

**Étude épistémologique et historique de la reproduction des
Angiospermes**

**Hichri Fethi. Docteur en didactique des sciences de la vie et de la terre
Unité de Recherche Education, Cognition, Tice et Didactique-Tunisie
(ECOTIDI)**

**Centre de Recherche en Education à Nantes (CREN) - France
hichri_fethi@yahoo.fr**

La date du dépôt: 25/03/2021 Date d'arbitrage: 03/04/2021 Date de publication: 15/06/2021

Résumé :

La reproduction des Angiospermes est un phénomène biologique qui a pris énormément du temps pour être compris. La sexualité des plantes n'a été démontrée qu'à l'aube du siècle des Lumières par Camerarius (1694). Il est intéressant alors de retracer, dans cet article, quelques éléments de l'histoire et de l'épistémologie de ce concept. L'intention est de soulever les principales explications, certaines controverses et les principaux problèmes qui y sont associés historiquement. Ces éléments constituent des repères utiles pour comprendre ce qui a fait obstacle à l'acquisition du savoir relatif à la reproduction des Angiospermes par les élèves.

Mots-clés : Angiospermes – pollinistes – épigénistes – histoire de la reproduction – obstacles épistémologiques.

**Epistemological and historical study of the reproduction of
Angiosperms**

**Hichri Fethi. Doctor in didactics of life and earth sciences
Research Unit : Education, Cognition, Tice and Didactics-Tunisia
(ECOTIDI)**

**Educational Research Center of Nantes (CREN) - France
hichri_fethi@yahoo.fr**

Abstract:

The reproduction of Angiosperms is one of the biological phenomena that have taken a long time to be revealed. The sexuality of plants was not demonstrated until the dawn of the Enlightenment by Camerarius (1694). It is therefore interesting to retrace, in this article, some elements of the history and epistemology of this concept. The intention is to raise the main explanations, some controversies and the main issues associated with them. These elements constitute useful benchmarks for understanding what has hindered the emergence of knowledge relating to the reproduction of Angiosperms.

Keywords: Angiosperms - pollinists - epigenists - history of reproduction - epistemological obstacles.

Introduction

L'étude historique et épistémologique des phénomènes biologiques est le reflet d'un parcours long et sinueux dans la quête du savoir. Elle permet non seulement de retracer les éléments de l'histoire et de l'épistémologie d'un concept scientifique, mais de relever les obstacles¹ qui ont constitué un handicap à la progression scientifique.

Dans cette étude, nous nous intéressons parmi les multiples domaines des sciences de la vie à celui de la reproduction des Angiospermes². Notre intention est de soulever les principales explications, certaines controverses et les principaux problèmes qui sont associés au phénomène de la reproduction des plantes. Ces éléments constitueront des repères utiles pour comprendre ce qui a fait obstacle à l'acquisition du savoir relatif à la reproduction des Angiospermes. Quels étaient les problèmes scientifiques soulevés par la question de la reproduction ? De quels outils conceptuels et techniques ont disposé les scientifiques pour les résoudre ? Quelles idées dominantes influencèrent l'évolution historique du concept ?

Nous présenterons dans ce qui suit les différentes explications historiques de la reproduction des Angiospermes.

1. L'explication de la reproduction des plantes dans l'histoire des sciences de la vie

1.1. De la négation de la sexualité végétale à sa mise en évidence

Les notions de sexe chez les végétaux est présente dans l'histoire des idées. Dès le 4ème siècle avant J.C, Aristote a évoqué les sexes des plantes qu'il l'assimile aux sexes des animaux. Théophraste rapporte les faits connus sur le sexe des dattiers et il a aussi évoqué la technique de la pollinisation à la main. A la fin du 17ème siècle, Tournefort a bien identifié la structure des fleurs. Il a bien aperçu l'existence de sexes séparés. Mais il y a une différence entre les faits et leur signification. « [...] il faut se rendre à l'évidence : la constatation des faits, leur *utilisation même* sont une chose ; leur *signification en est une autre*³ ». Repérer des sexes ne veut pas dire comprendre le principe d'une reproduction sexuée chez les plantes.

