

CHAPITRE X.

Procédés de fécondation.

Stérilité et fécondité des plantes après l'exclusion des insectes. — Procédés par lesquels les fleurs sont fécondées par croisement. — Dispositions favorables à l'autofécondation. — Relations entre la structure et la beauté des fleurs, entre la visite des insectes et les avantages de la fécondation croisée. — Procédés par lesquels les fleurs sont fécondées par une plante distincte. — Pouvoir fécondant plus marqué d'un pareil pollen. — Espèces anémophiles. — Conversion des espèces anémophiles en entomophiles. — Origine du nectar. — Les plantes anémophiles ont généralement leurs sexes séparés. — Conversion de fleurs diclines en hermaphrodites. — Les arbres ont souvent leurs sexes séparés.

Dans le chapitre I^{er} d'introduction, j'ai brièvement énuméré les divers moyens par lesquels la fécondation croisée se trouve favorisée ou assurée, à savoir : la séparation des sexes; la maturité de l'élément mâle et, femelle à des périodes différentes; la condition *hétérostylée* ou *dimorphe* et *trimorphe* de certaines plantes; plusieurs dispositions mécaniques; la plus ou moins complète insuffisance du pollen d'une fleur sur son stigmate; enfin, la prépondérance du pollen provenant d'un autre individu sur celui qui est propre à la plante. Quelques-uns de ces points demandent à être complètement développés, mais, pour les détails complets, je renvoie le lecteur aux nombreux et excellents ouvrages mentionnés dans l'introduction. Je veux donner ici la première place à deux listes : la première renferme des plantes qui, après éloignement des insectes, restent *complètement* stériles ou qui produisent

moins de la moitié de la totalité des graines; la seconde contient les plantes qui, dans les mêmes conditions, sont tout à fait fécondes ou donnent au moins la moitié de la totalité de leurs semences. Ces listes ont été dressées en consultant les tableaux antérieurs, auxquels j'ai ajouté quelques cas résultant de mon observation propre ou de celle d'autrui. Les espèces sont arrangées à peu près dans l'ordre suivi par Lyndley dans son « Vegetable Kingdom »¹. Le lecteur voudra bien remarquer que la stérilité ou la fécondité des plantes renfermées dans ces deux lots dépend de deux causes **complètement** distinctes, à savoir : la présence ou l'absence des moyens appropriés par lesquels le pollen est appliqué sur le stigmate, et la plus ou moins grande efficacité de ce pollen après cette application. Comme il est évident que dans les plantes dont les sexes sont séparés, le pollen doit, par certains moyens spéciaux, être transporté de fleur à fleur, les espèces qui présentent ces dispositions sont exclues de ces listes; il en est de même des plantes dimorphes et **trimorphes**, dans lesquelles la même nécessité se présente, quoique dans une mesure restreinte. L'expérience m'a prouvé que, indépendamment de l'exclusion des insectes, le pouvoir reproducteur n'est en rien amoindri dans une plante quand elle est recouverte, durant sa période de floraison, par un tissu qu'un cadre supporte; cette conclusion aurait pu être tirée de cette considération que dans les deux listes suivantes, qui renferment un nombre considérable d'espèces appartenant aux mêmes genres, quelques-unes sont complètement stériles et d'autres **complètement** fertiles lorsqu'elles sont protégées par une gaze contre l'accès des insectes.

¹ Le Règne végétal, ou la structure, la classification et les usages des plantes par John Lyndley. 2^e édition. Londres, 1847. (Traducteur.)

Liste des plantes qui, lorsque les insectes en demeurent écartés, sont complètement stériles ou produisent, autant que j'ai pu en juger, moins de la moitié du nombre des graines données par les plantes vivantes à découvert.

Passiflora alata, racemosa, edulis, laurifolia, et quelques individus du *P. quadrangularis* (Passiflorées), sont complètement stériles dans ces conditions : voir «Variation des animaux et des plantes sous l'influence de la domestication», chap. XVII, 2e édition, vol. II, p. 118.

Viola canina (Violacées). — Fleurs parfaites complètement stériles à moins d'être croisées par les abeilles, ou fécondées artificiellement.

Viola tricolor (Violacées). — Graine très-peu, donne de très-pauvres capsules.

Reseda odorata (Résédacées). — Quelques individus complètement stériles.

R. lutea. — Quelques individus produisent des capsules peu nombreuses et très-pauvres.

Abutilon Darwinii (Malvacées). — Complètement stérile au Brésil; voyez une discussion antérieure sur les plantes auto-stériles.

Nymphæa (Nymphæacées). — Le professeur Caspary m'informe que quelques-unes de espèces de ce genre sont complètement stériles quand les insectes sont exclus.

Euryale amazonica (Nymphæacées). — M. J. Smith de Kew m'informe que des capsules provenant de fleurs livrées à elles-mêmes et n'ayant probablement pas subi la visite des insectes contenaient de huit à quatorze graines; celles issues de fleurs artificiellement fécondées avec le pollen d'autres fleurs prises sur la même plante en contenaient quinze à trente, et enfin deux fleurs fécondées avec le pollen apporté d'une autre plante de Chatsworth renfermaient respectivement soixante et soixante-cinq semences. J'ai donné ces constatations parce que le professeur Caspary cite cette plante comme un cas opposé à la théorie de la nécessité ou de l'avantage de la fécondation croisée. Voyez *Sitzungsberichte der phys.-ökon. Gesell. zu Königsberg*, B. VI, p. 20.

Delphinium consolida (Renonculacées). — Produit beaucoup de capsules, mais contient seulement environ la moitié du nombre de semences renfermé dans les fruits de fleurs naturellement fécondées par les abeilles.

Eschscholtzia californica (Papavéracées). — Plantes brési-

liennes complètement stériles; les plants **anglais** donnent quelques capsules.

Papaver vagum (Papavéracées). — Dans la première partie de l'été, produit très-peu de capsules contenant très-peu de graines.

P. alpinum. — H. Hoffmann (*Speciesfrage*, 1875, p. 47) établit que cette espèce ne produit des semences capables de germination que dans une seule occasion.

Corydalis cava (Fumariacées). — Stérile. Voir la discussion antérieure sur les plants **autostériles**.

C. solida. — Je n'avais dans mon jardin (1863) qu'une seule de ces plantes, et vis les bourdons en sucer les fleurs sans qu'une seule graine fut produite. Je fus très-surpris de ce fait, car alors la découverte de la stérilité du *C. cava* avec son propre **pollen** n'avait pas encore été faite par le professeur Hildebrand. Cet observateur **conclut** aussi, d'après le petit **nombre** de ses observations sur la présente espèce, qu'elle est stérile par elle-même. Les deux cas précédents sont **intéressants**, parce que les botanistes **pensaient** autrefois (voir par exemple Lecoq : de la *Fécondation et de l'hybridisation*, 1845, p. 61, et Lyndley, *Vegetable Kingdom*, 1853, p. 436) que toutes les espèces de Fumariacées **étaient** spécialement adaptées pour l'**autofécondation**.

C. lutea. — Une plante recouverte (1861) produisit exactement la moitié du nombre de capsules données par une plante découverte de la même taille végétant dans son voisinage. Lorsque les **bourdons** visitent les fleurs (et je les vis souvent à l'**œuvre**), le pétale inférieur se dirige soudainement en bas et le pistil en haut; ce fait est dû à l'élasticité des parties qui **entrent** en **action** dès que les bords cohérents du capuchon sont séparés par l'introduction d'un insecte. Quoique les insectes visitent ces fleurs, les parties ne se meuvent pas. **Néanmoins** plusieurs des fleurs **dans** les plantes que j'avais protégées produisirent des capsules, et **cependant** leurs pétales et leurs pistils gardèrent leur première **position** : je trouvai, à ma grande surprise, que ces capsules contenaient plus de semences que celles des fleurs dont les pétales avaient **été** séparés artificiellement et disposés pour s'éloigner vivement. Ainsi, neuf capsules produites par des fleurs intactes contenaient cinquante-trois semences, tandis que **neuf** capsules des fleurs dont les pétales avaient été artificiellement séparés **en contenaient** seulement trente-deux. Mais nous nous rappellerons que si les abeilles avaient pu visiter ces fleurs, elles l'auraient fait **dans** le temps le plus propice à la fécondation. Les fleurs dont les pétales

avaient été **artificiellement** séparés **donnèrent** leurs capsules avant celles qui furent laissées intactes sous le tissu. Pour montrer avec quelle certitude les fleurs sont visitées par les abeilles, je dois ajouter que, dans une circonstance, toutes les fleurs de quelques pieds non protégés furent examinées, et chacune avait ses pétales séparés; **dans** une seconde **circonstance**, quarante et une fleurs sur quarante-trois furent dans le même état. Hildebrand établit (*Pringsh. Jahresbericht für wissenschaftl. Botanik*, B. VII, p. 450) que le mécanisme des différentes parties dans cette espèce est presque le même que dans le *C. ochroleuca*, où il a été **complètement** décrit.

Hypocoum grandi florum (Fumariacées). — Très-fortement autostérile (Hildebrand, *ibid.*).

Kalmia latifolia (Ericacées). — M. W. Beal dit [*American naturalist* (le Naturaliste américain), 1867] que les fleurs protégées contre les insectes se fanent et tombent, « le plus grand nombre des anthères restant dans les pochettes. »

Pelargonium zonale (Géraniacées). — Presque stérile, un plant produisit deux fruits. Il est probable que différentes variétés doivent différer à ce **point** vue, car quelques-unes ne sont que faiblement **dichogames**.

Dianthus caryophyllus (Caryophyllées). — Produit très-peu de capsules, qui contiennent quelques bonnes graines.

Phaseolus multi florus (Légumineuses). — Les plantes protégées **contre** les **insectes** **donnèrent**, dans deux circonstances, environ 1/3 ou 1/8 de la totalité des graines [voir mon article dans le *Gardeners Chronicle* (*Chronique* des Jardiniers), 1857, p. 225, et 1858, p. 828; *Annales et Magasin d'histoire naturelle*, 3^e série, vol. II, 1858, p. 462]. Le docteur Ogle (*Revue de la science populaire*, 1870, p. 168) a trouvé qu'une plante est complètement stérile lorsqu'elle est recouverte. Les fleurs ne sont pas visitées par les insectes dans le Nicaragua, et d'après M. Belt l'espèce est ici tout à fait stérile. (*Le naturaliste au Nicaragua*, p. 70.)

Vicia faba (Légumineuses). — Dix-sept plants recouverts donnèrent quarante fèves, tandis que dix-sept plants laissés à Bu en donnèrent cent **trente-cinq**; ces dernières plantes furent donc entre trois et quatre fois plus fertiles que les plants protégés. (Voyez pour les détails complets : *Chronique des Jardiniers*, 1858, p. 828.)

Erythrina sp? (Légumineuses). — M. W. Mac Arthur m'a appris que dans la Nouvelle-Galle du Sud (Australie) les fleurs **Be** donnent pas de graines, à moins que les pétales ne soient agités de la même manière que le font les insectes.

Lathyrus grandi Horus (Légumineuses). — Est dans notre pays plus ou moins fertile. Il ne donne jamais de gousses si les fleurs n'en sont pas visitées par les bourdons (et cela n'arrive que fort rarement) ou à moins qu'elles ne soient fécondées artificiellement. Voir mon article dans la *Chronique des Jardiniers*, 1858, p. 828.

Sarothamnus scoparius (Légumineuses). — Complètement stérile lorsque les fleurs ne sont pas visitées par les abeilles ou agitées par le vent et frappées contre le tissu qui l'enveloppe.

Melilotus officinalis (Légumineuses). — Une plante végétant à découvert, visitée par les insectes, produit au moins trente fois plus de graines qu'une plante recouverte. Dans cette dernière plante, plusieurs vingtaines de rameaux ne produisirent pas une seule gousse; plusieurs autres en donnèrent une ou deux; cinq en portèrent trois; six en produisirent quatre, et un enfin en porta dix. Sur une plante non recouverte chacun des nombreux rameaux produisit quinze gousses; neuf en donnèrent entre seize et vingt-deux; un enfin en porta trente.

Lotus corniculatus (Légumineuses). — Plusieurs plants recouverts ne produisirent que deux gousses vides et pas une seule bonne graine.

Trifolium repens (Légumineuses). — On protégea contre les insectes plusieurs plants, et les semences de dix capitules qui en provinrent furent comptées aussi bien que celles prises sur dix capitules d'autres plants végétant à découvert auprès du tissu enveloppant; les semences de ces dernières plantes furent environ dix fois aussi nombreuses que celles provenant des plantes recouvertes. L'expérience fut répétée l'année suivante : vingt capitules protégés donnèrent alors seulement une seule semence avortée, tandis que vingt capitules des plants découverts environnants (je les savais visités par les insectes) donnèrent deux mille deux cent quatre-vingt-dix semences, nombre obtenu en pesant la totalité des graines et comptant la quantité renfermée dans deux grains (0^{gr}, 13).

T. pretense. — Un cent de capitules protégés ne donna pas une seule graine, tandis que le même nombre de capitules voisins découverts, qui furent visités par les insectes, donnèrent en poids 68 grains (4^{gr}, 42) de semences; or, comme quatre-vingt semences pesaient 2 grains (0^{gr}, 13), les cent capitules devaient avoir donné deux mille sept cent vingt semences. J'ai souvent surveillé cette plante et n'ai jamais vu les abeilles en sucer les fleurs, si ce n'est par le côté, à travers les trous pratiqués par les bourdons, ou profondément

au-dessus des fleurs, comme si elles **recherchaient** quelque sécrétion du calice, à peu près de la même manière que l'a décrit M. Farrer dans le cas du *Coronilla* (*Nature*, 1874, 2 juillet, p. 169). Je dois **cependant** en excepter une circonstance dans laquelle un champ voisin de sainfoin (*Hedysarum onobrychis*) venant d'être fauché, les abeilles en semblaient réduites au désespoir. Dans cette circonstance, le plus grand nombre de fleurs du trèfle furent en quelque sorte desséchées; elles contenaient **une** quantité extraordinaire de nectar que les abeilles purent sucer. Un apiculteur expérimenté, M. Miner, dit qu'aux Etats-Unis les abeilles ne sucent jamais le trèfle rouge, et M. R. Colgate m'informe qu'il a observé le **même** fait en Nouvelle-Zélande après l'**introduction** des abeilles dans cette île. D'un autre côté, H. Müller (*Befruchtung*, p. 224) a souvent vu les abeilles visitant cette plante en Allemagne dans le double but d'y rechercher le pollen et le nectar : elles **obtenaient** ce dernier en brisant séparément les pétales. Ce qu'il y a de certain, c'est que les bourdons sont les principaux agents de la fécondation du trèfle rouge carmin.

T. incarnatum. — Les capitules contenant des semences **mûres**, sur quelques plants couverts et Bus, parurent également beaux, mais c'était là une fausse apparence; soixante capitules des plantes nues donnèrent 349 grains ($22^{\text{sr}}, 60$) de semences, tandis que soixante capitules des plantes **recouvertes** n'en donnèrent que 63 grains ($4^{\text{sr}}, 09$), et encore plusieurs d'entre ces dernières graines furent-elles pauvres et avortées. Donc, les fleurs qui furent visitées par les abeilles produisirent **environ** cinq à six fois plus de graines que celles qui furent protégées. Les plantes recouvertes qui n'avaient pas **été** épuisées par la **fructification** produisirent une seconde floraison abondante, **tandis** que les Bues ne purent le faire.

Cytisus laburnum (Légumineuses). — Sept grappes florales prêtes à s'épanouir furent enveloppées dans un grand sac de gaze, et elles ne parurent être endommagées en rien par ce **traitement**. Trois seulement d'entre elles produisirent quelques gousses, une seule pour chaque, et ces trois fruits contenaient respectivement une, quatre et cinq graines. Ainsi, une seule gousse sur les sept grappes renfermait sa totalité de **semences**.

Cuphea purpurea (Lythariées). — Ne produit pas de graines. D'autres fleurs de la même plante, artificiellement fécondées sous **une** gaze, **donnèrent** des graines.

Vinca major (Apocynées). — Est **généralement** tout à fait

stérile, mais **donne** quelquefois des graines lorsqu'elle est artificiellement croisée. Voir ma notice : *Chronique des Jardiniers*, 1861, p. 552.

V. *rosea*. — Se comporte comme l'espèce ci-dessus. — *Chronique des Jardiniers*, 1861, pp. 699-736-831.

Tabernamontana echinata (Apocynées). — Complètement stérile.

Petunia violacea (Solanées). — Complètement stérile, autant que je l'ai observé.

Solanum tuberosum (Solanées). — **Tinzmann** dit (*Chronique des Jardiniers*, 1846, p. 183) que quelques variétés sont tout à fait stériles, à moins d'être **fécondées** par une autre variété.

Primula scotica (Primulacées). — Espèce non dimorphe qui est fertile avec son propre pollen, mais qui est extrêmement stérile quand les **insectes** en sont écartés. (J. Scott, dans le *Journal de la soc. bot. Linéenne*, vol. VIII, 1864, p. 119.)

Cortusa matthioli (Primulacées). — Les plantes protégées sont complètement stériles; les fleurs artificiellement autofécondées sont parfaitement fertiles. (J. Scott, *ibid.*, p. 84.)

Cyclamen persicum (Primulacées). — Durant une saison, plusieurs plants recouverts ne produisirent pas une seule graine.

Borrago officinalis (Borraginées). — Des plants protégés produisirent environ la moitié autant de graines que les plants à découvert.

Salvia tenori (Labiées). — **Complètement** stérile, mais deux ou trois fleurs du sommet des épis qui touchaient au tissu protecteur quand le vent soufflait **donnèrent** quelques graines. Cette stérilité **n'était** pas due aux effets malfaisants de l'enveloppe, car je **fécondai** cinq fleurs avec le pollen d'une plante voisine, et elles donnèrent toutes de belles graines. J'enlevai le tissu **pendant qu'une** petite branche portait encore quelques fleurs Bon complètement flétries; elles furent visitées par des insectes et donnèrent des graines.

S. *coccinea*. — Quelques plantes découvertes produisirent de nombreux et bons fruits, mais leur **nombre**, je le pense, fut de moitié inférieur à celui des plants découverts : vingt-huit des **tétrakènes** produits spontanément par la plante protégée contenaient en moyenne seulement 1.45 semences, tandis que quelques fruits artificiellement **autofécondés** dans la même plante en contenaient plus de deux fois autant, c'est-à-dire 3,3.

Bignonia, espèce indéterminée (Bignoniacées). — Complètement stérile. Voir mon Mémoire sur les plantes autostériles.

Digitalis purpurea (Scrofularinées). — Extrêmement stérile, quelques rares capsules très-pauvres ayant été produites.

Linaria vulgaris (Scrofularinées). — Extrêmement stérile.

Antirrhinum majus, var. rouge (Scrofularinées). — Cinquante capsules cueillies sur une grande plante recouverte d'un tissu contenaient en poids 9.8 grains (0^{sr},637) de semences, mais beaucoup d'entre les cinquante fruits (ils ne furent malheureusement pas comptés) ne renfermaient pas de graines du tout. Cinquante autres capsulés d'un plant exposé à la visite des bourdons contenaient en poids 23.1 grains (1^{sr},50) de semences, c'est-à-dire plus du double, mais, dans ce cas encore, plusieurs d'entre les cinquante capsules n'avaient pas de graines.

l. majus (variété blanche, ayant la gorge de la corolle colorée de rose). — Cinquante capsules (dont un très-petit nombre seulement furent vides) prises sur une plante recouverte contenaient un poids de 20 grains (1^{sr},30) de semences, de sorte que cette variété paraît être beaucoup plus fertile par elle-même que la précédente. D'après le docteur Ogle (*Rev. de la se. populaire*, janv., 1870, p. 52), une plante de cette espèce fut beaucoup plus stérile après exclusion des insectes que je ne l'ai observé moi-même, car elle produisit seulement deux petites capsules. Pour appuyer l'action fécondante des abeilles, je puis ajouter que M. Croker ayant laissé à découvert des fleurs soumises à la castration préalable, elles produisirent autant de semences que les fleurs non mutilées.

. majus (variété péloriée). — Cette variété est complètement fertile quand elle est artificiellement fécondée avec son propre pollen, mais reste complètement stérile lorsqu'elle est livrée à elle-même et recouverte, parce que les bourdons ne peuvent pas s'introduire dans l'étroite ouverture tubulaire des fleurs.

erbascum phœniceum (Scrofularinées). — Complètement stérile. Voir mon Mémoire sur les plantes a utostériles.

erbascum nigrum. — Complètement stérile.

ampanula carpathica (Campanulacées). — Complètement stérile.

obelia ramosa (Lobéliacées). — Complètement stérile.

. fulgens. — Cette plante n'est jamais visitée par les abeilles dans mon jardin, et y demeure tout à fait stérile; mais, dans un jardin pépiniériste, à quelques milles de distance, je vis

des bourdons visiter ces fleurs et elles produisirent alors quelques capsules.

Isotoma. Une var. à fleurs blanches (Lobéliacées). — Cinq plantes laissées à découvert dans ma serre produisirent vingt-quatre belles capsules contenant ensemble 12.2 grains (0^{sr},76) de semences, et treize autres capsules très-pauvres qui furent rejetées. Cinq plantes protégées contre les insectes, mais exposées par ailleurs aux mêmes conditions que ci-dessus, produisirent seize belles capsules et vingt autres fruits qui furent rejetés. Les seize belles capsules renfermèrent une telle proportion de graines, que vingt-quatre auraient donné un poids de 4.66 grains (0^{sr},30). Ainsi donc, les plants découverts produisirent à peu près trois fois autant de semences en poids que les plants protégés.

Leschenaultia Formosa (Goodéniacées). — Complètement stériles. Mes expériences sur cette plante, montrant la nécessité de l'intervention des insectes, sont données dans la *Chronique des Jardiniers*, 1871, p. 1166.

Senecio cruentus (Composées). — Complètement stériles. Voir mon travail sur les plantes fertiles par elles-mêmes.

Heterocentron mexicanum (Mélastomacées). — Complètement stériles; mais cette espèce et les membres suivants du même groupe produisent des graines après autofécondation artificielle.

Rhexia glandulosa (Mélastomacées). — Donne spontanément deux ou trois capsules seulement.

Centradenia floribunda. — A donné spontanément pendant quelques années deux ou trois capsules, quelquefois pas du tout.

Pleroma (espèce indéterminée de Kew). — A donné spontanément pendant quelques années deux ou trois capsules, quelquefois aucune.

Monochætum ensiferum (Mélastomacées). — Pendant quelques années a produit spontanément deux ou trois capsules, quelquefois pas du tout.

Hedychium, espèce indéterminée (Marantacées). — Presque autostérile quand elle est livrée à elle-même.

Orchis. — Une immense quantité d'espèces de ce genre est stérile en dehors de l'intervention des insectes.

Liste des plantes qui, lorsqu'elles sont protégées contre les insectes, sont ou complètement fertiles, ou donnent plus de la moitié du nombre total des semences produites par des plantes non protégées.

Passiflora gracilis (Passiflorées). — Produit plusieurs fruits contenant moins de graines que ceux des plantes entrecroisées.

Brassica oleracea (Crucifères). — Produit plusieurs capsules, mais moins riches en graines que celles des plantes recouvertes.

Raphanus sativus. — La moitié d'une grande plante rumeuse ayant été recouverte d'un tissu, se chargea aussi lourdement de capsules que l'autre moitié non couverte; mais vingt des capsules de cette dernière partie contenaient en moyenne 3.5 semences, tandis que vingt des capsules protégées en contenaient seulement 1.85, ce qui fait un peu plus que la moitié moins. Cette plante aurait été peut-être mieux h sa place dans la première liste.

Iberis umbellata. — Grandement fertile.

I. amara. — Grandement fertile.

Reseda odorata et *tutea* (Résédacées). — Certains individus sont complètement fertiles par eux-mêmes.

Euryale ferox (Nymphéacées). — Le professeur Caspary m'informe que cette plante est tout h fait fertile par elle-même quand les insectes en sont écartés. Il remarque dans la note déjà indiquée que cette plante, aussi bien que la *Victoria regia*, produit une fleur seulement a la saison, et que comme cette espèce est annuelle et fut introduite en 1809, elle doit avoir été autofécondée pendant les cinquante-six dernières générations; mais le docteur Hooker m'assure qu'à sa connaissance cette plante a été introduite h plusieurs reprises, et qu'à Kew les mêmes plantes, *Euryale* et *Victoria*, produisent plusieurs fleurs dans le même temps.

Nymphæa. — Quelques espèces, comme m'en informe le professeur Caspary, sont complètement autofertiles quand les insectes en sont écartés.

Adonis aestivalis (Renonculacées). — Produit, d'après le professeur H. Hoffmann (*Speciesfrage*, p. .11), beaucoup de graines en dehors de l'action des insectes.

Ranunculus acris. — Produit beaucoup de graines sous un tissu protecteur.

Papaver somniferum (Papavéracées). — Trente capsules prises sur (les plants nus donnèrent 15.6 grains (1^{er},01) en

poids de semences, et trente capsules de plants couverts végétant dans le même carré donnèrent 16.5 grains (1v,07), de sorte que ces derniers plants furent plus productifs que les premiers. Le professeur Hoffmann a aussi trouvé (*Species-frage*, 1875, p. 53) que cette espèce est autofertile quand elle est protégée contre les insectes.

P. vagum. — Produisit à la fin de l'été beaucoup de graines qui germèrent mal.

P. argemonoides

C. laucium luteum

Argemone ochroleuca

D'après Hildebrand (*Jahrbuch für w. Botanik*, B. XII, p. 466), les fleurs spontanément autofécondées ne sont en aucune façon stériles.

Adlumia cirrhosa (Fumariacées). — Donne des capsules en abondance.

Hypocoum procumbens. — Hildebrand dit (*idem*), en parlant des fleurs protégées, que *eine gute Fruchtbildung eintrete*.

Fumaria officinalis. — Les plants recouverts et h nu produisirent en apparence un nombre égal de capsules, et les semences des premiers parurent être également bonnes. J'ai observé cette plante, comme l'a fait Hildebrand, et nous n'avons jamais vu d'insecte en visiter les fleurs. H. Müller fut aussi frappé de la rareté des visites des insectes, quoiqu'il ait surpris quelquefois les abeilles à l'œuvre. Les fleurs sont peut-être fréquentées par de petits papillons, et le même cas doit se présenter probablement avec les espèces suivantes.

F. capreolata. — Plusieurs grands carrés de cette plante végétant à l'état sauvage furent observés par moi pendant plusieurs jours, mais les fleurs ne furent jamais visitées par les insectes, quoique une abeille fût vue occupée à les examiner de près. Cependant, comme les nectaires renferment beaucoup de nectar, spécialement le soir, je restai convaincu qu'elles sont visitées probablement par des papillons. Les pétales ne s'ouvrent ni ne se séparent naturellement, mais ils avaient été ouverts d'une façon quelconque dans un certain nombre de fleurs, et de la même manière que cela se produit quand une forte soie résistante est introduite dans le nectaire, de sorte qu'à ce point de vue cette plante ressemble au *Corydalis lutea*. Trente-quatre inflorescences renfermant chacune beaucoup de fleurs furent examinées, et vingt d'entre elles avaient de une à quatre fleurs ainsi ouvertes, tandis que quatorze n'en présentaient aucune. Il est donc clair que quelques-unes des fleurs avaient reçu la visite

Une bonne fructification se produisait..

des insectes, tandis que la majorité y avait échappé; cependant le plus grand nombre donna des capsules.

Linum usitatissimum (Linées). — Paraît être complètement fertile. (H. Hoffmann, *Bot. Zeitung*, 1876, p. 566.)

Impatiens barbigerum (Balsaminées). — Les fleurs, quoique parfaitement adaptées pour la fécondation croisée par les abeilles qui les visitent librement, grainent abondamment sous une gaze.

I. noli-me-tangere. — Cette espèce produit des fleurs cléistogènes et des fleurs parfaites. Une plante fut recouverte d'une gaze, et quelques fleurs parfaites marquées avec des fils produisirent onze capsules spontanément autofécondées, qui contenaient en moyenne 3.45 semences. Je négligeai de m'assurer du nombre de graines produites par des fleurs parfaites soumises à la visite des insectes, mais je crois qu'il ne dépassa pas de beaucoup ce chiffre moyen. M. A. Bennett a décrit avec soin la structure des fleurs de *I. fulva* dans le *Journal de la soc. linn.*, vol. XIII. Bot., 1872, p. 147. Cette dernière espèce est indiquée comme stérile avec son propre pollen (*Chronique des Jardiniers*, 1868, p. 1286), et s'il en est ainsi, elle présente un remarquable contraste avec les *I. barbigerum* et *noli-me-tangere*'.

Limnanthes Douglasii (Géraniacées). — Grandement fertile.

I M. A. Loche (*Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. XXIII, 1876, p. 367-368) a réédité, sans la connaître sans doute, sous ce titre : *Note sur un fait anormal de fructification chez quelques Balsaminées*, l'observation déjà faite par M. A. Bennett : il résulte de cette note que *I. fulva* produit des fleurs cléistogènes (encore nommées cléistogames ou clandestines) avant les fleurs normales. Ce fait se produit quelquefois, comme dans le *Viola palustris* (Ad. Chatin), mais non pas toujours, car dans le *Lamium purpureum* c'est le contraire qui a lieu. D'après les observations de Bennett, les fleurs parfaites, objet de l'étude comparée de M. Loche, ne devraient leur productivité qu'à l'influence des insectes (bourdons et abeilles) qui les fréquentent, et c'est été un point intéressant à bien établir. Si M. Loche a le désir de trouver du nouveau sur ce sujet, je me permets de lui signaler ce fait important à élucider complètement, car tout ce qu'il a publié jusqu'ici était absolument connu, et j'ajoute que la structure des fleurs cléistogènes des Impatiens a fait l'objet d'un travail remarquable de H. Mohl (*Bot. Zeitung*, 1863, pp. 313 et 322). Jusqu'à présent l'on ne connaît que fort peu de plantes cléistogènes dans lesquelles les fleurs parfaites restent sans utilité apparente (et elle deviendrait réelle dans le cas actuel si les insectes étaient écartés); il serait donc très-important d'avoir le plus grand nombre possible de ces cas à enregistrer, pour confirmer ou détruire certaines interprétations plus ou moins heureuses de ces phénomènes encore peu étudiés et qui méritent cependant la plus grande attention.



Traducteur.

Viscaria oculata (Caryophyllées). — Produit beaucoup de capsules contenant de bonnes graines.

Stellaria media. — Les plantes découvertes et à nu produisirent un égal nombre de capsules et des graines, qui, dans les deux cas, parurent également bonnes et en nombre égal.

