et les grains si rapprochés, qu'ils semblent former une ligne continue. Au contraire, lorsqu'une cellule, et surtout une cellule fragile, comme un leucocyte, est placée brusquement dans un milieu très salé, la membrane, en s'épaississant, donne un gel à grains distants, qui laissent entre eux de grands espaces. On a l'impression nette, à l'examen ultramicroscopique, que cette membrane ne serait capable, si elle devait être placée sur le passage d'un liquide, que de se comporter à son égard comme un filtre, non comme un dialyseur. Et, de fait, qu'est normalement cette membrane plasmatique au point de vue physique? Histologistes et physiologistes nous l'ont dès longtemps appris : il s'agit d'une membrane hémiperméable, laissant passer l'eau,

(1) N. Gaidukorf, *Dunkelfeldbeleuchtung und Ultramikroskopie.*

(2) Ph. Russo, le Leucocyte humain à l'ultramicroscope *(Soc. méd. des Hôp. de Lyon).*

non les sels. Et alors, lorsque dans la solution sursalée la membrane ne sera plus normale et que le protoplasma, brusquement gélifié, ne constituera plus qu'un filtre et non une membrane hémiperméable, nous constaterons que la cellule, tout entière envahie par les sels, est gélifiée, morte (1).

Comment donc les cellules vivant en milieu acide n'en font-elles pas autant?

Une comparaison s'impose pour répondre. Lorsque les cellules fragiles comme les leucocytes sont mises en solution très peu sursalée, l'épaississement de la membrane se fait à grains plus fins et plus serrés que lorsque la surcharge en sel est brutale. Et les grains sont d'autant plus fins et plus serrés que la surcharge est moindre. Il y a donc là, vraisemblablement, un phénomène d'accoutumance lente. Les cellules, soumises à des augmentations extrêmement minimes de salure ou d'acidité, ont eu le temps, se gélifiant à peine, de donner des grains très serrés et très denses, et ainsi s'est formée peu à peu une membrane capable de résister aux agents coagulants.

Or, Quinton a démontré que, « en face des variations de tout ordre que peuvent subir, au cours des âges, les différents habitats, la vie animale, apparue à l'état de cellule dans des conditions physiques et chimiques déterminées, tend à maintenir, pour son haut fonctionnement cellulaire, à travers la série zoologique, ces conditions des origines (2) », et que, en outre, ce sont les espèces les plus récentes qui conservent les conditions internes de vie les plus proches de celles des espèces les plus anciennes au moment de leur apparition.

Cette loi et les données exposées plus haut sur l'action des gélifiants à l'égard de la membrane d'enveloppe des cellules est le point de départ de mon exposé.

Les vertébrés actuels ont leurs plus anciens représentants connus chez les ganoïdes et les sélaciens qui, dès la fin de l'époque silurienne, sont représentés dans le gothlandien.

D'autre part, le milieu vital des mammifères et des oiseaux,

(1) *Soc. méd. des Hôp. de Lyon*, juin 1910.
(2) *L'eau de mer milieu organique.*

les plus récents des vertébrés, contenant un taux de chlorure de sodium qui oscille autour de 6 o/oo, il s'ensuit que leurs ancêtres lointains, les poissons cartilagineux gothlandiens, possédaient, en vertu de la loi de Quinton, un milieu vital chargé à 6 o/oo de chlorure de sodium.

Mais Quinton a montré que les poissons ganoïdes actuels, loin de conserver fixe le taux ancestral salin de leur milieu vital, comme le font les autres vertébrés, par exemple les poissons osseux, subissent, de la part de la mer dans laquelle ils vivent, une élévation de ce taux salin pouvant atteindre jusqu'à 22 o/oo (1). On voit combien nous sommes loin du taux de 6 o/oo des mammifères.

Cependant, une certaine résistance à l'action salante du milieu marin se manifeste encore chez eux, car, si ces poissons étaient comme les invertébrés marins, équilibrés osmotiquement au milieu où ils vivent, ils auraient, comme ces derniers, un milieu vital titrant 33 o/oo en chlorures. Or, ils maintiennent entre leur milieu vital et la mer un déséquilibre de 10 o/oo ; ils possèdent donc la propriété, démontrée par Quinton, commune à tous les vertébrés, de tendre à conserver la concentration ancestrale ; mais cette tendance, ils ne la réalisent pas jusqu'au bout.

Pourquoi ne la réalisent-ils pas? En vertu même des propriétés de certaines cellules que je vais exposer et dont je vais faire voir la relation avec les changements survenus à travers les âges géologiques dans la salure des mers.

