



Photo. Pierre Petit

Helio. Schutzenberger Paris

GASTON BONNIER
1853 - 1922

NOTICE
SUR LA VIE ET LES TRAVAUX
DE
GASTON BONNIER

LUE DANS LA SÉANCE DU 12 NOVEMBRE 1923

PAR

M. MARIN MOLLIARD

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Bonnier (Gaston-Eugène-Marie), né à Paris le 9 avril 1853, décédé à Paris le 30 décembre 1922, faisait partie de l'Académie des Sciences depuis le 8 mars 1897; il a joué dans l'histoire de la Botanique moderne, tant par ses travaux personnels que par l'influence qu'il a exercée sur beaucoup de chercheurs, un rôle des plus importants; pour celui qui fut son élève et qui, pendant 30 ans, a vécu à ses côtés sans que jamais le moindre nuage vînt assombrir une étroite amitié, c'est un douloureux et pieux devoir que de tenter de retracer ce qu'il a été comme homme et comme savant.

Si nous cherchions dans les ascendants de Gaston Bonnier quelque cause héréditaire pour expliquer comment il fut attiré par les études

botaniques, nous serions complètement déçus; ni du côté paternel ni du côté maternel, nous ne pouvons découvrir un ascendant dont le genre de vie ou la tournure d'esprit ait quelque rapport avec le goût des sciences biologiques.

Les Bonnier de Layens, d'où descend Gaston Bonnier, constituaient, avec leurs cousins Bonnier d'Hennequin, une des plus vieilles familles lilloises de manufacturiers en tissage; longtemps le fil Bonnier fut parmi les plus réputés. Le grand-père de notre confrère, qui avait épousé sa cousine Félicité de Fauconprêt, sœur du traducteur de Walter Scott, était adjoint au maire de Lille en 1792 et c'est alors qu'il démocratisa son nom, en le réduisant à celui de Bonnier; il eut de nombreux enfants dont le dernier, Édouard, naquit en 1811 dans la séculaire maison de famille de la rue des Canonnières; il s'agit du père de Gaston Bonnier; Édouard Bonnier se consacra aux études juridiques et fut nommé, jeune encore, professeur à la Faculté de Droit de Paris; il vint alors habiter avec sa vieille mère rue Lhomond, au coin de la rue Rataud, près de son beau-frère Defauconprêt, fournisseur du collège Rollin. Il s'occupa surtout de droit criminel, et son *Traité des preuves* fait encore autorité; c'était un ami de Montalembert avec qui il était en correspondance suivie; il écrivit une brochure véhémente en réponse aux *Paroles d'un croyant*, de Lamennais, et une autre sur Abélard et Saint-Bernard. A plusieurs reprises, il collabora à la *Gazette de France* et ses convictions orléanistes étaient aussi ardentes que les aspirations républicaines de son maître Ortolan, ce qui ne l'empêcha pas de devenir son gendre en 1844 et ce qui n'altéra à aucun moment la parfaite entente entre les deux familles.

Les Ortolan, d'origine italienne, étaient fixés dans le Var, à Seillans, au pied des Maures, depuis le début du xvii^e siècle; on voit encore à Seillans leur maison paternelle, dont M^{me} Gaston Bonnier possède la vieille porte du xvi^e siècle. A l'époque de la Révolution, un Ortolan était inspecteur des Moulins royaux à Seillans et dirigeait avec son dernier fils l'exploitation de ses terres; l'aîné était Commissaire aux Armées de la République (Département de l'Orne), le second prin-

cipal au collège de Grasse; l'une des filles de ce dernier fut la belle-mère de la sœur du poète Jean Aicard, à qui Gaston Bonnier fut lié toute sa vie de la plus vive amitié; le fils cadet fut le contre-amiral Théodore Ortolan, qui rédigea un code maritime très apprécié.

C'est l'aîné de ces enfants, Joseph-Elzéar Ortolan, juriste éminent, professeur à la Faculté de Droit de Paris, qui fut le grand-père de Gaston Bonnier. Il manifesta, en 1848, son profond attachement aux idées démocratiques et c'est autant au républicain qu'au professeur que ses élèves érigèrent à sa mort (1873) le buste qui domine le tombeau de famille où vient de le rejoindre son petit-fils. Les études de droit, la politique n'ont pas encore suffi à absorber toute l'activité d'Ortolan qui s'adonna aussi à la poésie; il composa *Les Enfantines* et un autre recueil resté inédit : *Les Juvéniles*.

De son mariage avec M^{lle} Camille Defrêne de Montonnerre, originaire de l'Île-Bourbon, Joseph-Elzéar Ortolan eut un fils qui fut Prix de Rome de musique et mourut ministre plénipotentiaire, et une fille qui épousa Édouard Bonnier; de ce mariage enfin naquirent deux enfants : Elzéar (1848-1916) qui devait devenir docteur en droit et homme de lettres, et Gaston (1853-1922).

Au début, le ménage Bonnier habita rue de Madame, mais bientôt il vint s'installer à la Faculté de Droit que M^{me} Bonnier-Ortolan ne quitta qu'en 1879, à la mort de son mari; c'est donc à l'École de Droit que s'écoula toute l'enfance et la jeunesse de Gaston Bonnier, en compagnie de son frère, de leur ami Pellat, petit-fils du doyen de la Faculté, qu'il devait plus tard retrouver comme collègue à la Sorbonne, et des jeunes Wilhelm. Notre confrère aimait à évoquer ces premières années et à parler des promenades faites en compagnie de son camarade Pellat aux environs immédiats de Paris, dans l'ancien port de Bercy, au fort de Clamart, et c'est peut-être là l'origine du goût qu'il devait prendre pour l'étude de la nature et en particulier pour la Botanique, alors que tous les exemples qu'il avait autour de lui semblaient le préparer à suivre la carrière juridique ou tout au moins celle des lettres. A l'École de Droit ce n'était qu'expériences de phy-

sique et de chimie, plus ou moins dangereuses, car les jeunes néophytes n'étaient pas très avertis sur les conditions dans lesquelles ils organisaient ces essais un peu prématurés.