Beta vulgaris (Chénopodiacées). — Grandement fertile par elle-même.

Vicia sativa (Légumineuses). — Des plantes protégées et non couvertes produisirent un même nombre de gousses et des graines également belles. S'il exista quelque différence entre les deux lots, ce fut au bénéfice des plantes recouvertes qui furent les plus productives.

V. hirsuta. — Cette espèce porte les fleurs les plus petites parmi celles des Légumineuses de la Grande-Bretagne. Les résultats obtenus en recouvrant ces plantes furent les mêmes que dans l'espèce précédente.

Pisum sativum. — Complètement fertile.

Lathyrus odoratus. — Complètement fertile.

L. nissolia. — Complètement fertile.

Lupinus luteus (Légumineuses). — Très-productive.

L. pilosus. — Produit beaucoup de gousses.

Ononis minutissima (Légumineuses). — Douze fleurs parfaites d'un plant recouvert furent marquées avec des fils et produisirent huit gousses, contenant en moyenne 2.38 semences. Les gousses produites par les fleurs ayant reçu la visite des insectes auraient probablement contenu en moyenne 3.66 graines, si j'en juge par les effets de la fécondation croisée artificielle.

Phaseolus vulgaris (Légumineuses). — Complètement fertiles.

Trifolium arvense (Légumineuses). — Les fleurs excessivement petites sont incessamment visitées par les abeilles et les bourdons. Les têtes florales dont les insectes furent écartés semblèrent produire autant et d'aussi belles graines que les têtes laissées à nu.

T. procumbens. — Dans une circonstance, les plants recouverts parurent donner autant de graines que les plants non couverts. Dans une seconde circonstance, soixante têtes florales découvertes donnèrent 9.1 grains (0^{es}, 59) de semences, tandis que soixante têtes appartenant à des plantes protégées n'en donnèrent pas moins de 17.7 (1^{er}, 15), de façon que ces derniers plants furent beaucoup plus productifs; mais je suppose que ce résultat fut accidentel. J'ai souvent observé cette plante, et jamais je n'ai vu les insectes en visiter les fleurs; mais j'ai lieu de supposer que les fleurs de cette espèce, et

plus spécialement celles du *T. minus*, sont fréquentées par les petits papillons nocturnes, qui, comme je l'apprends de M. Bond, hantent les plus petits trèfles.

Medicago lupulina (Légumineuses). — A cause du danger que je courais de perdre les graines, je fus forcé de cueillir les gousses avant leur maturité complète; cent cinquante têtes florales des plants visités par les insectes donnèrent des gousses pesant 101 grains (6^{sr}, 56), tandis que cent cinquante têtes des plantes protégées donnèrent des gousses pesant 77 grains (5 grammes). La différence eût été probablement plus considérable si des graines mûres avaient pu être sûrement ramassées et comparées. Ig. Urban (*Keimung, Bluthen*, etc., bei *Medicago*, 1873) a décrit les procédés de fécondation dans ce genre, ainsi que le Rev. G. Henslow., dans *le Journal de la soc. linnéenne*. Bot., vol. IX, 1866, p. 327 et 335.

Nicotiana tabacum (Solanées). — Complètement fertile par elle-même.

Ipomœa purpurea (Convolvulacées). — Grandement fertile par elle-même.

Leptosiphon androsaceus (Polémoniacées). — Les plants placés sous une gaze produisirent un grand nombre de capsules.

Primula mollis (Primulacées). — Espèce Bon dimorphe, fertile par elle-même. J. Scott, dans le *Journal de la soc. linnéenne*. Bot., vol. VIII, 4864, p. 120.

Nolana prostrata (Nolanacées). — Les plants recouverts donnèrent, dans la serre, des semences dont le poids fut comparé à celui des graines provenant des plants découverts qui eurent leurs fleurs visitées par les abeilles; ces poids furent dans la proportion de 100 à 61.

Ajuga reptans (Labiées). — Donne une grande quantité de semences, mais aucun des pieds placés sous une gaze ne produisit autant de graines que plusieurs pieds découverts végétant dans le voisinage.

Euphrasia officinalis (Scrofularinées). — Des plants recouverts donnèrent beaucoup de graines, mais je ne saurais dire si elles furent moins nombreuses que celles des plants découverts. Je vis deux petits insectes diptères (*Dolichopus nigripennis* et *Empis chioptera*) suçant fréquemment les fleurs; comme ils y pénétraient, ils frotaient contre les poils qui recouvrent les anthères et se trouvaient recouverts de pollen.

Veronica agrestis. — Les plants recouverts produisirent (les graines en abondance. Je ne sais pas si les insectes en fréquen-

tent les fleurs; mais j'ai observé des *Syrphidés* fréquemment recouverts de pollen visitant les fleurs des *V. hederifolia* et *Chamaedrys*.

Mimulus luteus. — Très-fertile par lui-même.

Calceolaria (variété de serre). — Très-fertile par elle-même.

Verbascum thapsus. — Très-fertile par elle-même.

V. lychnitis. — Très fertile par elle-même.

Vandellia nummularifolia. — Les fleurs parfaites produisent beaucoup de capsules.

Bartsia ondontites. — Les plants recouverts produisirent de nombreuses graines, mais plusieurs d'entre elles furent racornies; aussi leur nombre ne fut-il pas aussi considérable que dans les plantes non protégées qui furent incessamment visitées par les abeilles et par les bourdons.

Specularia speculum (Lobéliacées). — Les plants recouverts produisirent presque autant de capsules que les découverts.

Lactuca sativa (Composées). — Les plants recouverts produisirent quelques graines, mais l'été fut humide et défavorable.

Galium aparine (Rubiacees). — Les plants recouverts donnèrent tout autant de graines que les découverts.

Apium petroselinum (Ombellifères). — Les plants recouverts furent apparemment aussi productifs que les découverts.

Zea maïs (Graminées). — Un seul plant dans la serre produisit de nombreuses graines.

Canna warscewiczii (Marantacées). — Hautement fertile par elle-même.

Orchidées. — En Europe, l'*Ophrys api fera* est aussi régulièrement autofécondé qu'aucune fleur cléistogène. Dans les Etats-Unis, dans le sud de l'Afrique et en Australie, il existe quelques espèces qui sont parfaitement fertiles par elles-mêmes. Ces nombreux cas sont donnés dans la 2^e édition de mon livre sur la Fécondation des Orchidées.

Allium cepa, var. à fleurs rouges (Liliacées). — Quatre têtes florales furent recouvertes d'une gaze et produisirent des capsules en quelque façon plus petites et moins nombreuses que celles des têtes découvertes. Les capsules furent comptées sur une tête découverte, et leur nombre fut de deux cent quatre-vingt-neuf, tandis que celles d'une belle tête placée sous une gaze furent seulement de cent quatre-vingt-dix-neuf.

Chacune de ces deux listes renferme, par une coïncidence fortuite, le même nombre de genres, c'est-à-dire

quarante-neuf. Les genres de la première liste contiennent soixante-cinq espèces et ceux de la seconde soixante, les Orchidées ayant été exclues de l'une comme de l'autre. Si les genres de ce dernier ordre, aussi bien que des *Asclépiadées* et des *Apocynées*, y avaient été inclus, le nombre des espèces qui sont stériles en dehors de l'action des insectes eût été considérablement augmenté; mais ces listes sont limitées aux espèces qui furent alors mises en expérience. Les résultats ne peuvent être considérés que comme approximativement exacts, car la fécondité est un caractère si variable que chaque espèce eût dû être expérimentée à plusieurs reprises. Le nombre (125) des espèces ci-dessus est bien petit si on le compare à la multitude des plantes vivantes; mais ce simple fait que plus de la moitié d'entre elles reste stérile, dans la mesure spécifiée, lorsque les insectes sont écartés, est des plus frappants, car toutes les fois que le pollen a besoin d'être transporté des anthères au stigmate pour que la complète fécondité soit assurée, il y a au moins grande chance pour que la fécondation croisée se produise. Je ne veux pas croire cependant que si toutes les plantes connues étaient soumises à la même épreuve, la moitié d'entre elles serait trouvée stérile dans les limites indiquées, et cela parce que, en vue de l'expérimentation, plusieurs fleurs furent choisies présentant une structure remarquable par un certain côté, et que de pareilles fleurs exigent souvent l'aide des insectes. Ainsi, **III** les quarante-neuf genres de la première liste, trente-deux environ ont des fleurs asymétriques ou présentant quelque particularité remarquable, tandis que dans la seconde liste, qui renferme des espèces *complètement* ou modérément fertiles en dehors de l'intervention des insectes, vingt et un genres environ seulement sur les *quarante-neuf* sont asymétriques ou présentent quelque particularité saisissante.

Procédés de fécondation croisée. — Les insectes appartenant aux ordres des *Hyménoptères*, *Lépidoptères* et *Diptères*, et, dans certaines parties du monde, les oiseaux sont les agents les plus importants du transport du pollen des anthères au stigmate clans la même fleur ou de fleur à fleur'. Le vent a dans le même sens une importance rapprochée, mais inférieure, et pour quelques plantes aquatiques, d'après *Delpino*, les courants d'eau ont la même valeur. Le simple fait de la nécessité, dans plusieurs cas, d'un facteur extérieur pour assurer le transport du pollen aussi bien que les nombreux artifices employés dans ce but, rendent très-probable la réalisation de quelque grand bénéfice par leur mise en œuvre, et cette conclusion a été ferme-

I Je veux donner ici tous les cas qui me sont connus d'oiseaux fécondant les fleurs. Dans le sud du Brésil, les oiseaux-mouches fécondent certainement les différentes espèces d'*Abutilon* qui restent stériles sans leur aide. (Fritz Müller, *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, B. VII, 1872, p. 24.) Des oiseaux-mouches à long bec visitent les fleurs de *Brugmansia*, tandis que quelques espèces à bec court pénètrent souvent dans la grande corolle d'une façon anormale et de la même manière que le pratiquent les abeilles dans toutes les parties du monde. Il paraît, en effet, que les becs des oiseaux-mouches sont spécialement adaptés aux différentes espèces qu'ils visitent : dans les Cordillères ils sucent les Sauges et déchirent les fleurs de *Tacsonia* ; dans le Nicaragua, M. Belt les vit suçant les fleurs de *Marcgravia* et d'*Erythrina* et transportant aussi le pollen de fleur fleur. Dans le nord de l'Amérique, on dit qu'ils fréquentent les fleurs de l'Impatiens. (Gould, *Introduction to the Trochilidae*, Introduction aux Trochilidées, 1861, pp. 15 et 120; *Gardners' Chronicle*, Chronique des Jardiniers, 1869, p. 389; *The Naturalist in Nicaragua*, Le Naturaliste au Nicaragua, p. 129; *Journal of Linn. Soc. Bot.*, Journal de la Soc. Linn. bot., vol. XIII, p. 151, 1872.) Je dois ajouter que j'ai vu souvent au Chili un *Mimus* ayant sa tête jaunie par le pollen d'un *Cassia*, je crois. On m'a assuré qu'au cap de Bonne-Espérance, le *Strelitzia* est fécondé par les *Nectarinidées*. On peut difficilement *revoquer* en doute que plusieurs fleurs australiennes soient fécondées par les nombreux oiseaux *melliphages* de cette contrée. M. Wallace dit (*Adress to the Biological Section, Brit. Assoc.*, Discours à la section de Biologie de l'Association britannique, 1876) qu'il a souvent vu le bec et la face des *lories* des *Molles* à langue en brosse, recouverts de pollen D. En Nouvelle-Zélande, plusieurs spécimens de *Anthornis melanura* avaient leurs têtes colorées avec le pollen des fleurs d'une espèce indigène de *Fuchsia*. (Potts, *Transact. New Zealand Institute*, Comptes rendus de l'Institut de la Nouvelle-Zélande, vol. III, 1870, p. 72.)

ment établie par la supériorité bien prouvée en accroissement, en vigueur et en fécondité, des plants d'une parenté croisée sur ceux d'un lignage **autofécondé**. Mais nous ne devons jamais oublier que deux buts opposés en quelque sorte doivent être atteints : le premier et le plus important est la production des graines par tous les moyens possibles, et le second, la fécondation croisée.

Les avantages que procure un croisement jettent beaucoup de lumière sur les principaux caractères des fleurs. Par là s'expliquent pour nous leurs grandes dimensions, leurs couleurs brillantes et, dans quelques cas, les teintes accentuées des parties accessoires, comme les pédoncules, les bractées, etc. De cette façon elles attirent en effet l'attention des insectes, **etc.** d'après le même principe qui veut qu'à peu près chaque fruit appelé à devenir la proie des oiseaux présente, comme couleur, un puissant contraste avec le vert du feuillage, afin qu'il puisse être bien vu et que ses graines soient largement disséminées. Dans plusieurs fleurs, la beauté est obtenue aux dépens des organes reproducteurs mêmes, comme dans les demi-fleurons de beaucoup de Composées, les fleurs extérieures de l'*Hydrangea* et les fleurs terminales de l'épi du *Muscari*. Il y a aussi des raisons pour croire (et c'était l'opinion de Sprengel) que les fleurs diffèrent en couleur d'après les espèces d'insectes qui les fréquentent.

Ce ne sont pas seulement les couleurs brillantes des fleurs qui ont pour but d'attirer les insectes, mais encore les stries et les bandes de couleur foncée dont la présence est fréquente et dont l'usage, d'après les affirmations anciennes de Sprengel, serait de leur servir de guide pour atteindre au nectar. Ces marques suivent les vaisseaux dans les pétales ou occupent les intervalles. Elles peuvent régner seulement sur un ou exister sur tous les pétales supérieurs ou inférieurs (un ou plusieurs exceptés) ; elles peuvent encore former un anneau de couleur foncée dans le tube de la corolle, ou être concentrées sur les lèvres d'une fleur irrégulière.

Dans les variétés blanches de plusieurs fleurs, comme *Digitalis purpurea*, *Anthirrinum majus*, plusieurs espèces de Dianthus, Phlox, Myosotis, Rhododendron, Pelargonium, Primula et Petunia, les marques se conservent généralement, quoique le reste de la corolle soit devenu d'un blanc pur; mais cette persistance est due simplement à ce que leur couleur, étant plus intense, est moins facilement anéantie. Le rôle que, d'après l'opinion de Sprengel, rempliraient les taches en tant que guides, je le considérai longtemps comme imaginaire, car les insectes en dehors de leur secours découvrent très-bien les nectaires et pratiquent des ouvertures latérales pour l'atteindre. Ils trouvent même les petites glandes nectarifères des stipules et des feuilles dans certaines plantes. Du reste, quelques fleurs, comme certains pavots, quoique non nectarifères, ont ces marques conductrices ; mais nous pouvons admettre, il est vrai, que quelques plantes retiennent des traces d'un premier état nectarifère. D'autre part, les marques sont beaucoup plus fréquentes dans les fleurs asymétriques, dont l'entrée pourrait embarrasser les insectes, que dans les fleurs régulières. M. John Lubbock a aussi prouvé ¹ que les abeilles distinguent parfaitement les couleurs et qu'elles perdent beaucoup de temps quand la position du nectar qu'elles ont une fois visité est changée, même très-légèrement. Ces différents cas donnent, je pense, la meilleure preuve que le développement de ces marques est réellement corrélatif de celui du nectar. Les deux pétales supérieurs du Pelargonium commun sont aussi marqués à leur base, et j'ai fréquemment constaté que lorsque les fleurs varient de façon à devenir péloriées ou régulières, elles perdent leurs nectaires et en même temps leurs taches de couleur sombre. Ces marques et les nectaires sont donc apparemment en connexion intime les uns avec les autres, et la manière de voir la

plus simple est qu'ils sont développés simultanément dans un but spécial, dont le seul concevable est que les marques servent de guides vers le nectar. D'après ce qui a été dit déjà, il est, du reste, évident que les insectes découvriraient fort bien ce nectar sans l'aide de ces marques directrices. Elles sont au service de la plante, uniquement pour aider ces animaux à visiter et à sucer en un laps de temps donné, un plus grand nombre de fleurs qu'il ne serait possible de le faire dans d'autres conditions : ainsi se trouve assurée une chance plus forte de fécondation par le pollen apporté d'un plant distinct, et nous savons que le croisement a une importance capitale.

Les odeurs émises par les fleurs attirent les insectes, ainsi que je l'ai observé dans le cas des plantes recouvertes par un tissu. *Naegeli* attachait à des rameaux d'abord des fleurs artificielles rendues odoriférantes par l'addition d'huiles essentielles, puis des fleurs naturelles dépourvues de senteur, et les insectes étaient attirés vers les premières d'une manière indubitable³. Les fleurs sont rarement tout à la fois odoriférantes et remarquables par leur beauté. De toutes les couleurs, le blanc est le plus répandu, et parmi les fleurs blanches une bien plus grande proportion est douée de parfum que parmi celles autrement colorées, c'est-à-dire 14.6 pour cent ; dans la couleur rouge, 8.2 pour cent seulement sont odoriférantes³. Ce fait qu'une plus grande proportion de fleurs blanches est pourvue de senteur dépend en partie du grand nombre de celles qui pour être fécondées par les papillons exigent la coexistence de l'odeur et de la couleur qui les rend visibles dans l'obscurité. L'économie de la nature est telle que le plus grand nombre des fleurs fécondées

Entstehung, etc., der natur-hist. Art., 1865, p. 23.

³ Les couleurs et les odeurs des fleurs de 4,200 espèces ont été enregistrées par Landgrabe et par *Schübler* et Köhler. Je n'ai pas vu leurs travaux originaux, mais une analyse très-complète en est donnée dans *London's Gardener's Magazin* (Magasin des Jardiniers de Londres), *vol.* XIII, p. 367.

par les insectes crépusculaires ou nocturnes émet surtout ou même exclusivement son parfum le soir. Plusieurs fleurs, du reste, qui sont très-odoriférantes doivent leur fécondation à cette propriété, comme, par exemple, les végétaux à floraison nocturne (*Hesperis* et quelques espèces de *Daphne*) : ces dernières présentent le rare cas de fleurs fécondées par les insectes quoique portant des couleurs obscures.

L'entassement d'une provision de nectar dans une fleur protégée est manifestement lié à la visite des insectes. Il en est de même de la position que les étamines et les pistils occupent, soit d'une façon permanente, soit à la période propice sous l'influence de leurs mouvements propres, car, lorsqu'ils sont mûrs, ces organes se tiennent invariablement sur le chemin qui conduit aux nectaires. La forme des nectaires et des parties accessoires est aussi dépendante des espèces particulières d'insectes qui habituellement visitent les fleurs; ce fait a été bien montré par H. Müller quand il a comparé les espèces de la plaine, qui sont surtout fréquentées par les abeilles, avec les espèces alpines appartenant au même genre qui sont visitées par les papillons'. Les fleurs peuvent aussi être adaptées à certaines espèces d'insectes en sécrétant un nectar qu'elles apprécient particulièrement et qui n'attire pas les autres : l'*Epipactis latifolia* présente de ce fait l'exemple le plus frappant qui me soit connu, car il est uniquement visité par les guêpes. Il est aussi certaines structures qui, comme celle des poils de la corolle de la digitale, servent apparemment à exclure les insectes mal agencés pour le transport du pollen d'une fleur à l'autre'. Je n'ai rien à dire ici des mécanismes sans but connu, comme les glandes visqueuses attachées aux masses polliniques des Orchidées et des *Asclepiadées*, ou de l'état soit gluant soit rude des grains

¹ *Nature*, 1874, p. 110; 1875, p. 190; 1876, pp. 210, 289.

² Belt, *The Naturalist in Nicaragua* (Le Naturaliste au Nicaragua), 1874, p. 132.

polliniques dans beaucoup de plantes, ou encore de l'irritabilité de leurs étamines quand elles sont touchées par les insectes² ; toutes ces dispositions favorisent évidemment ou même assurent la fécondation croisée.

Toutes les fleurs ordinaires sont assez ouvertes pour que les insectes puissent se frayer un passage dans leur corolle, et cependant plusieurs d'entre elles, comme le Muflier (*Antirrhinum*), plusieurs fleurs de Papilionacées et de Fumariacées sont fermées en apparence. On ne peut pas soutenir que leur ouverture soit nécessaire à leur fécondité, puisque les fleurs *cléistogènes*, quoique complètement fermées, donnent cependant une grande quantité de graines. Le pollen contient beaucoup de matières azotées et de phosphore qui sont les deux éléments les plus précieux pour l'accroissement des végétaux ; mais, dans le cas des fleurs les plus ouvertes, une grande quantité de pollen est consommée par les in-

I Je me suis préoccupé, depuis le commencement de cette traduction, de savoir ce que je devais penser de l'utilité des mouvements staminaux soit provoqués, soit spontanés, au point de vue de la fécondation croisée. Mes expériences ont porté d'une part sur les Mahonia et les *Berberis* à étamines irritables et de l'autre sur les *Saxifraga*, les *Ruta* et le *Limnanthes rosea*, qui présentent le phénomène du mouvement staminal spontané. Les résultats que j'ai obtenus sans avoir pu les publier jusqu'ici, et dans le détail desquels ce n'est pas le lieu d'entrer, me conduisent à penser que le mouvement provoqué, qui ne peut se produire que par l'intervention (les insectes, est au service de la fécondation croisée (les Mahonia et les *Berberis* conservés sous gaze ne m'ont donné en effet que de rares fruits). Pour ce qui touche au mouvement spontané des étamines, il en serait tout autrement, puisque des représentants de trois familles différentes (*Saxifragées*, *Rutéés* et *Limnanthées*) ont parfaitement fructifié sous gaze et n'ont pas moins donné de graines ni de fruits que d'autres sujets cultivés dans les mêmes conditions en plein air. Puisque ces plantes ne tirent aucun profit de la fécondation croisée, il est probable que le mouvement staminal a pour unique but d'assurer la fécondation directe, ce qui est du reste la première idée qui vient à l'esprit de quiconque observe ces faits. Les plantes à étamines douées de mouvements provoqués sont donc dans des conditions supérieures à celles qui ne possèdent que l'irritabilité spontanée, puisque cette manière d'être rend dans les premières la fécondation croisée nécessaire, indispensable même sous peine de stérilité; or, il est évident qu'une plante placée dans ces conditions ne peut avoir qu'une descendance toujours bien munie dans la lutte pour l'existence, et c'est là une supériorité incontestable. (Traducteur.)

sectes qui s'en nourrissent ou se trouve détruite par les pluies **lontemps** continuées. Dans beaucoup de plantes, ce dernier dommage est évité, autant que faire se peut, par la déhiscence des anthères, qui s'opère seulement en temps sec ¹, par la position et la forme de plusieurs ou de tous les pétales, par la présence des poils, et, comme l'a montré Kerner dans une intéressante expérience ², par les mouvements des pétales de la fleur entière pendant les temps froids et humides. Afin de compenser la perte du pollen par tant de moyens, les anthères en produisent une bien plus grande quantité qu'il n'en faut pour féconder une même fleur. Je suis conduit à cette appréciation par mes expériences sur l'*Ipomœa*, relatées dans l'introduction; elle est mieux confirmée encore par l'étonnante petite quantité de pollen que donnent les fleurs **cléistogènes** (qui ne perdent rien de ce pollen), comparée à l'abondante masse qu'en produisent les fleurs ouvertes dans les mêmes plantes, et encore cette petite quantité suffit-elle la fécondation des nombreuses graines qu'elles contiennent. M. Harssall prit la peine de compter le nombre de grains polliniques produits par une fleur de Dent-de-Lion (*Leontodon*), et en trouva un total de 243,600 ; dans la pivoine, il atteignit le chiffre de 3,654,000³. Le rédacteur du *Botanical Register*, après avoir pris le nombre des ovules dans les fleurs de *Wisteria sinensis*, compta avec soin les grains de pollen et trouva qu'il y en avait 7,000 pour chaque **ovule**⁴. Dans le

¹ M. Blackley a observé que les anthères mûres du seigle ne s'ouvrent pas quand elles sont maintenues sous une cloche de verre dans une atmosphère humide, tandis que d'autres anthères exposées à la même température en plein air s'ouvrent facilement. Il a trouvé aussi beaucoup plus de pollen adhérent à des *appendices* gluants qui furent attachés à des cerf-volants et élevés haut dans l'atmosphère, dans les jours secs et beaux qui suivent les temps humides, qu'à toute autre époque. (*Experimental Researches on Hay Fever*, 1873, p. 127.)

² *Die Schutzmittel d. Pollens* (Les moyens de protection du pollen) 1873. *Annals and Mag. of Nat. Hist.*, vol. VIII, 1842, p. 108.

⁴ Cité dans *Gardener's Chronicle*, 1846, p. 771.

Mirabilis, trois ou quatre des très-gros grains de pollen suffisent à féconder un ovule, mais j'ignore combien une fleur peut produire de ces grains. Dans l'*Hibiscus*, *Kölreuter* trouva que 60 grains sont nécessaires pour féconder tous les ovules d'une fleur, et il a calculé que 4,863 grains sont produits par une seule fleur, c'est-à-dire quatre-vingt-une fois plus qu'il n'en faut'. Comme nous voyons par là que l'état d'ouverture de toutes les fleurs ordinaires et la perte considérable en pollen qui en est la conséquence nécessitent le développement d'un prodigieux excès de cette précieuse substance, nous pouvons nous demander pourquoi les fleurs sont toujours ouvertes. Plusieurs plantes à fleurs *cléistogènes* existant dans le règne végétal, on peut difficilement mettre en doute que toutes les fleurs ouvertes puissent être aisément converties en fleurs closes. Les divers degrés par lesquels cette transformation pourrait être effectuée sont actuellement saisissables dans les *Lathyrus nissolia*, *Biophytum sensitivum* et plusieurs autres fleurs. Quant à la réponse à la question que nous venons de nous poser, elle consiste certainement en ceci : que dans les fleurs constamment fermées, il ne pourrait y avoir fécondation croisée.

La fréquence, pour ne pas dire la régularité, avec laquelle le pollen est transporté de fleur à fleur par les insectes et souvent à une distance considérable, mérite attention'. Ce fait est mieux démontré encore par l'impossibi-

Kölreuter, *Vorläufige Nachricht*, 1761, p. 9. *Gärtner*, *Beiträge zur Kenntniss*, etc., p. 346.

Une expérience de *Kölreuter* (*Fortsetzung*, etc., 1763, p. 69) apporte une bonne preuve de ce fait. L'*Hibiscus vesicarius* est fortement *diogame*, puisque son pollen tombe avant que les stigmates soient mûrs. *Kölreuter* marqua 310 fleurs et en imprégna chaque jour les stigmates avec le pollen d'autres fleurs, de façon à les féconder complètement, puis il livra le même nombre de fleurs à l'action des insectes. Plus tard il compta les semences des deux lots : les fleurs qu'il avait fécondées avec un soin si particulier donnèrent 11.237 graines, tandis que celles qui furent abandonnées aux insectes en produisirent 10.886, ce qui fait une différence de 351 seulement, et cette faible infériorité est

lité d'obtenir pures deux variétés de la même espèce quand elles végètent côte à côte; mais je reviendrai bientôt sur ce sujet, aussi bien que sur les nombreux cas d'hybrides spontanément apparus, soit dans les jardins, soit à l'état naturel. Pour ce qui touche à la distance que peut franchir le pollen, nous pouvons dire qu'aucun expérimentateur ne doit s'attendre à avoir, par exemple, des semences de chou pures, si une plante d'une autre variété se trouve à 2 ou 300 mètres de distance. Un observateur soigneux, feu M. Masters de Canterbury, m'affirma qu'une année il eut toute sa récolte de graines « sérieusement composée par un hybride pourpre » sous l'influence de quelques plants de chou pourpre qui fleurissaient dans un jardin de village situé à la distance de 800 mètres; aucun autre plant de cette variété ne végétait dans le voisinage'. Mais le cas le plus remarquable qui ait été rapporté est dû à M. Godron', qui a montré par la nature des hybrides produits que le *Prunula grandiflora* doit avoir été croisé par le pollen du *P. officinalis* apporté par les abeilles de la distance d'environ 2 kilomètres.

Tous ceux qui se sont longuement occupés de l'hybridation insistent très-fortement sur la facilité qu'ont les fleurs châtrées à être fécondées par le pollen apporté de plants éloignés de la même espèce'. Le cas suivant montre

complètement attribuable à la suspension du travail des insectes pendant quelques journées froides et continuellement pluvieuses.

¹ M. W. C. Marshall ne prit pas moins de sept spécimens d'un papillon nocturne (*Cucullia umbratica*) portant les pollinies du grand Orchis-papillon (*Habenaria chlorantha*) appliquées contre les yeux et par conséquent dans la position la plus propre pour féconder les fleurs de cette espèce; c'était dans une île de Derwentwater, à la distance de 800 mètres de tout lieu où cette plante vivait (*Nature*, 1872, p. 393). 1

² *Revue des Sciences naturelles* de Montpellier, 1875, p. 331.

³ Voyez, par exemple, les remarques d'Herbert (*Amaryllidées*, 1837, p. 349); voir aussi Gärtner, qui est très-expressif sur ce sujet dans son *Bastarderzeugung*, 1849, et son *Kennntniss der Befruchtung*, 1844, pp. 510 et 573; voir aussi Lecoq (*De la fécondation*, etc., 1845, p. 27). Quelques faits ont été publiés dans ces dernières années en vue de prouver la tendance extraordinaire des hybrides à retourner avec formes.

ce fait de la manière la plus claire : Gärtner, encore inexpérimenté, châtra et féconda 520 fleurs, prises sur plusieurs espèces, avec le pollen d'autres genres ou d'autres espèces, et les laissa ensuite sans protection; mais, comme il le dit, il lui vint la louable inspiration que des fleurs de la même espèce les plus rapprochées vivaient à moins de 5 à 600 mètres de là'. Il en résulta que 289 de ces 520 fleurs ne grainèrent pas ou que les graines produites ne germèrent point; les semences de 29 fleurs donnèrent naissance à des hybrides, comme on pouvait s'y attendre d'après la nature du pollen employé, et enfin les semences (les 202 fleurs restant produisirent des plantes parfaitement pures, de sorte qu'elles durent être fécondées par les insectes apportant du pollen d'une distance d'environ 500 à 600 mètres'. Il est peut-être possible que quelques-unes de ces 202 fleurs aient été fécondées avec leur pollen accidentellement laissé après castration, mais pour montrer combien cette supposition est improbable, je dois ajouter que Gärtner, pendant les huit années suivantes, ne châtra pas moins de 8,042 fleurs, les hybrida dans une chambre fermée, et les semences de 70 seulement d'entre elles (ce qui nous fait moins de 1 pour 100) donnèrent une descendance pure et sans hybride'.