Si les poissons cartilagineux ont présenté, à l'époque de leur apparition, une concentration de leur milieu intérieur analogue à celle des mammifères actuels, 6 o/oo, est-ce à dire que la mer où ils vivaient était chargée à 6 o/oo de chlorure de sodium? Il est peu probable qu'il en fût ainsi, car ils devaient présenter la possibilité de résister à la salure ambiante, comme ils la présentent encore aujourd'hui ; la mer pouvait donc être

(1) Cette condition est réalisée grâce à la résistance considérable de la membrane plasmatique de leurs cellules au passage des sels, qui permet à celles-ci d'être baignées dans un milieu sursalé sans en subir d'inconvénients.

salée à plus de 6 o/oo sans que, pour cela, les poissons cartilagineux possédassent un milieu intérieur contenant plus de 6 o/oo de chlorure de sodium.

Toutefois, les ancêtres des poissons ganoïdes semblent, dans l'état actuel de nos connaissances, pouvoir être recherchés chez des invertébrés développés eux-mêmes dans le milieu marin. Or, les invertébrés marins sont équilibrés osmotiquement au milieu. Il s'ensuit donc que, ou bien leurs cellules étaient douées d'une enveloppe capable de les protéger contre un milieu sursalé, ou bien ce milieu n'était pas sursalé. Enfin, les ancêtres de tous les animaux étaient des protozoaires, des êtres unicellulaires et, pour que la vie leur fût possible, il fallait qu'à un moment, *la concentration saline de leur milieu vital, la mer, ait été de 6 0 0.*

Si, d'autre part, nous considérons les phénomènes que nous apprend la paléontologie en ce qui concerne la succession des espèces, nous voyons que les premiers vertébrés connus, les ganoïdes placodermes et les sélaciens, se sont montrés dès l'époque silurienne.

Puis, à l'époque westphalienne, prennent naissance des amphibiens stégocéphales, actuellement disparus, mais qui, ensuite, aux époques stéphanienne et permienne, donnent naissance aux divers ordres de reptiles et, en particulier, aux théromorphes, vers lesquels les paléontologistes modernes sont entraînés à rechercher l'origine des mammifères jurassiques. Tous ces vertébrés, à partir des amphibiens, sont aériens et, dès lors, ne nous intéressent plus. Au début du lias, se montrent les poissons osseux, qu'avaient précédés des ganoïdes tendant à l'ossification de leur colonne vertébrale, des salaciens divers, et tous ceux là, marins, sont ceux qui nous occupent.

Or, pour que les espèces actuellement vivantes aient pu subsister malgré la surcharge des mers en sel au degré actuel, soit 33 o/oo, il faut qu'elles et les espèces d'où elles dérivent aient protégé et protègent encore leurs cellules contre l'action du sel. Cette protection pouvait se faire de deux façons : soit une protection directe de chaque cellule par épaississement de la membrane de toutes les cellules, soit gélification plus considérable de la membrane chez les cellules les plus superficielles

de l'organisme, avec conservation des cellules centrales à leur état primitif.

Or, ces deux modes sont en rapport avec des conditions différentes d'action des sels sur les organismes.

Soit, en effet, un organisme dont toutes les cellules sont directement baignées par la mer. Si une modification se produit dans la teneur en sel du milieu marin, toutes les cellules de l'organisme considéré vont donc être soumises à l'action de cette modification. Si la salure augmente, la membrane plasmatique de toutes les cellules se gélifiera davantage.

Soit, au contraire, un organisme formé par une masse de cellules, agglomérées de telle sorte que seules les cellules périphériques soient baignées directement par la mer. Dans un tel organisme, les changements de salure du milieu ne peuvent agir que sur les cellules périphériques, et surgélifier leurs membranes, en respectant celles des cellules centrales.

Mais, pour que ces actions se produisent, il faut, d'après ce que j'ai dit plus haut, que la surcharge saline soit très lente, sinon les cellules meurent. J'ai montré la nécessité, pour le maintien de la vie cellulaire, d'une concentration originelle à 6 o/oo, on sait le taux actuel de 33 o/oo. Il y a donc eu, puisque la vie a subsisté, *une progression continue de la salure des mers.*

Si, maintenant, nous étudions comparativement le développement des invertébrés et celui des vertébrés, nous voyons que les premiers offrent des développements surtout dilatés, et quelques-uns condensés, les seconds possèdent exclusivement des développement condensés, ou du moins pouvant être considérés comme tels.

