

Raymond Bouillenne, personnalité attachante et créative des sciences naturelles en Belgique et en Afrique tropicale

Cyrille SIRONVAL et Maurice STREEL *

RÉSUMÉ

La vie et la carrière de Raymond BOUILLENNE, physiologiste et écologiste, est retracée ici, avec une présentation particulière de ses travaux en physiologie végétale.

ABSTRACT

The life and career of Raymond Bouillenne, physiologist and environmentalist redrawn, with a special presentation of his work in plant physiology.

* Académie royale de Belgique, rue Ducale 1, BE-1000 Bruxelles, www.academieroyale.be

BREF HISTORIQUE

Raymond, Eugène, Léon BOUILLENNE est né à Liège le 28 février 1897. Après avoir fait ses études primaires dans une école communale de la ville de Liège, Raymond Bouillenne entre à l'Athénée Royal de cette ville, dans la section des Humanités gréco-latines.

Terminant en 1915, il subit, comme tous les jeunes en âge d'université et se trouvant en Belgique pendant l'occupation allemande de 1914 à 1918, une pénible période d'immobilisation. Afin de compléter sa formation, il suit pendant la première guerre mondiale les cours, en élève libre, des rhétoriques des autres sections, scientifique et commerciale à l'Athénée, mais s'attache peu à peu au laboratoire de chimie, qu'il finit par fréquenter de manière exclusive.

Cette période de travail est interrompue à plusieurs reprises par d'infructueuses tentatives de franchir la frontière belgo-hollandaise pour rejoindre les armées combattant sur l'Yser.

Il entre à l'Université de Liège en 1919 pour aborder la Candidature en sciences naturelles. Il présente son doctorat en 1924 et devient aussitôt l'assistant du professeur Auguste Gravis.

Physiologiste et écologiste, R. BOUILLENNE fut nommé chargé de cours à l'Université de Liège en 1927 puis accéda au titre de professeur ordinaire en 1932. En 1948, il est nommé membre correspondant de l'Académie royale de Belgique, puis membre (1952) et ensuite directeur (1958) de la Classe des Sciences.

Époux de Marie WALRAND, pharmacienne, il eut deux enfants, Jean-Claude, médecin et Claire, biologiste. Il décéda à Dolembreux-Sprimont (Bois-le-Comte), le 19 mars 1972 (GASPAR et al., 2005).

ÉCOLOGIE, PHYTOGÉOGRAPHIE, ET PROTECTION DE LA NATURE

BOUILLENNE fut un des premiers à s'intéresser activement aux problèmes posés par la destruction des équilibres naturels dans plusieurs parties du monde. En 1929, il prend part à la fondation du Parc National Albert au Kivu. Il a fait partie, pendant 17 ans, du Comité de direction de l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge.

Membre fondateur de l'I.R.S.A.C. (Institut de recherches scientifiques en Afrique centrale), il obtient la création d'un centre de biologie végétale à Mabali (au bord du Lac Tumba), dans la forêt équatoriale congolaise, érigé et dirigé jusqu'en 1960 par son élève Jules MOUREAU. Toujours actif, ce centre est aujourd'hui soutenu par le Programme des Nations Unies pour le Développement [UNEP]. Il participe aussi à la fondation, en 1957, à l'initiative du Recteur Marcel DUBUISSON, de la F.U.L.R.E.A.C. (Fondation de l'Université de Liège pour les recherches en Afrique centrale). Cette fondation est chargée d'organiser des missions interdisciplinaires au Katanga, où plusieurs chercheurs parmi ses élèves ont travaillé dans le domaine de la phytogéographie (STREEL, 1962 ; 1963). En même temps, et après l'indépendance du Congo, il soutient de ses efforts la permanence d'un centre scientifique à Butare (ex Astrida, Rwanda) confié à un autre élève, Paul DEUSE.

Dès le début des années trente, après la phase d'installation de la première Station scientifique au Mont Rigi (Hautes Fagnes, prov. de Liège, Belgique), BOUILLENNE et ses collaborateurs entreprennent les premières recherches suivies sur la phytosociologie des tourbières et l'origine des viviers du haut plateau, qu'il cherche à dater par l'analyse pollinique. Il s'intéresse ensuite aux phénomènes d'accumulation et d'évaporation de l'eau des tourbières, ce qui l'amène à défendre l'hypothèse de la tourbière-éponge, réservoir providentiel des nappes d'eau alimentant les rivières de la région. Il publie ensuite, en 1938, son premier ouvrage de synthèse sur la région : « Le futur Parc National des Hautes-Fagnes » suivi, en 1947, d'un réquisitoire (« Ne compromettons pas les équilibres naturels ») contre l'enrésinement croissant du haut plateau.