Des faits nombreux que nous venons de rapporter, il se dégage évidemment que les fleurs sont admirablement adaptées pour la fécondation croisée. Cependant, le plus grand nombre

génératrices, mais comme on ne dit pas comment les fleurs furent protégées contre les insectes, on peut supposer qu'elles furent souvent fécondées avec du pollen apporté à distance des espèces génératrices.

Kenntniss der Befruchtung, pp. 539-550-575-576.

¹ Les expériences d'Henschel (cité par Gärtner, *Kenntniss*, etc, p. 574), qui, à tous les autres points de vue, sont sans valeur, montrent aussi combien largement les fleurs sont entre-croisées par les insectes. Il châtra plusieurs fleurs dans trente-sept espèces appartenant à vingt-deux genres, et laissa les stigmates sans pollen ou les recouvrit du pollen de % genres distincts; elles fructifièrent cependant toutes, et tous les semis qui en provinrent furent purs.

¹ *Kenntniss*, etc., pp. 555 et 576.

d'entre elles présente des dispositions qui sont, quoique d'une manière moins frappante, manifestement propices à l'autofécondation. La principale d'entre ces adaptations est leur état d'hermaphroditisme, c'est-à-dire l'inclusion dans la même corolle des deux organes reproducteurs mâle et femelle. Ils sont souvent très-rapprochés et d'une maturité simultanée, de façon que le pollen de la même fleur ne peut guère manquer d'être déposé sur le stigmate au moment favorable. Il existe aussi de nombreux détails de structure réalisés en vue de 'l'autofécondation'. Ces dispositions sont bien évidentes dans les curieux cas découverts par H. Müller, où une espèce existe sous deux formes, l'une portant des fleurs visibles construites pour le croisement, et l'autre de petites fleurs adaptées pour l'autofécondation, ces dernières pourvues de plusieurs parties légèrement modifiées pour ce but spécial'.

Comme deux buts opposés à presque tous les points de vue (la fécondation croisée et l'autofécondation) doivent être atteints dans plusieurs cas, nous pouvons comprendre la coexistence constatée dans un si grand nombre de fleurs de structures qui, au premier abord, paraissent être d'une complexité inutile et d'une nature opposée. Nous pouvons également nous expliquer le grand contraste qui existe comme structure entre les fleurs cléistogènes, qui sont adaptées exclusivement pour l'autofécondation, et les fleurs ordinaires de la même plante, -qui sont disposées pour profiter de la moindre occasion de fécondation croisée². Les pre-

H. Müller, *Die Befruchtung*, etc., p. 448.
Nature, 1873, pp. 44, 433.

³ Fritz Müller a découvert dans le règne animal (*Jenaische Zeitschrift*, B. IV, p. 451) un cas qui présente une curieuse analogie avec les plantes portant à la fois des fleurs parfaites et cléistogènes. Il trouva dans les nids de Termite, au Brésil, des mâles et des femelles à ailes imparfaites, qui ne quittent pas le nid et y propagent leur espèce d'une manière cléistogène, mais seulement dans le cas où une reine complètement développée, après avoir essaimé, n'entre plus dans le vieux nid. Les mâles et les femelles sont complètement développés, et les individus de deux nids différents peuvent difficilement manquer de s'entre-croiser.

nières sont toujours petites, complètement fermées, et mu-
 lies de pétales plus ou moins, rudimentaires dépourvus de
 couleurs brillantes : elles ne sécrètent jamais de nectar,
 ne sont jamais odoriférantes, portent de très-petites an-
 thères produisant quelques grains de pollen seulement,
 enfin, ont des stigmates très-peu développés. Si nous nous
 souvenons que plusieurs de ces fleurs sont croisées par
 l'action du vent (*Delpino* les nomme *anémophiles*), et
 d'autres par l'intervention des insectes (*entomophiles*),
 nous pouvons de plus comprendre, comme je l'avais mon-
 tré il y a plusieurs années', le grand contraste apparent
 entre ces deux classes de fleurs. Les fleurs anémophiles,
 rappellent à divers égards les fleurs *cléistogènes*, s'en
 écartent beaucoup en ce qu'elles ne sont pas fermées, en
 ce qu'elles produisent une quantité extraordinaire de pol-
 len qui est toujours sans cohésion, et enfin en ce que leur
 stigmate est souvent plus développé et plumeux. Nous des-
 serts certainement la beauté et le coloris de nos fleurs,
 si bien que l'accumulation d'une grande abondance de
 pollen, à l'existence des insectes ².

*relations entre la structure et l'éclat des fleurs,
 entre les visites des insectes et les avantages de la
 fécondation croisée.*

Il a été démontré déjà qu'il n'existe aucune relation
 étroite entre le nombre des semences produites par les fleurs

Dans l'acte de l'essaimage, ils sont détruits en nombre presque infini par
 une nuée d'ennemis, de sorte qu'une reine peut souvent ne pas entrer
 dans le vieux nid; alors les mâles et les femelles imparfaitement déve-
 loppés propagent la vieille souche et la conservent.

Journal of Linn. Soc., vol. VII, Bot., 1863, p. 77.

Un fait cependant semble s'inscrire en faux contre cette assertion,
 c'est que les plantes alpines des grandes altitudes (*Geum alpinum*,
Myosotis octopetala, *Myosotis alpestris*, *Viola grandiflora* et *calcarata*,
Primula aconitifolia et *plataniifolia*, *Trollius europeus*, etc.),
 produisent des fleurs plus développées et plus brillantes que celles de la
 plaine, et cependant dans ces régions élevées (2,500 mètres) les insectes
 sont rares sinon nuls.

(Traducteur.)

soit après croisement, soit après autofécondation, et le degré d'influence que subit leur descendance par ces deux procédés. J'ai aussi exposé les raisons qui portent à croire que l'inefficacité du propre pollen (l'une plante est, dans le plus grand nombre des cas, un résultat accidentel, ou n'a pas été acquis en vue de prévenir l'autofécondation. D'autre part, on peut difficilement mettre en doute que la **dichomagie** (qui prévaut, d'après Hildebrand', dans le plus grand nombre des espèces), que la condition **hétérotylée** de certaines plantes, et que plusieurs autres dispositions mécaniques n'aient *été* réalisées pour mettre obstacle à l'autofécondation et favoriser le croisement. Les moyens propres à protéger la fécondation croisée doivent avoir *été* acquis avant ceux qui préviennent l'autofécondation, car il serait manifestement préjudiciable à une plante que son stigmate pût manquer de recevoir son propre pollen, à moins qu'elle ne fût déjà bien adaptée à recevoir celui d'un autre individu. Il est bon de remarquer que plusieurs plantes possèdent encore un haut pouvoir d'autofécondation, quoique leurs fleurs soient excellentement construites pour la fécondation croisée, par exemple celles de plusieurs espèces de **Papilionacées**. ■

On peut admettre comme presque certain que plusieurs dispositions, telles qu'un nectaire étroitement allongé ou une corolle à long tube, ont *été* développées en vue de permettre uniquement à certaines espèces d'insectes d'atteindre le nectar. Les insectes trouvent ainsi une provision de nectar garantie contre l'attaque des autres insectes, et sont par là conduits à visiter fréquemment ces fleurs et à en transporter le pollen de l'une à l'autre'. On mit pu s'attendre peut-être à ce que les plantes à fleurs douées de cette structure particulière profiteraient à un plus haut degré d'un croisement que les fleurs ordinaires ou

I *Die Geschlechter-Vertheilung*, etc. (La Séparation des sexes), p. 32.
 * *Die Befruchtung*, etc., p. 431.

simples, mais cela ne paraît pas être ainsi. Le *Tropaeolum minus*, par exemple, possède un long nectaire et une corolle irrégulière, tandis que le *Limnanthes Douglasii* a une fleur régulière sans nectaire propre; et cependant les semis croisés des deux espèces sont aux *autofécondés*, en hauteur, comme 100 est à 79. Le *Salvia coccinea* est pourvu d'une corolle irrégulière et muni d'une disposition curieuse qui permet aux insectes de déprimer les étamines, tandis que les fleurs de l'*Ipomœa* sont régulières, et les semis croisés des premiers sont, en hauteur, aux *autofécondés* comme 100 est à 76, tandis que ceux de l'*Ipomœa* sont dans la proportion de 100 à 77. Le Blé noir est dimorphe, l'*Anagallis coltina* ne l'est point, et les semis croisés issus des deux plantes sont, en hauteur, aux *autofécondés*, comme 100 est à 69.

Dans les plantes européennes, si nous en exceptons les espèces anémophiles comparativement rares, la possibilité de l'entre-croisement de deux plants distincts dépend de la visite des insectes, et H. Millier a prouvé par ses importantes expériences que des fleurs grandes et belles sont visitées par un plus grand nombre d'insectes et plus souvent fréquentées que les petites fleurs obscures'. Il fait remarquer, de plus, que les fleurs qui sont rarement visitées doivent être capables d'autofécondation, sous peine de disparaître promptement'. Il y a, du reste, quelque chance d'erreur à courir si l'on veut émettre un jugement sur ce point, à cause de l'extrême difficulté de s'assurer si les fleurs qui ne sont que rarement ou point du tout fréquentées pendant le jour (comme dans le cas du *Fumaria capreolata* ci-dessus indiqué) ne reçoivent pas la visite de petits Lépidoptères nocturnes, que l'on sait être fortement attirés par les li-

Il y a également des réserves à faire sur ce point pour ce qui touche aux plantes alpines, qui échappent évidemment, et même de la manière la plus absolue, à cette règle spéciale aux végétaux de la plaine ou des régions subalpines. (Traducteur.)

¶ *Be fruchtung*, p. 426. *Nature*, 1873. p. 433.

queurs sucrées'. Les deux listes données dans la première partie de ce chapitre confirment la conclusion de Müller, à savoir que les fleurs petites et obscures sont **complètement** fécondes par elles-mêmes, car huit ou neuf espèces seulement sur les cent vingt-cinq portées dans ces listes rentrent dans le cas actuel, et toutes furent trouvées très-fécondes après **exclusion** des insectes. Les singulières fleurs obscures de l'Ophry mouche (*O. muscifera*), comme je l'ai montré ailleurs, sont rarement visitées par les insectes, et c'est là un **étrang** exemple d'imperfection (en contradiction avec la règle ci-dessus) que le fait de voir ces fleurs infécondes par elles-mêmes, à ce point qu'un grand nombre d'entre elles ne produit pas de grailles. L'inverse de cette proposition que les plantes à fleurs petites et obscures sont fertiles par elles-mêmes, c'est-à-dire cette règle que les plantes à fleurs grandes et belles sont **autostériles**, est loin d'être vraie, comme nous pouvons le voir en examinant notre seconde liste d'espèces spontanément **autostériles**. Cette liste renferme, en effet, des espèces telles que *Ipomœa purpurea*, *Adonis æstivalis*, *Verbasc. thapsus*, *Pisum sativum*, *Lathyrus odoratus*, quelques espèces de Papaver, de *Nymphaea* et d'autres.

La rareté des visites des insectes aux petites fleurs ne dépend pas de leur obscurité, mais seulement du manque d'attraction suffisante; ainsi les fleurs du *Trifolium arvense*, quoique extrêmement petites, sont incessamment visitées par les abeilles et par les bourdons, comme le sont les fleurs petites et obscures de l'asperge. Les fleurs de *Linaria cymbalaria* sont petites et peu brillantes, et cependant, en temps propice, elles sont souvent fréquentées par les abeilles. Je dois ajouter, d'après M. Bennett,

¹ Comme réponse à une question que je lui posai, l'éditeur d'un journal d'entomologie m'écrivit : « Les **Dépressariés**, comme c'est bien connu de tout collectionneur de Nocturnes, sont attirés très-facilement par les liquides sucrés et visitent sans doute naturellement les fleurs. » *L'Entomologists' Weekly Intelligencer*, 1860, p. 103.

¹ *Nature*, 1869, p. 11.

qu'il existe une autre classe très-distincte de plantes qui ne peuvent être souvent visitées par les insectes, parce qu'elles fleurissent souvent ou même exclusivement en hiver, et elles semblent alors adaptées pour l'autofécondation, car leur pollen tombe avant que les fleurs soient épanouies.

Que les fleurs aient acquis de la beauté en vue de guider les insectes, la chose est très-probable ou même presque certaine; mais on peut se demander alors si les autres fleurs sont devenues obscures, afin de n'être point fréquentées par les insectes, ou si elles ont simplement gardé une condition primitive ou antérieure. Si une plante était très-réduite dans ses proportions, il est probable qu'il en arriverait de même à ses fleurs sous l'influence d'une décroissance corrélatrice; mais les dimensions et la couleur de la corolle sont des caractères très-variables, et il est difficile de mettre en doute que, si le brillant et l'ampleur des fleurs étaient de quelque avantage pour une espèce, ces qualités se fussent développées par sélection naturelle dans un court laps de temps, comme cela se produit réellement pour les plantes alpines. Les fleurs papilionacées sont manifestement construites pour les visites des insectes, et il paraît improbable, d'après les caractères ordinaires du groupe, que les progéniteurs des genres *Vicia* et *Trifolium* aient produit des fleurs si petites et aussi dépourvues (l'attrait que celles du *Vicia hirsuta* et de *T. procumbens*. Nous sommes donc conduits à cette déduction, que plusieurs plantes, ou n'ont pas augmenté les dimensions de leurs fleurs, ou les ont actuellement réduites et rendues obscures dans un certain but, de sorte qu'elles sont maintenant peu fréquentées par les insectes. Dans l'un ou l'autre cas, elles ont ainsi acquis ou retenu un haut degré d'autofécondité.

Si, par une raison quelconque, il devenait avantageux pour une espèce de voir sa capacité d'autofécondation augmentée, il n'y aurait que peu de difficulté à admettre que cette propriété puisse être affectée rapidement, Trois cas de

plantes variant de façon à devenir plus fécondes avec leur propre pollen qu'elles ne l'étaient originellement, se présentèrent en effet dans le cours de mes expériences, c'est-à-dire dans le *Mimulus*, l'*Ipomœa* et le *Nicotiana*. Il n'y a pas de raisons pour douter que plusieurs espèces de plantes soient capables, dans des circonstances favorables, de se propager d'elles-mêmes par autofécondation pendant de nombreuses générations. C'est là le cas pour les variétés du *Piston sativum* et du *Lathyrus odoratus* qui sont cultivées en Angleterre, et pour l'*Ophrys apifera* et quelques autres plantes vivant à l'état naturel. Néanmoins, le plus grand nombre de ces plantes et peut-être toutes retiennent des dispositions très-efficaces qui ne peuvent être utilisées pour aucun autre but que la fécondation croisée. Nous avons acquis aussi des raisons de supposer que l'autofécondation donne certains bénéfices spéciaux à quelques plantes, mais, si le fait est réel, les avantages ainsi obtenus sont plus que contrebalancés par un croisement avec un rameau nouveau ou avec une variété légèrement différente.

Malgré les nombreuses considérations que nous venons d'avancer, il me semble absolument improbable que les plantes pourvues de fleurs petites et obscures, aient été soumises à l'autofécondation pendant une longue série de générations ou continuent à les subir. Je suis conduit à cette manière de voir, non point par la considération du dommage manifeste que cause l'autofécondation (il se produit dans quelques cas même après la première génération, comme dans *Viola tricolor*, *Sarothamnus*, *Nemophila*, *Cyclamen*, etc.), ni même en raison de la probabilité de l'augmentation de ce dommage après plusieurs générations, car sur ce point je n'ai pu acquérir aucune preuve suffisante, par la méthode qui a présidé à mes expériences; mais, si les plantes à fleurs petites et obscures n'étaient pas accidentellement croisées et ne devaient pas profiter de ce procédé de fécondation, toutes leurs fleurs

seraient probablement devenues **cléistogènes**, car elles auraient été par cette disposition largement favorisées, n'ayant à produire qu'une petite quantité de pollen sûrement protégé. Pour arriver à cette conclusion, j'ai été guidé par la fréquence avec laquelle les plantes appartenant à des ordres distincts ont été rendues **cléistogènes**, mais je ne connais aucun exemple d'une espèce dont toutes les fleurs le seraient constamment. Le *Leersia* se rapproche le plus de cet état, mais, comme je l'ai dit déjà, on constate que cette plante produit des fleurs parfaites dans une partie de l'Allemagne. Plusieurs autres plantes de la classe des **cléistogènes**, l'*Aspicarpa* par exemple, sont restées sans produire de fleurs parfaites dans une serre chaude pendant plusieurs années, mais il ne s'ensuit pas qu'elles agiraient de même dans leur pays d'origine, pas plus que le *Vandellia*, qui ne me donna que des fleurs **cléistogènes** pendant certaines années. Les plantes de cette classe portent communément les deux espèces de fleurs à chaque saison, et les fleurs parfaites de *Viola canina* donnent de belles capsules, mais seulement lorsqu'elles sont visitées par les abeilles. Nous avons vu aussi que les semis d'*Ononis minutissima* obtenus de fleurs parfaites fécondées avec le pollen d'un autre plant, furent plus beaux que ceux issus de fleurs **autofécondées**, et ce fut également le cas, dans une certaine mesure, avec le *Vandellia*. Donc, comme il n'y a pas d'exemples qu'une espèce portant à un moment donné des fleurs réduites et obscures les ait transformées en **cléistogènes**, je dois croire que les plantes actuellement pourvues de fleurs petites et sans éclat profitent de leur état d'épanouissement en ce qu'elles sont accidentellement entre-croisées par les insectes. Une des plus grandes lacunes dans mon travail fut constituée par le manque d'expériences sur ces fleurs, occasionné et par la difficulté de les féconder et par mon ignorance primitive de l'importance de ce sujet'.

Quelques espèces de *Solanum* seraient appropriées à ces expériences,

Il est bon de rappeler que dans deux des cas cités des variétés hautement fertiles par elles-mêmes apparurent parmi mes plants mis en expérience, c'est-à-dire dans le *Mimulus* et le *Nicotiana*, ces variétés profitèrent grandement d'un croisement avec un rameau nouveau ou avec une variété légèrement différente : le même cas se présenta avec les variétés cultivées du *Pisum sativum* et du *Lathyrus odoratus*, qui ont été longtemps propagées par autofécondation. Donc, jusqu'à preuve distincte du contraire, il faut considérer comme une règle générale (lue les fleurs petites et obscures sont occasionnellement entre-croisées par les insectes, et que si, après une autofécondation longuement continuée, elles sont croisées par le pollen apporté d'une plante végétant dans des conditions quelque peu différentes, ou issue de générateurs ainsi cultivés, leur descendance doit en tirer grand profit. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible d'admettre que l'autofécondation continuée pendant plusieurs générations successives soit toujours le meilleur mode de reproduction.

Moyens qui assurent ou favorisent la fécondation des fleurs par un pollen distinct. — Nous avons vu quatre cas dans lesquels des semis obtenus d'un croisement entre fleurs de la même plante ou même de plantes parais-

car H. Müller les considère (*Befruchtung*, p. 434) comme n'attirant pas les insectes, à cause du manque absolu de nectar dans les fleurs, de la petite quantité de pollen qu'elles produisent, et de leur état d'obscurité. Ainsi s'explique probablement, d'après Verlot (*Production des Variétés*, 1865, p. 72), pourquoi les variétés « de l'aubergine et de la tomate » (espèces de *Solanum*) ne s'entre-croisent pas quand elles sont cultivées côte à côte ; mais il ne faut pas oublier que ces espèces ne sont pas indigènes. D'un autre côté, les fleurs de la pomme de terre commune (*Solanum tuberosum*), quoique ne sécrétant pas de nectar (Kurr, *Bedeutung der Nectarien*, 1833, p. 40), ne peuvent être considérées comme obscures et sont quelquefois visitées par les Diptères (H. Müller) et, comme je l'ai constaté, par les bourdons. Tinzmann (cité par le *Gardeners' Chronicle*, 1846, p. 183) trouva que quelques-unes des variétés portant graines après fécondation par la même variété sont aussi fécondes avec le pollen d'une autre variété.

sant distinctes parce qu'elles avaient été propagées par stolons ou boutures, ne furent en rien supérieurs aux semis issus des fleurs autofécondées ; dans un cinquième cas (*Digitalis*) ils eurent seulement une légère supériorité. Nous pourrions donc nous attendre à voir dans les plantes vivant à l'état naturel, non pas simplement un croisement entre fleurs de la même plante, mais bien entre fleurs d'individus distincts, s'effectuer généralement ou au moins très-souvent par certains moyens. Ce fait que les abeilles et quelques Diptères visitent les fleurs de la même espèce aussi longtemps qu'elles le peuvent, au lieu de fréquenter indistinctement plusieurs espèces, favorise l'entre-croisement des plantes distinctes. D'autre part, les insectes épuisent un grand nombre de fleurs sur la même plante avant de s'envoler vers une autre, et cette pratique est contraire à la fécondation croisée. Le nombre extraordinaire de fleurs que les abeilles sont aptes à visiter dans un très-court espace de temps, comme nous le verrons dans un prochain chapitre, augmente les chances de fécondation croisée ; le même résultat est obtenu par ce fait que ces insectes ne peuvent savoir, sans entrer dans une fleur, si d'autres abeilles ont épuisé le nectar. Par exemple, H. Müller a trouvé³ que les quatre cinquièmes des fleurs de *Lamium album* visitées par un bourdon avaient été déjà débarrassés de leur nectar. Pour que des plants distincts puissent être entre-croisés, il est sans doute indispensable que deux ou plusieurs individus puissent vivre rapprochés les uns des autres, et c'est généralement ce qui se passe. Ainsi A. de Candolle remarque qu'en gravissant une montagne, on ne voit pas les individus de la même espèce disparaître d'ordinaire graduellement en atteignant leur limite supérieure, mais bien plutôt brusquement. Ce fait pourrait être difficilement expliqué par la variation graduelle et insensible des conditions

Die Befruchtung, etc., p. 311.

ambiantes, il dépend probablement en grande partie de ce que des semis vigoureux ne sont produits assez haut sur la montagne que lorsque plusieurs individus peuvent y subsister ensemble.

Pour ce qui touche aux plantes dioïques, des individus distincts doivent toujours se féconder l'un l'autre. Dans les plantes monoïques, comme le pollen doit "être transporté (le fleur A fleur, il y a toujours de fortes chances pour qu'il soit transporté de plante A plante. *Delpino* a aussi observé ce fait curieux que certains individus du noyer monoïque (*Juglans regia*) sont prolérandres et d'autres protérogynes, et ceux-ci se fécondent réciproquement l'un l'autre. Il en est ainsi avec la noisette commune (*Corylus avellana*)², et, ce qui est plus surprenant, avec quelques plantes hermaphrodites, comme l'a observé H. Müller³. Dans les plantes hermaphrodites, l'épanouissement simultané de quelques fleurs seulement, est un des moyens les plus simples propres à favoriser l'entre-croisement des individus distincts; mais ce procédé rendrait les plantes moins visibles pour les insectes, à moins que les fleurs eussent de grandes proportions, comme c'est le cas dans plusieurs plantes bulbeuses. Kerner pense que c'est dans ce but que la plante australienne *Villarsia parnassifolia* produit chaque jour une fleur seulement. M. *Cheeseman* fait remarquer aussi⁴ que, comme certaines Orchidées de la Nouvelle-Zélande qui ont besoin de l'aide des insectes pour leur fécondation, portent une fleur unique, les plants distincts ne peuvent manquer d'être entre-croisés.

La dichogamie qui prévaut si largement dans le règne végétal augmente de beaucoup les chances de croisement entre individus distincts. Dans les espèces prolérandres,

¹ *Ult. Osservazioni*, etc., part. II, fasc. I, p. 337.

² *Nature*, 1875, p. 26.

³ *Die Befruchtung*, etc., pp. 285-339.

⁴ *Die Schutzmittel*, etc., p. 23.

Transact. New Zealand Institute, vol. V, 1873, p. 356.

qui sont de beaucoup plus communes que les *protérogynes*, les jeunes fleurs ont une fonction exclusivement mâle et les vieilles remplissent le rôle de femelles. Les abeilles s'abattent habituellement à la partie inférieure des épis floraux pour se glisser vers le haut, puis elles s'envolent recouvertes avec le pollen des fleurs supérieures, qu'elles transportent aux stigmates des fleurs inférieures plus anciennes placées sur l'épi voisin qu'elles vont visiter. Le degré auquel les plants distincts peuvent être ainsi entre-croisés dépend du nombre des épis qui sont en pleine fleur dans le même temps et sur la même plante. Dans les fleurs *protérogynes* disposées en grappes pendantes, la manière dont les insectes visitent les fleurs doit être diamétralement opposée pour que les plantes distinctes puissent être entre-croisées. Mais ce sujet tout entier demande de nouvelles recherches, car l'importance des croisements entre individus distincts sur le simple entre-croisement des fleurs distinctes, a jusqu'ici à peine été reconnu.

Dans quelques cas, les mouvements spéciaux à certains organes assurent presque le transport du pollen de plante à plante. Ainsi, dans plusieurs Orchidées, les masses polliniques, après avoir été attachées à la tête ou à la trompe d'un insecte, n'exécutent aucun mouvement capable de les mettre en position d'atteindre le stigmate, jusqu'à ce qu'un temps suffisant se soit écoulé pour que l'insecte puisse voler à une autre plante. Dans le *Spiranthes autumnalis*, les masses polliniques ne peuvent être appliquées contre le stigmate avant que le labelle et le *rostellum* (*bur-sicule*) se soient mus séparément, et ce mouvement est très-lent'. Dans le *Posoqueria fragrans* (*Rubiaceae*) le même but est atteint par le mouvement d'une étamine spécialement construite, comme l'a décrit Fritz Müller.

The Various Contrivances by which British and Foreign Orchids are fertilised (De la Fécondation des Orchidées par les insectes; traduction française par L. Rerolle), 1^{re} édition, p. 128.

Nous arrivons maintenant à des moyens plus généraux, et par conséquent plus importants, par lesquels la fécondation mutuelle des plantes distinctes est effectuée, je veux dire au pouvoir fécondateur plus accentué dans le pollen d'un autre variété ou d'un autre individu que dans celui de la plante elle-même. Le cas le plus simple et le plus connu de l'action prépondérante d'un pollen, est celui (il ne se rapporte cependant pas directement à notre sujet) de la supériorité du pollen propre à la plante sur celui d'une espèce distincte. Si le pollen d'une espèce distincte est appliqué sur le stigmate d'une fleur châtrée et qu'ensuite, après plusieurs heures, le pollen de la même espèce soit porté sur cet organe, les effets du premier seront épiétement paralysés, excepté dans quelques rares cas. Le même traitement appliqué à deux variétés donne des résultats analogues, quoique de nature directement opposée, car le pollen d'une autre variété est souvent et même généralement prépondérant sur celui de la même fleur. Je veux en donner quelques preuves : on sait que le pollen du *Mimulus luteus* tombe régulièrement sur le stigmate de sa propre fleur, ce qui fait que la plante est grandement féconde par elle-même en dehors de l'action des insectes. Les fleurs d'une variété blanchâtre remarquable par sa constance furent fécondées, sans castration préalable, par le pollen d'une variété jaunâtre, et sur vingt-huit semis ainsi obtenus, chaque pied porta des fleurs jaunâtres, de sorte que le pollen de la variété jaune anéantit complètement celui de la plante-mère. De plus, *Iberis umbellata* est spontanément fécond par lui-même, et je constatai que les stigmates sont pourvus d'une abondante quantité de pollen appartenant à la fleur même : cependant, sur trente semis obtenus (les fleurs non châtrées d'une variété cramoisie croisée avec le pollen d'une variété rose, vingt-quatre portèrent des fleurs roses comme celles du plant mâle ou porte-pollen.

Dans ces deux cas, des fleurs furent fécondées avec le

pollen d'une variété distincte, et la prépondérance du pollen se manifesta par les caractères de la descendance. Les mêmes résultats se présentent souvent lorsque deux ou plusieurs variétés fécondes par elles-mêmes peuvent végéter l'une à côté de l'autre et sont visitées par les insectes. Le chou commun produit sur le même pied un grand nombre de fleurs, qui, lorsque les insectes sont écartés, donnent beaucoup de capsules modérément riches en graines. Je plantai un chou-rave blanc, un pourpre, un brocoli de Portsmouth, un chou de Bruxelles et un chou sucre-blanc, les uns auprès des autres, sans les recouvrir. Des graines cueillies sur chaque espèce furent semées dans des couches séparées, et la majorité des semis dans les cinq couches fut métissée de la manière la plus compliquée, les uns empruntant plus à une variété et les autres à une autre. Les effets du chou-rave furent particulièrement démontrés par l'élargissement des tiges dans plusieurs semis. Au total, 233 plants furent obtenus, dont 155 furent métissés de la manière la plus sensible, et sur les 78 autres, la moitié ne fut pas absolument pure. Je répétai l'expérience en plantant les unes près des autres deux variétés de chou, l'une à feuilles laciniées vert-pourpre et l'autre blanc-verdâtre; sur les 325 semis obtenus de la variété vert-pourpre, 165 avaient les feuilles blanc-verdâtre et 160 vert-pourpre. Sur les 466 semis obtenus de la variété blanc-verdâtre, 220 avaient des feuilles vert-pourpre et 246 blanc-verdâtre. Ces cas démontrent combien le pollen d'une variété de chou voisine efface largement l'action du pollen propre à la plante. Nous ne perdons pas de vue que les abeilles doivent transporter le pollen de fleur à fleur sur la même tige très rameuse beaucoup plus abondamment que de plante à plante, et que dans les cas de plantes dont les fleurs sont douées d'une certaine **dichogamie**, celles de la même tige étant d'âge différent, seraient par suite aussi bien préparées pour la fécondation mutuelle que les

fleurs des pieds distincts, si la prépondérance du pollen d'une autre variété n'existait pas'.

Plusieurs variétés de radis (*Raphanus sativus*), lequel est modérément autofécond après exclusion des insectes, furent simultanément en fleurs dans mon jardin. On cueillit des semences sur l'un des pieds, et des vingt-deux semis qui en sortirent douze seulement furent d'es-pèce pure'.

L'oignon produit un grand nombre de fleurs, toutes ramassées en une tête globuleuse et ayant toutes six étamines, de sorte que les stigmates reçoivent beaucoup de pollen, soit de leurs propres anthères, soit des étamines voisines. Il s'ensuit que la plante est nettement autoféconde quand elle est protégée contre les insectes. Plusieurs oignons furent piqués les uns près des autres : un rouge-sang, un argenté, un globuleux et un d'Espagne : des semis de chaque variété furent obtenus dans quatre couches séparées. Dans toutes les couches, des métis très-variés furent nombreux, excepté parmi les semis de la variété rouge-sang, qui n'en contenaient que deux. Trente-six semis en furent obtenus, dont trente et un avaient été certainement croisés.