Si nous reprenons le premier exemple, qui est celui d'Aristote, on peut dire que malgré qu'il ait parlé des sexes des plantes, dans sa théorie, selon lui, le mâle représente un principe immatériel nécessaire pour donner le mouvement au sperme femelle qui n'est que matière. « Chez Aristote, [...] il n'y a pas de frontière bien établie entre ce qui est d'origine sexuelle et ce qui ne l'est pas. [...] On désigne par les termes de mâle et de femelle des plantes d'espèces différentes, selon qu'elles sont stériles ou fertiles, vigoureuses ou chétive⁴. ». S'agissant de Théophraste, c'est sa prudence et sa réserve dans ses expressions qui lui ont fait manquer la découverte de la reproduction sexuée des plantes. Tournefort, qui a bien identifié la structure des fleurs, considère que la fleur et le fruit sont deux choses complètement distinctes. Concernant la reproduction, il n'a aperçu aucun lien important entre eux. Mais il sait bien la façon de leurs emplacements par rapport aux plantes. Selon lui, il y a trois cas. Le premier cas, le fruit est lié à la fleur (ce sont les fleurs hermaphrodites). Dans ce cas il attribue aux différentes parties de la fleur un rôle nourricier pour le fruit. Le second cas, le fruit et la fleur sont séparés sur le même pied. Dans ce cas le rôle de la fleur est de « purifier la nourriture de ses éléments étranges⁵ ». Le dernier cas, les fleurs et les fruits sont portés par des pieds différents (plantes dioïques). Malgré ses observations lors de son voyage en Orient, Tournefort n'est pas arrivé à assimiler et à comprendre le rôle joué par « les corpuscules qui s'échappent de la fleur », selon son expression. Le rôle du pollen reste ignoré.

Nous pouvons conclure de ce que nous venons de dire, qu'en dépit de la longue période et des différentes explications relatives au rapport entre les fleurs et les fruits, la notion de la sexualité chez les végétaux était ignorée. Ceci met en relief combien la notion du sexe et de fécondation chez les plantes est assez complexe et difficile à assimiler.

La fin du 17^{ème} siècle et le 18^{ème} siècle sont reconnus par l'apparition de deux nouveaux moyens dans l'interprétation des phénomènes de la reproduction des végétaux. L'entrée du microscope en science a permis d'affiner les études morphologiques des végétaux. En 1665, R. Hooke publie sa Micrographia et décrit les cellules. En 1672, Nehemia Grew considère que le pollen sert comme nourriture aux abeilles qui en font le miel. Mais 10 ans plus tard, en 1682, il affirme la nécessité de l'action du pollen sur le pistil pour la formation du fruit: « avec le microscope, les

grains de pollen deviennent visibles : ce sont de petites sphères dont les dimensions et l'apparence diffèrent en fonction des espèces. Ils tombent sur l'utérus de la fleur et la fertilisent comme cela se produit chez les animaux qui copulent et ils sont « la nature mâle » des fleurs⁶ ».

Outre le rôle qu'a joué le microscope dans le développement de la compréhension du phénomène de la sexualité chez les végétaux, il y a la méthode expérimentale qui se trouve inaugurée en botanique. En 1694, Rudolf Jakob Camerarius (1665-1721), professeur de botanique à Tübingen, a déterminé avec précision et à l'aide des séries d'expériences⁷ que les étamines sont les organes sexuels mâles et le pistil l'organe sexuel femelle des plantes. Sans l'action du pollen sur le pistil, les graines ne se forment pas. Voici ce qu'il a écrit en parlant de son expérience sur les plantes monoïques : « *lorsque j'ai enlevé chez le ricin, les boutons ronds des fleurs avant que les étamines ne soient déployées, et quand j'ai empêché le développement de nouvelles étamines, je n'ai jamais récolté de graines parfaites de boutons femelles qui restaient et qui n'avaient pas été touchés⁸* ». Il a écrit aussi : « [...] *il me semble alors justifié d'attribuer aux étamines la fonction des organes génitaux mâles et de considérer l'ovaire, avec son stigmate et son style, comme l'organe génital femelle⁹* ». ».

Avec les travaux de Camerarius, nous pouvons affirmer qu'un pas important a été réalisé dans la compréhension de la sexualité chez les plantes. Un pas qui a écarté plus ou moins les ambiguïtés qui ont accompagné l'explication du rapport entre la fleur et le fruit que nous avons pointées, plus haut, pour certaines d'entre elles.