Gaston Bonnier fit ses premières études au collège Rollin, situé alors rue Lhomond, à l'emplacement actuel de l'École municipale de Physique et de Chimie, sous la direction de son oncle Defauconprêt; puis il devint élève du lycée Henri IV, où il eut pour camarades les futurs normaliens Boutroux et Émile Picard; c'est dans cette maison qu'en 1870, dans l'année qu'avant la Grande Guerre on appelait l'Année Terrible, il se préparait à l'École Normale supérieure; la guerre le surprit chez un oncle à Toulon; il se rendit à Grenoble et s'enrôla comme artilleur.

Dans un discours qu'il prononça le 10 octobre 1918 à la distribution des prix du lycée Henri IV et où il fait l'historique de la Montagne Sainte-Geneviève, au sommet de laquelle se déroula toute son existence, Gaston Bonnier rappelle les journées tragiques de la Commune et en note un détail pittoresque qui touche directement les siens: « A la fin de la Commune, dit-il, lorsque les Versaillais sont déjà entrés dans Paris, c'est au Panthéon que s'établit le quartier général de l'insurrection, et c'est sur les marches du Panthéon qu'est fusillé Millières ainsi que d'autres chefs de la Commune; les colonnes et les murs du monument portent encore aujourd'hui les traces de la lutte suprême qui s'était engagée alors. Quelques heures auparavant, un émissaire à cheval envoyé par Raoul Rigault avait apporté l'ordre de saisir comme otages les trois professeurs de la Faculté qui l'avaient jadis refusé à son examen de licence; c'étaient le doyen Pellat, grand-père de notre camarade, et les deux professeurs Ortolan et Bonnier, mon grand-père et mon père. Il arriva trop tard pour que cet ordre pût être exécuté. »

Après la guerre, Gaston Bonnier passa une année presque entière dans un chalet des Alpes dauphinoises, à 1750^m d'altitude, avec son cousin Georges de Layens, l'un des maîtres de l'apiculture française, qui y expérimentait la ruche à cadres de son invention, très connue de

tous les éleveurs d'abeilles; ce séjour a eu certainement sur l'orientation définitive de Gaston Bonnier une influence marquée; le sujet de son premier travail sur les nectaires, l'étude qu'il devait faire plus tard de l'influence du climat des montagnes sur la structure des végétaux trouvent de toute évidence leur point de départ dans cette longue contemplation de la nature alpine en compagnie de celui qui devait devenir son collaborateur. C'est ainsi qu'au milieu de la flore des Alpes, au pied des glaciers des Grands Ravins, Gaston Bonnier se prépara à la fois à l'École Polytechnique et à l'École Normale supérieure; il entra dans cette dernière en 1873, en même temps que M. Appell qui allait devenir son ami et qu'il retrouva plus tard comme collègue, doyen, puis recteur; il choisit la seule section des sciences expérimentales qui fût alors établie et se prépara au concours de l'agrégation des sciences physiques et naturelles.

C'était en effet à l'époque où il n'existait pas encore d'enseignement autonome des sciences naturelles dans les lycées et, par suite, pas d'agrégation correspondante; aussi ne faut-il pas s'étonner que le nombre de naturalistes qui soient sortis de l'École Normale sous ce régime ait été assez limité; mais il faut reconnaître, d'autre part, que la forte éducation mathématique et physique qu'ils avaient reçue constituait une excellente préparation à l'étude des sciences biologiques; cela avait été le cas d'Edmond Perrier, de Van Tieghem, de Giard, de Dastre; ce fut aussi celui de Gaston Bonnier, qui orienta de suite ses recherches vers la physiologie.

Reçu premier agrégé en 1876, Gaston Bonnier devait rester attaché à l'École Normale jusqu'en 1887; il y fut tout d'abord nommé agrégé-préparateur, fonction dont la création est due à Pasteur, désireux d'assurer à un certain nombre de jeunes normaliens les moyens de poursuivre les recherches de laboratoire auxquelles ils voulaient se consacrer; chargé de conférences en 1877, il était nommé Maître de conférences en 1879; c'est à cette époque que fut établie l'agrégation des Sciences naturelles, et c'est de la préparation à ce concours que Gaston Bonnier fut chargé en ce qui concerne la Botanique. Il fut

amené par le fait de cette création importante pour le développement ultérieur des études biologiques en France à faire preuve de suite des qualités d'activité et d'organisation dont il devait donner tant de marques au cours de sa carrière; c'est surtout à lui qu'est due l'installation à l'École Normale de nouveaux laboratoires dans un immeuble bordant la rue Rataud et auquel attenait un terrain qui a rendu les plus grands services pour les recherches de biologie; il s'en faut que l'immeuble de ces laboratoires soit très luxueux; tels qu'ils sont ils se trouvent encore mieux adaptés à leur objet que bien d'autres et en particulier que ceux qui ont été installés dans la nouvelle Sorbonne; tous les anciens élèves de l'École Normale se rappellent le caractère pittoresque de cette annexe, connue par eux sous le nom de « la Nature »; le sort de cette installation, qui devait d'ailleurs n'avoir qu'un caractère provisoire, est quelque peu menacé à l'heure actuelle à la fois par la vétusté de la construction et par des projets d'agrandissement de l'École; je forme le vœu qu'on maintienne, lors de l'édification de nouveaux laboratoires, la disposition générale qui la caractérisait.

C'est dans ce coin tranquille du vieux quartier Lhomond que Gaston Bonnier réalisa ses premiers travaux, et tout d'abord celui qui devait en 1879 lui servir de thèse de doctorat, qui est relatif aux nectaires et qui lui a valu le prix de Physiologie expérimentale à l'Académie des Sciences. Les faits qu'avait observés Gaston Bonnier lors de son premier séjour important au milieu de la nature, aux côtés de son cousin de Layens, étaient restés gravés dans son esprit et c'est en pensant aux abeilles et aux fleurs qu'elles butinent qu'il fut amené à étudier d'une manière plus précise qu'il n'avait été fait jusqu'alors les organes producteurs du nectar; il les considéra successivement aux deux points de vue anatomique et physiologique. En ce qui concerne leur origine morphologique, l'auteur montre qu'elle est essentiellement variable et qu'il est impossible de formuler une définition précise; les choses se modifient non seulement dans une même famille ou un même genre, mais parfois à l'intérieur d'une espèce; l'unique caractère commun de

ces formations est un caractère chimique, consistant en une accumulation de substances sucrées et en particulier de saccharose. Dans la partie physiologique de son travail, la plus importante, Gaston Bonnier apporte des résultats nouveaux qui l'amènent à réagir contre les idées finalistes qui prédominaient alors, concernant les rapports existant entre les fleurs et les insectes; ce travail a été analysé et jugé avec beaucoup de soin par H. Milne-Edwards, et je ne crois pas pouvoir mieux faire que de reproduire les passages essentiels de son rapport :

« Les principales expériences de M. Bonnier sont relatives, les unes à l'étude des nectaires considérés sous le rapport téléologique, les autres aux fonctions de ces parties dans l'économie de la plante qui en est pourvue.