On sait qu'un résultat semblable se produit dans les variétés de plusieurs autres plantes, quand on les laisse fleurir les unes près des autres. Je rapporterai ici seulement deux espèces qui sont certainement capables de se féconder elles-mêmes, car si le fait n'était pas exact, elles seraient sans doute aptes à être croisées par une autre variété vivant dans le voisinage. Les horticulteurs ne distinguent pas habi-

Un auteur déclare (*Gardeners' Chronicle*, 1855, p. 730) qu'après avoir planté une couche de navets (*Brassica napus*) et une de rave (*Brassica rapa*) très-rapprochées, il sema les graines des derniers. Il en résulta qu'un semis à peine fut d'espèce pure et que les autres avaient une ressemblance intime avec la rave.

Duhamel (cité par Godron, *De l'Espèce*, t. II, p. 50) établit un fait analogue pour cette même plante.

tuellement les effets de la variabilité de ceux de l'entre-croisement; j'ai cependant amassé des preuves du croisement naturel des variétés de la tulipe, de la jacinthe, de l'anémone, de la renoncule, de la fraise, du *Leptosiphon androsaceus*, de l'oranger, du rhododendron, de la rhubarbe, toutes plantes que je crois autofécondes¹. Beaucoup d'autres preuves indirectes pourraient être données de la mesure dans laquelle des variétés de la même espèce s'entre-croisent spontanément.

Les jardiniers qui obtiennent des semis pour le commerce sont conduits par leur expérience de chaque jour à prendre des précautions extraordinaires contre l'entre-croisement. Ainsi MM. Sharp « ont de la terre occupée par la culture des graines au moins dans huit communes différentes ». Le simple fait de la coexistence rapprochée d'un grand nombre de plantes appartenant à la même variété constitue une protection considérable, parce qu'alors les chances sont fortement en faveur de l'entre-croisement des plantes de la même variété, et c'est en grande partie à cette circonstance que certains villages doivent leur réputation comme lieux d'origine de semences pures pour certaines variétés'. Deux expériences seulement furent

¹ Pour ce qui concerne la tulipe et quelques autres fleurs, voir Godron, *De l'Espèce*, t. I, p. 252; pour les anémones, *Gardeners' Chronicle*, 1859, p. 98; pour les fraisiers, voir Herbert dans *Trans. of Hort. Society*, vol. IV, p. 17. Le même observateur parle ailleurs du croisement spontané des rhododendrons. Galesio établit le même fait pour les orangers. J'ai moi-même constaté que des croisements étendus se produisent dans la rhubarbe commune. Pour le *Leptosiphon*, voir Verlot, *Des Variétés*, 1865, p. 20. Je n'ai pas placé dans ma liste l'Œillet, le *Nemophila* ou l'*Antirrhinum*, dont on a constaté que les variétés s'entre-croisent facilement, parce que ces plantes ne sont pas toujours fécondes par elles-mêmes. Je ne sais rien sur l'autofécondité du *Trollius* (Lecoq, *De la Fécondation*, 1862, p. 93), du Mahonia et du *Crinum*, genres dont les espèces s'entre-croisent largement. Pour ce qui concerne le Mahonia, il est difficile maintenant dans notre pays de se procurer des spécimens purs de *M. aquifolium* ou *repens*, et les diverses espèces de *Crinum* envoyées de Calcutta par Herbert (*Amaryllidées*, p. 32) s'y croisent si facilement que des semences pures ne peuvent être obtenues.

² Pour ce qui touche à MM. Sharp, voir *Gardeners' Chronicle*, 1856, p. 823; *Theory of Horticulture*, de Lyndley, p. 319.

tentées par moi en vue de savoir après combien de temps le pollen d'une variété distincte paralyserait plus ou moins complètement l'action de celui propre à la plante. Les stigmates de deux fleurs tardivement épanouies d'une variété de chou vert lacinié furent bien recouvertes du pollen (le la même plante. Après un intervalle de vingt-trois heures, le pollen d'un chou hâtif de Barnes végétant à distance fut placé sur les deux stigmates, et, la plante ayant été laissée à découvert, le pollen des autres fleurs du chou vert lacinié doit avoir certainement été déposé sur les deux stigmates par les abeilles durant les deux ou trois premiers jours. Dans de pareilles conditions, il semblait très-improbable que le pollen du chou de Barnes pût produire quelque effet; cependant trois des quinze plantes issues des deux siliques ainsi produites furent complètement métissées, et je ne doute pas que les douze autres plants n'aient été aussi influencés, car ils s'accrurent beaucoup plus vigoureusement que les semis autofécondés du chou vert lacinié plantés dans le même temps et dans les mêmes conditions. Secondement, je plaçai sur plusieurs stigmates d'une primevère à long style (*Primula veris*) une grande quantité de pollen de la même plante, et vingt-quatre heures après, j'en ajoutai une autre quantité provenant d'un Polyanthus rouge foncé, à court style, qui constitue une variété de la primevère. Des fleurs ainsi traitées il sortit vingt semis, qui tous sans exception eurent des fleurs rouges; donc, l'effet du propre pollen de la plante, placé même vingt-quatre heures à l'avance sur les stigmates, fut complètement détruit par celui de la variété rouge. Il faut, du reste, remarquer que ces plantes sont dimorphes et que la seconde union fut légitime, tandis que la première était illégitime; cependant les fleurs illégitimement fécondées avec leur propre pollen donnèrent un léger excès de graines.

Jusqu'ici nous n'avons considéré que la prépondérance du

pouvoir de fécondation dans le pollen d'une variété distincte sur celui de la plante elle-même, les deux espèces de pollen étant placées sur le même stigmate. Un fait beaucoup plus remarquable, c'est que le pollen d'un autre individu de la même variété est prépondérant sur celui de la plante elle-même, ainsi que le prouve la supériorité des semis obtenus d'un croisement de cette nature sur ceux issus de fleurs **autofécondées**. Ainsi, dans les tableaux A, B et C, il existe au moins quinze espèces **complètement autofécondes** après exclusion des insectes, et ce fait implique que leurs stigmates doivent recevoir leur propre pollen : néanmoins, le plus grand nombre des semis qui résultèrent de la fécondation des fleurs non châtrées de ces quinze espèces avec le pollen d'une autre pied fut très-supérieur en hauteur, en poids et en fertilité à la descendance **autofécondée**. Par exemple, dans *l'Ipomœa purpurea*, chaque plant entre-croisé surpassa en hauteur son antagoniste autofécondé jusqu'à la sixième génération, et il en fut de même pour le *Mimulus luteus* jusqu'à la quatrième. Sur six paires de choux soit croisés soit **autofécondés**, un quelconque des premiers fut beaucoup plus lourd que chacun des derniers. Dans le *Papaver vagum*, sur quinze paires, tous les plants croisés, moins deux, furent plus grands que leurs adversaires **autofécondés**. Sur huit paires de *Lupinus luteus*, tous les plants croisés, excepté deux, furent plus grands; sur huit couples de *Beta vulgaris*, tous les croisés, moins un, eurent la supériorité, et sur quinze paires de *Zea maïs*, tous, moins deux, furent les plus grands. Sur quinze paires de *Limnanthes Douglasii*, et sur sept paires de *Lactuca saliva*, chaque plant croisé eut la supériorité en hauteur sur son opposant **autofécondé**. Il faut aussi

Ces quinze espèces sont les suivantes : *Brassica oleracea*, *Reseda odorata* et *lutea*, *Limnanthes Douglasii*, *Papaver vagum*, *Viscaria aculata*, *Beta vulgaris*, *Lupinus luteus*, *Ipomœa purpurea*, *Mimulus luteus*, *Calceolaria*, *Verbascum thapsus*, *Vandellia nummularifolia*, *Lactuca sativa* et *Zea maïs*.

faire remarquer que, dans mes expériences, aucun soin particulier ne fut pris de croiser les fleurs immédiatement après leur épanouissement; il est donc presque certain que, dans plusieurs de ces cas, un peu de pollen de la même fleur dut être déjà tombé sur le stigmate et l'avoir influencé.

On peut difficilement mettre en doute que plusieurs autres espèces, dont les semis croisés sont plus vigoureux que les *autofécondés*, comme c'est montré (outre les quinze ci-dessus) dans les tableaux A, B, C, n'aient reçu à peu près simultanément et leur propre pollen et celui d'une autre plante : s'il en est ainsi, les mêmes remarques que celles données ci-dessus leur sont applicables. Aucun résultat, dans mes expériences, ne me surprit autant que le fait de la prépondérance du pollen d'un individu distinct sur celui propre à la plante, telle qu'elle fut établie par la vigueur constitutionnelle plus qu'accentuée des semis croisés. La preuve de la prépondérance est ici basée sur l'examen de l'accroissement dans les deux lots de semis, mais nous trouvons, dans plusieurs autres cas, la même preuve reposant sur la comparaison entre la fécondité plus accentuée dans les fleurs non châtrées sur la plante-mère, après que celles-ci eurent reçu dans le même temps leur propre pollen et celui d'un plant distinct, et celle des fleurs qui reçurent seulement leur propre pollen.

Des différents faits que nous venons d'établir touchant l'entre-croisement spontané de variétés vivant côte à côte, et concernant les effets de la fécondation croisée dans les fleurs qui sont *autofécondées* sans castration préalable, nous pouvons conclure que le pollen apporté d'une plante distincte par les insectes ou par le vent, prévient généralement l'action du propre pollen de la fleur, même quand ce dernier aura été appliqué quelque temps avant; et ainsi se trouve grandement favorisé ou même assuré l'entre-croisement des plants à l'état naturel.

Le cas d'un grand arbre recouvert d'innombrables fleurs

hermaphrodites semble à première vue fortement contraire à la théorie de la fréquence des croisements entre individus distincts. Les fleurs développées sur des points opposés d'un tel arbre doivent être exposées à des conditions quelque peu différentes, et un croisement entre elles peut être avantageux à certains égards ; mais il n'est pas probable que ces bénéfiques soient aussi accusés que ceux qui résultent d'un croisement entre fleurs d'arbres distincts, comme nous pouvons le déduire de l'inefficacité du pollen dans les sujets qui ont été propagés par le même rameau, quoique végétant au moyen des racines séparées. Le nombre des abeilles qui fréquentent certaines espèces d'arbres au moment de leur floraison est très-grand, et on peut les voir volant d'un arbre à l'autre plus fréquemment qu'on aurait pu le croire. Néanmoins, si nous considérons, par exemple, le grand nombre (les fleurs portées par un marronnier d'Inde ou par un tilleul, nous voyons qu'un nombre incomparablement plus grand de fleurs doit être fécondé par le pollen pris sur les autres fleurs du même arbre qu'avec le pollen des fleurs d'un arbre distinct. Mais nous ne devons pas oublier qu'avec le marronnier d'Inde, par exemple, une ou deux seulement des fleurs du même pédoncule produisent une graine, et que, dans l'espèce, cette graine est le produit d'un des nombreux ovules contenus dans l'ovaire. Or nous savons, d'après les expériences d'Herbert et d'autres, que si une fleur est fécondée avec un pollen plus efficace que celui qui est appliqué sur les autres fleurs du même pédoncule, les dernières tombent souvent, et il est probable que c'est la ce qui se produirait dans plusieurs des fleurs autofécondées d'un grand arbre si d'autres fleurs voisines avaient été croisées. Parmi les fleurs produites annuellement par

un grand arbre, il est presque certain qu'un grand nombre d'entre elles doit être autofécondé, et si nous supposons qu'un arbre donne seulement cinq cents fleurs, et que cette quantité de graines soit nécessaire pour conserver la souche, de façon qu'un semis au moins puisse dans la suite arriver à maturité, il s'ensuit qu'une grande proportion des semis devra nécessairement dériver de graines autofécondées. Mais si cet arbre donne par an cinq mille fleurs, dont toutes les autofécondées tombent sans fructifier, alors les fleurs croisées devront donner suffisamment de graines pour conserver la vieille souche, et le plus grand nombre des semis seront vigoureux, étant les produits d'un croisement entre individus distincts. De ce cette manière, la production d'un grand nombre de fleurs, outre qu'elle servira à attirer de nombreux insectes et à compenser la destruction de plusieurs d'entre elles par les gelées printanières ou par d'autres accidents, sera également très-avantageuse à l'espèce : ainsi donc, lorsque nous voyons nos arbres fruitiers recouverts de leur livrée printanière de fleurs blanches, nous ne devons pas accuser à tort la nature de folle prodigalité, parce qu'elle nous donne comparativement peu de fruits en automne.

Plantes anémophiles. — La nature et les relations des plantes qui doivent leur fécondation à l'action du vent ont été admirablement discutées par Delpino¹ et H. Müller. J'ai déjà fait quelques remarques sur la structure de leurs fleurs comparée à celle des entomophiles. Il y a de

¹ Delpino, *Ult. Osservazioni sulla Dicogamia* (Nouvelles observations sur la Dichogamie), part. II, fasc. 1, 1870, et *Studi sopra un Lignaggio anemofilo* (Études sur un lignage anémophile), etc., 1871, H. Müller, *Die Befruchtung*, etc., pp. 412-442. Tous les auteurs remarquent que les plantes doivent avoir été anémophiles avant d'être devenues entomophiles. H. Müller discute de plus d'une manière très-intéressante les degrés par lesquels les fleurs entomophiles sont devenues nectarifères et ont acquis peu à peu leur structure actuelle à la suite de changements successifs et avantageux.

bonnes raisons pour croire que les premières plantes qui apparurent sur notre globe furent cryptogames, et, si nous en jugeons d'après les phénomènes actuels, l'élément fécondateur mâle, ou bien doit avoir *été* doué de la propriété de se mouvoir spontanément dans l'eau ou les surfaces humides, ou bien a dû être transporté, à la faveur des courants d'eau, aux organes femelles. Que quelques-unes des plus anciennes plantes, telles que les Fougères, aient possédé de vrais organes sexuels, cela ne peut être mis en doute, et nous voyons par là, comme le fait remarquer Hildebrand', que les sexes furent séparés dès les premières périodes. Lorsque les plantes devinrent phanérogames et purent végéter sur un terrain sec, si l'entrecroisement se produisit, il fallut absolument que l'élément fécondateur mâle pût être transporté par certains procédés à travers les airs, et le vent constitue le moyen de transport le plus simple. Il dut y avoir aussi une période durant laquelle les insectes ailés n'existaient pas, et les plantes alors ne purent devenir entomophiles. Même dans une période un peu plus avancée, les ordres plus spécialisés des Hyménoptères, des Lépidoptères et des Diptères, qui sont actuellement les agents principaux du transport du pollen, n'existaient pas encore. Donc les plus anciennes plantes terrestres qui nous soient connues, *c'est-à-dire* les Conifères et les *Cycadées*, furent sans aucun doute anémophiles, comme le sont encore les espèces vivantes de cette classe. Une trace de ce premier état de choses est encore mise en lumière par la manière d'être de quelques autres groupes de plantes actuellement anémophiles, qui, en somme, occupent dans la série végétale une place moins élevée que les espèces entomophiles.

Il n'y a pas grande difficulté à comprendre comment une plante anémophile peut être devenue entomophile. Le

Die Geschlechter-Vertheilung (La séparation des Sexes), 1867, pp. 84-90,

pollen est une substance nutritive qui doit avoir été de bonne heure découverte et dévorée par les insectes, et s'il en restait adhérent à leur corps, il dut être transporté des **anthères** au stigmate de la même fleur ou d'une fleur à une autre. Un des caractères principaux du pollen des plantes anémophiles est son manque de cohérence, qui ne l'empêche pas toutefois d'adhérer au corps velu des insectes, comme nous le voyons dans quelques Légumineuses, Éricacées et **Mélas-tomacées**. Du reste, nous avons une meilleure preuve de la possibilité de la transition dont nous venons de parler dans certaines plantes qui, actuellement, sont en partie fécondées par le vent et en partie par les insectes. La rhubarbe commune (*Rheum rhabonticum*) est si bien dans un état intermédiaire, que j'ai vu plusieurs Diptères qui en sucent les fleurs porter beaucoup de pollen adhérent à leur corps, et cependant ce pollen est si peu cohérent que l'on peut en faire surgir de vrais nuages si l'on secoue la plante doucement un jour de soleil, et alors il ne peut guère manquer de choir sur les grands stigmates des fleurs environnantes. D'après **Delpino et H. Müller**¹, quelques espèces de **Plantago** sont dans la même condition intermédiaire.

Quoiqu'il soit probable que le pollen ait servi d'abord d'unique attraction pour les insectes, et quoiqu'il existe encore aujourd'hui beaucoup de plantes dont les fleurs sont exclusivement fréquentées par les insectes **polliniphages**, cependant la grande majorité des végétaux possède dans la sécrétion du nectar son principal attrait. Il y a longtemps déjà, je soutenais que primitivement la matière saccharine (lu nectar était excrétée' comme produit inutile résultant de modifications chimiques survenues dans la sève, et que

¹ *Die Befruchtung*, etc., p. 342.

Le nectar était regardé par De Candolle et Dunal comme une excrétion, ainsi que l'établit Martinet, *Annales des Sc. nat.*, 1872, t. XIV, p. 211.

lorsque cette excrétion arrivait A se produire dans les enveloppes d'une fleur, elle était utilisée dans le but important de la fécondation croisée, après avoir été subsequmment augmentée en quantité et accumulée de différentes façons. Cette manière de voir est rendue probable par l'excrétion d'une matière sucrée souvent nommée rosée mielleuse, dont l'apparition en l'absence de toute glande spéciale a été constatée sur certaines feuilles dans quelques arbres, sous certaines conditions climatiques. C'est ce qui se produit dans les feuilles du tilleul; car, quoique quelques auteurs aient discuté le fait, un juge très-compétent, le docteur Maxwell Masters, m'informe que, après avoir écouté les discussions soutenues sur ce sujet devant la Société d'horticulture, il ne lui reste aucun doute sur ce point. Les feuilles, aussi bien que l'écorce fendue du frêne à manne (*Fraxinus ornus*), sécrètent de la même manière leur matière saccharine'. D'après Tréviranus, la face supérieure des feuilles de *Carduus arctioides* se comporte de même, et beaucoup d'autres faits semblables pourraient être relatés'. Il y a cependant un nombre considérable de plantes pourvues de glandes

Gardeners' Chronicle, 1876, p. 242.

• Kurr, *Untersuchungen über die Bedeutung der Nektarien* (Recherches sur la signification des Nectaires), 1833, p. 115.

Un grand nombre de ces cas sont donnés par Delpino dans *Bulletin Entomologico*, anno VI, 1874, auxquels on peut ajouter ceux qui sont exposés dans mon texte, aussi bien que l'excrétion de la matière saccharine du calice de deux espèces d'Iris, et des bractées de certaines Orchidées : voir Kurr, *Bedeutung der Nektarien*, 1833, pp. 25, 28. Belt aussi rapporte (*Nicaragua*, p. 224) des cas d'excrétion semblable observés dans les Orchidées épiphytes et les Passiflores. M. Rodgers a montré que du nectar était abondamment sécrété à la base des pédoncules floraux de la Vanille. Lynk dit que le seul exemple d'un nectaire hypopétale qui lui soit connu est extérieurement situé à la base des fleurs de *Chironia decussata*, voyez *Reports on Botany, Ray Society*, 1846, p. 355. Un important mémoire sur ce sujet, chi à Reinke (*Göttinger Nachrichten*, 1873, p. 825), a paru dernièrement : l'auteur y montre que plusieurs plantes ont les pointes des dentelures de leurs feuilles dans le bouton, pourvues de glandes qui sécrètent, seulement dans le très jeune âge, et qui ont la même structure morphologique que les vraies glandes

sur leurs feuilles, pétioles, *phylloides*, stipules, bractées ou pédoncules floraux, ou sur l'extérieur de leur calice : ces glandes sécrètent de petites gouttes d'un suc sucré, qui est ardemment recherché par les insectes *melliphages*, comme les fourmis, les abeilles et les *guêpes*. Dans le cas des glandes •stipulaires du *Vida saliva*, l'excrétion dépend manifestement des changements opérés dans la sève sous l'influence des rayons d'un soleil brillant, car j'ai observé à plusieurs reprises que la sécrétion était suspendue dès que le soleil se cachait derrière les nuages et qu'alors les abeilles quittaient la campagne, mais aussitôt qu'il redevient brillant, elles retournent à leur festin'. J'ai observé un fait analogue pour ce qui touche à la sécrétion du vrai nectar dans les fleurs du *Lobelia erinus*.

Delpino cependant soutient que le pouvoir de sécréter une liqueur sucrée a été donné à quelques organes extérieurs à la fleur, en vue spécialement d'attirer des fourmis et des guêpes, qui auraient mission de défendre la plante contre ses ennemis; mais je n'ai jamais vu de raisons pour croire qu'il en soit ainsi dans les trois espèces que j'ai observées : *Prunus laurocerasus*, *Vicia saliva* et *V. faba*. Aucune plante n'est plus faiblement attaquée par des ennemis, de quelque sorte que ce soit, que

nectarifères. 11 montre de plus que les glandes sécrétant le nectar sur le pétiole du *Prunus avium* ne sont pas développées de très-bonne heure, quoiqu'elles soient desséchées dans les vieilles feuilles. Ces glandes sont homologues de celles qui existent sur les dentelures des feuilles, comme le montre leur structure et leurs formes de transition; car les dentelures les plus inférieures dans le plus grand nombre des feuilles sécrètent du nectar au lieu de résine (Harz).

¹ J'ai publié une courte note sur ce fait dans *Gardeners' Chronicle*, 1855, 21 juillet, p. 487, et plus tard j'ai fait d'autres observations. Outre les mouches miel, une autre espèce d'abeille, un papillon, des fourmis et deux espèces de mouches suçaient les gouttes du liquide des stipules. Les plus grandes gouttes avaient un goût sucré. Les mouches à miel ne regardèrent jamais les fleurs qui étaient épanouies en même temps, tandis que deux espèces de bourdons négligeaient les stipules et visitaient les fleurs seulement.

la fougère commune (*Pteris aquilina*), et cependant, comme mon fils Francis l'a découvert, de grandes glandes situées à la base des frondes excrètent, mais dans leur jeunesse seulement, une liqueur sucrée abondante, qui est avidement sucée par d'innombrables fourmis, appartenant surtout au genre *Myrmica*. Ces fourmis, certainement, ne servent pas à protéger la plante contre quelque ennemi. *Delpino* prétend que ces glandes ne peuvent être considérées comme excrétoires, parce que, s'il en était ainsi, elles fonctionneraient dans chaque espèce; mais je ne sens pas la force de cet argument, car les feuilles de quelques plantes excrètent du sucre seulement pendant la durée de certains états de l'atmosphère. Que dans quelques cas la sécrétion serve à attirer des insectes pour défendre la plante, et qu'elle ait été développée à un haut degré dans ce but spécial, je n'ai pas lieu d'en douter le moins, d'après les observations de *Delpino* et plus spécialement d'après celles de M. Belt sur l'*Acacia sphaerocephala* et sur les fleurs de la passion. Cet acacia produit, comme nouvelle attraction pour les abeilles, quelques corpuscules contenant beaucoup d'huile et de protoplasma, et des formations analogues sont développées sur un *Cecropia* dans le même but, comme nous l'a appris Fritz Müller.

L'excrétion d'un fluide sucré par des glandes situées au dehors d'une fleur est rarement utilisée en vue de la fécondation croisée déterminée par les insectes; cependant le fait se présente dans les bractées des *Marcgraviacées*, ainsi que défunt le docteur *Cruger* m'en informait d'après ses observations dans les Indes Orientales, et comme *Delpino* le déduit avec beaucoup plus de finesse de la position re-

M. Belt a donné un très-intéressant travail (*The Naturalist in Nicaragua*, 1874, p. 218) sur le rôle très-important que jouent les fourmis comme défenseurs de l'acacia ci-dessus. Pour ce qui touche au *Cecropia*, voir *Nature*, 1876, p. 304. Mon fils Francis a décrit la structure microscopique et le développement de ces remarquables substances nutritives dans une note lue devant la Société *linnéenne*.

lative des différentes parties de leurs fleurs'. M. Farrer a aussi montré' que les fleurs de *Coronilla* sont curieusement modifiées, de façon à permettre aux abeilles de les féconder pendant qu'elles sucent la liqueur sécrétée par les parties extérieures du calice. Il paraît, de plus, probable, d'après les observations du Rév. W. A. Leighton, que l'abondante sécrétion d'un fluide par les glandes des *phylloides* situées auprès des fleurs, dans l'*Acacia magnific*« d'Australie, est en relation avec leur fécondation ³.

La quantité de pollen produite par les plantes anémophiles, et la distance à laquelle le vent transporte souvent ce pollen, sont vraiment surprenantes. M. Hassall a trouvé que le poids du pollen produit par une seule plante de massette (*Typha*) était de 9^{sr},36. Des seaux de pollen, appartenant surtout aux Conifères et aux Graminées, ont pu être balayés sur des ponts de navires près des côtes de l'Amérique du Nord, et M. Riley a vu, aux environs de Saint-Louis (Missouri), la terre couverte de pollen, comme si elle avait été saupoudrée de soufre : il y avait des raisons pour croire qu'il avait été transporté des forêts de pins situées au moins à 160 lieues au sud'. Kerner a

Ult. Osservaz. Dicogamia, 1868-69, p. 188.

² *Nature*, 1874, p. 169.

³ *Annals and Mag. of Nat. Hist.*, vol. XVI, 1865, p. 14. Dans mon ouvrage la *Fertilisation of Orchids*, et dans une note publiée ensuite dans les *Annals and Mag. of Nat. History*, j'ai montré que, quoique certaines espèces d'Orchidées possèdent un nectaire, elles ne sécrètent pas de nectar actuellement, mais que les insectes perforent leurs parois et sucent le fluide contenu dans les espaces intercellulaires. J'ai, de plus, admis pour ce qui touche certaines autres Orchidées qui ne sécrètent pas le nectar, que les insectes rongeaient le *labellum*, et cette supposition a depuis été confirmée par l'observation. H. Müller et *Delpino* ont montré que plusieurs autres plantes, qui sont sucrées et rongées par les insectes, ont épaissi leurs pétales, parce que leur fécondation se trouve ainsi favorisée. Tous les faits observés sur ce point ont été rassemblés par *Delpino* dans son *Ult. Osserv.*, part. II, fasc. II, 1875, pp. 59-63.

⁴ Comme quantité d'éléments reproducteurs accumulés et complètement perdus pour la conservation et l'extension de l'espèce, l'exemple le

vu des champs de neige sur les grandes Alpes saupoudrés de même; et M. **Blackley** a trouvé de nombreux grains de pollen (1,200 dans un cas) adhérents A des slides gluants, qui furent envoyés recouverts dans l'atmosphère A la hauteur de 150 A 300 mètres au moyen d'un cerf-volant, puis exposés A l'air par un mécanisme spécial. Ces expériences présentent ceci de remarquable qu'il y eut en moyenne dix-neuf fois plus de grains polliniques dans l'atmosphère aux niveaux les plus élevés que dans les zones les plus basses'. D'après ces faits, il n'y a rien de surprenant, quoique cela le paraisse d'abord, A ce que tous ou presque tous les stigmates des plantes anémophiles puissent recevoir le pollen apporté par simple hasard sous le souffle du vent. Pendant la première partie de l'été, chaque objet est ainsi saupoudré de pollen : par exemple, pendant que j'examinais, dans un autre but, les labelles d'un grand nombre de fleurs de l'**Ophrys** mouche (lequel est rarement visité par les insectes), je trouvai sur toutes les parties de la corolle une grande quantité de grains de pollen provenant des autres plantes, qui y avait été retenue par la surface veloutée des pétales.

La légèreté extraordinaire et l'abondance du pollen des plantes anémophiles sont sans doute deux qualités nécessaires, puisque leur poudre fécondante doit être générale-

plus surprenant., sans conteste, est celui que nous fournit l'observation récente faite par MM. Bureau et Poisson (*Annales des sciences naturelles. Bot.*, série 6, t. III, pp. 372, 1877) sur une roche provenant de l'île de la Réunion et formée de spores d'une **Polypodiacee**. Cette roche d'origine végétale, de plus d'un mètre d'épaisseur, occupe le sol de deux cavernes situées à 1,200 mètres d'altitude. (Traducteur.)

Pour les observations de M. Hassall, voir *Annals and Mag. of Nat. Hist.*, vol. VIII, 1842, p. 108. *North American Journal of Science*, janv. 1842; là se trouve la note concernant le pollen balayé sur le pont d'un vaisseau. Riley, *Fifth Report on the Noxious Insects of Missouri*, 1873, p. 86. Kerner, *Die Schutzmittel des Pollens*, 1873, p. 6. Cet auteur a vu aussi un lac du Tyrol tellement recouvert de pollen que les eaux pendant longtemps en perdirent leur couleur bleue. M. **Blackley**, *Experimental Researches on Hay-fever* (Recherches expérimentales sur la fièvre de fenaison), 1873, pp. 132, 141-152.

ment transportée sur les stigmates d'autres plantes souvent éloignées, car, comme nous l'avons vu déjà, le plus grand nombre des plantes anémophiles ont leurs sexes séparés. La fécondation de ces plantes est généralement aidée par la manière d'être des stigmates qui sont ou nombreux ou établis sur de grandes dimensions, et dans le cas des Conifères par la nudité des ovules sécrétant une goutte de liquide, comme l'a montré *Delpino*. Quoique le nombre des espèces anémophiles soit petit, comme le fait remarquer l'auteur que nous venons de citer, le nombre des individus est considérable comparé à celui des espèces entomophiles. Ceci s'applique spécialement aux régions froides et tempérées. où les insectes sont moins nombreux que sous les climats chauds, et où par conséquent les plantes entomophiles occupent une situation moins favorable. Nous voyons ce fait se produire dans nos forêts de Conifères, dans d'autres arbres, tels que chênes, hêtres, bouleaux, frênes, etc., et dans les Graminées, Cypéracées et *Joncacées* qui forment nos prairies et nos marécages ; tous ces arbres et toutes ces plantes sont fécondés par le vent. Comme une grande quantité de pollen est perdue pour les plantes anémophiles, il est surprenant que dans cette catégorie tant d'espèces vigoureuses riches en individus puissent encore exister dans toutes les parties du monde, car si elles étaient devenues entomophiles, leur pollen eût été transporté à l'aide des organes et suivant l'appétit des insectes bien plus sûrement que par le vent. Que pareilles traces évolutives soient possibles, il est difficile d'en douter d'après les remarques faites déjà sur l'existence des formes intermédiaires, et apparemment, du reste, elle a été réalisée dans différents groupes de saules, comme nous pouvons le déduire de la nature de leurs plus proches alliés .