Un nouveau progrès a touché le microscope et qui a eu son impact sur l'explication de la reproduction végétale. B. Amici a mis au point l'objectif à immersion dans l'eau, qui permet une meilleure résolution. Cet instrument perfectionné lui a permis, en 1823, de découvrir sur le stigmate du pourpier (*Portulaca*), des grains de pollen prolongés d'une sorte de boyau.

En 1827, Adolphe Brongniart montre le caractère général du fait découvert par Amici, et que le boyau en question pénètre profondément dans le stigmate. Il postule que le tube pollinique, renflé à son extrémité, éclaterait et libérerait les granules spermatiques qui chemineraient ensuite, par leurs propres moyens, jusqu'à l'ovule. Contrairement à ce que pense Brongniart, Amici a précisé, en 1830, que le boyau pollinique pénètre dans

le stigmat et s'allonge jusqu'à l'ovaire. Donc, ces granules spermatiques ne se répandent pas comme le pensait Brongniart, c'est le tube qui s'allonge.

Malgré ces évolutions considérables dans l'explication de la reproduction chez les végétaux, on constate que l'explication du processus de la « fécondation ¹⁰ » n'est pas encore évidente à cette époque. D'un côté, on trouve les partisans de la conception préformistes ¹¹ avec ses deux composantes : animalculiste (ou comme on la désigne en botanique par polliniste) et oviste et d'un autre côté, les adhérents à la conception épigéniste ¹².

2. Des conceptions historiques de la reproduction chez les plantes

Les théories préformationnistes expliquent le développement embryonnaire soit par la présence du germe dans l'œuf non fécondé (ovule). C'est l'ovisme. Soit par sa présence dans le spermatozoïde. C'est l'animalculisme. Dans le premier cas, le nouvel individu se forme à partir de l'ovule. Le sperme n'a de rôle que d'activateur. Ces différentes conceptions de la reproduction ont pris naissance à partir de l'étude des animaux. Les botanistes ont rencontré les mêmes conceptions quand ils ont abordé l'étude de la reproduction des végétaux. Certains botanistes ont accordé au grain de pollen un rôle de déclencheur du développement du germe par un souffle immatériel. C'est la conception oviste de la reproduction (Malpighi, Césalpin, puis Vaillant et Adanson). D'autres théoriciens pensent que le germe est localisé dans le grain de pollen. L'organe femelle ne joue qu'un rôle nourricier. C'est la conception polliniste, (Leeuwenhoeck, Morland et Etienne François Geoffroy). A la fin du 18^{ème} siècle, d'autres botanistes comme C.F. Wolff ont adopté une conception épigéniste de la reproduction des plantes. En 1830, A.T. Brongniart (1801-1876) propose son point de vue concernant le phénomène de fécondation chez les plantes à fleurs. Selon lui l'embryon végétal ne préexiste pas à la fécondation. Il repousse ainsi les idées ovistes et celles des pollinistes pour adhérer à la théorie épigéniste. L'incertitude qui règne à cette époque concernant la compréhension du processus de fécondation a été exprimé ainsi : « l'analogie des granules avec les animalcules spermatiques des animaux fait naître dans l'esprit, à l'égard du règne végétal, toutes les hypothèses sur la fécondation imaginées dans l'autre règne. Ces hypothèses sont : 1⁰ que le germe est fourni par l'organe mâle et nourri par l'autre ; 2⁰ qu'il est produit par l'organe femelle et que son développement est déterminé par une action excitative de

l'organe mâle ; 3⁰ que l'embryon résulte d'une combinaison matérielle d'éléments produits par les deux organes. La dernière hypothèse qui est celle de Buffon et de plusieurs auteurs modernes, est peut-être plus d'accord avec ce fait si évident dans les deux règnes, que les produits participent de la nature des deux parents à la fois. La seconde est la seule qui puisse expliquer le développement de graines, sans fécondation, observé par Spallanzani dans quelques plantes dioïques. Enfin, la première hypothèse paraît plus d'accord avec les faits observés par divers botanistes ; mais il faut convenir que ces observations sont encore incomplètes¹³ ».