Parmi les invertébrés, les uns sont ouverts osmotiquement au milieu extérieur, les autres lui sont fermés, c'est-à-dire que les premiers ne tendent pas à maintenir dans leur organisme un taux constant de sel, les autres tendent au contraire à maintenir ce taux ; les vertébrés sont fermés au milieu extérieur. Et ce sont précisément ceux à développements dilatés, c'est-à-dire ceux qui, alors que peu de cellules les constituent, sont dès le début de leur existence exposés au milieu ambiant, qui

sont ouverts osmotiquement à ce milieu, ceux au contraire à développements condensés lui sont fermés (1).

Ainsi donc, les animaux dont les cellules sont exposées à l'action du sel, alors que peu nombreuses elles peuvent être toutes ou presque toutes baignées par ce sel, c'est-à-dire ceux dont les cellules ont subi chacune pour son compte la densification de la membrane, sont ouverts osmotiquement au milieu extérieur ; ceux, au contraire, dont les cellules n'ont été soumises à l'action du sel que lorsque l'organisme, volumineux, ne permettait qu'aux cellules périphériques de subir l'action de ce sel qui, par conséquent, n'a pas modifié les cellules centrales, sont fermés osmotiquement au milieu extérieur.

Mais, par où se fait le passage des liquides à travers l'organisme? S'il se faisait de cellule à cellule par le corps cellulaire, toute la cellule serait gélifiée quand ces liquides sont salés. Il est donc nécessaire que ce transport, *constaté*, mais dont

(1) En réalité, *tous* les groupes d'animaux autres que les arthropodes présentent des développements dilatés, mais, chez les cordés, il n'en existe qu'un seul exemple : l'amphioxus. C'est pourquoi je considère l'embryon des vertébrés comme *toujours* protégé contre le milieu extérieur, et les vertébrés comme animaux à développements condensés. Quant aux arthropodes, « seuls de tous les métozoaires, ils ne présentent pas de développements dilatés », dit Quinton. Comment se fait-il alors qu'ils soient équilibrés osmotiquement avec le milieu extérieur, du moins en ce qui concerne les arthropodes marins ? Il convient d'abord de remarquer que les arthropodes marins ne comprennent ni les arachnides, ni les myriapodes, ni les insectes, ces trois ordres peuvent donc sans anomalie présenter des développements condensés, puisqu'ils ne sont pas osmotiquement ouverts au milieu extérieur. Restent les pantopodes, les mérostomacés, les entomostracés, les malacostracés. Comment peuvent-ils rester ouverts au milieu extérieur, si leur développement est condensé ? En fait, ce développement n'est que partiellement condensé. Lorsque l'embryon est mis en liberté, il est encore très différent de ce que sera l'adulte, il va subir une multiplication, puis une régression des appendices, des changements nombreux dans tous ses organes; le développement n'est pas *entièrement* condensé. Si on le compare avec celui d'un oiseau, d'un mammifère ou d'un poisson, on voit immédiatement la différence considérable qui l'en sépare, puisque ceux-ci possèdent un embryon qui ne devient libre que lorsque tous ses organes existent. Or, du changement des divers appendices de l'embryon de l'arthropode marin résulte la faiblesse de son revêtement jusqu'au développement parfait, et la salure progressive de son milieu intérieur. C'est ainsi que j'entends les indications données plus haut. D'ailleurs, en ce qui concerne les arthropodes, une note ultérieure précisera des points que je ne peux aborder ici.

nous ignorons la voie, se fasse par ailleurs. Or, la membrane est la seule région où il puisse se faire, le liquide la suivant à la façon d'une mèche. (Je ne peux toutefois démontrer expérimentalement ce point.)

Lorsqu'une espèce à développements dilatés se trouve dans des mers de plus en plus salées, on conçoit sans peine qu'elle ne se modifie pas essentiellement sous l'action du sel, puisque chaque cellule est protégée pour son propre compte. Toutefois, à mesure que l'être se trouve placé dans des milieux de plus en plus salés, il est bien évident que certaines cellules, qui au début étaient peu gélifiées par le contact direct de l'eau de mer peu salée, ne s'y trouvent plus que très fortement revêtues, ce qui peut modifier un peu les conditions vitales de l'organisme et provoquer à la longue des modifications anatomiques, variables d'ailleurs d'un point à un autre de la surface des mers.