» Vers la fin du siècle dernier, Conrad Sprengel regarda les nectaires comme étant des organes excréteurs servant à débarrasser les plantes de certaines matières inutiles ou même nuisibles, et destinés principalement à préparer pour le service des insectes les sucres mielleux dont ces insectes se nourrissent. Le rôle accompli par les insectes comme transporteurs du pollen de fleurs mâles aux fleurs femelles de certaines plantes dioïques avait conduit aussi quelques auteurs à penser que les abeilles et les bourdons, attirés dans l'intérieur des fleurs nectarifères par le sucre excrété de la sorte, pouvaient exercer sur la fécondation de celles-ci une influence analogue. Enfin, des expériences faites récemment par M. Darwin et par quelques autres naturalistes sur les effets des fécondations croisées comparés à ceux produits par la fécondation directe ou autofécondation des fleurs hermaphrodites ont servi de base à une autre série de vues théoriques relatives au perfectionnement de ces fleurs par voie d'adaptation. Dans cet ordre d'idées, la coloration vive des fleurs serait avantageuse aux plantes, parce qu'elle servirait à attirer les insectes avides de sucre et que les fécondations croisées opérées par ces visiteurs auraient pour résultat le développement progressif des propriétés particulières aux individus dont la propagation aurait été favorisée de la sorte.

» Depuis quelques années, on a beaucoup disserté sur des questions

de ce genre. M. Bonnier a trouvé utile de les aborder d'une autre manière, de les traiter expérimentalement et d'examiner, par exemple, si en réalité la couleur des fleurs guide les insectes dans la recherche du nectar.

» Pour résoudre cette question, M. Bonnier a opéré sur des abeilles vivant à la campagne en pleine liberté et dans des conditions complètement normales; il a placé, à proximité de leurs ruches, une série de petites pièces de la même étoffe, de même grandeur et également enduites d'une même matière sucrée, mais de couleurs différentes, et, au moyen de pesées précises, il a constaté qu'il n'y avait aucune relation entre ces différences de coloration et les quantités de sucre enlevées. L'hypothèse de l'adaptation chromatique des fleurs en rapport avec l'emploi que les insectes font de leurs sucs et avec les effets produits par les fécondations croisées ne paraît donc avoir aucune base et rentre dans la catégorie des simples vues de l'esprit, dont, en général, la science ne tire que peu de profit.

» D'autres expériences ont permis à M. Bonnier de constater que le mode de transformation des fleurs est également sans influence sur l'attrait de celles-ci pour les insectes. Enfin, il est maintenant bien démontré que ces animaux profitent du sucre excrété par un nectaire comme l'homme profite du sucre accumulé dans la racine d'une betterave, sans que, dans l'un ou l'autre de ces appareils physiologiques, le travail accompli par le végétal soit déterminé par l'emploi que les êtres animés peuvent faire de leurs produits. »

Gaston Bonnier devait, à plus d'une reprise, revenir sur cette question de la sécrétion de liquides sucrés par les végétaux et sur la signification des rapports qui existent entre les fleurs et les insectes; dès le début de son activité scientifique, il est ainsi amené à prendre une position très nette entre les explications à la fois anthropomorphiques et finalistes consistant à admettre une attirance des insectes par les organes colorés des fleurs, en vue de réaliser une fécondation croisée, et la manière de voir consistant à admettre qu'on est simplement en présence de phénomènes indépendants les uns des autres,

n'entraînant en particulier aucune adaptation ni pour le végétal ni pour l'animal; expérimentateur, ses préférences le portent vers les idées lamarckiennes plutôt que vers celles de Darwin. Dans ce même ordre de recherches, Gaston Bonnier étudia plus tard la production d'une miellée végétale, indépendante de toute intervention de pucerons, et montra quelles sont les conditions atmosphériques qui la favorisent.

Parmi les autres travaux qu'il devait mener à bien à l'École Normale, une place importante revient à ceux qu'il effectua en collaboration avec notre confrère L. Mangin, alors professeur au lycée Louis-le-Grand; il s'agit de l'étude des échanges gazeux qui se produisent entre les végétaux et l'atmosphère et qui sont dus à l'ensemble du phénomène respiratoire et de l'assimilation du gaz carbonique de l'air; la respiration se produisant d'une façon constante alors que la fonction chlorophyllienne n'a lieu qu'à la lumière, les échanges gazeux qu'on constate pendant le jour se trouvent être la résultante de deux phénomènes inverses quant à la nature de ces échanges et le problème se posait de déterminer d'une manière quantitative le phénomène chlorophyllien considéré isolément; les auteurs ont apporté une solution complète à cet important problème par une série de travaux dont les premiers ont tout naturellement consisté à étudier les variations du phénomène respiratoire sur l'influence des différents facteurs, en s'adressant soit à des plantes dépourvues de chlorophylle, soit à des plantes vertes maintenues à l'obscurité.

Considérant tout d'abord les échanges d'oxygène et de gaz carbonique présentés par les champignons, les auteurs en ont effectué la mesure, tantôt en atmosphère confinée, avec analyse volumétrique des gaz, tantôt en atmosphère renouvelée, avec analyse du gaz carbonique par des liqueurs titrées; ils ont, à cette occasion, modifié très heureusement un appareil eudiométrique à tube capillaire imaginé par Leclerc et qui permet de réaliser rapidement des analyses de mélanges d'azote, d'oxygène et de gaz carbonique, sans avoir à effectuer de corrections relatives à la température et à la pression atmosphérique, et en n'ayant besoin que de très faibles volumes de l'atmosphère à analyser; sous

cette forme, l'appareil est utilisé constamment dans les laboratoires de Physiologie végétale. Les principales conclusions de ce travail portent sur l'intensité du phénomène étudié et sur la valeur du rapport des volumes de gaz carbonique et d'oxygène échangés, rapport connu sous le nom de quotient respiratoire. Les auteurs ont constaté que l'intensité de la respiration augmente avec le degré hygrométrique de l'air et surtout avec la température; mais le résultat le plus inattendu qui fut obtenu au cours de ces recherches est relatif à l'action de la lumière qui s'est montrée retardatrice de la fonction respiratoire; les diverses radiations n'interviennent d'ailleurs pas de la même manière, et ce sont les moins réfrangibles qui sont à cet égard les plus efficaces. Quant au quotient respiratoire, qui renseigne évidemment sur la nature des phénomènes d'oxydation qui se produisent dans le végétal et qui est le plus souvent inférieur à l'unité, il peut varier d'une espèce à l'autre; mais, pour une même espèce, il reste constant quelles que soient les conditions de milieu qui se trouvent réalisées; ni la température ni la lumière n'ont en particulier d'action sur sa valeur.