Il semble, à première vue, bien plus surprenant que des

plantes, après avoir été rendues entomophiles, aient pu redevenir jamais anémophiles : c'est cependant **ce qui** s'est produit quelquefois mais rarement, comme par exemple dans le *Poterium sanguisorba* commun, ainsi qu'on peut le déduire de ce que cette plante appartient aux Rosacées. Ces cas sont cependant compréhensibles ; presque toutes les plantes exigent un entre-croisement occasionnel : si donc une espèce entomophile cessait d'être visitée par les insectes, elles périrait probablement, à moins qu'elle ne devînt anémophile. Une plante serait négligée par les insectes si le nectar n'était plus *sécrété*, à moins qu'elle ne possédât une grande abondance de pollen capable de les attirer, et comme nous avons vu que l'excrétion du liquide sucré des feuilles et des glandes est grandement influencée dans beaucoup de cas par l'action climatérique, comme, d'autre part, des fleurs qui aujourd'hui ne donnent plus de nectar retiennent encore des marques conductrices colorées, il s'ensuit que la disparition de la sécrétion ne peut pas être considérée comme absolument improbable. Le même résultat se produirait certainement si des insectes ailés ou cessaient d'exister dans un district ou y devenaient très-rares. Actuellement, il n'existe qu'une seule plante anémophile dans le grand groupe des Crucifères et elle habite la terre de Kerguelen', où il existe à peine quelques insectes ailés, probablement parce que, comme je l'ai pensé d'après ce que j'ai vu à Madère, ils y courent de grands risques d'être projetés par le vent dans la mer et détruits.

Un fait remarquable dans les plantes anémophiles est leur état de **diclinie**, c'est-à-dire qu'elles sont ou monoïques avec leurs sexes séparés sur la même plante, ou dioïques avec les sexes portés sur pieds distincts. Dans la classe de la **Monœcie** de Linnée, **Delpino** montre' que les espèces sont anémophiles dans vingt-huit genres et entomophiles dans

Le Rév. A. E. Eaton, dans *Proc. Royal Soc.*, vol. XXIII, 1875, p. 351.
Studi sopra un Lignaggio anemofilo delle Compositæ, 1871.

dix-sept. Dans la classe de la **Diœcie**, les espèces sont anémophiles dans dix genres et entomophiles dans dix-neuf. La plus grande proportion des genres entomophiles dans cette dernière classe est probablement due indirectement à ce que les insectes ont le pouvoir de transporter plus facilement que le vent le pollen d'une plante à une autre, malgré la distance qui les sépare. Dans les deux classes ci-dessus prises ensemble, il existe trente-huit genres anémophiles et trente-six entomophiles; tandis que dans la grande masse des plantes hermaphrodites, la proportion (les genres anémophiles aux entomophiles est extrêmement petite. La cause de cette remarquable différence peut être attribuée à ce que les plantes anémophiles ont retenu à un plus haut degré que les entomophiles la condition primitive dans laquelle les sexes furent séparés, et leur fécondation mutuelle effectuée par le souffle du vent. Que les membres les plus anciens et les moins parfaits du règne végétal aient eu leurs sexes séparés, comme cela se produit encore dans une large mesure, c'est là une opinion appuyée par une haute autorité, **Nägeli** '. Il est, en effet, difficile d'éviter cette conclusion si nous admettons cette manière de voir (elle semble très-probable) que la conjugation des Algues et de quelques-uns des animaux les plus simples est le premier degré de la reproduction sexuelle, et si, de plus, nous ne perdons pas de vue qu'on peut suivre pas à pas, entre les cellules appelées à se conjuguer, les degrés de plus en plus marqués de différenciation et arriver ainsi apparemment jusqu'au développement des deux formes sexuelles'. Nous avons aussi vu que dès que les plantes devinrent plus élevées en organisation et se fixèrent à la terre, elles furent conduites,

Entstehung und Begriff der naturhist. Art, 1865, p. 22.

¹ Voir l'intéressante discussion sur ce sujet tout entier par O. **Bütschli** dans ses *Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle*, etc., 1876, pp. 207-219; également Engelmann, *Ueber Entwickelung von Infusorien*, *Morphol. Jahrbuch*, B. I, 573; enfin docteur A. **Dodel**, *Die Kraushaar-Alge*, *Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot.*, B. X.

par la nécessité de l'entre-croisement, A être anémophiles. Donc, toutes les plantes qui depuis lors n'ont pas reçu de profondes modifications doivent tendre A être tout A la fois dielines et anémophiles, et nous pouvons ainsi comprendre la connexion qui existe entre les deux états, quoique, A première vue, ces manières d'être paraissent dépourvues de toute relation. Si cette manière de voir est correcte, les plantes doivent être devenues hermaphrodites A une période dernière quoique très-ancienne, et entomophiles A une période plus avancée, c'est-A-dire après le développement des insectes ailés. De cette façon, les relations entre l'hermaphroditisme et la fécondation par les insectes sont également intelligibles, dans une certaine mesure.

Comment les descendants des plantes qui furent originellement dioïques et qui, par conséquent, devaient toujours profiter de la nécessité d'un entre-croisement forcé avec un autre individu, sont ils devenus hermaphrodites? Ce fait peut s'expliquer par les risques que les descendants couraient, spécialement pendant la durée de leur état anémophile, de ne pas être toujours fécondés et par conséquent de ne pas laisser de descendance. Ce dernier dommage, le plus grand que puisse subir un organisme, devait être bien atténué par la transformation hermaphrodite, malgré le désavantage résultant d'une fréquente autofécondation. Par quels moyens l'état d'hermaphroditisme fut-il graduellement acquis, c'est ce que nous ignorons. Mais nous pouvons préjuger que si une forme organisée inférieure dans laquelle les deux sexes étaient représentés par quelque différence individuelle dut s'accroître par bourgeonnement, soit avant soit après la conjugation, les deux sexes rudimentaires furent capables d'apparaître par bourgeons sur la même souche : la même chose se produit actuellement pour certains caractères. L'organisme put ainsi atteindre la condition monoïque qui dut être probablement la première étape vers l'hermaphrodisme, car si

une fleur male très-simple et une femelle (chacune consistant en une seule étamine ou en un seul carpelle) furent portées ensemble sur le même rameau et entourées par une enveloppe commune à peu près de la même manière que les fleurons des Composées, la fleur hermaphrodite se trouvait ainsi constituée.

Il semble qu'il n'y a aucune limite aux changements que les organismes subissent sous l'influence des conditions variables de la vie, car quelques plantes hermaphrodites, issues comme nous devons le supposer de plantes originellement diclines, ont eu leurs sexes séparés à nouveau. Une semblable formation peut se déduire de l'existence d'étamines rudimentaires dans les fleurs de quelques individus et de la présence de pistils dans les fleurs d'autres individus, par exemple le *Lychnis dioïca*. Mais une transformation de ce genre ne dut point se produire, à moins que la fécondation croisée ne fût généralement déjà assurée par l'action des insectes. Comment la production des fleurs mâles et des femelles sur des pieds distincts a-t-elle pu être avantageuse à l'espèce, la fécondation croisée ayant été antérieurement assurée, voilà ce qu'il n'est pas aisé de comprendre. Une plante peut, en effet, produire deux fois autant de graines qu'il lui en faut pour conserver son lignage en dépit du changement ou de la nouveauté des conditions vitales; si aucune variation ne vient diminuer le nombre de ses fleurs, si, de plus, elle subit des modifications dans l'état de ses organes reproducteurs (comme cela résulte souvent de la culture), une dépense exagérée de graines et de pollen sera empêchée par la transformation dicline de ses organes floraux.

Un point rapproché est digne d'être noté ici. Je fis remarquer, dans mes *Origines des espèces*, qu'en Angleterre il existe une plus forte proportion de grands arbres et d'arbrisseaux ayant leur sexes séparés que de plantes herbacées diclines ou dioïques : il en est de même, d'après

Asa Gray et Hooker, dans l'Amérique du Nord et la Nouvelle-Zélande j. Il y a cependant des doutes à émettre sur l'étendue de cette règle, car il ne doit pas en être ainsi en Australie. Mais on m'assure que les fleurs des arbres qui prédominent en Australie, c'est-à-dire les Myrtacées, abondent en insectes, de sorte que si elles étaient **dichogames**, elles pourraient être pratiquement considérées comme **diclines**¹. Pour ce qui touche aux plantes anémophiles, nous savons qu'elles sont aptes à séparer leurs sexes, et nous pouvons préjuger que ce serait pour elles une circonstance défavorable que de porter des fleurs près de terre, attendu que leur pollen peut être transporté par le vent à une très grande hauteur dans l'air² : mais puisque nous savons que les chaumes des Graminées atteignent une taille suffisante pour assurer l'accès du pollen, nous ne pouvons, par cette explication, nous rendre compte de l'existence de la **diclinie** dans tant d'arbres et tant d'arbrisseaux. De la discussion **précé-**

Je trouve dans *London Catalogue of British Plants*, qu'il existe en Angleterre 32 arbres et arbrisseaux indigènes classés dans neuf familles; mais, pour ne pas m'exposer à une erreur, j'ai compté seulement six espèces de saules. Sur ces 32 arbres et arbrisseaux, 19, c'est-à-dire plus de la moitié, ont leurs sexes séparés, et c'est là une [proportion considérable comparée à celle des autres plantes. La Nouvelle-Zélande abonde en plantes et en arbres diclines et le docteur Hooker a calculé que sur environ 756 plantes phanérogames habitant les **Iles**, il ne compte pas moins de 108 arbres appartenant à trente-cinq familles. Sur ces 108 arbres, 52, c'est-à-dire à peu près la moitié, ont leurs sexes plus ou moins séparés. Les arbrisseaux sont au nombre de 149, dont 61 ont leurs sexes dans le même état, tandis que sur les 500 plantes herbacées restant, 121 seulement, c'est-à-dire moins d'un quart, ont leurs sexes **séparés**. Enfin, le professeur Asa Gray m'informe que, aux Etats-Unis, on trouve 132 arbres indigènes (appartenant à vingt-deux familles), dont 95 (appartenant à dix-sept familles) « ont leurs sexes plus ou moins séparés, mais dont la plus grande partie est décidément dicline ».

¹ Pour ce qui concerne les **Protéacées** d'Australie, M. Bentham a fait des observations (*Journal Linn. Soc. Bot.*, vol. XIII, 1871, p. 58 et 64) sur les procédés variés par lesquels le stigmate dans plusieurs genres est abrité contre l'action du pollen dans la même fleur. Par exemple, dans le *Synaphea*, « le stigmate est gardé par un eunuque (c'est-à-dire une étamine stérile) contre tout contact des autres anthères et se trouve ainsi conservé indemne de tout pollen apporté par les insectes ou par tout autre agent de fécondation ».

² Kerner, *Schutzmittel des Pollens*, 1873, p. 4.

dente nous pouvons conclure qu'un arbre portant de nombreuses fleurs hermaphrodites serait rarement entre-croisé par un autre arbre, à moins que la prépondérance d'un pollen étranger sur celui propre à la fleur ne se fit sentir. Actuellement la séparation des sexes dans les plantes soit entomophiles soit anémophiles, serait le meilleur obstacle à l'autofécondation, et là doit être la cause de l'état dicline dans tant d'arbres et dans tant d'arbrisseaux. Je dirai encore, pour porter la question sur un autre terrain, qu'une plante serait mieux placée pour se développer en arbre si elle était munie de sexes séparés qu'étant à l'état hermaphrodite, car, dans le premier cas, ses nombreuses fleurs seraient moins exposées à la fécondation directe. Mais il faut remarquer aussi que la longue vie d'un arbre ou d'un arbrisseau permet la séparation des sexes, en ce sens que ces derniers auront moins à souffrir d'un manque accidentel de fécondation et de formation subséquente des graines que ne le feraient des plantes à existence courte. De là probablement, comme le fait remarquer Lecoq, la rareté de la **diœcie** dans les plantes annuelles.

Enfin, nous avons des raisons de croire que les plus grandes plantes proviennent **généalogiquement** des formes extrêmement inférieures douées de conjugation, et que les individus conjugués différaient quelque peu les uns des autres, l'un représentant le mâle et l'autre la femelle, de façon que les plantes furent originellement dioïques. A une période très-primitive, ces végétaux inférieurs dioïques donnèrent probablement naissance par bourgeonnement aux plantes monoïques ayant les deux sexes portés sur le même individu, et plus tard, par une union plus intime des sexes, aux formes hermaphrodites, qui sont maintenant les plus communes de toutes'. Dès que les plantes devinrent fixées

' Ilya beaucoup de preuves **pour** faire admettre que les animaux les plus élevés soient descendus des hermaphrodites, et c'est un curieux problème que celui de savoir si un pareil hermaphroditisme n'aurait pas été le **résul-**

au sol, leur pollen dut être transporté d'une fleur à l'autre par des moyens appropriés, et tout d'abord certainement sur les ailes du vent, ensuite par les insectes mangeurs de pollen et enfin par les insectes suceurs de nectar. Pendant les âges suivants, quelques plantes entomophiles sont retournées à l'état anémophile et quelques plantes hermaphrodites ont eu leurs sexes séparés de nouveau : nous n'apercevons que vaguement les avantages résultant de pareils changements récurrents produits sous certaines conditions.

Les plantes dioïques, de quelque façon qu'elles soient fécondées, ont un grand avantage sur les autres, en ce que leur fécondation croisée est assurée. Mais cet avantage, réalisé dans le cas des espèces anémophiles aux dépens de la production d'une énorme superfluité de pollen, s'accompagne de quelques risques pour elles et pour les espèces entomophiles de voir leur fécondation ne point se produire. La moitié des individus, du reste, c'est-à-dire les mâles, ne donnent pas de graines, ce qui peut constituer une réelle infériorité. *Delpino* fait remarquer que les plantes dioïques ne peuvent pas prendre un développement aussi aisé que les espèces monoïques et hermaphrodites, car un seul individu qui aurait la chance de parvenir à une certaine hauteur ne saurait reproduire sa manière d'être avec ses seules forces : mais il est permis de douter que ce désavantage soit sérieux. Les plantes monoïques peuvent difficilement manquer de remplir, dans une large mesure, une fonction dioïque, en raison de la légèreté de leur pollen et de la direction latérale du vent, causes auxquelles il faut ajouter l'avantage d'une production accidentelle ou fréquente de semences croisées. Quand elles sont en outre di-

tat de la conjugation de deux individus légèrement différents, qui présenteraient les deux sexes rudimentaires. D'après cette manière de voir, les animaux les plus élevés devraient leur structure bilatérale, avec tous leurs organes doubles dès la période embryonnaire, à la fusion ou conjugation des deux individus primordiaux.

chogames, de toute nécessité la fonction dioïque s'établit. Enfin, les plantes hermaphrodites peuvent généralement produire tout **au-moins** quelques graines **autofécondées**, et elles sont en même temps capables de fécondation croisée par la mise en **œuvre** des moyens variés spécifiés dans ce chapitre. Lorsque leur structure prévient absolument l'autofécondation, elles sont les unes **vis-à-vis** des autres dans la position relative des plantes monoïques ou dioïques, avec cet avantage de plus que chaque fleur peut produire des graines.

CHAPITRE XI.

Les habitudes des insectes en relation avec la **fécondation** des fleurs.

Les insectes visitent aussi longtemps qu'ils le peuvent les fleurs des mêmes espèces. — Causes de cette habitude. — Moyens par lesquels les abeilles reconnaissent les fleurs de la même espèce. — Sécrétion instantanée du nectar. — Le nectar de certaines fleurs n'attire pas certains insectes. — Industrie des abeilles et nombre de fleurs qu'elles visitent dans un court espace (le temps. — Perforation de la corolle par les abeilles. — Habileté déployée dans cette opération. — Les abeilles profitent des trous pratiqués par les bourdons. — Effets de cette habitude. — Le motif de cette perforation des fleurs est de gagner du temps. — Les fleurs rapprochées en masses serrées sont surtout perforées.

Les abeilles comme d'autres nombreux insectes doivent être dirigés par leur instinct dans leurs recherches en vue d'atteindre le pollen et le nectar des fleurs, car elles commencent ce travail sans instruction préalable et dès qu'elles sortent de l'état de chrysalide. Leurs instincts, cependant, ne sont pas d'une nature spéciale car elles visitent plusieurs fleurs exotiques aussi promptement que les espèces indigènes, et souvent on les voit chercher du nectar dans les fleurs qui n'en produisent pas, ou essayer de le sucer en dehors des nectaires à une profondeur telle qu'elles ne sauraient y atteindre ¹. Toutes les espèces d'abeilles et cer-

¹ Voir sur ce sujet H. Müller, *Befruchtung*, etc., p. 427; sir John Lubbock, *British Wild Flowers*, etc., p. 20. Müller trouve (*Bienen-Zeitung*, juin 1876, p. 119) de bonnes raisons pour croire que les abeilles et plusieurs autres Hyménoptères ont hérité (le quelques ancêtres suceurs de nectar leur habilité à dépouiller les fleurs plus grande que celle qui est déployée par les autres insectes.

tains autres insectes visitent habituellement les fleurs de la même espèce aussi longuement qu'elles le peuvent, avant de s'abattre sur une autre. Ce fait, observé par Aristote chez les abeilles il y a plus de 2000 ans, a été indiqué par Dobbs dans une note publiée en 1736 dans les *Philosophical Transactions*. Dans tous jardins à fleurs chacun peut voir, soit chez les abeilles, soit chez les bourdons, que cette habitude n'est pas invariablement suivie. M. Bennet observa pendant plusieurs heures¹ quelques plants de *Lamium album*, de *L. purpureum* et d'une autre Labiée, *Nepeta glechoma*, tous vivant pêle-mêle sur une banquette auprès de quelques abeilles, et il trouva que chaque mouche à miel concentrait ses visites sur la même espèce. Le pollen de ces trois plantes différant comme couleur, cet observateur put confirmer ses observations en examinant la nature de celui qui adhérerait au corps des abeilles capturées et il ne trouva qu'une espèce de pollen sur chacun de ces insectes.

Les bourdons et les abeilles sont de bons botanistes, car ils savent que les variétés peuvent présenter de profondes différences dans la couleur de leurs fleurs sans cesser d'appartenir à la même espèce. J'ai vu fréquemment des bourdons voler droit d'une plante de *Dictamnus fraxinelle* ordinaire toute rouge vers une variété blanche ; d'une variété de *Delphinium consolida* et de *Primula veris* à une autre différemment colorée; d'une variété pourpre foncée de *Viola tricolor* à une autre jaune d'or, et dans deux espèces de Papaver, d'une variété à une autre qui différait beaucoup comme couleur. Mais, dans ce dernier cas, quelques abeilles volaient indifféremment à l'une ou à l'autre espèce, quoique passant à travers d'autres genres, et agissaient comme si ces deux espèces avaient été de simples variétés. H. Müller a vu aussi des abeilles voler d'une fleur à l'autre dans les *Ranunculus bulbosus* et *arvensis* aussi bien que dans

¹ *Nature*, 4 juin 1874, p. 92.

les *Trifolium fragiferum* et *repens*, et même des Jacinthes bleues aux violettes'.

Quelques espèces de Diptères ou mouches fréquentent les fleurs de la même espèce avec presque autant de régularité que les abeilles, et quand on les capture on les trouve recouvertes de pollen. J'ai vu le *Rhingia rostrata* se livrant à cette pratique avec les fleurs de *Lychnis dioïca*, *Ajuga reptans* et *Vicia sepium*. Les *Volucella plumosa* et *Empis cheiroptera* volent droit d'une fleur à l'autre du *Myosotis sylvatica*. Le *Dolichopus nigripennis* se comportait de même avec la *Potentilla tormentosa*, et d'autres Diptères avec *Stella vialholostea*, *Helianthemum vulgare*, *Bellis perennis*, *Veronica hederæfolia* et *chamedrys*; mais quelques mouches visitaient indifféremment les fleurs de ces deux dernières espèces. J'ai vu plus d'une fois un petit Thrips portant du pollen adhérent à son corps, voler d'une fleur à une autre de même nature, et l'un deux s'étant montré à moi pénétrant dans une fleur de *Convolvulus*, sa tête était garnie de quatre grains de pollen adhérents qui furent déposés sur le stigmate.

Fabricius et *Sprengel* ont établi que quand des mouches ont pénétré dans une fleur d'Aristolochie elles ne peuvent plus en sortir, et (proposition à laquelle je ne puis croire) que, dans ce cas, ces insectes n'aident pas à la fécondation croisée de la plante. *Hildebrand*, à notre époque, en a du reste prouvé la fausseté. Comme les spathes de l'*Arum maculatum* sont pourvues de filaments adaptés pour prévenir la sortie des insectes, elles rappellent à ce point de vue les fleurs de l'Aristolochie, et en examinant quelques spathes, on constata dans plusieurs d'entre elles l'existence de trente à soixante petits Diptères appartenant à trois espèces différentes : plusieurs de ces insectes furent trouvés morts au fond des fleurs, comme s'ils avaient été pris au piège depuis longtemps. Afin de savoir si les vi-

vants pourraient s'échapper et transporter le pollen à une autre plante, je serrai fortement, durant le printemps de 1842, un sac de fine mousseline autour d'une spathe, et quand j'y retournai, une heure après, je vis plusieurs petites mouches grimant sur la face intérieure du sac. Je cueillis alors la spathe, soufflai très-fort dans son intérieur, et plusieurs mouches en sortirent aussitôt : toutes, sans exception, étaient recouvertes du pollen de l'Arum. Ces insectes s'enfuirent promptement et je vis distinctement trois d'entre eux voler à une plante distante d'un mètre environ : elles s'abattirent sur la face concave de la spathe et pénétrèrent ensuite dans sa profondeur. J'ouvris alors la fleur, et quoique pas une seule anthère ne fût en déhiscence, je trouvai dans le fond plusieurs grains de pollen qui durent avoir été apportés d'une autre plante par l'une de ces mouches ou par quelques autres insectes. Dans une autre fleur, de petites mouches grouillaient, et je les vis abandonnant du pollen sur les stigmates.

J'ignore si les Lépidoptères fréquentent généralement les fleurs de la même espèce, mais j'ai observé une fois plusieurs petits papillons [le *Lampronia* (Tinea) *calthella*, je crois) dévorant ostensiblement le pollen du *Mercurialis annua* : ils avaient toute la partie antérieure de leur corps recouverte de ce pollen. Je vins alors à une plante femelle éloignée d'un mètre environ, et je vis, dans l'espace de dix minutes, trois de ces papillons voler sur les stigmates. Les Lépidoptères sont probablement souvent conduits à visiter les fleurs de la même espèce par l'existence dans ces dernières d'un nectaire long et étroit dans ce cas, en effet, les autres insectes ne peuvent atteindre au nectar, dont l'accès se trouve ainsi réservé à ceux qui ont une trompe allongée. Il n'y a pas de doute que le papillon du *Yucca* visite uniquement les fleurs de la plante à la-

¹ Décrit par M. Riley dans l'*American Naturalist* (Naturaliste américain), vol. VII, octobre 1873.

quelle il doit son nom, car un instinct très-remarquable pousse cet insecte à placer le pollen sur le stigmate, afin de faire développer les ovules dont ses larves se nourrissent. Pour ce qui touche aux Coléoptères, j'ai vu un *Meligethes* recouvert de pollen voler d'une fleur à l'autre de la même espèce, et ce fait doit se produire souvent, puisque, d'après M. Brisout, « plusieurs insectes de cette espèce affectionnent spécialement une catégorie spéciale de plantes ».

D'après ces faits nombreux, on peut supposer que les insectes bornent strictement leurs visites à la même espèce. Elles fréquentent souvent d'autres espèces, mais seulement lorsque des plantes de même nature vivent côte à côte. Dans un jardin contenant quelques plants d'*Onagraire*, dont les formes polliniques peuvent être facilement reconnues, je ne rencontrai pas seulement quelques grains isolés, mais des masses de ce pollen dans les fleurs de *Mimulus*, de Digitale, d'*Antirrhinum* et de Linaire. D'autres espèces de pollen furent aussi découvertes dans ces mêmes fleurs. Un grand nombre des stigmates d'un plant de Thym, dont les anthères étaient complètement avortées, fut soumis à l'examen, et je les trouvai, malgré leurs dimensions comparables à celles d'une aiguille à coudre, recouverts non-seulement du pollen de Thym apporté d'autres plants par les abeilles, mais encore de poudre fécondante de différentes espèces.

Il est d'une grande importance pour la plante que les insectes visitent les fleurs de la même espèce aussi longtemps qu'elles le peuvent, parce que la fécondation croisée se trouve ainsi favorisée dans les divers individus de la même espèce, mais personne ne supposera que les insectes agissent de cette manière en vue des intérêts de la plante. La vraie cause se trouve probablement dans ceci, que les insectes sont, par cet artifice, rendus capables d'un travail plus prompt, et cela parce qu'ils ont appris comment

ils doivent se tenir sur la fleur pour en occuper la partie la plus propice, et jusqu'à quelle profondeur, dans quelle direction enfoncer leur trompe ¹. Elles agissent d'après le même principe qu'un industriel qui, ayant à construire une demi-douzaine de machines, épargne son temps en fabriquant consécutivement chaque rouage et chaque partie spéciale pour toutes les machines ensemble. Les insectes ou au moins les abeilles semblent être très-influencées par l'habitude dans leurs nombreuses opérations, et nous allons voir maintenant que cette opinion s'accorde bien avec leur pratique insidieuse qui consiste à percer la corolle.

Une curieuse question à résoudre serait de savoir comment les abeilles reconnaissent les fleurs de la même espèce. Que la coloration de la corolle soit pour elles le principal guide, cela n'est pas douteux. Par un beau jour, les abeilles visitaient incessamment les petites fleurs bleues du *Lobelia erinus*; j'arrachai tous les pétales dans plusieurs d'entre elles et seulement le pétale inférieur strié dans les autres. De ce moment, ces fleurs ne furent plus une seule fois sucées par les abeilles, quoique plusieurs de ces insectes se glissent sur elles. La disparition des deux petits pétales supérieurs seuls n'entraîna aucune différence dans leurs visites. M. J. Anderson a aussi constaté que, lorsqu'il arrachait les corolles du *Calceolaria*, les abeilles n'en visitaient plus les fleurs'. D'autre part, dans quelques grandes masses

¹ Depuis que ces remarques ont été écrites, j'ai trouvé que H. Müller est arrivé presque exactement aux mêmes conclusions pour ce qui touche aux causes qui poussent les insectes à fréquenter la même espèce aussi longtemps qu'ils le peuvent (*Bienen-Zeitung*, juillet 1876, p. 182).

² *Gardeners' Chronicle*, 1853, p. 534. Kurr, après avoir enlevé les nectaires dans un grand nombre de fleurs de plusieurs espèces, trouva qu'elles avaient grainé en majorité : mais il est probable que les insectes n'arrivaient à connaître la perte du nectaire qu'après avoir introduit leur trompe dans les trous ainsi formés, et par cette pratique ils fécondaient les fleurs. Il enleva aussi toute la corolle dans un nombre considérable de fleurs, et elles donnèrent aussi des graines. Les fleurs qui sont autofertiles devaient naturellement donner des graines dans ces conditions, mais je suis très-surpris que le *Delphinium consolida*, aussi bien qu'une autre espèce de *Delphinium*, et le *Viola tricolor* aient donné un

du *Geranium phœum*, échappé des jardins, j'observai ce fait inaccoutumé de fleurs continuant à sécréter du nectar en abondance après la chute de tous les pétales, et recevant en cet état la visite des bourdons. Mais les abeilles, après avoir trouvé du nectar dans les fleurs qui en avaient perdu un ou deux, devaient avoir appris que ces fleurs, malgré la perte totale des pétales, méritaient encore d'être visitées. La couleur seule de la corolle peut servir de guide approximatif : ainsi j'observai pendant quelque temps des bourdons qui visitaient exclusivement des plants de *Spiranthes autumnalis* à corolle blanche, végétant sur un petit gazon écarté, situé à une distance assez considérable; ces bourdons quelquefois, dans les limites de quelques pouces, volaient sur d'autres plantes à fleurs blanches, puis passaient outre, sans autre examen, pour aller à la recherche du *Spiranthes*. De plus, plusieurs abeilles qui concentraient leurs visites sur la bruyère commune (*Calluna v. ulgaris*) volaient fréquemment sur l'*Erica tetralix*, attirées évidemment par une teinte similaire des fleurs, puis passaient instantanément à la recherche du *Calluna*.

Que la couleur des fleurs ne soit pas le seul guide des insectes, cela est clairement prouvé par les six cas ci-dessus donnés, dans lesquels les abeilles passaient plusieurs fois en ligne directe d'une variété à une autre de la même espèce, quoique les fleurs en fussent différemment colorées. Je vis aussi des abeilles volant en ligne droite d'un groupe d'*Enothera* à fleurs jaunes à chaque autre groupe de cette plante dans mon jardin, sans se détourner d'un pouce dans leur course pour voir les plants d'*Eschscholtzia* ou d'autres fleurs jaunes, qui se trouvaient seulement à un pied ou deux d'un côté ou de l'autre. Dans ces cas, les

grand excès de semences après un pareil traitement. Il ne paraît pas que l'auteur ait comparé le nombre des graines ainsi produites à celui que donnent les fleurs non mutilées abandonnées au libre accès des insectes. (*Bedeutung der Nektarien*, 1833, pp. 123-135.)

abeilles connaissent parfaitement la position de chaque plante, ainsi que nous pouvons le déduire de la direction de leur vol; aussi durent-elles être guidées par l'expérience et la mémoire. Mais comment purent-elles découvrir pour la première fois que les variétés ci-dessus à couleurs différentes appartenaient à la même espèce? Quelque invraisemblable que cela puisse paraître, elles semblent au moins quelquefois reconnaître les plants, même à distance, d'après leur aspect général, absolument comme nous le ferions nous-mêmes. Dans trois circonstances j'observai des bourdons volant en parfaite ligne droite d'un pied-d'alouette (*Delphinium*) en pleine fleur à une autre plante de la même espèce située à la distance de 13 mètres, qui n'avait pas une seule fleur épanouie et dont les boutons montraient à peine une légère teinte bleue. Ici, ni l'odeur ni le souvenir des premières visites ne purent venir en aide aux insectes, et la teinte bleue était si faible qu'elle ne saurait guère leur avoir servi de guide'.