Après l'interruption de la deuxième guerre mondiale et la reconstruction de la Station scientifique au Mont Rigi, et sous son impulsion, commenceront les inventaires systématiques de la flore, de la faune et des autres composantes du milieu naturel (cartographie de la végétation, étude de la dynamique des groupements végétaux sur la tourbière et analyse de la tourbe elle-même, c'est à dire sa composition physico-chimique, sa capacité de rétention en eau, son contenu en microfossiles, dont les pollens qui permettent de reconstituer les végétations du passé et de les dater).

Dans les années soixante, il soutient activement l'édification au Mont Rigi d'une station de recherche moderne pourvue d'un équipement tout à fait adéquat, une station dont il ne verra malheureusement pas l'achèvement, en 1975. Il ne verra pas non plus l'achèvement du nouvel Institut de Botanique construit au Sart Tilman et à la conception duquel il avait contribué.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

Sans doute parce qu'il avait une expérience de naturaliste, BOUILLENNE avait le don d'orienter ses élèves en posant des questions précises auxquelles seules l'observation et l'expérience pouvaient répondre. Trois thèmes principaux de recherche ont été abordés : la morphogénèse/organogénèse ; le développement en tant que processus distinct de la croissance ; le contrôle de la croissance et du développement par l'environnement.

Morphogénèse /organogénèse

Dès 1922-1923, lors d'une mission au Brésil réalisée pendant son doctorat, Bouillenne est frappé par la disposition des racines échasses de *Pandanus* ; comment interpréter leur formation sur la tige ? En 1931, il entreprend à Java la mise au point d'un test capable de détecter les facteurs qui pourraient intervenir. Ce test utilise des hypocotyles de balsamine et conduit BOUILLENNE à postuler en 1933 l'existence d'un complexe moléculaire mobile – hormonal – suscitant spécifiquement la formation de novo de méristèmes de racines dans les tissus des plantes supérieures. Il le désigne sous le nom de « rhizocaline ».

BOUILLENNE sait alors qu'en France, GAUTHERET cultive des racines isolées de la plante – *in vitro* –. En 1935, il charge DELARGE d'initier des cultures semblables à Liège. DELARGE choisit de cultiver des méristèmes de racines (de maïs et de blé) dans des flacons contenant un liquide nutritif stérile, dont il fait varier la composition, sous la lumière de lampes incandescentes et à une température constante (DELARGE, 1941). Il conclut de son travail qu'il existe dans les bouts de racines cultivés *in vitro* « des facteurs cellulaires internes qui régissent la croissance et la ramification des racines ». On peut les appeler « rhizocaline », mais ceci ne résout pas le problème de leur nature : le contenu en ces facteurs varie fortement d'une racine à une autre, il faudra entreprendre l'étude du métabolisme racinaire pour interpréter ces variations.

Dans le même temps, BOUILLENNE suggère à PRÉVOT d'examiner la formation de bourgeons de tige à certains endroits des feuilles de *Begonia rex* coupées transversalement : ne faudrait-il pas postuler l'existence d'une « caulocaline » ? La réponse de PRÉVOT rejoint celle de DELARGE : « Nous pensons que l'hypothèse de substances formatrices (de méristèmes de tige) peut constituer une base fructueuse, mais à condition qu'on ne veuille pas l'utiliser comme un passe-partout permettant de tout expliquer... ». PRÉVOT ajoute que : « à un certain état de maturité, les cellules épidermiques de *Begonia rex* possèdent héréditairement les potentialités de donner naissance à des méristèmes de tige ». Ces potentialités sont « bloquées » dans la feuille intacte, mais lorsqu'on coupe la feuille, certaines cellules de l'épiderme « entrent en voie de mitoses rapides ; elles manifestent une respiration intense et donnent naissance à un méristème de tige » (PRÉVOT, 1939). Les travaux de DELARGE et ceux de PRÉVOT venaient d'être publiés lorsque, le 10 mai 1940, l'Allemagne nazie envahit la Belgique : DELARGE meurt au combat, PRÉVOT entre dans la clandestinité. Lorsqu'en 1945, les nazis capitulent, le cercle des élèves de Bouillenne s'est modifié, les idées aussi.