Nous savons, en effet, que la concentration actuelle des mers, bien qu'elle soit, *en moyenne*, de 33 o/oo, est cependant assez variable pour s'échelonner de 0,2 o/oo (Baltique) à 75 o/oo (canal de Suez), et, à toutes les époques géologiques, il a dû y avoir des mers qui, suivant les fonds, l'isolement, l'apport des cours d'eau, étaient plus ou moins salées. Par suite, les modifications subies varieront suivant l'habitat. Certaines espèces se modifieront dans tel sens, d'autres dans tel autre, parce que le milieu où elles vivront sera plus ou moins salé.

Mais, à côté, nous avons les espèces à développements condensés qui, elles, sont osmotiquement fermées au milieu extérieur.

Or, dans son développement ontogénique, l'être grandissant, il arrivera que les cellules centrales seront de plus en plus éloignées de la paroi gélifiée. D'autre part, à mesure que les mers se sursalent, la paroi de revêtement se densifie de plus en plus et les conditions de vie des cellules intérieures sont modifiées du fait de ce changement, qui, là encore, sera plus ou moins marqué, suivant l'état de salure de l'habitat de l'espèce considérée.

D'autre part, cette non-communication osmotique cède peu à peu, — Quinton l'a démontré, — et le sel finit par agir un

peu sur toutes les cellules de l'organisme, la teneur en sels du milieu intérieur s'élève, et les conditions de vie sont modifiées.

Alors, la descendance de tous ces organismes va se ressentir des conditions de vie de ses parents. En effet, soit une cellule reproductrice d'espèce à développements dilatés. Elle est protégée par une membrane dense, les cellules qui naîtront d'elles seront toutes plongées, dès leur naissance, dans le milieu ambiant qui gélifiera leur membrane. Soit, au contraire, une cellule reproductrice d'une espèce à développements condensés. Soit par le fait qu'elle et ses cellules filles restent dans le corps de l'ascendant jusqu'à ce que le nombre des cellules filles soit considérable, soit que, sous la forme d'œuf, elle soit protégée par une membrane épaisse d'où l'embryon ne sortira que déjà très hautement différencié, cette cellule et celles qui en naîtront ne seront pas toutes au contact direct du milieu ambiant, et celles-là seules qui existent à la surface seront gélifiées lorsque l'embryon deviendra libre.

Ainsi donc, dans l'un comme dans l'autre cas, les cellules seront protégées et l'organisme vivra soit ouvert, soit fermé osmotiquement au milieu extérieur, et, si celui-ci se sursale, l'organisme considéré ou ses descendants lutteront pour la protection cellulaire toujours de la même façon, c'est-à-dire en modifiant leur membrane de revêtement, soit cellulaire, soit générale, modification due purement à l'action du sel sur le protoplasma. La conséquence de cette modification est une transformation plus ou moins marquée de diverses fonctions, d'où dérivent soit des changements physiologiques et une régression vitale, soit des changements anatomiques, et l'apparition de nouvelles espèces.

Ces points posés, reprenons l'ordre de succession des groupes vertébrés énumérés plus haut. L'apparition de chacun d'eux étant, d'après ce que je viens de dire, due à une modification de salure des mers, et les groupes dérivés d'un autre tendant à conserver, pour baigner leurs cellules, un milieu de même concentration saline que celui qui baignait les cellules de leurs ancêtres, il est clair que chaque apparition d'un groupe nouveau nous montre qu'au moment où il est apparu, la concen-

tration saline des mers était telle que ses ancêtres ne pouvaient plus y subsister sans modification. Donc ces ancêtres doivent, ou changer d'habitat, ou subir une déchéance vitale, ou disparaître, et leurs descendants vivront à la place où ils ont vécu. Il nous est, dès lors, facile de savoir à quel taux salin se trouvaient les mers de telle ou telle époque, en sachant quels groupes s'y sont montrés et en nous rappelant la règle de Quinton : chercher le taux ancestral chez les descendants les plus récents.

Soit, donc, en suivant l'ordre géologique de succession des groupes marins, la concentration saline du milieu vital actuel de chacun d'eux, comparée aux divers stades qu'elle a pu parcourir dans la suite des périodes géologiques.

Nous allons tâcher d'en déduire la concentration saline des mers à ces diverses époques.

En effet, les types de poissons marins actuels peuvent se ramener à trois principaux : ganoïdes, sélaciens, téléostéens. Or, nous savons que tous n'ont point apparu en même temps et que, dans l'état actuel de nos connaissances, nous pouvons penser que les plus anciens sont les ganoïdes placodermes ; ultérieurement se sont montrés les sélaciens, puis, tardivement, les téléostéens.