La beauté de la corolle ne saurait suffire à provoquer les fréquentes visites des insectes, à moins que le nectar ne soit en même temps sécrété, et que simultanément quelques odeurs ne soient émises. J'observai pendant une quinzaine, plusieurs fois chaque jour, un mur recouvert de *Linaria cymbalaria* en pleine floraison, et je n'ai jamais vu même une seule abeille les regarder. Une journée très-chaude se présenta, et soudain plusieurs abeilles vinrent activement se mettre à l'ouvrage sur ces fleurs. Il paraît qu'un certain degré de chaleur est nécessaire pour la sécrétion du nectar, car j'observai dans le *Lobelia erinus*

I Un fait mentionné par H. Müller (*Die Befruchtung*, etc., p. 347) montre que les abeilles possèdent une très-grande puissance de vision et de discernement, car celles qui sont attirées par le *Primula elatior* pour y butiner le pollen, passaient invariablement devant les fleurs à forme longuement stylée, dans lesquelles les anthères sont placées au fond de la corolle. Cependant la différence comme aspect qui existe entre les formes à long et à court style est extrêmement légère.

que si le soleil cessait de luire pendant seulement une demi-heure, les visites des abeilles se ralentissaient d'abord pour cesser bientôt après. Un fait analogue a été déjà, cité pour ce qui a trait à la sécrétion sucrée des stipules de *Vicia satina*. Comme je l'avais fait déjà pour la Linaire, je soumis à l'observation les *Pedicularis sylvatica*, *Polygala vulgaris*, *Viola tricolor*, aussi bien que quelques espèces de *Trifolium* : jamais je n'avais pu voir une abeille à l'œuvre, quand tout à coup toutes les fleurs furent visitées par une légion de ces insectes. Comment ces Hyménoptères sont-ils avertis du moment où les fleurs secrètent leur nectar? Je présume que c'est l'odorat qui leur sert en cette circonstance, et qu'aussitôt que quelques abeilles commencent à sucer les fleurs, d'autres insectes de même espèce ou (l'espèce différente observent le fait et en profitent. Nous verrons bientôt, en traitant de la perforation de la corolle, que les abeilles sont très-capables de tirer bénéfice du travail des autres insectes. La mémoire leur sert aussi, car, comme nous l'avons déjà fait remarquer, les abeilles connaissent la position de chaque groupe de fleurs dans un jardin. Je les ai vues bien souvent couper un angle (en ligne d'ailleurs aussi droite que possible) pour aller d'une plante de Fraxinelle ou de Linaire à un autre pied de la même espèce très-éloigné, et cependant, en raison de l'interposition d'autres plantes, ces deux végétaux n'étaient pas en vue l'un de l'autre.

Il paraîtrait que la saveur et l'odeur du nectar de certaines plantes restent sans attrait pour les abeilles ou pour les bourdons, ou pour les uns et les autres, car il ne semble pas y avoir d'autre raison pour expliquer l'abandon de certaines fleurs ouvertes et en période de sécrétion. La faible quantité de liqueur sucrée que donnent ces fleurs pourrait difficilement être considérée comme la cause de ce dédain, car les abeilles recherchent avidement jusqu'aux petites gouttes secrétées par les glandes des feuilles de *Prunus cerasus*.

Même les abeilles de différentes ruches fréquentent quelquefois différentes espèces de fleurs, comme c'est le cas, d'après M. Grant, pour le *Polyanthus* et la *Viola tricolor*¹. J'ai su que les bourdons visitaient les fleurs du *Lobelia fulgens* dans un jardin et pas dans un autre situé à quelques kilomètres de là. La coupe nectarifère dans le *labellum* de l'*Epipactis latifolia* n'est jamais touchée, soit par les abeilles, soit par les bourdons, quoique j'aie vu ces insectes voler auprès de ces Orchidées, et cependant le nectar possède un goût qui nous paraît agréable, et de plus il est habituellement consommé par la guêpe commune. Dans notre pays, autant que j'ai pu le voir, les guêpes ne recherchent le nectar que dans les fleurs de l'*Epipactis*, du *Scrophularia aquatica*, du *Symphoricarpos racemosa* et du *Tritoma* ; les deux premières de ces plantes sont indigènes et les deux autres exotiques. Les guêpes étant très-avides de sucre et de tout liquide sucré, au point qu'elles ne dédaignent pas les petites gouttes sécrétées par les glandes du *Prunus laurocerasus*, il est étrange de ne pas les voir sucer le nectar qu'elles pourraient atteindre sans l'aide d'une trompe dans plusieurs fleurs ouvertes. Les abeilles visitent les fleurs du *Symphoricarpos* et du *Tritoma*, et il est donc bien étonnant qu'elles ne fréquentent pas celles de l'*Epipactis*, ou, comme j'ai pu le constater, du *Scrophularia aquatica*, tandis qu'elles visitent celles du *Scrophularia nodosa*, au moins dans l'Amérique du Nord'.

L'étonnante industrie des abeilles et le nombre des fleurs que ces insectes visitent dans un temps très-court, de manière à ce que chacune d'elles soit scrutée plusieurs fois de suite, doit augmenter considérablement la chance qu'elles ont de recevoir le pollen d'une plante distincte.

Gardeners' Chronicle, 1844, p. 374.

Le même fait se produit, paraît-il, en Italie, car *Delpino* dit que les fleurs de ces trois plantes ne sont visitées que par les guêpes. (*Nettarii Estranuziali*, *Bullettino Entomologico*, anno vit.)

Silliman's American Journal of Science, août 1871.

Lorsque le nectar est caché d'une manière quelconque, les abeilles ne peuvent savoir avant d'avoir introduit leur trompe s'il vient d'être récemment épuisé par leurs **sœurs**, et cette ignorance, comme je l'ai fait remarquer dans un précédent chapitre, les force à visiter beaucoup plus de fleurs qu'elles ne feraient dans d'autres conditions. Cependant elles souhaitent de perdre le moins de temps possible; aussi lorsque les fleurs ont plusieurs nectaires, un d'eux étant trouvé desséché, elles n'essaient point les autres, mais, comme je l'ai souvent observé, passent à une autre fleur. Leur travail est si assidu et si efficace que même dans le cas des plantes sociales, dont des centaines de mille peuvent vivre côte à côte, et dans plusieurs espèces de Bruyères, chaque fleur est visitée : je vais donner tout à l'heure une preuve de ce dernier fait. Aucun temps n'est perdu, et elles passent très-rapidement d'une plante à l'autre, mais j'ignore quelle est la rapidité de leur vol. Les bourdons parcourent quatre lieues à l'heure : j'en ai acquis la conviction, pour ce qui concerne les mâles, en profitant de leur curieuse habitude de se rendre dans certains points fixes, coutume qui permet très-facilement de mesurer le temps qu'elles mettent à passer d'un lieu dans un autre.

Pour ce qui touche au nombre de fleurs que les abeilles visitent en un temps donné, j'observai qu'en une minute exactement un bourdon visitait vingt-quatre corolles fermées du *Linaria cymbalaria*; dans le même temps, une autre abeille passait en revue vingt-deux fleurs de *Lobelia ucmosa*, et une autre dix-sept fleurs sur deux plants de Delphinium. Dans l'espace de quinze minutes, une seule fleur, placée au sommet d'un pied d'*Oenothera*, fut scrutée huit fois par plusieurs bourdons, et je pus suivre le dernier de ces insectes pendant qu'il visitait en quelques minutes chaque plante de la même espèce dans un grand jardin à fleurs. En dix-neuf minutes, chaque fleur d'un

Nemophila insignis fut visitée deux fois. En une minute, six fleurs d'une Campanule furent examinées par une abeille collectrice de pollen, et ces ouvrières, quand elles sont occupées à ce travail, opèrent plus lentement que quand elles sucent le nectar. Enfin, sept tiges florales d'un plant de *Diellamnus fraxinella* furent observées pendant dix minutes le 15 j uin 1841 et elles reçurent la visite de treize bourdons, qui pénétrèrent chacun dans plusieurs fleurs. Le 22 de ce même mois, les mêmes fleurs furent visitées dans le même temps par onze bourdons. Cette plante portait en tout deux cent quatre-vingts fleurs, et, d'après les données ci-dessus, si nous tenons compte de ce que les bourdons travaillent très-avant dans la soirée, chaque fleur dut être quotidiennement visitée au moins trente fois, et nous savons que la même fleur demeure ouverte pendant plusieurs jours. La fréquence des visites des abeilles est encore démontrée quelquefois, par la manière dont leurs tarsi crochus déchirent les pétales ; j'ai vu de grandes plates-bandes de *Mimulus*, de *Stachys* et de *Lathyrus* dont la beauté florale était ainsi sérieusement atteinte.

Perforation de la corolle par les abeilles. — J'ai déjà fait allusion à ce que les abeilles pratiquent des trous dans les fleurs pour atteindre le nectar. Elles agissent ainsi, avec des espèces tant indigènes qu'exotiques, dans diverses parties de l'Europe, aux États-Unis et sur l'Himalaya, et probablement aussi dans toutes les parties du monde. Les plantes dont la fécondation dépend de la pénétration des insectes dans les fleurs ne donneront pas de graines si le nectar est enlevé par l'extérieur, et même, pour les espèces qui sont capables d'autofécondation sans aucun secours du dehors, il ne peut exister (le fécondation croisée possible, or nous savons que c'est là une grande source de dommages dans le plus grand nombre des cas. L'extension que les bourdons donnent à cette pra-

tique de la perforation de la corolle est surprenante : j'en observai un cas remarquable près Bournemouth, où existaient des landes très-étendues. Je faisais une longue promenade et de temps en temps je cueillais un rameau d'*Erica tetralix* ; quand j'en eus une poignée, j'examinai toutes les fleurs avec ma loupe. Ce procédé fut renouvelé fréquemment, et, quoique j'en eusse examiné plusieurs centaines, je ne réussis pas à trouver une seule corolle qui n'eût été perforée. Les bourdons avaient, en leur temps, sucé ces fleurs à travers ces trous. Le jour suivant, dans une autre lande, un grand nombre de fleurs fut examiné avec le même résultat, mais là les abeilles avaient sucé à travers les trous. Ce cas est de tous le plus remarquable, en ce sens que ces trous innombrables avaient été pratiqués dans la durée d'une quinzaine de jours, car avant ce temps j'avais vu les abeilles sucer partout à la manière ordinaire, par la gorge de la corolle. Dans un grand jardin à fleurs, plusieurs grandes couches de *Salvinia Grahamsi*, de *Stachys coccinea* et de *Pentstemon argutus* (?) avaient toutes leurs fleurs percées; j'en examinai un grand nombre. J'ai trouvé des champs entiers (le trèfle rouge (*Trifolium pratense*)) dans le même état. Le docteur Ogle a constaté que 90 p. 100 des fleurs de *Salvia glutinosa* avaient été perforées. Aux États-Unis, M. Barley dit qu'il est difficile de trouver un bouton de *Gerardia pedicularia* (plante indigène) non percé, et M. Gentry, en parlant du *Wistaria sinensis* introduit en Amérique, dit : « que presque chaque fleur avait été perforée' »

Autant que j'ai pu le voir, ce sont toujours les bourdons qui pratiquent les premiers trous, et ils sont bien disposés à ce travail par la possession de deux puissantes mandibules; mais ensuite les abeilles profitent de ces ou-

Docteur Ogle, *Pop. Science Review*, juillet 1869, p. 267. Bailey, *American Naturalist*, novembre 1873, p. 690. Gentry, *Ibid.*, mai 1875, p. 264.

vertures. Le docteur H. Müller, cependant, m'écrit que les abeilles opèrent quelquefois elles-mêmes dans les fleurs de *Erica tetralix*. Aucun autre insecte que l'abeille, si ce n'est exceptionnellement la guêpe pour le cas du **Tritoma**, n'a assez de sens, autant que j'ai pu l'**observer**, pour profiter des trous déjà pratiqués. Les bourdons eux-mêmes ne découvrent pas toujours qu'il leur serait avantageux de perforer certaines fleurs. Il existe dans le nectaire du *Tropæolum tricolor* une abondante provision de nectar, cependant j'ai toujours trouvé, et dans plus d'un jardin, cette plante intacte, tandis que les fleurs d'autres plantes avaient été largement perforées; mais, il y a plusieurs années, le jardinier de sir John Lubbock m'assura avoir vu des bourdons perforant les nectaires de **Tropæolum**. Müller a vu des bourdons essayant de sucer, par la gorge de la corolle, les fleurs des *Primula elatior* et de l'Ancolie, et, comme ils ne pouvaient y atteindre, ils pratiquèrent des trous dans la corolle; mais ils la perforèrent également alors que sans beaucoup de peine ils pourraient obtenir le nectar d'une manière légitime par l'ouverture naturelle de la corolle.

Le docteur Ogle m'a fait connaître un cas curieux. Il cueillit en Suisse cent tiges florales de la variété bleue commune de l'Aconit (*Aconitum napellus*) dont pas une seule fleur n'était perforée; il cueillit ensuite cent inflorescences d'une variété blanche végétant dans le voisinage, et chacune des fleurs épanouies portait son ouverture artificielle. Cette surprenante différence dans l'état des corolles doit être attribuée avec beaucoup de probabilité à ce que la variété bleue est désagréable comme goût aux abeilles, à cause de la présence de la matière âcre qui est si généralement répandue dans les Renonculacées, tandis qu'elle disparaît dans la variété blanche en même temps que la teinte bleue. D'après Sprengel, cette plante est fortement **proté-**

randre, elle serait donc stérile plus ou moins si les abeilles ne transportaient le pollen des fleurs jeunes aux vieilles. Conséquemment, les variétés blanches dont les fleurs sont toujours percées au lieu d'être visitées normalement par les abeilles, ne devraient pas donner toutes leurs graines et seraient des plantes relativement rares; or le docteur Ogle m'informe que c'est ce qui arrive.

Les abeilles montrent beaucoup d'habileté dans leur travail, car elles pratiquent toujours leurs ouvertures à l'endroit même où le nectar se trouve caché dans la corolle. Toutes les fleurs d'une grande couche de *Stachys coccinea* avaient une ou deux fentes situées à la partie supérieure de la corolle et près de sa base. Les fleurs d'un *Mirabilis* et d'un *Salvia coccinea* furent perforées de la même manière, tandis que celles du *Salvia Grahami*, dans lesquelles le calice est plus allongé, portaient invariablement des ouvertures au calice et à la corolle tout à la fois. Les fleurs de *Pentstemon argutus* sont plus larges que celles des plantes que nous venons de nommer, et deux trous à côté l'un de l'autre avaient été toujours pratiqués juste au-dessus du calice. Dans ces nombreux cas les perforations furent faites sur la face supérieure, mais dans l'*Antirrhinum majus* un ou deux trous étaient pratiqués à la face inférieure, tout près de la petite protubérance qui représente le nectaire, et par conséquent immédiatement en face et tout près du lieu où le nectar est sécrété.

Mais le cas le plus remarquable d'habileté et de jugement qui me soit connu, est celui de la perforation des fleurs du *Lathyrus sylvaticus* tel que l'a décrit mon fils Francis. Le nectar, dans cette plante, est enfermé dans un tube constitué par les étamines soudées et qui entoure le pistil si étroitement qu'une abeille est forcée d'introduire sa trompe en dehors de ce tube; mais deux passages arrondis ou orifices sont laissés dans le tube auprès de sa base, afin que

le nectar puisse être atteint par les abeilles. Mon fils a trouvé dans seize fleurs sur vingt-quatre de cette plante, et dans onze sur seize appartenant au pois cultivé perpétuel (qui est une variété de la même espèce ou d'une espèce **très-voisine**), que l'orifice gauche est plus grand que le droit. De là découle ce fait important : les bourdons font des trous à travers l'étendard, et ils opèrent toujours du côté gauche vers l'orifice qui est le plus grand des deux. Mon fils fait cette remarque : « Il est difficile de dire comment les abeilles « peuvent avoir acquis cette habitude : ont-elles **découvert** « vert l'inégalité dans les dimensions des orifices du nectar « en suçant les fleurs à la manière ordinaire et ont-elles alors « utilisé cette connaissance pour déterminer le point où le « trou doit être pratiqué, ou bien ont-elles trouvé la **meilleure** « **leur** situation en perforant l'étendard sur plusieurs points, « et retenu ensuite cette situation en visitant d'autres « fleurs ? Dans l'un comme dans l'autre cas elles montrent « une remarquable puissance **d'utilisation** des faits acquis « par expérience. » Il semble probable que les abeilles doivent leur habileté à pratiquer des trous dans les fleurs de toutes sortes, à ce qu'elles se sont longtemps livrées instinctivement au moulage des cellules et des gâteaux de cire ou à l'agrandissement de leurs cocons avec des tubes de cire, car elles sont ainsi forcées de travailler le même objet à l'intérieur et à l'extérieur.

Dans la première partie de l'été de 1857, je fus conduit à observer, pendant quelques semaines, plusieurs rangées du haricot d'Espagne (*Phaseolus multiflores*) en vue de connaître la fécondation de cette plante, et chaque jour je pus voir des abeilles et des bourdons suçant les fleurs par leur gorge. Mais, un jour, je trouvai plusieurs bourdons occupés à perforer une corolle après l'autre, et, le jour suivant, chaque abeille, sans exception, au lieu de s'abattre sur l'aile gauche et de sucer la fleur de la manière convenable, volait droit et sans la moindre hésitation au calice

pour sucer le nectar à travers les trous pratiqués 24 heures avant par les bourdons ; elles continuèrent à agir ainsi pendant plusieurs jours suivants'. M. **Belt** m'a communiqué (28 juin 1874) un fait en tout semblable, avec cette seule différence que moins de la moitié des corolles avaient été perforées par les bourdons, et néanmoins toutes les abeilles cessèrent de sucer les fleurs par leur ouverture naturelle et visitèrent exclusivement celles qui étaient percées. Comment les abeilles s'aperçurent-elles si rapidement que des ouvertures avaient été pratiquées? L'instinct semble être ici hors de question, puisque la plante est exotique. Ces trous ne peuvent être vus par les abeilles lorsqu'elles sont sur les ailes où elles s'abattaient toujours antérieurement. D'après la facilité avec laquelle les abeilles furent trompées par l'enlèvement des pétales du *Lobelia erinus*, il était clair que, dans ce cas, elles ne furent pas conduites au nectar par son parfum, et il est douteux qu'elles aient été attirées aux trous de ces fleurs de *Phaseolus* par l'odeur qui s'en échappait. Sentirent-elles les ouvertures avec leurs trompes par le toucher en suçant les fleurs à la manière ordinaire, et alors comprirent-elles qu'elles gagneraient du temps à s'abattre sur l'extérieur de la fleur et à se servir de ces trous? C'est là un acte de raisonnement qui paraît trop profond pour une abeille; il est plus probable qu'ayant vu les bourdons à l'œuvre et ayant compris ce qu'ils faisaient, elles les imitèrent et tirèrent avantage de l'emploi de ce petit passage vers le nectar. Même chez les animaux haut placés dans la série, comme les singes, nous éprouverons quelque surprise à apprendre que les individus d'une espèce ont, dans l'espace de vingt-quatre heures, compris un acte accompli par une autre espèce et en ont profité.

J'ai fréquemment observé dans plusieurs espèces de fleurs que toutes les abeilles et les bourdons qui suçaient à travers les perforations, volaient vers elles, sans la moindre hésitation.

tation, au-dessus comme au-dessous de la corolle, ce qui montre combien la même connaissance se répand promptement parmi les individus d'une localité'. Cependant ici l'habitude intervient dans une certaine mesure, comme dans bien d'autres opérations des abeilles. Le docteur Ogle, MM. Farrer et Belt ont observé, dans le cas du *Phaseolus multiflorus*¹, que certains individus viennent seulement aux parties perforées, tandis que d'autres de la même espèce pénètrent dans les fleurs par leur ouverture. Je notai exactement le même fait, en 1861, sur le *Trifolium pratense*. La force de l'habitude est si persistante, que lorsqu'une abeille qui visite les fleurs perforées en rencontre une qui ne l'est pas, elle ne se rend pas à l'ouverture, mais s'envole immédiatement à la recherche d'une autre corolle percée. Néanmoins, je pus voir une fois un bourdon visiter l'hybride *Rhododendron azaloides*, et pénétrer dans quelques fleurs par l'ouverture, tandis que sur d'autres il pratiquait des trous. Le docteur H. Müller m'informe que dans la même région il a vu plusieurs individus du *Bombus macstrucatus* percer la corolle et le calice du *Rhinanthus alecterolophus*, et d'autres la corolle seulement. On peut cependant observer différentes espèces d'abeilles agissant différemment dans le même temps sur la même plante. J'ai vu des abeilles sucer par leur ouverture naturelle les fleurs du haricot commun, des bourdons d'une espèce opérer par les trous percés à travers le calice, et d'autres d'une

¹ J'ai observé, l'an dernier (1876), dans le jardin botanique de Nancy, une série d'inflorescences de divers *Digitalis* dont toutes les fleurs portaient fort uniformément une large perforation située sur le côté gauche de la corolle. Ces ouvertures avaient été pratiquées par les bourdons, mais les abeilles que je vis à l'œuvre s'en servaient sans hésiter pour sucer le nectar. Je les observai pendant plusieurs jours et je constatai qu'elles ne cherchaient jamais l'ouverture à droite et que jamais non plus elles ne pénétraient normalement dans la fleur par son ouverture naturelle. Leur travail s'opérait avec une rapidité étonnante. (Traducteur.)

Docteur Ogle, *Pop. Science Review*, avril 1870, p. 167. M. Farrer, *Annals and Mag. of Nat. Hist.*, 4^e série, vol. II, 1868, p. 258. M. Belt in litteris.

espèce différente sucer les petites gouttes de liqueur excrétées par les stipules. M. Beal du Michigan m'informe que les fleurs de la groseille du Missouri (*Ribes aureum*) abondent en nectar au point que les enfants le sucent souvent, et il a vu les abeilles butiner à travers les trous faits par un oiseau, le Lorient, tandis que dans le même temps des bourdons suçaient à la manière ordinaire par la gorge des fleurs ¹. Ce fait concernant le Lorient me rappelle ce que j'ai dit de certaines espèces d'oiseaux mouches perforant les fleurs de *Brugmansia*, tandis que d'autres espèces pénètrent par la gorge.

Le motif qui pousse les abeilles à pratiquer des ouvertures à travers la corolle paraît être l'économie de temps, car elles en perdent beaucoup en grim pant au dedans et au dehors des fleurs et en introduisant de force leur tête dans celles qui sont fermées. Dans le *Stachys* et dans le *Pentstemon*, en s'abattant sur la face supérieure ² de la corolle et suç ant à travers les trous perforés au lieu d'y pénétrer à la manière ordinaire, elles furent capables de visiter à peu près deux fois autant de fleurs que je l'aurais pu juger. Cependant chaque abeille, avant d'avoir acquis beaucoup de pratique doit perdre beaucoup de temps à faire chaque nouvelle perforation, surtout lorsque cette ouverture doit être pratiquée à la fois à travers la corolle et le calice. Cette pratique indique donc une certaine prévision, qualité dont nous avons de nombreuses preuves dans leurs opérations architecturales ; et ne pourrions-nous pas admettre, de plus, que quelque trace de leur instinct social, c'est-à-dire de ce besoin d'être utiles aux autres membres de la communauté, puisse trouver ici sa place ?

Il y a quelques années, je fus frappé de ce fait que,

¹ Les fleurs du *Ribes* sont cependant quelquefois perforées par les bourdons, et M. Bundy dit que ces insectes peuvent percer sept fleurs et les vider de leur nectar dans l'espace d'une minute (*American Naturalist*, 1876, p. 238).

règle générale, les bourdons perforent les fleurs seulement lorsque celles-ci se trouvent en grand nombre côte côte. Dans un jardin où se trouvaient quelques couches très-grandes de *Stachis coccinea* et de *Pentstemon argutus*, chaque fleur était percée, mais je trouvai deux plants de la première espèce vivant très-éloignés, dont les pétales dilacérés, témoignaient de la visite fréquente des abeilles, et cependant aucune fleur n'avait été perforée. Je trouvai également un plant séparé de *Pentstemon* dans les corolles duquel je vis pénétrer naturellement des abeilles, et pas une fleur n'était perforée. L'année suivante (1842), je visitai plusieurs fois le même jardin : le 19 juillet des bourdons suçaient les fleurs du *Stachys coccinea* et du *Salvia Grahami* à la manière normale, et pas une corolle ne portait de trous. Le 7 août, toutes les fleurs étaient perforées, même celles de quelques plants de *Salvia* qui vivaient à une petite distance de la grande couche. Le 21 août, quelques fleurs seulement du sommet des épis de deux espèces restaient intactes et aucune d'elles ne fut plus perforée. De plus, dans mon propre jardin, chaque plant appartenant à plusieurs rangées de haricot commun portait plusieurs fleurs perforées; mais je trouvai dans les parties éloignées dudit jardin trois plants qui y avaient levé accidentellement, et ceux-là n'avaient pas une seule fleur percée. Le général Strachey avait vu antérieurement beaucoup de fleurs perforées dans un jardin de l'Himalaya; il écrivit au propriétaire de s'assurer si cette relation entre l'entassement des plantes et leur perforation était réelle dans ce pays, et il lui fut répondu affirmativement. Il suit de là que le trèfle rouge (*Trifolium pratense*) et le haricot commun, quand ils sont cultivés en grande masse, l'*Erica tetralix* qui végète en grandes touffes dans les landes, les rangées du haricot d'Espagne dans les jardins potagers et un grand nombre d'espèces dans les jardins à fleurs, sont tous parfaitement disposés pour la perforation.

L'explication de ce fait n'est point difficile. Les fleurs réunies en grand nombre constituent pour les abeilles un riche butin très-visible à une grande distance; elles sont donc visitées par des nuées de ces insectes, et j'ai compté une fois environ vingt ou trente abeilles volant au dessus d'une couche de *Pentstemon*. Par rivalité, ces insectes sont stimulés à un travail rapide, et ce qui est plus important, ils trou vent une grande quantité de ces fleurs, ainsi que l'a avancé mon fils¹. dépouillées de nectar par succion *antérieure*. Comme ils perdent alors beaucoup de temps à scruter des fleurs vides, ils se trouvent conduits à percer des trous afin d'arriver aussi promptement que possible à savoir s'il y a du nectar et à l'obtenir quand il en existe.

Les fleurs qui sont partiellement ou complètement stériles en dehors de la visite normale des insectes, comme celles du plus grand nombre des espèces de *Salvia*, de *Trifolium pratense*, de *Phaseolus multiflorus*, doivent manquer plus ou moins *complètement* de produire des graines quand les abeilles bornent leur action à la perforation. Les fleurs perforées, dans les espèces capables de se féconder elles-mêmes, ne donneront que des semences *autofécondées* et les semis qui en viendront seront en conséquence moins vigoureux. Donc toutes les plantes ont à souffrir, à un degré quelconque, de ce que les abeilles obtiennent leur nectar d'une manière détournée en pratiquant des trous à travers la corolle, et beaucoup d'espèces, on peut l'admettre, devraient ainsi disparaître. Mais ici, comme cela se produit généralement dans la nature, il existe une tendance vers le rétablissement de l'équilibre. Si une plante souffre de son état de perforation, un moins grand nombre d'individus arrive à développement, et comme le nectar est important pour les abeilles, celles-ci à leur tour souffriront et leur nombre décroîtra; mais (ce qui est plus efficace), aussitôt que les plantes deviennent

¹ *Nature*, 8 janvier 1874, p. 189.

assez rares pour ne plus *s'accroître* en touffes, les abeilles n'étant plus poussées à percer les fleurs, y pénètrent naturellement. Une plus grande quantité de graines sera ainsi produite et les semis issus de la fécondation croisée devenant alors plus vigoureux, l'espèce tendra à augmenter en nombre jusqu'à ce qu'elle soit de nouveau réduite dès que les plants se réuniront encore en grandes masses.

CHAPITRE XII.

Résultats généraux.

Preuves des avantages de la fécondation croisée et des dommages causés par l'autofécondation. — Des espèces voisines diffèrent beaucoup par les moyens propres à y favoriser la fécondation croisée et à en éloigner l'autofécondation. — Les avantages et les dommages entraînés par ces deux procédés dépendent du degré de différenciation des éléments sexuels. — Les effets préjudiciables ne sont pas dus aux tendances morbides des parents. — Nature des conditions auxquelles les plantes sont assujetties lorsqu'elles végètent rapprochées ou à l'état naturel ou dans des conditions culturales; effets de pareilles conditions. — Considérations théoriques sur l'action réciproque des éléments sexuels différenciés. — Déductions pratiques. — Genèse des deux sexes. — Concordance entre les effets de la fécondation croisée et de l'autofécondation, et ceux des unions légitimes et illégitimes dans les plantes *hétérostylées*, en comparaison avec les unions hybrides.

La première et la plus importante des conclusions à tirer (les observations consignées dans ce livre est que la fécondation croisée reste généralement avantageuse et l'autofécondation préjudiciable. Cette proposition se trouve démontrée par la différence en hauteur, en poids, en vigueur constitutionnelle et en fécondité entre la descendance des fleurs soit croisées, soit *autofécondées*, comme par le nombre des semences que produisent les plants générateurs. Pour ce qui touche à la seconde partie de cette proposition, c'est-à-dire au préjudice généralement causé par l'autofécondation, nous en avons des preuves abondantes. La structure des fleurs dans des plantes telles que les *Lobelia ramosa*, *Digitalis purpurea*, rend l'intervention des insectes presque indispensable à leur fécondation, et si nous

nous rappelons la prépondérance que possède le pollen d'un individu distinct sur celui du même individu, de pareilles plantes doivent certainement avoir été croisées, sinon dans toutes, au moins dans plusieurs générations antérieures: En raison même de la prépondérance d'un pollen étranger, il doit en être ainsi dans les choux et dans diverses autres plantes dont les variétés s'entrecroisent presque invariablement quand elles vivent ensemble. La même déduction peut être tirée avec plus de sûreté, pour ce qui concerne les plantes qui, comme le Réséda et l'*Eschscholtzia*, sont stériles avec leur propre pollen, mais fertiles sous l'influence de celui d'un autre individu. Ces nombreuses plantes doivent donc avoir été croisées pendant une longue série de générations antérieures, et les croisements artificiels résultant de mes expériences ne peuvent pas avoir augmenté la vigueur de la descendance au delà de celle des progéniteurs. Donc, la différence entre les plantes croisées et les autofécondées que j'obtins ne saurait être attribuée à la supériorité des semis croisés, mais bien à l'infériorité résultant dans les autofécondés des effets préjudiciables de l'autofécondation.

Pour ce qui touche à la première proposition, c'est-à-dire aux avantages généralement réalisés par le croisement, nous avons aussi d'excellentes preuves à donner.