Ces recherches, qui ont valu à leurs auteurs l'attribution du prix Desmazières (1883), ont été suivies de l'étude de la respiration chez les plantes supérieures dépourvues de chlorophylle (végétaux parasites, graines en voie de germination, rhizomes, plantes étiolées) ou chez des plantes vertes maintenues à l'obscurité; les résultats obtenus se trouvent entièrement comparables à ceux qui concernent les champignons et, en ce qui a trait plus spécialement au quotient respiratoire, il a été constaté que celui-ci n'est constant, chez une espèce donnée, que pour un état déterminé du développement; il apparaît comme étant fonction de la composition chimique du végétal au moment où on le considère.

En présence de ces données, MM. Gaston Bonnier et L. Mangin pouvaient aborder le problème qu'ils s'étaient proposé de résoudre, celui de la mesure des échanges gazeux dus à la seule fonction chlorophyllienne. Plusieurs méthodes furent employées pour séparer les échanges gazeux respiratoires et chlorophylliens, méthodes de nature

très différente et qui assurent aux résultats obtenus, parfaitement concordants, une grande sécurité. L'une d'elles consiste à mesurer les échanges gazeux qui s'effectuent à l'obscurité et à effectuer une correction correspondant aux échanges résultants qui ont lieu à la lumière, après avoir eu soin de tenir compte de l'action retardatrice de la lumière sur la respiration. Une seconde manière d'opérer utilise le fait, mis en évidence par Claude Bernard, de l'action inhibitrice qu'exercent les anesthésiques sur la fonction chlorophyllienne, sans que la respiration se trouve altérée; enfin, la comparaison des échanges gazeux qui se produisent à la lumière à partir de deux plantes semblables, dans de l'air ordinaire, en présence ou non d'une solution de baryte, constitue encore un moyen d'évaluer tout au moins le quotient des gaz absorbé et dégagé dans le phénomène chlorophyllien. Les résultats, devenus de suite classiques, de ces belles recherches, ont été vérifiés depuis par un grand nombre de savants français et étrangers, et les modifications qui ont pu être apportées aux conclusions qu'ont formulées les auteurs portent sur des points de détail.

Gaston Bonnier a appliqué à un groupe particulier de plantes vertes les méthodes de mesure dont il vient d'être question; Mitten et Decaisne avaient découvert par des recherches morphologiques le parasitisme de certaines plantes phanérogames pourvues de chlorophylle, spécialement de plusieurs Scrofulariées; notre confrère a mis en évidence, par la mesure des échanges gazeux qui caractérisent ces plantes à la lumière, tous les degrés entre une assimilation d'intensité normale (*Melampyrum*) et une assimilation suffisamment réduite pour que ce soient les échanges respiratoires qui l'emportent à la lumière sur les échanges chlorophylliens (*Euphrasia*, *Bartsia*).

C'est encore à un problème physiologique d'ordre général, mais de nature toute différente, que Gaston Bonnier s'adressa dans les travaux qu'il effectua en collaboration avec Van Tieghem, dont il devenait le gendre en 1880; il s'agit de la question de la vie latente et de la vie ralentie, qui a donné lieu à des discussions si nombreuses et qui n'ont pas encore pris fin. Un organe peut-il dans certaines conditions ne

présenter, pendant un temps plus ou moins long, aucune des manifestations qui caractérisent la vie et reprendre ensuite son développement, ou bien est-il simplement susceptible de subir une réduction considérable des échanges qui caractérisent la vie? L'une de ces manifestations vitales, la plus facile à saisir, consiste dans l'existence des phénomènes respiratoires, et c'est à ce critérium que se sont adressés Van Tieghem et Gaston Bonnier, en opérant sur des graines. Ils ont montré que ces organes, abandonnés dans des vases clos, en présence d'air, modifiaient lentement, mais modifiaient la composition de l'atmosphère dans laquelle ils se trouvaient placés; de l'oxygène était absorbé, du gaz carbonique était dégagé; ces graines étaient d'ailleurs capables de germer ultérieurement. Il n'en était plus de même de graines de la même espèce conservées dans un flacon rempli de gaz carbonique pur; l'oxygène apparaissait donc nécessaire au maintien de la vie et les auteurs furent amenés à conclure qu'il s'agissait, pour les graines étudiées, dans les conditions de l'expérience, d'une vie ralentie et non d'une vie complètement suspendue. Des expériences faites ultérieurement par certains auteurs, et qui ont porté, non plus sur des graines présentant un état normal de dessiccation, mais sur des semences artificiellement privées de toute leur eau, ont posé la question de savoir si la vie latente ne pouvait pas être réalisée dans ce cas spécial; la réponse à cette question ne sera définitive que le jour où il sera établi qu'une graine peut être ainsi conservée pendant un temps très long sans perdre sa faculté germinative; si celle-ci vient à disparaître plus ou moins rapidement, et même si aucun échange gazeux n'a été constaté, il faudra bien conclure que quelque changement physique ou chimique s'est opéré, changement qui ne pourra être que le résultat d'une manifestation vitale.