2.1. Point de vue des pollinistes

Certains botanistes pensent que l'embryon est préformé et se situe au niveau du grain de pollen. Selon eux, l'organe femelle joue un rôle nourricier. Cette manière d'expliquer la reproduction des plantes est la conception polliniste. Parmi ceux qui ont défendu le point de vue polliniste de la reproduction des plantes, on peut citer M.J. Schleiden. En voulant expliquer l'origine de l'embryon, il affirme que le tube pollinique « *traverse le sommet du nucleus en suivant les méats intercellulaires et atteint le sac embryonnaire¹⁴* ». Une fois atteint le sac embryonnaire il « *pousse devant lui la membrane du sac embryonnaire, la replie en dedans tout autour de lui, et son extrémité pénètre en apparence dans le sac embryonnaire.* » l'extrémité du tube pollinique se gonfle « *et son contenu se charge en tissu cellulaire* » à l'origine de l'embryon. Pour Schleiden, le germe du futur embryon est fourni par l'organe « mâle » c'est-à-dire l'extrémité du tube pollinique, tandis que l'organe « femelle », qui formera l'albumen, aura une fonction nourricière. C'est l'explication polliniste de la reproduction.

2.2. Point de vue des antipollinistes

La conception polliniste de la reproduction que nous venons de présenter a suscité des controverses parmi les botanistes. L'explication de Schleiden a été soumise à la critique par Mirbel, Brongniart et Amici. « *Mirbel juge que plusieurs conclusions avancées par ces auteurs (ce sont ceux qui ont adopté la conception polliniste, parmi eux Schleiden) sont hasardées et doute que le petit sac membraneux à l'origine de l'embryon soit l'extrémité du boyau¹⁵* ». Brongniart a constaté que dans quelques plantes « *la vésicule embryonnaire [...] existait avant que la fécondation fût*

opérée » et doute donc « *que l'extrémité des tubes ou boyaux polliniques soit à l'origine de l'embryon*¹⁶. ».

Amici a démontré, dans son étude sur la fécondation des Orchidées (1847), que la conception de Schleiden est loin d'être la règle. Il constate que le tube pollinique ne repousse pas la vésicule embryonnaire comme l'a noté Schleiden, mais, il se limite à la toucher extérieurement. « *L'existence de la vésicule embryonnaire avant la fécondation ajouter à la non pénétration du tube pollinique dans le sac embryonnaire, conduisent Amici à repousser l'interprétation chez les schleidénienne de la transformation de l'extrémité du tube pollinique en embryon*¹⁷. ».

D'après Amici la cellule-œuf embryonnaire se développe en embryon seulement après la fécondation.

Certains botanistes, comme Malpighi et Césalpin, adoptent une conception oviste concernant l'explication de la reproduction des végétaux. Ils n'accordent aux pollens qu'un rôle de stimulateur et de déclencheur du développement de l'embryon. Selon eux, le germe préexiste dans l'œuf non fécondé.

Brongniart ne se borne pas à critiquer la thèse présentée par Schleiden. Il avance un modèle explicatif qui diffère de la conception préformationniste de la reproduction des plantes (conception polliniste et conception oviste). Il adopte la conception épigéniste. Celle-ci explique le phénomène de la reproduction en postulant que l'embryon résulte du concours de parties fournies par l'organe mâle et de parties fournies par l'organe femelle.

C'est au dernier quart du 19ème siècle que l'opposition entre les préformationnistes et les épigénistes a été dépassée. Ceci tient à la découverte des processus intimes de la fécondation par le botaniste Eduard Strasburger.

2.3. La découverte de la fécondation chez les Phanérogames (1883-1884)

Encore une fois, le développement des méthodes d'étude cytologique ont leur impact sur la compréhension et l'explication du phénomène de la fécondation. En 1884 et grâce à la méthode d'étude des cellules fixées et colorées, l'allemand Eduard Strasburger observe chez un *Epicea* la fusion de l'un des noyaux mâles, et d'un seulement, avec le noyau de la cellule œuf. Nous pouvons dire qu'un saut considérable a été fait dans la

compréhension de la fécondation végétale : la caryogamie a été mise en évidence. Mais l'étude du deuxième noyau mâle a échappé à Strasburger.

Que devient le deuxième noyau mâle issu du tube pollinique et passé dans le sac embryonnaire ?