Des plants d'*Ipomœa* furent entre-croisés pendant neuf générations successives, puis ils furent de nouveau entre-croisés et en même temps croisés par un rameau nouveau. c'est-à-dire par une plante provenant (l'un autre jardin, et la descendance issue de ce dernier croisement fut en hauteur à celle des plants entre-croisés comme 100 est à 78, et en fécondité comme 100 est à 51. Une expérience analogue faite sur l'*Eschscholtzia* donna un résultat semblable pour ce qui touche à la fécondité. Dans aucun de ces cas, ces plantes ne furent le produit de l'autofécondation. Des plants de *Dianthus* furent autofécondés pendant

trois générations, ce qui leur fut certainement préjudiciable; mais lorsque ces plants furent fécondés par un rameau nouveau ou par des sujets entre-croisés appartenant A la même souche, il y eut, entre les deux séries de semis, une grande différence comme fécondité et une légère comme hauteur. Le *Petunia* présente un cas presque parallèle. Pour plusieurs autres plants, les effets remarquables d'un croisement avec un rameau nouveau peuvent être saisis dans le tableau C. Plusieurs mémoires ont été publiés¹ sur l'accroissement extraordinaire que prennent les semis résultant d'un croisement entre deux variétés de la même espèce, dont quelques-unes sont reconnues incapables d'autofécondation; de sorte qu'ici ni la fécondation directe, ni la parenté, même A un degré éloigné, ne peuvent entrer en ligne de compte. Nous pouvons donc conclure que les deux propositions ci-dessus sont vraies, A savoir que la fécondation croisée est généralement avantageuse A la descendance, tandis que la fécondation directe lui est nuisible.

C'est certainement un fait surprenant que de voir certaines plantes, telles par exemple que *Viola tricolor*, *Digitalis purpurea*, *Sarothamnus scoparius*, *Cyclamen persicum*, etc., qui avaient été naturellement croisées pendant plusieurs générations antérieures ou même pendant toutes ces générations, souffrir A un extrême degré d'un seul acte d'autofécondation. Rien de ce genre n'a été observé dans nos animaux domestiques, mais nous ne devons pas perdre de vue que le croisement le plus rapproché possible entre animaux placés dans des conditions semblables, c'est-A-dire entre frères et soeurs, ne peut être considéré comme une union aussi intime que celle qui résulte du contact du pollen et des ovules de la même fleur. Nous ne savons pas encore si le dommage résultant de l'autofécondation va en s'accroissant pendant les généra-

¹ Voir *Variation under Domestication, etc.*, ch. XIX, 2^e édition, vol. II, p. 159.

tions successives, mais nous pouvons déduire de mes expériences que cette augmentation est loin d'être rapide. Après que les plants ont été propagés par autofécondation pendant plusieurs générations, un simple croisement avec un rameau nouveau ramène en eux leur vigueur primitive, et nous avons de ce fait un résultat analogue dans nos animaux domestiques ¹. Les effets avantageux de la fécondation croisée sont transmis dans les plantes à la génération suivante, et, si nous en jugeons par ce qui se passe dans les variétés de pois commun, aux nombreuses générations qui suivent. Mais ce résultat peut être attribué simplement à ce que les plants croisés de la première génération sont extrêmement vigoureux et transmettent leur force, comme leurs autres caractères, A leurs successeurs.

Malgré le dommage qui résulte pour plusieurs plantes de l'autofécondation, elles peuvent être propagées de cette manière, dans des conditions défavorables, pendant plusieurs générations, comme le montrent quelques-unes de mes expériences, et comme le prouve surtout la persistance vitale, pendant au moins un demi-siècle, des mêmes variétés du pois commun et du pois de senteur. La même conclusion s'applique probablement aux nombreuses autres plantes exotiques, qui ne sont jamais ou que très-rarement croisées dans leur pays d'origine. Mais toutes ces plantes, aussi loin que l'expérience ait été poussée, profitent toujours d'un croisement par un rameau nouveau. Quelques plantes, comme l'*Ophrys apifera* par exemple, ont certainement été propagées, A l'état naturel, pendant des milliers de générations sans avoir subi un seul entre-croisement, et nous ignorons si elles profiteraient d'un croisement avec un rameau nouveau. Mais de semblables cas ne peuvent jeter aucun doute sur l'avantage du croisement en tant que règle générale, pas plus que l'existence de

¹ *Variation under Domestication.*, ch. XIX, 2^e édition, vol. II, p. 159.

plantes qui, à l'état naturel, se reproduisent exclusivement par rhizomes, stolons, *etc.*¹ (leurs fleurs ne produisant pas de semences) ne peut nous porter à douter que la génération par graines présente quelques bénéfices, puisque c'est le mode de propagation le plus communément employé par la nature. Quelques espèces se seraient-elles reproduites *asexuellement* depuis une période très-éloignée, voilà ce que nous ne pouvons affirmer. Le seul moyen que nous ayons de nous former un jugement sur ce point est la persistance, dans nos arbres fruitiers, de variétés qui sont depuis longtemps propagées par greffes et boutures. Andrew Knight soutint autrefois que dans ces conditions les plantes s'affaiblissent toujours, mais cette conclusion a été énergiquement combattue par d'autres observateurs. Un juge compétent et récent, le professeur Asa Gray², a adopté l'opinion de Knight, laquelle me paraît être, d'après toutes les preuves que j'ai pu colliger, la manière de voir la plus probable, malgré les nombreux faits qui la contredisent.

Les moyens propres à favoriser la fécondation croisée et à prévenir l'autofécondation, ou inversement à favoriser la fécondation directe et à prévenir le croisement dans une certaine mesure, sont remarquablement diversifiés, et il est étrange qu'ils diffèrent complètement dans des plantes très-rapprochées³, par exemple parmi les espèces d'un même genre et quelquefois parmi les individus de la même espèce. Il n'est pas rare de rencontrer, dans le même genre, des plantes hermaphrodites et d'autres ayant leurs sexes séparés; il est commun de voir quelques-unes des

J'en ai *relaté* plusieurs cas dans ma *Variation under Domestication*, etc., ch. XVIII, 2^e édition, vol. II, p. 152.

¹ *Darwiniana : Essays and Reviews pertaining to Darwinism*, 1876, p. 338.

Hildebrand a fortement insisté sur ce point dans ses importantes observations sur la fécondation des Graminées (*Monatsbericht K. Akad.* Berlin, octobre 1872, p. 763).

espèces **dichogames** et d'autres non **dichogames** mûrir simultanément leurs éléments sexuels. Le genre *Saxifrage*, qui est **dichogame**, renferme certaines espèces **protérandres** et certaines autres **protérogynes**¹. Plusieurs genres renferment à la fois des espèces **hétérostylées** (à formes dimorphes ou **trimorphes**) et des espèces **homostylées**. *L'Ophrys* offre un remarquable exemple d'une espèce dont la structure est manifestement adaptée à l'autofécondation et d'autres espèces tout aussi manifestement disposées pour la fécondation croisée. Quelques espèces congénères sont complètement stériles et d'autres tout à fait fécondes avec leur propre pollen. Sous l'influence de ces nombreuses causes, nous trouvons souvent dans le même genre des espèces qui, en dehors de l'action des insectes, ne produisent pas de graines, tandis que d'autres en donnent en abondance. Quelques espèces portent à la fois des fleurs **cléistogènes** qui ne peuvent être croisées et des fleurs parfaites, tandis que d'autres du même genre ne produisent jamais ces fleurs **cléistogènes**. Certaines espèces existent sous deux formes, dont l'une porte des fleurs remarquables adaptées pour la fécondation croisée, et l'autre n'a que des fleurs obscures disposées pour l'autofécondation, tandis que d'autres espèces du même genre ne revêtent qu'une seule forme. Bien plus, dans les individus de la même espèce, le degré **d'autofécondité** est sujet à variation, exemple le *Réséda*. Chez les plantes polygames, la distribution des sexes diffère dans les individus de la même espèce. La période relative à laquelle les éléments sexuels de la même fleur arrivent à maturité diffère dans les variétés du *Pé-largonium*, et *Carrière* relate plusieurs **cas**² qui montrent combien cette période varie avec la température à laquelle les plantes sont exposées. — Cette diversité extraordinaire dans les procédés propres à favoriser ou à prévenir

¹ Docteur Engler, *Bot. Zeitung*, 1868, p. 833.

² *Des Variétés*, 1865, p. 30.

la fécondation soit croisée soit directe dans des formes très-rapprochées, dépend probablement de ce que les deux procédés de fertilisation, quoique très-favorables à l'espèce, sont directement opposés l'un à l'autre et liés à des conditions variables. L'autofécondation assure la production d'une grande quantité de graines, et la nécessité ou l'avantage de ce procédé dans la plante sera déterminé par la longueur moyenne de la vie, laquelle dépend de la somme des causes de destruction que peuvent subir les semences et les semis. Cette destruction est liée aux influences les plus variées et les plus variables, comme la présence des animaux de telles ou telles espèces et l'accroissement des plantes environnantes. La possibilité de la fécondation croisée dépend surtout de la présence et du nombre des insectes, souvent du groupe spécial auquel appartiennent ces insectes et du degré d'attraction qu'exercent sur eux les fleurs d'une espèce particulière de préférence aux autres, toutes circonstances qui sont très-variables.. Du reste, les avantages qui résultent de la fécondation croisée diffèrent beaucoup dans les diverses plantes, il est donc probable que des espèces voisines profiteraient du croisement à un degré différent. Sous ces conditions extrêmement complexes et très-fluctuantes, et avec deux buts en quelque sorte opposés à atteindre, savoir : la propagation assurée de l'espèce et la production d'une vigoureuse descendance croisée, il n'est pas surprenant que des formes alliées présentent une extrême diversité dans les moyens mis en œuvre pour atteindre l'un ou l'autre but. Si, comme on peut le supposer, l'autofécondation est avantageuse à certains égards, quoiqu'elle soit plus que contrebalancée dans ses effets par les avantages résultant d'un croisement avec un rameau nouveau, le problème devient encore plus compliqué.

N'ayant expérimenté que deux fois sur plusieurs espèces d'un même genre, je ne saurais dire si la descendance croisée, clans plusieurs espèces du même genre , diffère

comme degré de supériorité de celle issue des mêmes espèces **autofécondées** ; mais, d'après ce que j'ai observé dans les deux espèces de *Lobelia* et dans deux individus de la même espèce de *Nicotiana*, je serais tenté d'admettre que l'expérience démontrerait l'exactitude de la proposition. Les espèces appartenant à des genres distincts de la même famille diffèrent certainement à ce point de vue. Les effets de la fécondation directe et du croisement peuvent être concentrés ou sur le développement ou sur la fécondité de la descendance, mais généralement ils s'étendent à ces deux propriétés. Il ne semble donc y avoir aucune relation intime entre les degrés auxquels les fleurs des diverses espèces sont adaptées pour le croisement et la manière dont la descendance profite de ce mode de fécondation, mais sur ce point nous pouvons nous tromper aisément, car il existe, pour assurer la fécondation, deux moyens appropriés qui ne se traduisent pas extérieurement, c'est-à-dire **l'autostérilité** et le pouvoir prépondérant de fécondation du pollen pris sur un autre individu. Enfin, il a été démontré dans un précédent chapitre que l'effet d'un croisement et de l'autofécondation sur la fertilité des générateurs ne correspond pas à celui qui est produit sur la hauteur, sur la vigueur et sur la fécondité de la descendance. La même remarque s'applique aux semis croisés et aux **autofécondés** lorsqu'ils sont employés comme générateurs. Ce manque de concordance dépend probablement, au moins en partie, de ce que la quantité des graines produites est principalement sous la dépendance du nombre des tubes polliniques qui atteignent les ovules (et cette formation est régie par l'action mutuelle qui s'exerce entre le pollen, la surface stigmatique et sa sécrétion), tandis que l'accroissement et la vigueur constitutionnelle de la descendance sont surtout déterminés, à la fois par le nombre de boyaux polliniques pénétrant les ovules, et par la réaction qui s'exerce entre le contenu des grains polliniques et celui des ovules.

Deux autres conclusions importantes peuvent encore être déduites de mes observations : premièrement, que les avantages du croisement ne dépendent pas de quelque propriété mystérieuse résidant dans la simple union de deux individus distincts, mais de ce que ces individus ont *été* assujettis pendant les générations antérieures A des conditions différentes, ou de ce qu'ils ont subi la variation communément nommée spontanée, de façon que dans l'un comme dans l'autre cas, leurs éléments sexuels se sont différenciés A un certain degré. Secondement, que le dommage causé par l'autofécondation provient du manque d'une pareille différenciation dans les éléments sexuels. Ces deux propositions sont bien établies par mes expériences. Ainsi, lorsque les plants d'*Ipomæa* et de *Mimulus* qui avaient été **autofécondés** pendant sept générations antérieures et conservés constamment dans les mêmes conditions, furent entre-croisés les uns les autres, la descendance ne profita en rien d'un croisement. Le *Mimulus* offre un autre cas instructif qui montre que les avantages d'un croisement dépendent du traitement antérieur auquel les générateurs ont *été* soumis. Des plants, au préalable **autofécondés** pendant huit générations antérieures, furent croisés par des plants qui avaient subi l'entre-croisement pendant le même nombre de générations, et tous avaient été autant que possible conservés dans les mêmes conditions; les semis issus provenant de ce croisement vécurent en compétition avec d'autres issus de la même plante génératrice **autofécondée** soumise A un croisement avec un rameau nouveau, et les derniers furent aux premiers en hauteur, comme 100 est A 52 et en fécondité comme 100 est A 4. Sur les *Dianthus*, il fut pratiqué une expérience exactement parallèle, présentant seulement cette différence que les plants n'avaient *été* **autofécondés** que pendant les trois générations précédentes, et le résultat, quoique moins fortement accentué, fut similaire. Les deux cas précédents dans lesquels les **descen-**

dants de l'*Ipomœa* et de l'*Eschscholtzia* dérivés d'un croisement par un rameau nouveau, devinrent aussi supérieurs aux plants entre-croisés de la vieille souche que ces derniers le furent aux descendants autofécondés, comportent bien les mêmes conclusions. Un croisement avec un rameau nouveau ou avec une autre variété paraît être toujours très-avantageux, que les plants générateurs aient été ou non entre-croisés ou autofécondés pendant plusieurs générations antérieures. Ce fait qu'un croisement entre deux fleurs de la même plante reste sans effets avantageux ou n'en produit que fort peu vient aussi fortement corroborer mes conclusions, car les éléments sexuels des fleurs de la même plante peuvent rarement être différenciés, et cependant cette variation est possible, puisque les bourgeons floraux sont, à un certain point de vue, des individus distincts qui varient quelquefois de l'un à l'autre et se différencient soit comme structure soit comme constitution. Donc, cette proposition que le bénéfice résultant du croisement dépend de ce que les plantes qui y sont soumises ont subi pendant plusieurs générations antérieures des conditions légèrement différentes, ou de ce qu'elles ont varié sous l'influence d'une cause inconnue, comme si elles avaient été soumises à ces conditions, se trouve fortement et sûrement étayée de toutes parts.

Avant d'aller plus loin, nous devons examiner l'opinion qui a été soutenue par plusieurs physiologistes, à savoir, que tous les désavantages provenant d'un croisement entre animaux trop rapprochés, et sans doute de l'autofécondation des plantes, sont le résultat de l'augmentation de quelque tendance morbide, de la faiblesse constitutive commune aux générateurs trop rapprochés ou aux deux sexes des plantes hermaphrodites. Incontestablement certains dommages peuvent reconnaître cette cause, mais ce serait en vain qu'on tenterait d'étendre cette manière de voir aux nombreux cas contenus dans mes tableaux. Il est bon

de rappeler que la plante mère avait été à la fois **autofécondée** et croisée, de sorte que si son état eût été maladif, elle aurait transmis la moitié de ses tendances morbides à sa descendance croisée. Mais on avait choisi, pour l'expérience, des plants en parfaite santé, dont quelques-uns vivaient à l'état sauvage ou furent la descendance immédiate soit de plantes sauvages soit **devigoureuses** plantes communes dans les jardins. D'après le nombre des espèces mises en expérience, il ne serait rien moins qu'absurde de supposer que dans tous ces cas les plantes mères, quoique sans apparence malade, furent faibles ou atteintes d'une maladie si particulière que leurs semis **autofécondés**, au nombre de plusieurs centaines, en sont devenus inférieurs en hauteur, en poids, en vigueur constitutionnelle et en fécondité à leurs descendants croisés. D'ailleurs, cette manière de voir ne peut pas être étendue aux avantages fortement marqués qui, autant que j'en puis juger par mes expériences, résultent immédiatement d'un croisement entre individus de la même variété ou de variétés distinctes, lorsque celles-ci ont été assujetties pendant plusieurs générations à des conditions différentes.

Il est évident que le maintien des deux séries de plantes, pendant plusieurs générations, des conditions dissemblables peut conduire à des résultats dépourvus de tout avantage pour ce qui touche à un croisement, à moins que leurs éléments sexuels n'aient été affectés par ces conditions. Que chaque organisme soit impressionné dans une certaine mesure par des changements dans les conditions ambiantes, c'est là, je pense, une proposition qui ne sera pas combattue. Sur ce point il est presque superflu de donner des preuves : nous pouvons saisir la **différence** qui existe entre les individus de la même espèce ayant *végété* soit un peu plus à l'ombre ou au soleil, soit dans deux lieux un peu plus secs ou un peu plus humides. Des plants qui pendant plusieurs générations ont été propagés sous des climats divers

ou dans différentes saisons de l'année transmettent à leurs semis leurs dissemblances constitutionnelles. Dans ces conditions, la constitution chimique de leurs fluides et la nature de leurs tissus se trouvent souvent modifiées'. On pourrait ajouter beaucoup d'autres faits de ce genre. En résumé, chaque altération dans la fonction d'une partie a probablement du retentissement sur d'autres parties, quoique souvent les changements de composition ou de structures soient presque imperceptibles.

Tout ce qui affecte un organisme de quelque façon que ce soit, tend à agir sur ses éléments sexuels. Nous en trouvons la preuve dans l'hérédité des nouvelles modifications acquises, telles que celles qui résultent de l'augmentation de l'usage ou du non-usage d'une partie, et même des mutilations pathologiques². Nous avons des preuves surabondantes de la haute susceptibilité de l'appareil reproducteur sous l'influence du changement des conditions dans les nombreux exemples d'animaux rendus inféconds par la captivité (de manière qu'ils ne s'unissent plus ou le font sans produire de descendance) même lorsque la réclusion n'est pas rigoureuse, et dans les plantes rendues stériles par la culture. Mais aucun cas ne met en lumière plus vive l'influence du changement des conditions vitales sur les éléments sexuels que ceux déjà relatés, dans lesquels des plantes qui sont complètement autostériles dans un pays, donnent, quand elles sont transportées dans un autre, même à la première génération, une grande provision de graines autofécondées.

Étant admis que les changements de conditions ont une

I J'en ai cité de nombreux cas avec renvois dans ma *Variation under Domestication*, ch. xxiii, 2^e édition, vol. II, p. 264. Pour les animaux, M. Brackenridge a bien montré (*A Contribution to the Theory of Diathesis*, Edinburgh, 1869) que les divers organes des animaux sont excités à une activité différente par des modifications dans la température ou dans la nourriture, et finissent par s'adapter, dans une certaine mesure, à ces conditions.

² *Variation under Domestication*, ch. xii, 2^e édition, vol. I, p. 466.

action sur les éléments sexuels, peut-on dire jusqu'à quel point deux ou plusieurs plants vivant très-rapprochés soit dans leur pays d'origine, soit dans un jardin, seront différemment influencés, puisque les conditions auxquelles ils paraissent exposés semblent être les mêmes? Quoique cette question ait été déjà prise en considération, elle mérite, à divers points de vue, que nous nous y appesantissons.

Dans mes expériences sur le *Digitalis purpurea*, plusieurs fleurs d'un plant sauvage et d'autres furent croisées avec le pollen d'un autre plant végétant à deux ou trois pieds de distance. Les plants croisés et les autofécondés issus des semences ainsi obtenues produisirent des inflorescences dont le nombre fut comme 100 est A 47, et la hauteur moyenne comme 100 est A 70. Donc, le croisement entre ces deux plants fut très-ouvertement **avantageux**; mais comment leurs **éléments** sexuels purent-ils être différenciés par une exposition A des conditions différentes? Si les *générateurs* de ces deux plants avaient vécu dans le même lieu pendant les vingt dernières générations, et n'avaient jamais été croisés par aucun plant situé en dehors de la distance de quelques pieds, selon toute probabilité leur descendance eût été **réduite au même** état que quelques-uns de mes plants d'expérience (comme les sujets entre-croisés de la neuvième génération de l'*Ipomœa*, ou les plants autofécondés de la huitième génération du *Mimulus*, ou la descendance issue des fleurs d'un même plant), et, dans ce cas, un croisement entre les deux plants de Digitale fût resté sans bons effets; Mais les graines sont souvent dispersées à une grande distance par les moyens naturels, et l'un des deux plants ci-dessus ou un de leurs ancêtres peut. être venu de très-loin et d'un lieu plus ombragé ou plus éclairé, plus sec ou plus humide, ou encore d'un sol de nature différente contenant d'autres matières organiques ou inorganiques. Nous savons par les admirables recherches de

MM. Lawes et Gilbert', que diverses plantes demandent et consomment des quantités très-différentes de matières organiques. Mais le total des matières renfermées dans un sol ne détermine probablement pas entre les nombreux individus d'une même espèce une si grande différence qu'on pourrait le croire d'abord, car les espèces environnantes, dont les exigences sont dissemblables, devraient tendre, en raison de ce qu'elles existent en plus ou moins grand nombre, à conserver chaque espèce dans une sorte d'équilibre, au point de vue de ce qu'elles pourraient obtenir du sol. Il devrait en être de même pour ce qui touche à l'humidité pendant les saisons sèches, et la puissante influence que possède une plus ou moins grande quantité d'eau dans le sol sur la présence ou la distribution des plantes, est souvent bien démontrée dans les pâturages qui retiennent encore des traces (l'anciennes rides et de sillons. Néanmoins, comme le nombre proportionnel des plantes environnantes est rarement le même exactement dans deux lieux voisins, deux individus de la même espèce y seront assujettis à des conditions quelque peu différentes en raison de ce qu'ils peuvent absorber dans le sol. Il est surprenant de voir jusqu'à quel point le libre développement d'une série de plantes affecte celles qui peuvent vivre mêlées à elles. Je laissai s'accroître les plantes contenues dans un mètre carré environ de gazon qui avait été régulièrement fauché pendant plusieurs années, et neuf espèces sur vingt disparurent ; mais j'ignore si ce résultat fut dû entièrement à ce que certaines espèces privèrent les autres de nourriture.

Des graines dorment quelquefois pendant plusieurs années sous terre et germent lorsqu'elles sont apportées près de la surface par un moyen quelconque, par les animaux qui se creusent un terrier par exemple. Elles doivent probablement être affectées par cette simple condition

du sommeil longtemps prolongé, car les jardiniers croient que la production des fleurs doubles et des fruits est soumise à cette influence. Du reste, des graines mûries en des saisons différentes seront assujetties pendant la durée de leur développement à des degrés différents de chaleur et d'humidité.

Dans le dernier chapitre, j'ai montré que le pollen est souvent transporté de plante à plante à des distances considérables. Donc, un des parents ou un des ancêtres des deux plants de Digitale peuvent avoir *été* croisés par une plante éloignée vivant dans des conditions légèrement différentes. Des plantes ainsi croisées produisent souvent une quantité de graines inaccoutumée : un exemple frappant de ce fait nous est fourni par le *Bignonia* déjà relaté, qui, fécondé par Fritz Müller avec le pollen des plants voisins, ne donna que quelques graines à peine, mais qui, après fertilisation par le pollen d'un *plantéloigné*, devint très-fécond. Les semis issus d'un croisement de cette nature s'accroissent très-énergiquement, et transmettent leur vigueur à leurs descendants. Ceux-là donc, dans la lutte pour l'existence, arriveront à battre et à exterminer les plants qui se sont longtemps développés dans les mêmes conditions et tendront ainsi à s'accroître.

Quand on croise deux variétés présentant quelques différences bien marquées, leurs descendants de la dernière génération diffèrent beaucoup les uns des autres comme caractères extérieurs : ce résultat est attribuable à l'augmentation ou à la disparition de quelques-uns de ces caractères et à la réapparition des premiers par atavisme, et il doit en être de même, nous pouvons en être presque assurés, de quelques légères différences de constitution *dans* leurs éléments sexuels. Quoi qu'il en soit, mes expériences indiquent que le croisement des plantes qui ont *été* longtemps assujetties à des conditions semblables ou presque semblables, constitue le plus puissant des moyens propres à retenir quelques degrés

de différenciation dans les éléments sexuels, ainsi que le démontre la supériorité dans les dernières générations des plants entre-croisés sur les *autofécondés*. Néanmoins, l'entre-croisement continu des plantes soumises à ces conditions tend à faire disparaître cette différenciation, ainsi qu'on peut le déduire de l'amointrissement des bénéfiques dérivés d'un entre-croisement en opposition avec leur augmentation à la suite d'un croisement avec un rameau nouveau. Il semble probable, je dois l'ajouter ici, que les semences ont acquis leurs innombrables et curieuses adaptations pour une large dissémination¹, non-seulement parce que les semis sont ainsi rendus capables de trouver un habitat nouveau et convenable, mais aussi parce que les individus assujettis aux mêmes conditions peuvent ainsi profiter accidentellement d'un entre-croisement avec un rameau nouveau.

Des considérations précédentes nous pouvons, je crois, conclure que dans les deux cas ci-dessus fournis par la Digitale, et même dans celui des plantes qui se sont accrues pendant plusieurs milliers de générations dans la même localité (comme cela doit se présenter pour les espèces *A* aires très -restreintes), nous sommes portés *A* exagérer l'identité absolue des conditions auxquelles les individus ont été soumis. Nous pouvons, en effet, au moins admettre sans *difficulté* que de semblables plantes ont été assujetties *A* des conditions *suffisamment* distinctes pour que leurs éléments sexuels en aient été différenciés, car nous savons qu'une plante propagée pendant plusieurs générations dans un autre jardin de la même contrée, joue le rôle de rameau nouveau et possède un haut pouvoir fécondateur. Les curieux cas constitués par les plantes qui peuvent féconder un autre *individu* de la même espèce et en être fécondées tout en restant l'une et l'autre *complètement* stériles sous l'influence de leur propre pollen, deviennent *très-intelli-*

¹ Voir l'excellent traité du professeur Hildebrand, *Verbreitungsmittel der Pflanzen* (Moyens de dissémination des plantes), 1873.

gibles si la manière de voir que je propose est correcte, à savoir, que les individus de la même espèce, végétant naturellement très-rapprochés, n'ont pas *été*, en réalité, soumis pendant plusieurs générations antérieures à des conditions absolument identiques.

Quelques naturalistes affirment qu'il existe dans tous les êtres une tendance innée à varier et à rendre leur organisation plus parfaite indépendamment de l'action des agents extérieurs¹ : ils voudraient expliquer ainsi et les légères différences qui distinguent les divers individus de la même espèce, tant comme caractères extérieurs que comme constitution, et les différences plus accentuées à l'un et à l'autre point de vue qui existent entre deux variétés très-rapprochées. Il est impossible de trouver deux indivi-

¹ Cette manière de voir déjà très-accréditée, et qui résulte de l'analyse des faits qu'on pourrait désigner sous le nom de *phénomènes actuels*, se trouve confirmée par l'examen de certaines modifications extérieures décelées par des fonctions physiologiques, chez des végétaux élevés en organisation. Pour ce qui a trait à un phénomène révélateur dont l'étude poursuivie dans la série végétale serait très-fructueuse, je dois citer ici les observations de mon savant collègue M. Carlet, qui, en examinant la constitution florale de la Rue, a constaté par l'étude du mouvement staminal que le type quaternaire si fréquent résulte d'un phénomène de soudure. Dans son article sur le *Mouvement dans la fleur* (*Revue scient.*, 3^e année, 2^e série, n^o 20, 1873), M. Carlet s'exprime ainsi : « La fleur « tétramère de la Rue est donc, à vrai dire, une monstruosité; elle dérive « de la fleur pentamère et suit, même après sa transformation, les lois « auxquelles la forme à cinq pétales est assujettie.... En retournant le même raisonnement, on ne pourrait pas dire que la fleur pentamère de la Rue dérive de la fleur tétramère par dédoublement d'un pétale.

Si la fleur à quatre pétales était, en effet, la forme normale, l'évolution de ses étamines n'aurait pas de raison d'être, car elle ne souffre pas d'exceptions. Je suis donc autorisé à considérer une soudure comme une déviation du type et par suite à croire que les monopétales dérivent des polypétales. » Moi-même, en étudiant les mêmes faits sur les étamines motiles des *Saxifraga sarmentosa* et *umbrosa* (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 20 janvier 1876), je suis arrivé à cette conclusion que la tendance virtuelle vers la soudure, accusée par le même phénomène de mouvement, devient plus manifeste chez d'autres Saxifrages (*S. oppositifolia*, p. ex.) et réelle dans les fleurs tétramères de *Chrysosplenium* et d'*Astilbe*. Si l'on pousse les choses à l'extrême, on voit que certaines plantes seraient actuellement en période de passage plus ou moins accusé, de l'état polypétale à celui gamopétale qui est sans contredit supérieur. —  Traducteur.)

dus **complètement** semblables : ainsi, si nous semons dans des conditions aussi similaires que possible un certain nombre de graines issues de la même capsule, elles germeront à des degrés différents et s'accroîtront plus ou moins vigoureusement. Elles résisteront d'une manière différente au froid et à d'autres conditions défavorables; selon toute probabilité (car cela se produit, nous le savons, dans les animaux de la même espèce), elles seront différemment influencées soit par le même poison, soit par la même maladie. Elles transmettront à leur descendance leurs différences de caractère avec une puissance **différente**, et beaucoup d'autres dissemblances pourraient être encore signalées. S'il était donc exact que les plantes végétant rapprochées à l'état naturel ont *été* assujetties pendant plusieurs générations antérieures à des conditions absolument identiques, ces différences que nous venons de **spécifier** seraient tout à fait inexplicables, mais elles sont, dans une certaine mesure, intelligibles d'après la manière de voir que nous venons d'exposer.