Une autre étude d'intérêt très général est celle que Gaston Bonnier a entreprise relativement à la chaleur dégagée par les végétaux; notre confrère a apporté d'intéressantes données sur ce sujet et ce sont à peu près les seules que nous possédions encore aujourd'hui sur la question. Ce qu'on savait depuis longtemps, c'est qu'il existait des différences

de température entre les plantes et le milieu extérieur; mais rien ne permettait de se faire une idée des quantités de chaleur qui les déterminaient. Gaston Bonnier a appliqué la méthode calorimétrique à l'évaluation du nombre de calories que dégage une plante aux divers états de son développement; les résultats de ces expériences ont montré que les quantités de chaleur dégagée par un même poids de tissu vivant varient dans une large mesure au cours de l'évolution individuelle d'un végétal; il apparaît en particulier deux maxima qui correspondent aux phases de la germination et de la floraison, c'est-à-dire aux époques où les réserves sont abondamment utilisées. Comparant d'autre part les quantités de chaleur ainsi dégagée à celles qui correspondent au phénomène respiratoire évalué par le gaz carbonique produit, Gaston Bonnier montre qu'au début de la germination la chaleur de combustion du sucre utilisé pour produire cette quantité de gaz carbonique est inférieure à celle qui apparaît dans le calorimètre; c'est qu'il se produit à ce moment d'autres phénomènes exothermiques, tels que ceux qui correspondent à l'imbibition des tissus de la graine et à l'hydrolyse des matières de réserve; c'est l'inverse qui se produit plus tard, en particulier lorsqu'il se forme des réserves dans le fruit.

L'activité de Gaston Bonnier fut telle, lors de son séjour à l'École Normale, que les travaux dont je viens de retracer les grandes lignes ne suffirent pas à la satisfaire; sans parler des ouvrages de vulgarisation qu'il publia à cette époque et sur lesquels je reviendrai tout à l'heure, il est encore une série de recherches importantes qu'il mena à bien; il s'agit de celles qui sont relatives à la synthèse des Lichens. Ces végétaux, regardés d'abord comme autonomes, ont été considérés ensuite par plusieurs auteurs comme résultant de l'association de deux êtres différents, une Algue et un Champignon; cette manière de voir a été confirmée par la méthode analytique et l'on a réussi à séparer les deux êtres associés, isolant les gonidies, c'est-à-dire les cellules vertes de l'Algue, des hyphes incolores correspondant au Champignon. Mais la synthèse des Lichens dans un milieu privé de germes n'avait jamais été réalisée et certains botanistes s'autorisaient

de cet insuccès pour mettre en doute la nature complexe de ces végétaux inférieurs ; c'est cette association expérimentale que Gaston Bonnier put déterminer, et il n'y a pas lieu de s'étonner qu'elle ait été conçue à l'époque et dans la maison où se déroulait l'épopée pastorale. Le travail de Gaston Bonnier sur les Lichens a été récompensé par l'attribution du prix Montagne en 1886, et rien ne peut en donner une meilleure idée que le rapport rédigé à cette occasion par le docteur Bornet, qui s'exprime ainsi :

« Depuis que M. Schwendener enseigna, il y a une vingtaine d'années, que les Lichens sont composés d'un Champignon et d'une Algue, cette question a été étudiée à des points de vue très divers qui, tous, ont conduit à mettre hors de doute la réalité de cette double nature. Il fut d'abord établi, par de nombreux exemples, que toutes les gonidies connues rentrent dans un genre d'Algue.

» Si l'on extrait ces gonidies de la fronde du Lichen, ainsi que l'ont pratiqué MM. Famintzine, Baranetzki, Woronine, etc., elles végètent et se reproduisent indéfiniment à la manière des Algues pures. Les examine-t-on dans le thalle même, on constate que le tissu fongique et les gonidies se multiplient chacun suivant sa propre loi, sans qu'on voie jamais un des deux éléments donner naissance à l'autre, et l'on reconnaît que les rapports anatomiques qui existent entre eux sont de simples relations de contact. D'autre part, quand on sème isolément des spores de Lichen, elles germent aisément, se développent pendant quelque temps, puis périssent sans produire ni gonidies, ni thalle, à moins que, à l'exemple de M. Möller, on ne les place dans un milieu nutritif qui leur fournisse des aliments équivalents à ceux qu'elles reçoivent normalement des gonidies. Dans ce cas, un thalle parfait peut se former sans Algue. Afin de compléter cet ensemble de preuves, divers observateurs (MM. Rees, Bornet, Treub, etc.) ont essayé de produire des Lichens par synthèse. Les premiers essais ne réussirent qu'en partie ; ceux de M. Stahl donnèrent seuls un résultat complet. En effet, pour deux espèces sur trois qu'il mit en expérience, il obtint, au bout de quelques mois, des Lichens adultes et fructifiés.

» Cette démonstration, si décisive qu'elle soit, ne s'appliquant qu'à

des plantes d'une même tribu et d'une organisation particulière, devait gagner encore à être étendue à un plus grand nombre de Lichens, à des espèces appartenant à des groupes plus relevés et plus variés. Il importait, en outre, de prendre les précautions nécessaires pour rendre impossibles les chances d'ensemencement par l'air extérieur pendant la durée de la culture, d'opérer enfin la synthèse artificielle dans des conditions telles que la critique la plus exigeante ne pût avoir prise sur elle. M. Bonnier s'est efforcé de réaliser cette synthèse rigoureuse, et, après plusieurs années de recherches et de tâtonnements, il a réussi à obtenir des Lichens parfaits, dans un milieu privé de germes, à l'aide de spores pures et d'algues ne provenant pas immédiatement d'une association lichénique.

» A cet effet, l'auteur a employé soit des flacons Pasteur, soit des flacons stérilisés où l'air, passant à travers du coton roussi, était constamment renouvelé. L'algue et les spores étaient déposées sur le substratum, fragment de roche ou d'écorce, préféré par le Lichen à l'état naturel. S'il s'agissait d'étudier les développements du thalle, les semis étaient faits dans des cellules à cultures closes et stérilisées, à l'intérieur desquelles pouvait circuler un courant d'air privé de germes. Les expériences ont été installées, les unes à Paris, les autres dans les Pyrénées où les résultats ont été meilleurs et plus rapides.

» Grâce à ces dispositions, l'auteur a élevé plusieurs espèces de Lichen depuis la spore jusqu'à la fructification; il a pu suivre sur une même plante les états successifs de la formation du thalle; il a étudié la manière dont se comportent les hyphes lorsqu'on remplace dans le semis les Algues qui fournissent les gonidies normales par des plantes appartenant à d'autres familles. C'est ainsi qu'en semant des spores de Lichens sur des protonémas de Mousses, il a vu les filaments germinatifs du Lichen entourer la Mousse d'un réseau tout semblable à celui que les *Cœnogonium* forment à la surface des *Trentepohlia*. Toutefois, cette association n'a pas d'avenir; elle permet seulement aux filaments du Lichen de vivre et se mieux développer que s'ils rampaient à la surface d'un corps inerte, et d'attendre ainsi que des Algues favorables arrivent à leur contact.