Croissance et développement

En octobre 1941, BOUILLENNE propose à SIRONVAL de se tourner vers une mousse (*Funaria hygrometrica* HEDW.) pour rechercher si, dans ce cas également, il ne conviendrait pas d'invoquer l'action d'une hormone lorsque le protonéma se transforme en tiges feuillées. Dans la foulée, SIRONVAL entreprend la culture en serre des fraisiers (*Fragaria vesca* L.) à partir des semis de la graine.

Juxtaposés, les résultats de ses observations, qui se poursuivent jusque dans l'immédiat après-guerre, arrivent à la même conclusion générale : s'agissant d'un végétal, il convient de distinguer sa croissance de son développement (SIRONVAL, 1951). Un fraisier passe, à partir de la graine, (ou une mousse à partir de la spore), par une série de stades successifs, ou « états », et ceci décrit le développement. Mais se trouvant à un certain « état », il peut croître indéfiniment sans changer d'« état », et ceci définit la croissance comme une augmentation de taille ou

de poids, mesurée par exemple, par sa vitesse en unités par jour (g ou cm / jour). À chaque « état » du développement sont attachés divers caractères – une morphologie, des conditions précises d'environnement (éclairage, température,...) et un métabolisme – et lorsque la plante a acquis les caractères de l' « état B » en se développant de A en B, il est impossible qu'elle les perde ensuite en parcourant en sens inverse le chemin qui l'a conduite en B.

Ceci fait voir la morphogénèse avec d'autres lunettes : comme la création d'une forme associée à un changement d' « état » du végétal, et plus seulement comme la formation *de novo* d'un méristème de racine ou de tige à partir d'un tissu différencié, d'une feuille, d'un hypocotyle, d'une racine ou d'une tige. C'est une avancée théorique faite pendant la guerre, mais à partir de 1945, la Belgique libérée exige qu'elle soit appliquée à la pratique de la culture des végétaux.

Dès 1937, BOUILLENNE a côtoyé cette pratique à Tirlémont ; il y a créé un laboratoire d'étude de la photosynthèse chez la betterave sucrière, et son élève LAZAR a réussi à cultiver la plante dans un milieu conditionné sous lumière artificielle. BOUILLENNE est ainsi préparé à piloter des recherches appliquées. En 1946, il fonde à Liège le Centre des Hormones végétales. En 1947, il introduit auprès de l'Institut de Recherches Scientifiques appliquées à l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A) une demande de subsides au profit du Centre, et il l'obtient. Profitant de l'esprit novateur qui anime la Belgique au sortir de la guerre, il fait ériger dans les locaux de l'Institut de Botanique un « phytotron » qui permet de cultiver des végétaux dans un environnement contrôlé. Cette installation, conçue par l'Ingénieur HOBIN, unique en Europe, est inaugurée le 4 novembre 1950 par le Ministre de l'Instruction publique, les autorités académiques, provinciales et communales, et les représentants de l'I.R.S.I.A qui en a subsidié la construction.

Le contrôle de la croissance et du développement par l'environnement.

Les décennies 50 et 60 sont sans doute les plus fructueuses. Les recherches fondamentales s'y déploient en même temps que les recherches appliquées. À la fondation du Centre des Hormones, les effets sur les végétaux de l'application de substances les plus variées sont testés : le 2-4D, l'auxine, la gibérelline, etc ... Mais avec la construction du phytotron, les chercheurs s'orientent vers l'étude du contrôle de la croissance et du développement des plantes par leur environnement. BOUILLENNE charge VERLINDEN et FOUARGE de la conduite de la machinerie du nouvel outil. Il sert à mettre au point, en collaboration avec la Société ACEC de Charleroi, un tube fluorescent « Phytor » spécialement adapté à la culture en milieu contrôlé. Les tubes Phytor sont aussitôt utilisés par des horticulteurs, pour la culture d'hiver, le forçage, etc... L'obtention de fraises l'hiver, chez nous, est un objectif raisonnable et qui est bientôt atteint. Il en va de même des semis de *Begonia*

semperflorens qui, faits en serre en janvier sous la lumière des tubes Phytor, croissent jusqu'à porter sans encombre les plantes à l'état « en fleurs » pour le repiquage du printemps dans les parcs de Liège...

À partir de 1951, avec le phytotron, l'étude fondamentale du contrôle de la floraison des plantes par leur environnement, en particulier par la durée des jours, passe au premier plan. Elle conduit à rassembler en un seul schéma les concepts d'environnement, de développement, de croissance et d'hormone végétale.