Or, si nous nous reportons à la teneur en chlorure de sodium indiquée par Quinton comme propre à quelques espèces de ceux de ces groupes encore existants, nous voyons que cette teneur est assez différente de l'un à l'autre.

Pour les sélaciens, nous trouvons :

Torpedo marmorata. . . .	22,27	‰
—	22,81	
—	23,40	
Raja undulata	20,18	
—	20,76	
Trygon vulgaris	18,1	
—	19 7	
Galeus canis	16,96	

Pour les téléostéens :

Conger vulgaris	11,5	‰
Platessa vulgaris	11	
Trachinus draco	10,2	
Labrus bergylta	9,6	

Reportons-nous aux lois de Quinton.

En vertu de ces lois, si une famille ou une espèce maintient un déséquilibre donné entre son milieu intérieur et la mer qui la baigne, c'est que ses ancêtres maintenaient ce même déséquilibre. Mais, faut-il considérer les ancêtres immédiats ou les ancêtres lointains? Il est clair que ce sont les ancêtres les plus lointains, car ce sont eux qui, les premiers, ont dû maintenir ce déséquilibre, puisque leur descendance a subsisté. Et alors, pour définir cette ancestralité, je dirai que je considère, en vertu des points exposés plus haut, comme ancêtre le plus éloigné d'une espèce ou d'une famille, le premier de ses représentants qui s'est séparé de la souche commune à cette famille ou à cette espèce et à une seconde. Ainsi, les ancêtres les plus lointains connus des téléostéens sont les sélaciens primaires.

Considérons alors les diverses familles de poissons. Les unes, à mesure que les mers se sursalent, se transforment en donnant de nouvelles espèces, capables de résister à la salure, les autres se laissent sursaler, s'adaptent anatomiquement à des conditions de vie ralentie et, par conséquent, ce seront les familles les plus récentes anatomiquement dont les premiers représentants seront les plus anciens, puisque ce sont elles dont le milieu sursalé aura nécessité les modifications les plus fortes.

Dès lors, le tableau suivant peut être considéré comme vraisemblable et exprimant un ordre de succession possible de salure.

Famille	Epoque d'apparition	Salure actuelle
Torpedidés	crétacé inférieur	23 ‰
Rajidés	lias	20 ‰
Lamnidés	carbonifère inférieur	16 ‰
Téléostéens	lias	9 ‰

Il semble anormal, d'après ce que j'ai dit, de voir les téléostéens liasiques moins salés que les lamnidés carbonifères, mais nous allons voir ce qu'il en est.

D'après ce que j'ai dit plus haut, les torpédidés, très salés, doivent être considérés comme une forme très récente de modification d'un type très ancien ; elle s'est sursalée, parce que

ses ancêtres lointains ne pouvaient pas assurer entre eux et la mer un déséquilibre suffisant. Ce déséquilibre devait être le même qu'aujourd'hui, mais il suffisait alors à maintenir à 6 o/oo le taux intérieur du poisson. Il devait donc être tel que 33 — 23 égalant 10, cette différence de 10 o/oo entre le milieu intérieur et la mer soit telle que le milieu intérieur fût à 6 o/oo ; la mer était donc à 10 + 6 = 16 o/oo.

Or, à quelle époque pouvons-nous placer les premiers ancêtres vraisemblables, dans les conditions que j'ai indiquées, des torpédidés actuels? Sans doute au gothlandien, parmi les premiers sélaciens connus. Et c'est seulement à l'époque crétacée inférieure que nous voyons les torpédidés se montrer, parce que c'est alors seulement que la salure de la mer provoque l'apparition de cette nouvelle faune.

Pour les rajidés, nous savons qu'ils se séparent de la souche primitive des sélaciens dès le lias, mais leur souche doit être cherchée dans le tronc commun aux lamnidés et aux raies, dont la concentration ancienne est mesurée par celle actuelle de la plus récente des deux familles, soit 20 o/oo, celle des raies. La mer carboniférienne inférieure était donc concentrée à [(33 — 20) + 6] = 19 o/oo.

Les lamnidés eux-mêmes ayant une concentration actuelle de 16 o/oo sont donc apparus dans une mer titrant [(33 — 16) + 6] = 23.

Pour les téléostéens, il faut rechercher leur souche au début de l'apparition des poissons, chez les tout premiers ganoïdes écailleux dévoniens, et ce n'est qu'au lias qu'ils se manifestent à l'état osseux. La mer primaire inférieure devait donc posséder un titre qu'il est impossible de déterminer, puisque nous n'avons plus de poissons pouvant nous fournir des renseignements à son sujet, mais cette mer devait être chargée à plus de 9 et à moins de 16 o/oo de chlorure de sodium.