» La méthode de culture inaugurée par M. Bonnier n'est pas seulement précieuse par les faits dès maintenant établis; elle l'est encore parce qu'elle donne l'espoir de résoudre des problèmes intéressants, celui, par exemple, de la fixité de l'espèce d'Algue dans la composition d'un Lichen déterminé, celui encore de la production des conidies, si fréquentes chez les Champignons, si peu connues encore chez les Lichens. »

Les dix années que Gaston Bonnier passa à l'École Normale se trouvent ainsi marquées par une série de travaux de première importance et il ne faut pas s'étonner qu'en 1887 la chaire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris, devenue vacante par la mise à la retraite de Duchartre, ait été attribuée au brillant botaniste qui n'avait encore que 34 ans et avait déjà fait preuve de si grandes qualités de professeur et de savant; cette chaire, il devait l'occuper jusqu'à sa mort, pendant une longue période de 35 ans.

A l'époque où Gaston Bonnier arrivait à la Faculté des Sciences, le laboratoire de Botanique était situé dans une de ces vieilles maisons de la rue Saint-Jacques qui avaient été incorporées à la Sorbonne; si l'installation ne manquait pas d'un certain pittoresque, il faut avouer qu'elle était assez mal adaptée aux études de biologie; le laboratoire n'avait pas en particulier à sa disposition la moindre parcelle de terrain et, sous ce rapport, Gaston Bonnier trouvait à la Sorbonne des moyens de travail très inférieurs à ceux qu'il avait su réaliser à l'École Normale; sans tarder, il conçut la création d'un laboratoire annexe où il fût possible de vivre au milieu de la nature et de se livrer dans le calme à des études biologiques impliquant des observations sur le vif, des cultures, des expériences; ce rêve, qui a pris naissance en 1887, l'activité de Gaston Bonnier a permis qu'il devînt une réalité deux ans après, sous la forme du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, situé à la lisière de la forêt; pour celui qui est un peu initié aux affaires administratives et à leurs sages lenteurs, qu'en ce court laps de temps Gaston Bonnier ait pu obtenir l'assentiment à son projet de trois Ministères: celui de l'Instruction publique, puisqu'il s'agissait d'une annexe à un laboratoire d'Enseignement supérieur; celui de

l'Agriculture, puisqu'il fallait obtenir la cession d'une parcelle de terrain faisant partie de la forêt; celui des Finances, puisqu'en définitive il y avait un crédit à obtenir, que les plans aient pu être établis et qu'enfin le laboratoire ait pu être édifié et prêt à fonctionner, cela tient vraiment du prodige; mais le fait s'explique à la réflexion par l'ardeur que mettait Gaston Bonnier à faire aboutir ce qu'il croyait utile, par la profonde conviction qui l'animait et qu'il savait communiquer aux autres, et, nous devons aussi le rappeler, par les appuis qu'il trouva, pour la réalisation de son projet si séduisant, auprès de Liard, alors directeur de l'Enseignement supérieur, de M. Tisserand, directeur de l'Agriculture, et de M. Daubrée, directeur des Forêts.

En 1890, le laboratoire était inauguré par le Président Carnot et ouvert aux travailleurs. Mais il manquait encore quelque chose d'assez important pour assurer le fonctionnement de ce laboratoire, car aucun crédit ne lui était encore affecté; dans quelles conditions cette lacune se trouva comblée, Gaston Bonnier nous l'a raconté lui-même en des termes que je m'en voudrais de paraphraser :

« Au bout de trois ans de cette existence précaire, je me demandai si quelqu'un d'autorisé ne pourrait pas un jour venir visiter notre installation et voir comment on y travaillait. Je m'adressai pour cela à la fin de la saison, le 11 octobre 1892, à un haut fonctionnaire du Ministère de l'Instruction publique connu par l'intérêt qu'il porte à toutes les recherches scientifiques. Il me fut répondu que, certainement, un jour ou l'autre, mais de préférence le matin, par un beau temps du commencement de l'été, cette visite serait faite.

» Le lendemain, 12 octobre, à quatre heures du soir, par une pluie diluvienne, ce haut fonctionnaire entra dans le laboratoire; il y avait à ce moment une douzaine de travailleurs occupés de leurs recherches, soit dans le bâtiment principal, soit dans la petite serre qui servait alors de trop-plein aux chercheurs. Tout fut visité minutieusement, et au milieu des ronces et des troënes déjà colorés par l'automne, toujours sous la pluie battante, l'éminent visiteur, guidé par moi, fit le tour de l'enclos. En terminant cette humide visite, il s'arrêta près du portail

et me dit : « Je suis, je l'avoue, un peu étonné, mais très content de ce » que je viens de voir ». Le jour suivant, je recevais une lettre du Ministère m'informant qu'un crédit spécial était ouvert au laboratoire. Car vous avez déjà compris que ce haut fonctionnaire n'était autre que M. Liard, et que c'est de sa venue, en cette mémorable journée, que date l'existence réelle du laboratoire de Fontainebleau. »

Si je devais faire l'histoire complète des travaux qui ont été réalisés dans ce cadre silencieux, loin des occupations multiples et des distractions de la ville, je serais amené à parler des progrès de la Botanique au cours de ces trente dernières années dans les domaines les plus variés, mais surtout dans la voie physiologique ; il faudrait parcourir la plupart des mémoires insérés dans la *Revue générale de Botanique*, périodique fondé par Gaston Bonnier en même temps que le laboratoire de Fontainebleau ; on verrait ainsi quelle a été l'activité de cette station, où sont venus travailler tant de botanistes français et étrangers, et où s'est en particulier développé un nouveau et important chapitre de la Science, celui de la Morphologie expérimentale.