Lorsqu'en 1947, SIRONVAL reprend les expériences de HARTMAN, il le fait en pleine terre, en serre, avec des moyens de fortune. Il démontre que le contact du bourgeon d'un stolon avec la plante-mère en fleurs dans un environnement de jours longs détermine la formation d'une hampe florale normale, tandis que l'isolement du bourgeon par section du stolon fait avorter la floraison sans empêcher la croissance d'une tige feuillée, végétative. Il faut donc qu'un « stimulus », une hormone, fourni par la plante-mère en fleurs et en jours longs parvienne au bourgeon du stolon en contact. Il suffit d'une seule feuille adulte de la plante-mère pour que l'hormone soit fournie.

La traque de cette hormone commence en 1955 avec le travail que BOUILLENNE confie à CRAWFORD. Ce dernier cultive *Salvia splendens* en phytotron. Il se consacre à l'étude des changements du contenu des bourgeons qui, ayant jusque là produit des feuilles, commencent à faire des fleurs. Il constate des changements importants du métabolisme de base, respiration et photosynthèse, mais n'obtient aucune indication directe qui identifierait une hormone. Il observe cependant que le méristème apical des *Salvia* cultivés en jours longs s'arrondit à l'apex au cinquième nœud et « s'active » peu avant la formation des primordia floraux. Si une hormone intervient, c'est en parvenant au méristème de la tige – au méristème caulinaire – qu'elle agit (CRAWFORD, 1959).

Partant de là, en 1959, SIRONVAL, avec l'accord de BOUILLENNE, oriente un doctorant, BERNIER, vers l'étude approfondie du méristème apical de la tige chez *Sinapis alba*, et des changements qui y sont observés à la mise à fleurs en phytotron. BERNIER introduit au laboratoire des techniques histochimiques et décrit, avec minutie et précision, l'activité mitotique dans le méristème apical. Il conclut que, lorsque les *Sinapis* sont cultivés en jours longs, le méristème est le siège d'une évolution par phases ordonnées successives qui le fait passer d'un état végétatif à un état « inflorescentiel » final capable d'initier périodiquement des fleurs dans les flancs apicaux (BERNIER, 1964). Quand BERNIER publie sa thèse, BOUILLENNE est près de la retraite. Il la prend en 1967, mais continue à fréquenter sporadiquement l'Institut de Botanique jusqu'en 1969. Il s'éteint 3 ans plus tard.

BERNIER n'interprète pas ses résultats en écrivant en 1964 que, dans un environnement de jours longs, le méristème caulinaire de *Sinapis* en croissance se développe de phase en phase jusqu'à un « état » réceptif au message d'une

hormone qui le stimule à produire des fleurs. Comme DELARGE et PRÉVOT l'étaient dans les années 30, il reste réticent à l'égard d'une explication facile.

Dans les années 2004-2007 pourtant, une équipe de chercheurs du Max Planck Institut de Cologne, sous la direction de COUPLAND, démontre qu'une protéine synthétisée dans le phloème des feuilles d'*Arabidopsis*,

exposées à des jours longs, est transportée avec la sève jusqu'au méristème apical et y provoque la production de fleurs par un mécanisme dont les rouages sont très compliqués (CORBESIER & COUPLAND, 2005).

On ne peut pas rendre un hommage plus grand à la sagacité de BOUILLENNE qu'en reconnaissant à cette protéine les propriétés d'une hormone florigène.

Références bibliographiques

- BERNIER G., 1964. – Étude histophysiologique et histochimique sur l'évolution du méristème apical de *Sinapis alba* L. cultivé en milieu conditionné et en diverses durées de jours favorables ou défavorables à la mise à fleur. *Mém. Acad. r. Belg., Cl. Sc.*, 26: 1-150.
- CORBESIER L. and G. COUPLAND, 2005. – Photoperiodic flowering of *Arabidopsis*; integrating genetic and physiological approaches to characterization of the floral stimulus. *Plant Cell Environm.* 28 : 54 p.
- CRAWFORD R.M.M., 1959. – Changements morphologiques et métaboliques dans le bourgeon apical en relation avec le photopériodisme chez *Salvia splendens*. Thèse manuscrite déposée pour l'obtention du titre de Docteur en Sciences Naturelles de l'Université de Liège : 191 p.
- DELARGE L., 1941. – Étude de la croissance et de la ramification des racines in vitro. *Mém. Soc. r. Sc. Liège* 5 : 3-221.
- GASPAR Th., STREEL M., BERNIER G. et SIRONVAL C., 2005. – Raymond Bouillenne, Acad. Roy. Belg. Ann. 2005, *Notices* : 3 - 23.
- PREVOT P., 1939. – La néoformation des bourgeons chez les végétaux. *Mém. Soc. r. Sc. Liège*, 3 : 173-342.
- SIRONVAL C., 1951. – Recherches organographiques et physiologiques sur le développement du fraisier des quatre-saisons à fruits rouges. *Mém. Acad. r. Belg., Cl. Sc.*, 26 : 3-184.
- STREEL M., 1962. – Les savanes boisées à *Acacia* et *Combretum* de la Lufira Moyenne dans l'évolution de la végétation Katangaise. *Bull. Séances Acad. r. Sci. O-M.* 8(2) : 229-255.
- STREEL M., 1963. – La végétation tropophile des plaines alluviales de la Lufira Moyenne (Relation du complexe végétation-sol avec la géomorphologie). F.U.L.R.E.A.C. Université de Liège. 242 p.