Mais, nous pouvons connaître la teneur probable de quelques mers récentes, comme les mers crétacées supérieures où sont apparues des espèces actuelles de téléostéens et qui, par conséquent, devaient titrer [(33 — 9) + 6] = 30 o/oo. On voit que, dès lors, le taux de la salure se rapproche de la valeur actuelle.

Il semble donc possible d'admettre les valeurs suivantes, que je vais figurer sur ce tableau.

Mer cambrienne	6 °/₀₀
Mer gothlandienne	> 6 et < 16 °/₀₀
Mer carbonifère inférieure. .	16 °/₀₀
Mer liasique.	19 °/₀₀
Mer crétacée inférieure, . .	23 °/₀₀
Mer crétacée supérieure . .	30 °/₀₀

J'ai à remarquer que je ne possède pas de dosages de chlorure de sodium chez les ganoïdes marins. Quinton, en effet, ne parle que de l'esturgeon qui, bien que vivant dans les mers, est en fait d'origine lacustre.

Mais nous pouvons et devons, pour nous fixer, nous reporter aux sélaciens les plus inférieurs, dérivés dans les conditions que j'ai indiquées plus haut, des lamnidés primaires de l'époque carbonifère, et c'est pourquoi j'ai considéré la teneur en sel de la torpille *(torpeda marmorata)* comme devant fournir la moyenne de salinité des mers de cette époque (1).

Mais, puisque les mers se sont concentrées de 6 à 33 o/oo au cours des âges, il en résulte que cette concentration est due, soit à une augmentation de la masse des sels, soit à une diminution de la masse des eaux.

La première hypothèse est inadmissible, car il faudrait une apparition continue de nouvelles masses de sels que dissoudrait la mer, apparition jamais constatée ; la seconde seule est possible, par suite de l'évaporation continue de la mer (Quinton, Bryan, Stoney). Si, donc, nous voulons savoir de combien la mer s'est concentrée depuis l'époque précam-

(1) Il y a lieu de remarquer que certains poissons vivent indistinctement dans l'eau douce et dans l'eau salée (saumon). Ces poissons semblent donc être des exceptions à ce qui a été dit plus haut. Il n'en est rien, car ce sont tous des poissons capables de maintenir un déséquilibre considérable entre leur milieu intérieur et celui où ils vivent (par exemple la mer étant à 33 o/oo et leur plasma à 7 o/oo, on a comme déséquilibre 33 — 7 = 26 o/oo). Or, ce déséquilibre, ils peuvent le maintenir aussi bien, grâce à leur paroi gélifiée, contre l'hypo- que contre l'hyperchloruration. Ainsi, dans une eau *dépourvue* de sels, ils sont encore à 26 — 7 = 19 o/oo au-dessus de leur limite de résistance, ils pourront donc fort bien y vivre, et de même des poissons vivant dans l'eau douce, mais ayant une résistance de 26 o/oo, pourront vivre dans la mer à 33 o/oo.

brienne, il nous suffit de remarquer que $\frac{33}{6} = 5{,}5$, d'où nous pouvons conclure que la masse des mers a diminué des 5/6. Or, nous savons que la profondeur moyenne actuelle des mers est de 3.500 mètres environ, leur surface de 360.000.000 de kilomètres carrés ; leur volume est donc de 1.260.000.000 de kilomètres cubes. Si ce volume représente le 1/6 des mers primitives, le volume total de ces mers était donc de 7.560.000.000 de kilomètres cubes. Nous savons qu'à l'époque précambrienne les continents étaient nuls ou à peu près, donc la surface des mers n'était autre que celle même du globe terrestre, soit 510.000.000 de kilomètres carrés. Leur profondeur moyenne devait donc être de 15.000 mètres environ.