La réponse à cette question vient à travers les travaux de Nawachin (1898) et de Guignard (1899) sur la double fécondation des Angiospermes. Ce deuxième noyau mâle s'unit avec les deux noyaux végétatifs situés dans le centre du sac embryonnaire pour donner un noyau complexe ; ce noyau avec le cytoplasme du sac représente l'œuf accessoire, et donne, par division, le tissu nourricier de l'embryon, l'albumen. Voici la description faite par Guignard de la double fécondation : « *l'un de ces noyaux mâles va rejoindre le noyau polaire supérieur, ou les deux noyaux polaires s'ils sont accolés, l'autre va s'unir au noyau de l'oosphère. Les membranes de l'enveloppe de l'oosphère et des synergides sont alors entièrement ou partiellement détruites, sans doute à cause du passage des éléments mâles ; souvent les noyaux des synergides se désorganisent, ou bien l'un deux conserve encore pendant quelque temps sa structure primitive*¹⁸. ».

3. Conclusion et discussion

Cette étude historique et épistémologique nous a montré que la découverte du phénomène de la reproduction des Angiospermes n'était pas aisée. La multitude des tentatives faites pour résoudre ce problème ainsi que sa grande longévité (des Grecs jusqu'aux temps modernes) en est un témoin. Ce chemin sinueux, avant de percer le mystère de la sexualité des plantes, témoigne de l'existence de certains obstacles qu'il a fallu les dépasser. Nous pouvons indiquer :

• L'obstacle épistémologique :

Pourquoi le phénomène de la fécondation tarda-t-il tant à être compris ?

Beaucoup de raisons peuvent être avancées, dont la plus importante est que ce fait appartient à la biologie fonctionnelle et à la biologie évolutive. La première attribue au spermatozoïde un rôle purement mécanique. C'est-à-dire un rôle d'excitateur du développement de l'œuf. L'idée que le spermatozoïde pénètre dans l'œuf était totalement absente. Par contre la deuxième voit que le phénomène de la fécondation n'est qu'un mélange des patrimoines génétiques paternel et maternel.

La découverte de la fécondation n'a pu se faire qu'en dépassant ces deux interprétations de la fécondation assez divergentes. Car, la première empêchait une problématisation du processus de la fécondation et le deuxième réduisait ce processus à un simple déclenchement suite à un contact entre deux gamètes.

• L'obstacle technologique

Une des faiblesses de la biologie a été sa pauvreté en moyens techniques d'observation. En 1823, J. B. Amici observa qu'un grain de pollen isolé émettait un tube pollinique, et en 1846, il a pu montrer qu'une cellule œuf se développait sous forme d'embryon, après que ce tube pollinique a pénétré dans l'ovaire la contenant. Le microscope a ainsi apporté une réponse à quelques questions concernant la reproduction sexuelle des plantes. Mais, cette découverte importante a été à l'origine d'autres questionnements.

Les obstacles à l'évolution et à la construction du concept de la reproduction des Angiospermes que nous a révélé cette étude historique et épistémologique pourraient avoir un intérêt didactique notable. Les enseignants peuvent avoir recours à l'histoire des sciences d'un point de vue épistémologique pour rechercher et analyser des obstacles aux apprentissages. Et par conséquent suggérer des pistes de réflexion concernant les problèmes à faire travailler avec les élèves. Les travaux didactiques et historiques de Giordan¹⁹ ont montré que les explications des élèves rappelaient les débats du XVIIIe siècle entre les préformistes et les épigénistes. Raichvarg²⁰ a montré que certains élèves de collège expliquaient le principe de la reproduction humaine d'une façon tout à fait comparable à celle que l'on trouvait au XIXe siècle.

Références

¹ Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.

² Les Angiospermes sont des plantes vasculaires du groupe des Spermatophytes (plantes à graines). Elles sont couramment appelées plantes à fleurs.

³ Leroy, J.-F. (1959). Histoire de la notion de sexe chez les plantes. Les Conférences du Palais de la découverte, série D, n° 68. Edit. du Palais de la découverte, Paris. P.7

⁴ Ibid., p. 7

⁵ Ibid., p. 7

⁶ Grew, N. (1682). *The anatomy of plants* 2e ed. W. Rawlins London.

⁷ Suppression totale ou partielle des étamines chez les espèces hermaphrodites, ou l'isolement des individus quand il s'agit de plantes dioïques.