Ce chapitre a été ouvert par Gaston Bonnier lui-même, et, malgré l'importance de ses travaux antérieurs, je crois que l'avenir considérera comme son œuvre principale celle à laquelle il s'est consacré à la Sorbonne et qui se rapporte à l'influence des diverses conditions climatériques sur les caractères extérieurs et la structure anatomique des végétaux supérieurs. Gaston Bonnier avait été frappé, comme tant d'autres avant lui, lors de son séjour dans les montagnes, de l'allure spéciale des plantes qui y croissent, mais il fut le premier à demander à l'expérience une réponse à la question de savoir si l'on n'était pas en présence d'une adaptation des végétaux aux conditions extérieures ; il chercha à vérifier l'hypothèse de Lamarck, et il devait apporter à l'appui de cette vue des arguments nombreux et particulièrement convaincants.

Gaston Bonnier se livra tout d'abord à une étude comparée de la morphologie des plantes de montagne et des plantes de plaine appartenant à la même espèce, mais en ayant soin de s'adresser, pour chaque

espèce, à un même individu initial; des fragments de celui-ci étaient cultivés, l'un à Fontainebleau, l'autre dans les Alpes ou dans les Pyrénées, à des altitudes variées, et dans le même sol. Dès la première année, on observait des différences appréciables; les végétaux étaient de taille plus petite et leurs rameaux étaient beaucoup plus rapprochés du sol dans les montagnes, les feuilles étaient plus épaisses et d'un vert plus intense; mais l'anatomie révélait des transformations encore plus considérables; les tissus protecteurs étaient plus importants, et surtout le tissu palissadique des feuilles acquérait un développement beaucoup plus considérable. Gaston Bonnier montra la relation de ces diverses modifications avec les caractères spéciaux du climat alpin: lumière plus intense, sécheresse plus grande de l'air, brusques alternances de température; il fut amené enfin à établir la relation qui existe entre ces modifications de structure et l'intensité des diverses fonctions du végétal, et en particulier de la fonction chlorophyllienne; celle-ci étant plus considérable pour une même surface foliaire dans la montagne que dans la plaine, on comprend comment, dans un temps sensiblement plus court, les végétaux des régions alpines puissent fabriquer les réserves qui leur sont nécessaires.

Gaston Bonnier établit donc d'une manière définitive que les plantes alpines ne sont pas des êtres prédestinés à vivre dans les montagnes, mais que c'est le climat des montagnes qui a déterminé leurs caractères spéciaux; il effectua une démonstration semblable pour les végétaux des régions arctiques, ce qui l'amena à mettre en évidence une plasticité singulièrement grande des plantes étudiées. Plusieurs espèces se rencontrent à la fois dans la zone alpine et dans les régions arctiques, mais l'étude anatomique d'échantillons récoltés dans nos montagnes et au Spitzberg ou à l'île Jan-Mayen révéla à Gaston Bonnier des différences considérables, se traduisant surtout, en ce qui concerne les seconds, par une épaisseur plus considérable des feuilles, la suppression du tissu palissadique et une formation beaucoup plus importante d'espaces lacunaires. Or, les climats alpin et arctique diffèrent surtout sous le rapport des conditions de lumière et d'état hygrométrique;

à mesure qu'on s'élève dans les hautes régions des Alpes l'air devient de plus en plus sec, tandis qu'à mesure qu'on atteint les latitudes de plus en plus élevées l'air devient plus humide; quant à l'éclairement, les plantes arctiques sont exposées à une lumière continue, alors que les plantes alpines sont soumises à une lumière alternativement très vive pendant le jour et nulle à minuit.

Gaston Bonnier chercha à réaliser expérimentalement une structure semblable à celles que présentent les plantes arctiques en réalisant des cultures dans une cave humide, éclairée d'une manière constante par une lampe à arc, les rayons ultraviolets étant arrêtés par des lames de verre; on comparait les plantes ainsi développées à des échantillons de même espèce qui ne recevaient la même lumière que pendant douze heures par jour. Alors que ces dernières présentaient des caractères très semblables à ceux des plantes qui se développaient dans des conditions normales à l'air libre, les échantillons soumis à l'action de la lumière continue se montraient profondément modifiés; Gaston Bonnier a pu caractériser d'un mot la structure ainsi obtenue en disant qu'on se trouve en présence d'un *étiolement vert*; la chlorophylle est très développée et souvent plus profondément que dans les conditions ordinaires, mais par contre les tissus sont beaucoup moins différenciés; c'est ainsi que l'épiderme est moins cutinisé, le sclérenchyme réduit; l'endoderme est moins distinct des cellules corticales et péricycliques voisines; certaines complications de structure, réalisées dans les plantes ordinaires, peuvent disparaître complètement à la lumière continue; c'est le cas, pour la feuille du Pin maritime, des replis si caractéristiques présentés par les cellules corticales. Avec l'Hellébore noir, on observe une modification encore plus importante; alors que la tige normale présente un cylindre central délimité par un endoderme continu, les régions vasculaires développées à la lumière continue acquièrent chacune un endoderme spécial.

Les modifications réalisées ainsi expérimentalement correspondaient bien, comme Gaston Bonnier l'avait supposé, à celles que présentaient les plantes arctiques; dans les deux cas, il s'agit d'une

moindre différenciation; mais, d'autre part, les expériences que nous venons de rapporter montrent la prudence avec laquelle il convient d'utiliser, en vue de la classification, les caractères d'ordre anatomique; elles établissent une sorte de hiérarchie de ces caractères, en montrant le degré de variabilité de chacun d'eux sous l'action immédiate du milieu.

L'influence du climat méditerranéen sur la structure des plantes a fait également l'objet de recherches de la part de Gaston Bonnier qui, là encore, a pu montrer expérimentalement l'adaptation des végétaux aux conditions qui président à leur développement. Cet ensemble de recherches présente une grande importance au point de vue des idées qu'on peut se faire de l'évolution des végétaux, il est venu fournir des arguments importants à la théorie lamarckienne et ne perd en rien de sa signification depuis des recherches plus récentes.

Il resterait encore à parler de beaucoup d'autres travaux laissés par Gaston Bonnier; je me contenterai de les rappeler brièvement, désirant seulement mettre en évidence leur extrême variété; ce sont diverses publications de géographie botanique concernant soit la France, et surtout ses régions montagneuses, soit la Scandinavie; ces dernières ont été effectuées en collaboration avec M. Flahault, et sont le résultat d'une mission scientifique dont nos confrères ont été chargés en 1878; ce sont des recherches concernant la transmission de la pression à travers les végétaux; c'est encore une étude du développement des tissus vasculaires, par laquelle l'auteur est amené à l'idée d'une double polarité fasciculaire; ce sont enfin de nombreuses notes relatives à des faits tératologiques, à des questions de systématique, qui ont un objet relativement restreint, mais auxquelles l'auteur sait toujours donner de l'intérêt.