Publications de Raymond BOUILLENNE relatives à l' « écologie, la phytogéographie et la protection de la nature »

- 1925 Note sur des savanes équatoriales du Bas-Amazone. *Assoc. Franç. Avancement Sci.*, C. R. Congrès Liège, 1924 : 957-964.
- 1926 (avec BOUILLENNE-WALRAND M.) Évolution récente de la végétation des Hautes-Fagnes du plateau de la Baraque Michel, en Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, 58(2) : 187-201.
- 1934 Les eaux des tourbières du plateau de la Baraque Michel. *Ann. Soc. Géol. Belgique* 57 : 79-88.
- 1937 (avec BOUILLENNE-WALRAND M., DEFOSSEZ S., DUBOIS Ch., DAMBLON J. et WILLIAM A.) Les viviers du plateau de la Baraque Michel. *Bull. Soc. Roy. Sci. Liège* 6 : 404-427.
- 1937 (avec VAN BENEDEN A.) Le futur parc national des Hautes-Fagnes. Editions J. Plumhans, Verviers, 177 p.
- 1943 Ne compromettons pas l'équilibre des forces naturelles. Le sol, les réserves d'eau et la végétation. *Trav. Centre Étud. Eaux* 2 : 31-68.
- 1954 Le rôle des « Sphagnetalia » dans la vie des tourbières des Hautes-Fagnes. *Vegetatio* 5 - 6 : 66-71.
- 1955 (avec MOUREAU J. et DEUSE P.) *Esquisse écologique des facies forestiers et marécageux des bords du Lac Tumba.* Acad. Roy. Sci. Colon., Cl. Sci. Natur. et Médic., Mém. In 8°, N.S. 3 : 1-44.
- 1957 (avec STREEL M.) Évolution de la végétation dans une tourbière haute du plateau des Hautes-Fagnes après 20 ans (Fagne Wallonne). *Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles* 27 : 703-708.
- 1966 La réserve naturelle domaniale des Hautes-Fagnes de Belgique. *Minist. Agricult., Administr. Eaux et Forêts, Service Réserves Naturelles Domaniales et Conservation de la Nature, Trav.* 2 : 42 p.

Publications de Raymond BOUILLENNE et collaborateurs relatives à la « physiologie végétale »

- 1933 Substances formatrices de racines chez les plantes supérieures. *Bull. Soc. r. Bot. Belgique* 66 : 55-57.
- 1939 (avec BOUILLENNE-WALRAND M.) Teneur en auxines des plantules et hypocotyles inanitiés de *Impatiens balsamina* L. en rapport avec l'organogenèse des racines. *Acad. Roy. Belg., Cl. Sci.*, sér. 5, 25 : 473-490.
- 1951 (avec BOUILLENNE-WALRAND M.) Le phytotron de l'Institut Botanique de l'Université de Liège. *Bull. Soc. r. Sci. Liège, Mém. in 8°*, 20 : 1-61.
- 1952 (avec BOUILLENNE-WALRAND M.) Recherches sur la rhizogenèse. Transport non polaire de la rhizocaline dans les épicotyles d'*Impatiens balsamina* L. et de *Phaseolus vulgaris* L. *C. R. Recherches, I.R.S.I.A.* 6 : 95-111.
- 1953 (avec FOUARGE M.) Étude d'un nouveau type d'éclairage fluorescent pour la culture en serre. *Bull. Soc. Hort. Liège* 8 : 72-80.
- 1966 (avec BRONCHART R., GASPAR Th. et TROUPIN G.) Les phytohormones et l'organogenèse. *Congrès et Colloques Univ. Liège*, 38, 430 p.