⁸ Wit, H.C.D. de, (1992-1994). Histoire du développement de la biologie. Traduction et adaptation française H.C.D. de Wit et A. Baudière. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1982 à 1989. Edit. française en 3 volumes : T 1 1992 (404 p.), T 2, 1993 (460 p.), T 3, 1994 (635 p.).» (cité par de Wit, 1992).

⁹ Ibid.

¹⁰ La notion de fécondation n'existe pas à cette époque.

¹¹ La préformation est une théorie ancienne, selon laquelle toutes les structures d'un organisme sont déjà présentes dans l'un des gamètes (mâle ou femelle). Les théories préformationnistes expliquent le développement embryonnaire soit par la présence du germe dans l'œuf non fécondé. C'est l'ovisme. Soit par sa présence dans le spermatozoïde. C'est l'animalculisme. Le pollinisme est la version animalculiste des botanistes : on attribue au seul pollen l'origine de l'embryon.

¹² La conception épigéniste de la reproduction explique le phénomène de la reproduction en postulant que l'embryon résulte du concours de parties fournies par l'organe mâle et de parties fournies par l'organe femelle.

¹³ Candolle, A.-P. de, (1835). Introduction à la Botanique ou Traité élémentaire de cette science. Libr. Encyclopédique de Roret, Paris ; (2 tomes).

¹⁴ Schleiden, J. (1839a). Sur la formation de l'ovule et l'origine de l'embryon dans les Phanérogames. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 11 : 129-141.

¹⁵ Mirbel, C-F. & Spach, E. (1839). Notes pour servir à l'histoire de l'embryologie végétale. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 11 : 200-2017 (+381-382, rectificatif).

¹⁶ Brongniart, A. (1839). Note sur les poils collecteurs des Campanules et sur le mode de fécondation de ces plantes. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 12 : 244-247.

¹⁷ Vallade, J. (2008). L'œil de lynx des microscopistes la sexualité végétale : l'apport des micrographes depuis le 17^{ème} siècle. Editions Universitaires de Dijon, collection «histoire et philosophie des sciences».

¹⁸ Guignard, L. (1899d). Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes. *Rev. Gén. Bot.*, 11 : 129-135

¹⁹ Giordan, A. et De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir*. Lausanne : Delachaux et Niestlé.

²⁰ Raichvarg, D. (1987). La didactique a-t-elle raison de s'intéresser à l'histoire des sciences ? *In Aster*, n°5, pp.3-34.

Références

1. Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
2. Brongniart, A. (1839). Note sur les poils collecteurs des Campanules et sur le mode de fécondation de ces plantes. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 12 : 244-247.
3. Candolle, A.-P. de, (1835). Introduction à la Botanique ou Traité élémentaire de cette science. Libr. Encyclopédique de Roret, Paris ; (2 tomes).
4. Giordan, A. et De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir*. Lausanne : Delachaux et Niestlé.
5. Grew, N. (1682). *The anatomy of plants* 2e ed. W. Rawlins London.
6. Guignard, L. (1899d). Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes. *Rev. Gén. Bot.*, 11 : 129-135
7. Leroy, J.-F. (1959). Histoire de la notion de sexe chez les plantes. Les Conférences du Palais de la découverte, série D, n° 68. Edit. du Palais de la découverte, Paris.
8. Mirbel, C-F. & Spach, E. (1839). Notes pour servir à l'histoire de l'embryologie végétale. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 11 : 200-2017 (+381-382, rectificatif).
9. Raichvarg, D. (1987). La didactique a-t-elle raison de s'intéresser à l'histoire des sciences ? *In Aster*, n°5, pp.3-34.
10. Schleiden, J. (1839a). Sur la formation de l'ovule et l'origine de l'embryon dans les Phanérogames. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 11 : 129-141.
11. Vallade, J. (2008). L'œil de lynx des microscopistes la sexualité végétale : l'apport des micrographes depuis le 17^{ème} siècle. Editions Universitaires de Dijon, collection «histoire et philosophie des sciences ».
12. Wit, H.C.D. de, (1992-1994). Histoire du développement de la biologie. Traduction et adaptation française H.C.D. de Wit et A. Baudière. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1982 à 1989. Edit. française en 3 volumes : T 1 1992 (404 p.), T 2, 1993 (460 p.), T 3, 1994 (635 p.).»