Tels sont les résultats que peut donner, avec toutes les réserves que nous sommes obligé de faire sur toutes les questions de paléontologie, cette notion de la concentration à 6 o/oo du milieu vital des premières cellules animales. Ce travail n'est qu'une ébauche, et je me propose plusieurs autres points à étudier qui seront exposés ultérieurement. Tels que sont ces résultats, ils me permettent, semble-t-il, toutefois, de formuler les conclusions suivantes :

1° La concentration du milieu intérieur des vertébrés a varié d'une façon constante à travers les périodes géologiques, et de façon concomitante avec la concentration progressive des mers ;

2° Il est possible de déterminer approximativement la teneur saline des mers à une époque donnée, connaissant les groupes vertébrés apparus dans ces mers à cette époque et la teneur actuelle en sels du milieu intérieur de ces groupes ;

3° Il est possible de déterminer la profondeur moyenne des mers à une époque donnée, connaissant la concentration de ces mers par le moyen indiqué au 2°.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

Tableau des membres de la Société Linnéenne de Lyon v

Liste des Sociétés savantes qui échangent leurs publications avec la Société Linnéenne 13

Histoire de la Classification des espèces du genre *Clausilia* dépendant du système européen, par M. le commandant Caziot 1

Les Tremblements de terre de l'Asie Centrale (22 décembre 1910/4 janvier 1911), par Mlle Louise Chevalier 33

La Médecine française et la théorie physiologique des émotions, par M. J.-P. Nayrac . . . . . , 37

Le Problème de l'édaphisme (rapports trophiques et géographiques des plantes avec le sol). Récents travaux des botanistes italiens ; exposé des mémoires du Dr Giuseppe Gola, par M. Claudius Roux . . . 65

Sur la toxicité d'*Armillaria mellea*, par le Dr Ph. Riel 147

Charles Nodier naturaliste, par M. H. Duval 149

Sur quelques espèces de Glauconies des grès d'Uchaux, par M. P. Mazeran 153

Sur les mouvements de l'Ecorce terrestre et leurs causes, par M. Claude Gaillard. 162

Sur le basalte de Cordelle (Loire), par M. A. Collet 173

Sur quelques minéraux du granite des montagnes de la Côte, près Roanne (Loire), par M. A. Collet 179

Note sur les phénocristaux d'orthose des porphyres microgranulitiques du Roannais, par M. A. Collet 183

Argynnis Aglaja L., aberr. *hortensia* Donzel, par le Dr Ph. Riel . . 187

Action de la pression osmotique du milieu sur la forme et la structure des plantes, par M. J. Beauverie 189

Première contribution à la faune des Cladocères des étangs de Nantoin (Isère), par M. L. Eynard 197

Sur les mollusques recueillis par L. Chiron dans les dolmens du département de l'Ardèche, par M. Louis Germain 207

Les Faunes malacologiques du quaternaire de la vallée de l'Ain, par M. G. Sayn (introduction stratigraphique par M. l'abbé G. Martin) 217

Modifications des conditions de vie des vertébrés marins au cours des périodes géologiques : contribution à l'étude des modifications des mers, par M. Ph. Russo 249

Lyon. — Imprimerie A. Rey, 4, rue Gentil. — 57108

LISTE DES PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE

ANNALES ET COMPTES RENDUS de 1836 à 1850-52, contenant: *Observations botaniques*, par Seringe. Alexis Jordan. — *Notes entomologiques*, par Donzel, Gacogne, Godart, Perris, Mulsant et Rey.

ANNALES (nouvelle série) tomes I à LVII, de 1852 à 1910, contenant :

Diagnoses d'espèces nouvelles, par Alex. Jordan; *Catalogue des plantes du cours du Rhône*, par Fourreau; *Flore des Muscinées* par Debat. — *Iconographie et description de chenilles et lépidoptères*, par Millière. — *Notices sur les Altisides*, par Foudras. — *Coléoptères*, par Levrat, Chevrolat, Perroud, Godart, Perris, Sichel, Mayet, Donnadieu, Mulsant et Rey, Abeille de Perrin, R. P. Belon, Xambeu, Jacquet. — *Notices ornithologiques* par Boucart, Mulsant et Verreaux. — *Géologie du départem. du Rhône*, par Mène. — *Malacologie*, par Locard.

Chaque volume est vendu au prix de 5 Francs pour les Sociétaires

SE VENDENT SÉPARÉMENT

Brévipennes, par Mulsant et Rey. — *Lathridiens*, par le R. P. Belon.

Adresser les demandes au Trésorier,
N. ROUX, 5, chemin de la Sœur-Vially, LYON-SAINT-CLAIR.