L'œuvre de Gaston Bonnier lui a valu l'estime d'un grand nombre de corps de savants: Membre de l'Académie d'Agriculture de France, il fut nommé membre des Académies des Sciences de Vienne et de Pétersbourg; mais ce n'est pas seulement par ses travaux personnels que

son influence s'est exercée, et rarement savant sut aussi bien que Gaston Bonnier servir la science en la diffusant dans tous les milieux.

Au moment où il se livrait à ses premières herborisations aux environs de Paris, puis dans les Alpes, il n'existait, pour effectuer la détermination des plantes, que des livres qui n'offraient pas à cet égard toute la sécurité désirable; ils s'adressaient moins à des débutants qu'à des botanistes déjà familiarisés avec un grand nombre de formes, leur permettant de préciser celle qu'ils avaient à un moment donné entre les mains; tous les jeunes gens de mon époque qui ont tenté de déterminer les végétaux qu'ils récoltaient dans leurs promenades se sont heurtés aux mêmes difficultés, et c'est vraisemblablement parce que Gaston Bonnier les avait lui-même éprouvées qu'il eut l'idée de composer, à l'usage des débutants dans la botanique rurale, des flores plus faciles à consulter et amenant avec plus de certitude à une exacte détermination; il publia successivement, en collaboration avec G. de Layens, la flore du nord de la France et de la Belgique, celle des environs de Paris, puis celle de la France; des clefs nouvelles ont été composées, mais surtout il y est fait usage d'un langage plus simple et de nombreux dessins permettent à chaque instant de contrôler les caractères qui sont en jeu, empêchant ainsi de s'égarer.

Le succès de ces livres a été immense; ils ont servi de modèle à ceux que MM. Costantin et Dufour, M. Douin et M. Boistel ont publiés relativement aux Champignons, aux Mousses et aux Lichens; rien ne peut mieux favoriser le recrutement des biologistes que les facilités qui leur sont offertes, quand leur curiosité s'éveille vis-à-vis du monde vivant, touchant la détermination des êtres qu'ils rencontrent à chaque pas.

Dans les dernières années de sa vie, Gaston Bonnier conçut le plan d'une magnifique *Flore complète, illustrée en couleur, de France, Belgique et Suisse*; elle se trouve en grande partie publiée et pourra être achevée grâce au texte laissé par l'auteur; toutes les plantes y sont représentées au tiers de leur grandeur naturelle, et chacune d'elles y

est décrite complètement, ainsi que ses variétés; c'est un Ouvrage considérable qui rendra les plus grands services.

Gaston Bonnier s'est encore appliqué à vulgariser la botanique par une série de livres tels que : *l'Enchaînement des organismes*, le *Monde végétal*, ainsi que par de très nombreux articles parus dans diverses Revues; ils sont toujours caractérisés par le même style clair et attachant, et nous devons savoir gré à celui qui les a signés d'avoir ainsi contribué à répandre les découvertes de la science dans les milieux non spécialisés et à développer le goût des sciences naturelles; c'est encore servir la Science que de la faire connaître, de la faire aimer et de lui susciter des adeptes, et il faut être reconnaissant aux savants qui consentent à ne pas s'enfermer dans leur tour d'ivoire. Signalons enfin les nombreux livres que Gaston Bonnier écrivit pour les différents ordres d'enseignement et qui sont des petites merveilles de clarté, ainsi que son *Cours de Botanique*, dont la partie morphologique et systématique a complètement paru; il est le reflet des leçons faites à la Sorbonne, et l'on y retrouve les mêmes qualités de méthode que dans les mémoires les plus techniques ou les articles les moins savants.

Mais l'énumération des travaux dont nous sommes redevables à Gaston Bonnier ne suffit pas à faire connaître entièrement notre confrère; il a été, comme directeur de laboratoire, un maître plein de bonté pour les jeunes, et ce n'est pas sans grande émotion que je revis en ce moment par la pensée les longues années que j'ai vécues près de lui, aux côtés de camarades qu'unissait intimement le commun attachement à leur Maître; qu'il me soit permis de rappeler ici les noms de deux d'entre eux, trop tôt disparus: Daguillon, le merveilleux professeur, et Matruchot, qui a laissé de si beaux travaux de Cryptogamie.

Gaston Bonnier ne quittait pour ainsi dire pas son laboratoire, où il travaillait même le dimanche; dès la belle saison, il aimait à fuir Paris pour trouver dans le Laboratoire de Biologie qu'il avait fondé à Fontainebleau le calme de la forêt; il y dirigeait les travaux de ses

élèves, qui se rappellent tous avec émotion la sollicitude et la simplicité qui présidaient aux entretiens portant sur leurs expériences ou sur leurs projets scientifiques; tous se plaisent à se souvenir des délicieuses conversations sous le chaume, dans le bois, autour des ruches installées par son cousin G. de Layens, conversations au cours desquelles la botanique cédaît parfois la place aux sujets les plus variés, de littérature, d'art ou de philosophie.

Rien n'a permis aussi bien de se rendre compte de l'attachement de ses nombreux élèves pour le Maître que la réunion qui eut lieu le 28 juin 1914, en vue de fêter les noces d'argent du laboratoire, en même temps que celles de la *Revue générale de Botanique*; dans cette réunion, qui fut si cordiale, se sont manifestés d'une façon touchante les liens de profonde affection qui unissaient à Gaston Bonnier tous ceux dont sa bienveillance et sa bonté avaient su faire autant d'amis; la remise, à cette occasion, d'un volume de mémoires inédits a constitué le meilleur hommage et le plus significatif qui pouvait être rendu à celui dont l'activité avait été si heureuse pour le développement de la Biologie végétale.

Toute l'existence de Gaston Bonnier a été de la plus grande simplicité, partagée entre la vie de laboratoire et celle de famille; d'une extrême sensibilité, il aimait à rendre service et à faire le bien autour de lui; sa mort laisse un grand vide dans le cœur de tous ceux qui l'ont bien connu; ceux-là garderont le souvenir de cette physionomie si sympathique, si ouverte, et de ce regard qui, suivant l'expression même de son ami J. Aicard, était sans audace ni sans timidité, à la fois souriant et grave, et semblait appeler sur lui l'affection.