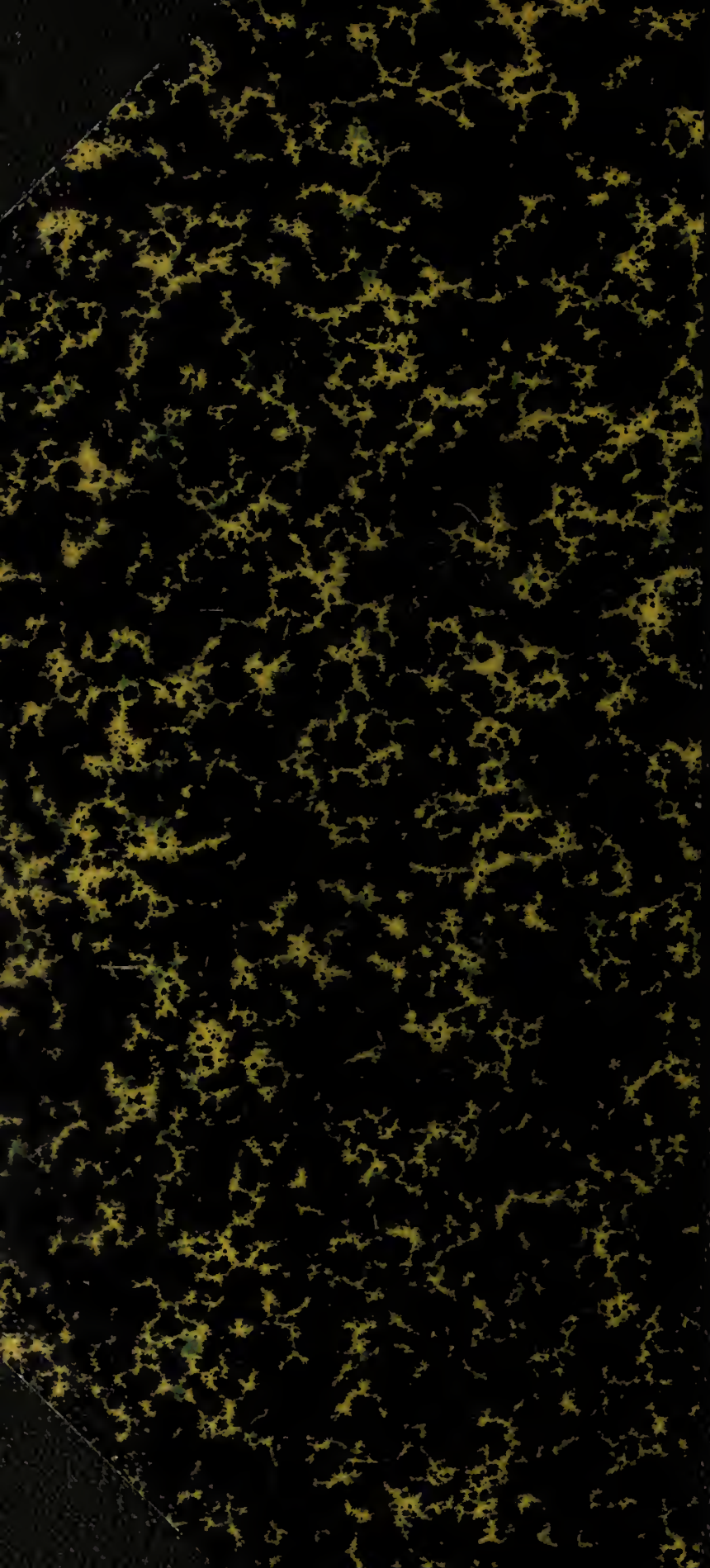
La Société Linnéenne de Lyon s'occupe de toutes les branches de l'Histoire naturelle, théorique et pratique. Elle a son siège à la Mairie du 1er arrondissement, 2, place Sathonay.

Elle tient ses séances chaque mois (août et septembre exceptés), le **2e lundi**, à 8 heures du soir, et le **4e mardi**, à 5 heures 1/2 après midi.

Elle se charge de la *détermination des champignons, insectes et de tous autres échantillons d'histoire naturelle* apportés aux séances par ses membres. Ces déterminations ont lieu pendant la demi-heure qui précède l'ouverture de chaque séance.

Les Membres de la Société peuvent faire insérer les *demandes d'échange d'échantillons d'Histoire naturelle* sur la carte de convocation aux séances, dans la mesure de la place disponible.

Les auteurs des mémoires insérés dans les *Annales* ont droit à *cent exemplaires*, tirés à part, entièrement gratuits.

Pour être membre de la Société, il suffit d'être présenté par deux membres et de payer une cotisation annuelle de 10 francs. Pour les demandes d'admission, écrire au Président ou au Secrétaire de la Société Linnéenne, 2, place Sathonay, à Lyon, ou s'adresser à tout autre membre de la Société.

Lyon. — Imp. A. Rey, 4, rue Gentil. — 57108