Comme le plus grand nombre des plantes sur lesquelles **j'expérimentai** furent cultivées dans mon jardin ou en pots sous des verres, je dois ajouter quelques mots sur les conditions auxquelles elles furent assujetties et sur les effets de la culture. Lorsqu'une espèce est pour la première fois soumise à l'influence culturale, elle peut subir ou non un changement de climat, mais elle est toujours appelée à végéter séparément et dans une terre plus ou moins fumée : dans ces conditions elle se trouve garantie de toute compétition avec les autres plantes. L'importance considérable de cette dernière circonstance est prouvée par la multitude des espèces qui, fleurissant et se multipliant dans un jardin, ne peuvent exister à moins d'être protégées contre les autres plantes. Ainsi sauvées de toute compétition, elles peuvent obtenir du sol, et même probablement en excès, tout ce qui leur est nécessaire, et par là elles

se trouvent soumises A de grands changements de conditions. C'est probablement en grande partie A cette cause qu'il faut attribuer le fait de la variation, A de rares exceptions près, de toutes les plantes après quelques générations cultivées. Les individus qui ont déjà commencé A varier s'entre-croiseront les uns avec les autres sous l'influence des insectes, et ainsi s'explique la diversité extrême de caractères que présentent plusieurs plantes cultivées depuis longtemps. Mais il faut remarquer que le résultat sera largement modifié par le degré de leur variabilité aussi bien que par la fréquence des entre-croisements, car si une plante varie très-peu, comme on l'observe dans la plupart des espèces à l'état naturel, la fréquence des entre-croisements tend A établir en elles l'uniformité des caractères.

J'ai essayé de démontrer que chez les plantes vivant A l'état naturel dans la même région, excepté dans le cas inaccoutumé où chaque individu est entouré exactement par le même nombre proportionnel d'autres espèces douées d'un certain pouvoir d'absorption, chacune d'elles est soumise à des conditions très-différentes. Cette proposition ne s'applique pas aux individus de la même espèce cultivée en terre libre dans le même jardin. Mais si leurs fleurs sont visitées par les insectes, elles s'entre-croisent, et cette condition donne A leurs éléments sexuels pendant un nombre considérable de générations une somme suffisante de **différenciation** pour que le croisement soit avantageux. Du reste, les semences sont fréquemment échangées entre jardins pourvus d'une terre différente, et les individus de la même espèce qu'on y cultive sont ainsi soumis à des changements de conditions. Si les fleurs ne sont pas visitées par nos insectes indigènes ou le sont rarement, comme c'est le cas dans le pois de senteur commun et apparemment dans le tabac conservé en serre, toute différenciation dans les éléments sexuels causée par des entre-croisements tendra A disparaître. C'est ce qui paraît s'être **pro-**

duit dans les plantes que nous venons de citer, car elles ne bénéficièrent en rien d'un entre-croisement, tandis qu'elles tirèrent grand profit d'un croisement avec un rameau nouveau.

Sur les causes de la différenciation des éléments sexuels et de la variabilité dans nos plantes de jardin, j'ai été conduit à la manière de voir que je viens d'exposer par les résultats de mes nombreuses expériences et plus spécialement par les quatre cas dans lesquels des espèces extrêmement inconstantes, après avoir été cultivées et autofécondées dans les mêmes conditions pendant plusieurs générations, donnèrent des fleurs d'une teinte uniforme et constante. Ces conditions furent à peu près les mêmes que celles auxquelles sont soumises, quand elles sont propagées dans le même lieu par des semences autofécondées, des plantes végétant dans un jardin débarrassé des mauvaises herbes. Les plantes élevées en pots furent, du reste, exposées à des variations climatiques moins rigoureuses que celles cultivées en pleine terre, mais leurs conditions, quoique absolument uniformes pour tous les individus de la même génération, diffèrent légèrement dans la série des générations successives. Dans ces conditions, les éléments des plantes soumises à l'entre-croisement retinrent dans chaque génération, pendant plusieurs années, une somme de différenciation suffisante pour que leur descendance fût supérieure aux générateurs entre-croisés, mais cette supériorité s'atténua graduellement d'une manière manifeste, comme le prouva la différence constatée entre les résultats d'un entre-croisement (parmi les plantes entre-croisées) et ceux d'un croisement avec un rameau nouveau. Fréquemment ces plantes entre-croisées tendaient aussi à revêtir, dans leurs caractères extérieurs, une certaine uniformité plus accusée qu'elle ne le fut d'abord. Pour ce qui touche aux plantes qui furent autofécondées à chaque génération, leurs éléments sexuels perdirent en apparence

toute différenciation après quelques années, car un croisement pratiqué entre elles ne produisit pas de meilleurs effets qu'un croisement entre fleurs de la même plante. Mais un fait encore plus remarquable fut que, malgré l'excessive variation du coloris des fleurs dans les premiers semis de *Mimulus*, d'*Ipomœa*, de *Dianthus* et de *Petunia*, leur descendance, après avoir *végété* sous des conditions égales pendant plusieurs générations, porta des fleurs presque aussi uniformes comme teinte que celles d'une espèce naturelle. Dans un cas, les plants eux-mêmes devinrent d'une remarquable constance comme hauteur.

Cette conclusion, que les avantages résultant d'un croisement dépendent absolument de la différenciation des éléments sexuels, s'accorde parfaitement avec ce fait qu'un changement léger et circonstanciel dans les conditions vitales est profitable à toutes les plantes et à tous les animaux. Mais les descendants issus d'un croisement entre organismes exposés au préalable à des conditions différentes, bénéficient de ce croisement à un degré *incomparablement* plus élevé que ne le font les êtres jeunes ou vieux à la suite d'un simple changement dans leurs conditions d'existence. Dans ce dernier cas, nous ne voyons rien de comparable aux effets qui suivent généralement un croisement avec un autre individu, et spécialement avec un sujet appartenant à un rameau nouveau. Ce résultat pouvait vraisemblablement être prévu, car le mélange des éléments sexuels de deux êtres différenciés affecte la constitution entière à une période de l'existence plus précoce et à un moment où l'organisation est douée de sa plus haute flexibilité. Nous avons d'ailleurs des raisons pour croire que généralement les changements de condition agissent d'une manière dissemblable sur les différentes parties ou organes d'un

même individu ¹, et si nous pouvons admettre de plus que ces parties une fois légèrement différenciées réagissent les unes sur les autres dans le même individu, l'harmonie entre les bénéfiques dus à des modifications de conditions et ceux résultant de la réaction mutuelle des éléments sexuels différenciés devient encore plus parfaite.

Bien que le remarquable et consciencieux observateur Sprengel, après avoir découvert la part importante que prennent les insectes à la fécondation des fleurs, ait appelé son livre *Le secret de la nature découvert*, cependant il n'entrevit qu'accidentellement le but pour lequel tant de curieuses et surprenantes adaptations avaient été acquises (je veux dire la fécondation croisée des plantes), et il ne reconnut aucun des bénéfiques qui en résultent pour la descendance, soit comme vigueur, soit comme taille, soit comme fécondité. Mais le voile qui recouvre ce secret, bien loin d'être soulevé, nous cachera la vérité tant que nous n'aurons pas appris d'où proviennent les avantages que les éléments sexuels trouvent à être différenciés dans une certaine mesure, et comment il se fait que, si la différenciation est poussée plus loin, il en résulte des dommages. Il est un fait extraordinaire, c'est que, dans plusieurs espèces, les fleurs fécondées avec leur propre pollen sont ou absolument stériles ou frappées d'infécondité à un certain degré ; si la fécondation a lieu avec le pollen d'autres fleurs appartenant à la même plante, elles sont quelquefois, quoique rarement, un peu plus fécondes ; la fertilité est complète quand l'imprégnation pollinique est le résultat de l'intervention d'un autre individu ou d'une autre variété de la même espèce; enfin, si la fécondation est opérée avec le pollen d'une espèce distincte, tous les degrés possibles de stérilité jusqu'au plus extrême se trouvent réalisés. Nous

Voir pour les preuves, Brackenridge, *Theory of Diathesis*, Edinburgh, 1869.

avons donc une longue série de fécondité terminée à ses deux points opposés par la stérilité absolue, laquelle, dans un de ces extrêmes, est due à l'insuffisante différenciation dans les éléments sexuels, et dans l'autre, à ce que cette différenciation s'est produite à un moindre degré ou d'une manière toute particulière.

Dans les plantes les plus élevées en organisation, la *fécondation* dépend, en premier lieu, de l'action réciproque entre les grains de pollen, le tissu stigmatique et sa sécrétion, ensuite de la réaction entre les matières contenues dans le grain pollinique et dans l'ovule. Ces deux actions, si nous en jugeons d'après l'augmentation de fécondité dans les plantes génératrices et d'après l'accroissement de la puissance végétative dans la descendance, sont favorisées par certains degrés de différenciation dans les éléments qui réagissent l'un sur l'autre et s'unissent de manière à former un nouvel être. Nous avons là quelque *analogie* avec l'affinité ou attraction chimique, qui ne s'exerce qu'entre des atomes ou des molécules de nature différente. Comme le fait remarquer le professeur Miller : « En thèse générale, plus est grande la différence entre les propriétés de deux corps, plus accentuée aussi est leur tendance vers une mutuelle action chimique. Mais entre les corps de même caractère la tendance à la combinaison est faible. »

Cette dernière proposition s'accorde bien avec les effets atténués du pollen propre à la plante sur la plante-mère et sur le développement de la descendance; la première est en harmonie avec la puissante influence, dans les deux sens, du pollen d'un individu qui a été différencié par l'exposition à des modifications de conditions vitales ou par ce que nous appelons la variation spontanée. Mais l'ana-

‡ *Elements of Chemistry*, 4^e édition, 1867, part I, p. 11. Le docteur Frankland m'informe que cette manière de voir pour ce qui touche à l'affinité chimique est généralement adoptée par les chimistes.

logie fait défaut quand nous revenons aux effets négatifs ou faibles du pollen d'une espèce sur une espèce distincte; car, quoique certaines substances extrêmement dissemblables, par exemple le carbone et le chlore, aient une très-faible affinité l'une pour l'autre, cependant il est impossible de dire que ce manque d'affinité dépend, dans ces cas, du degré de dissemblance qui existe entre elles. La cause qui rend un certain degré de différenciation nécessaire ou favorable à l'affinité chimique ou à l'union de deux substances, nous échappe aussi bien que celle qui exige les mêmes conditions pour la fécondation ou l'union de deux organismes.

M. Herbert Spencer a longuement discuté l'ensemble de ce sujet, et après avoir établi que toutes les forces de la nature tendent vers un état d'équilibre, il fait remarquer « que le besoin d'union entre la cellule-sperme et la cellule-germe provient de la nécessité de vaincre cet équilibre et de rétablir l'activité des changements moléculaires dans un germe détaché, résultat qui est probablement obtenu par le mélange d'unités atteintes d'une légère différence physiologique et provenant d'individus affectés de différenciations peu profondes' ». Mais nous ne pouvons admettre cette manière de voir très-générale, pas plus que l'analogie avec les affinités chimiques, autrement que dans le but de nous dissimuler notre ignorance. Nous ne savons pas quelle est, dans les éléments sexuels, la nature du degré de différenciation qui est favorable à l'union ou qui lui devient défavorable, comme c'est le cas quand on rapproche des espèces distinctes. Nous ne saurions dire pourquoi cer-

É *Principles of Biology*, vol. I, p. 274, 1864. Dans mon *Origin of Species*, publiée en 1859, je parlai des bons effets résultant soit de légers changements dans les conditions vitales, soit de la fécondation croisées et des mauvais effets qui suivent ou les profondes modifications dans les conditions vitales ou le croisement des formes trop distinctes (c'est-à-dire des espèces). Je considérai ces faits comme « reliés les uns aux autres par un lien commun et inconnu qui se rattache essentiellement au principe de la vie ».

tains individus de certaines espèces profitent beaucoup du croisement et d'autres très-peu. Il existe quelques espèces qui, quoique **autofécondées** pendant un grand nombre de générations, sont cependant assez vigoureuses pour lutter avec succès contre toute la foule des plantes qui les environnent. Des variétés très-fertiles apparaissent quelquefois parmi des végétaux qui ont été **autofécondés** et assujettis à des conditions uniformes pendant de nombreuses générations. Nous ne pouvons en aucune façon concevoir comment l'avantage d'un croisement peut être quelquefois exclusivement dirigé vers le système végétatif, et d'autres fois sur le système reproducteur, mais plus communément sur l'un et sur l'autre. Il est également impossible de comprendre comment plusieurs individus de la même espèce peuvent être stériles avec leur propre pollen tandis que d'autres sont complètement fertiles dans les mêmes conditions, pourquoi un changement de climat arrive à augmenter ou à diminuer la stérilité des plantes **autostériles**, enfin, comment il se fait que plusieurs espèces deviennent plus fertiles sous l'influence du pollen d'une espèce distincte qu'avec le leur propre. Il en est de même pour plusieurs autres faits dont l'obscurité est telle que nous sommes réduits au silence devant ces mystères de la vie.

Au point de vue pratique, les agriculteurs et les horticulteurs peuvent apprendre quelque chose des conclusions auxquelles je suis arrivé. D'abord, nous voyons que le dommage résultant soit du croisement entre animaux rapprochés, soit de l'autofécondation des plantes, ne dépend pas nécessairement de quelque tendance malade ou d'une faiblesse de constitution commune aux parents unis, mais indirectement de leur parenté, qui les rend aptes à se ressembler les uns les autres à tous les points de vue, même comme nature sexuelle. Secondement, que les avantages de la fécondation croisée dépendent de ce que les élé-

monts sexuels ont été, à un certain degré, différenciés soit par l'exposition de leurs générateurs à des conditions différentes, soit par le croisement avec des individus ayant subi ces mêmes conditions, soit enfin par cette inconnue que dans notre ignorance nous appelons la variation spontanée. Donc, quiconque désirera accoupler des animaux très-proches parents, devra les conserver dans des conditions aussi dissemblables que possible. Quelques éleveurs, guidés par leur finesse d'observation, ont agi d'après ce principe en conservant des réserves d'animaux dans deux ou plusieurs fermes éloignées et situées d'une manière différente. Ils ont ensuite rapproché et avec d'excellents résultats les couples provenant de ces diverses fermes ¹. La même méthode est inconsciemment suivie toutes les fois que des mâles élevés dans un endroit sont conduits pour la reproduction aux éleveurs d'un autre lieu. De même que certaines catégories de plantes souffrent beaucoup plus de l'autofécondation que d'autres, il est probable qu'une différence analogue doit se produire dans les animaux à la suite d'un croisement trop rapproché. Les effets de ces unions entre animaux trop proches, si nous en jugeons d'après ce qui se passe dans les plantes, doivent consister en une dépréciation comme vigueur générale et comme fécondité, sans perte nécessaire de l'excellence de la forme : c'est ce qui constitue, semble-t-il, le résultat le plus ordinaire.

C'est une pratique commune chez les horticulteurs que de se procurer des semences d'une autre localité à sol très-différent, afin d'éviter l'obtention des plantes sous les mêmes conditions pendant une longue succession de générations. Mais, pour toutes les espèces qui s'entre-croisent facilement par l'intervention des insectes ou du vent, ce serait suivre une méthode incomparablement meilleure que d'obtenir les semences de la variété demandée et dont la création

¹ *Variation of Animals and Plants under Domestication*, ch. XII, vol. II, pp. 08-105.

est due au maintien de plusieurs générations dans des conditions aussi différentes que possible, puis de les semer en séries alternatives avec des semences mûries dans le vieux jardin. Les deux souches s'entre-croiseraient et mêleraient ainsi leur organisation entière sans toutefois que la variété eût rien à perdre de sa pureté, et par cette pratique on obtiendrait des résultats bien plus favorables que d'un simple échange de graines. Nous avons vu dans mes expériences combien des croisements de ce genre donneraient à la descendance de bénéfices étonnants comme hauteur, comme poids, comme vigueur et comme fécondité. Par exemple, des plants d'*Ipomœa* ainsi croisés furent aux entre-croisés de la même souche, avec lesquels ils vécurent en compétition, en hauteur comme 100 est à 78, et en fécondité comme 100 est à 51 : les plants d'*Eschscholtzia* comparés de même furent en fécondité comme 100 est à 45. Mis en parallèle avec ceux fournis par les plants *autofécondés*, ces résultats sont encore plus frappants : ainsi les choux issus d'un croisement avec un rameau nouveau furent aux autofécondés, en poids, comme 100 est à 22.

Les *floriculteurs* pourront apprendre, d'après les quatre cas qui ont été *complètement* décrits, !qu'ils ont en main le pouvoir de fixer chaque variété à couleur fugitive, s'ils consentent à féconder avec leur propre pollen pendant cinq ou six générations consécutives les fleurs de la variété recherchée et à entourer la culture des semis de conditions semblables. Mais tout croisement avec un autre individu de la même variété doit être soigneusement évité, car chacun de ces sujets possède une constitution particulière. Après une douzaine de générations *autofécondées*, il est probable que la nouvelle variété restera constante même quand elle sera cultivée dans des conditions quelque peu différentes, et il n'y aura plus aucune nécessité de la protéger contre des entre-croisements avec les individus de la même variété.

Pour ce qui touche au genre humain, mon fils George s'est efforcé de découvrir par des recherches statistiques¹ si les mariages entre cousins germains sont préjudiciables (ce degré de parenté, nous le savons, ne soulève aucune discussion pour ce qui touche à nos animaux domestiques), et il est arrivé à cette conclusion, d'après ses recherches et celles du docteur Mitchel, que les preuves du dommage causé sont contradictoires, mais que dans tous les cas le mal est très-atténué. Des faits indiqués dans ce volume nous pouvons déduire que, dans l'espèce humaine, les mariages entre personnes de parenté très - rapprochée, dont les générateurs et les ancêtres ont vécu dans des conditions fort différentes, seront moins préjudiciables que ceux entre personnes qui, ayant toujours vécu dans le même endroit, ont dû suivre le même mode d'existence. Je ne vois pas de raisons non plus pour mettre en doute que les habitudes de vie très-différentes des hommes et des femmes dans les nations civilisées, spécialement au milieu des classes élevées, ne doivent tendre à contrebalancer certains dommages résultant des mariages entre personnes bien portantes, mais parentes à un degré rapproché.

Au point de vue théorique, c'est avoir fait progresser la science d'un pas que de pouvoir considérer les innombrables structures des plantes hermaphrodites (et probablement aussi des animaux androgynes) comme des adaptations spéciales en vue d'assurer un entre-croisement éventuel entre deux individus, et de savoir que les avantages d'un pareil croisement dépendent tout à la fois de ce que les êtres unis ou leurs générateurs ont eu leurs éléments sexuels légèrement modifiés, de façon que, quoiqu'il le fasse à un degré moindre, l'embryon bénéficie cependant et de la même ma-

Journal of Statistical Society, juin 1875, p. 153, et *Fortnightly Review*, juin 1875.

nière qu'une plante ou un animal adulte, de tout léger changement dans des conditions vitales.

Un autre résultat plus important peut être déduit de mes observations. Les oeufs et les graines sont très-utiles comme moyens de dissémination, mais nous savons aujourd'hui que des **œufs** féconds peuvent être produits sans l'intervention du mâle. Il existe aussi plusieurs autres méthodes par lesquelles les organismes peuvent être propagés **asexuellement**. Pourquoi donc alors les deux sexes ont-ils *été* développés, et pourquoi les mâles existent-ils, puisqu'ils ne peuvent par eux-mêmes donner naissance à aucune descendance? La réponse, je puis difficilement en douter, se trouve dans le grand avantage qui résulte de la fusion de deux individus ayant subi une certaine différenciation, et si nous en exceptons les organismes les plus inférieurs, cette fusion n'est possible que par l'intermédiaire des éléments sexuels qui consistent en cellules séparées du corps, contenant les germes de toutes les parties et capables de se fondre **complètement** les uns dans les autres.

J'ai montré dans ce livre que la descendance issue de l'union de deux individus distincts, spécialement quand les générateurs ont été soumis à des conditions très-dissemblables, possède un immense avantage en hauteur, en poids, en vigueur constitutionnelle et en fécondité sur la descendance **autofécondée** de l'un des mêmes parents. Ce fait est suffisant pour rendre amplement compte du développement des éléments sexuels, **c'est-à-dire** de la genèse des deux sexes.

C'est une question différente de savoir pourquoi les deux sexes sont quelquefois combinés dans le même individu et **d'autres** fois séparés. Comme, dans beaucoup de plantes et dans de nombreux animaux très-inférieurs, la conjugation de deux individus ou **complètement** semblables ou légèrement différents est un phénomène très-répandu, il semble probable, ainsi que j'en l'ai indiqué dans le précédent chapitre, que les deux sexes furent primitivement séparés. **L'indi-**

vidu qui reçoit le contenu de son conjoint peut être considéré comme l'être femelle, et l'autre, souvent plus petit et plus mobile, peut être appelé le mâle, bien que des désignations sexuelles soient difficiles à appliquer tant que les contenus des deux formes sont fondus en un seul. Le but atteint par l'union des deux sexes dans la même forme hermaphrodite est probablement de permettre une autofécondation accidentelle ou fréquente en vue d'assurer la propagation de l'espèce, plus spécialement dans le cas des organismes destinés à vivre sur la même place. Il ne paraît pas y avoir grande difficulté à comprendre comment un organisme formé par la conjugation de deux individus représentant les deux sexes rudimentaires, peut avoir donné naissance par bourgeonnement d'abord à la forme monoïque, puis à l'état hermaphrodite, et même sans germination préalable dans le cas des animaux dont la structure bilatérale indique peut-être qu'ils furent originellement formés par la fusion de deux individus.

Un problème plus difficile à résoudre, c'est celui de savoir comment quelques plantes et apparemment tous les animaux supérieurs, après avoir *été* hermaphrodites, ont eu ensuite leurs sexes séparés de nouveau. Cette séparation a été attribuée par quelques naturalistes aux avantages résultant d'une division du travail physiologique. Ce principe est admissible quand le même organe doit accomplir à la fois différentes fonctions, mais on a peine à comprendre comment les éléments mâles et femelles placés dans des points différents d'un même composé ou d'un simple individu, ne rempliraient pas leurs fonctions aussi bien que lorsqu'ils sont placés sur deux individus distincts. Dans quelques cas, les sexes doivent avoir *été* séparés de nouveau dans le but de prévenir de trop fréquentes autofécondations, mais cette explication ne semble pas plausible, puisque le même but pourrait être atteint par d'autres moyens plus simples, tels que la **dichogamie**. Il se pour-

rait que la production des éléments reproducteurs mâles et femelles ainsi que la maturation des ovules constituât un effort et une dépense de force vitale trop exagérée pour un même individu doué d'une organisation très-complexe: si dans le même temps il n'y avait eu aucune **nécessité** à ce que tous les individus produisissent des rejetons, il ne serait résulté aucun dommage, mais au contraire un certain bénéfice de ce que la moitié des individus, c'est-à-dire les mâles, n'eussent pas produit de descendance.

Il est un autre point sur lequel les faits relatés dans ce livre jettent quelque lumière, c'est l'hybridation. Il est bien connu que lorsque des espèces distinctes de plantes sont croisées, elles produisent, à de rares exceptions près, moins de graines que dans les conditions normales. Cette improductivité varie dans différentes espèces jusqu'à atteindre une stérilité si complète qu'il ne se forme même pas une capsule vide, et tous les expérimentateurs ont trouvé qu'elle est influencée par les conditions auxquelles les espèces croisées sont soumises. Le pollen de chaque espèce a une prépondérance marquée sur celui de toute autre espèce, à ce point que, si le propre pollen d'une plante est placé sur le stigmate quelque temps après qu'un pollen étranger y a été appliqué, les effets de ce dernier sont **complètement** annihilés. Il est aussi de notoriété générale que non-seulement les espèces génératrices, mais les hybrides obtenus de ces espèces sont plus ou moins stériles, et que le pollen de ces derniers est souvent dans un état d'avortement plus ou moins avancé. Le degré de stérilité qui caractérise plusieurs hybrides ne correspond pas toujours strictement à la difficulté qu'on rencontre à unir les formes génératrices. Lorsque les hybrides sont capables d'entre-croisement, leurs descendants sont plus ou moins stériles, et ils le deviennent souvent davantage dans les générations plus avancées ; mais jusqu'ici des entre-croisements très-rapprochés ont seuls été pratiqués sur des cas semblables. Les hybrides les plus

stériles sont quelquefois très-rabougris et n'ont qu'une constitution très-faible. D'autres faits pourraient être ajoutés, mais ceux-ci nous suffisent. Les naturalistes attribuèrent d'abord tous ces résultats à ce que la différence qui existe entre les espèces est fondamentalement distincte de celle qui sépare les variétés de la même espèce, et c'est là encore la manière de voir de plusieurs naturalistes.

Les résultats de mes expériences sur l'autofécondation et sur le croisement des individus ou des variétés de la même espèce ont une analogie frappante, quoique inverse, avec ceux que nous venons de faire connaître. Dans la majorité des espèces, les fleurs fécondées avec leur propre pollen donnent moins et même quelquefois beaucoup moins de graines que celles qui sont fécondées avec le pollen (l'un autre individu ou d'une autre variété. Quelques fleurs autofécondées sont absolument stériles, mais le degré de leur stérilité est largement influencé par les conditions auxquelles les plants générateurs ont été soumis, comme l'ont bien démontré les cas de l'*Eschscholtzia* et de l'*Abutilon*. L'action du pollen de la même plante est annihilée par l'influence prépondérante du pollen d'un autre individu ou d'une autre variété, quoique ce dernier ait été placé sur le stigmate quelques heures après le premier. La descendance des fleurs autofécondées est elle-même plus ou moins stérile, quelquefois elle l'est complètement et son pollen se trouve souvent frappé d'imperfection, mais je n'ai jamais rencontré un seul cas de complète infécondité dans les semis autofécondés, tandis que chez les hybrides elle se présente communément. Le degré de leur stérilité ne concorde pas avec celui qui existe dans les plantes génératrices après une première autofécondation. La descendance des plantes autofécondées se trouve dépréciée dans sa stature, dans son poids et dans sa vigueur constitutionnelle d'une manière plus fréquente et à un plus haut degré que ne l'est la descendance du plus grand nombre des espèces croisées. La

diminution en hauteur est un caractère qui se transmet à la génération suivante, mais je ne puis affirmer qu'il en soit de même pour la diminution de la fécondité.

J'ai démontré ailleurs qu'en unissant de différentes manières des plantes hétérostylées dimorphes ou trimorphes appartenant sans contestation à la même espèce, on obtient une autre série de résultats exactement parallèles à ceux qui résultent du croisement d'espèces distinctes. Les plantes illégitimement fécondées avec le pollen d'une plante distincte appartenant à la même forme, produisent moins et souvent même beaucoup moins de graines qu'elles ne le font après un croisement légitime avec une plante appartenant à une forme distincte. Quelquefois elles ne donnent pas de graines ni même de capsule vide, comme c'est le cas dans les espèces fécondées avec le pollen d'un genre différent. Le degré de stérilité est considérablement influencé par les conditions auxquelles les plantes ont été soumises. Le pollen d'une forme distincte est fortement prépondérant sur celui de la même forme, alors même que le premier a été placé sur le stigmate quelques heures après le dernier. La descendance issue d'une union entre plants de la même forme est, à la façon des hybrides, plus ou moins stérile, le pollen qu'elle porte est plus ou moins avorté et quelques-uns des semis qui en proviennent sont tout aussi nains et rabougris que les hybrides les plus réduits. La ressemblance avec les hybrides se poursuit sous d'autres points de vue (il n'est pas nécessaire de les spécifier en détail), tels que la non-concordance du degré de stérilité entre elle et ses plants générateurs, l'inégale infécondité de ces derniers lorsqu'ils sont réciproquement unis, et la variation de la stérilité dans les semis obtenus des mêmes capsules séminifères.

Nous avons ainsi deux grandes classes de cas donnant des résultats qui concordent de la manière la plus frappante

Journal Linn. Soc. Bot., vol. X. 1867. p. 393.

Ibid., vol. XIII, 1864, p. 180.

avec ceux qui suivent le croisement des espèces distinctes et reconnues vraies. Pour ce qui touche à la différence entre semis obtenus de fleurs croisées et de fleurs **autofécondées**, il y a de fortes preuves pour qu'elle dépende absolument de ce que les éléments sexuels des parents ont été suffisamment différenciés soit par une exposition à des conditions dissemblables, soit par la variation spontanée. Il est probable que les mêmes **conclusions** à peu près peuvent être étendues aux plantes **hétérostylées** ; mais ce n'est pas le lieu de discuter l'origine des formes à long, à court et à moyen style , qui toutes appartiennent à la même espèce avec autant de certitude que les deux sexes d'une même plante. Nous ne sommes donc pas en droit de soutenir que la stérilité des espèces après un premier croisement, et celle de leur descendance hybride soit déterminée par quelque cause fondamentalement différente de celle qui entraîne la stérilité des individus à la fois dans les plantes ordinaires et dans les plantes **hétérostylées** lorsqu'elles sont unies de différentes manières. Néanmoins, je suis convaincu qu'il faudra beaucoup de temps encore pour faire disparaître ce préjugé.

Il serait difficile de trouver dans la nature un fait plus surprenant que la sensibilité des éléments sexuels aux influences extérieures et la délicatesse de leurs affinités réciproques. Nous en avons la preuve dans l'action favorable de certains légers changements de vie sur la fécondité et sur la vigueur des parents, tandis que d'autres changements aussi peu accusés **entraînent une** complète stérilité sans aucun dommage apparent pour leur santé. Nous pouvons **juger de** la sensibilité des éléments sexuels par la manière d'être de ces plantes qui, **complètement** stériles avec leur propre pollen, sont cependant fécondes sous l'influence de celui d'un autre individu de la même espèce. Ces plantes deviennent plus ou moins auto-stériles quand elles sont assujetties à des changements de conditions même très-légers. Les ovules d'une plante **hétérostylée trimorphe** sont influencés très-différemment par le pol-

len des trois séries d'étamines appartenant à la même espèce. Dans les plantes ordinaires, le pollen d'une autre variété ou simplement d'un autre individu de la même variété est souvent fortement prépondérant sur le leur propre, lorsque les deux matières fécondantes sont placées en même temps sur le stigmate. Dans les grandes familles qui renferment plusieurs milliers d'espèces voisines, le stigmate de chacune d'elles distingue avec une certitude infaillible son propre pollen de celui de toute autre espèce.

On ne saurait mettre en doute que la stérilité des espèces distinctes après un premier croisement, puis celle de leur descendance hybride, dépend exclusivement de la nature ou des affinités de leurs éléments sexuels. Nous en avons la preuve dans le manque absolu de toute concordance entre les degrés de stérilité et la somme de différence extérieure dans les espèces croisées : ce qui le prouve plus clairement encore, c'est la grande différence qui existe entre les résultats du croisement réciproque de deux mêmes variétés, c'est-à-dire lorsque l'espèce A est croisée par le pollen de B, puis l'espèce B par le pollen de A. Si nous nous rappelons ce que nous venons de dire sur l'extrême sensibilité du système reproducteur et sur la délicatesse de ses affinités, comment pourrions-nous éprouver quelque surprise à voir les éléments sexuels de ces formes, que nous appelons espèces, différenciés au point de devenir ou absolument incapables ou faiblement capables d'agir l'un sur l'autre? Nous savons que les espèces ont généralement vécu sous les mêmes conditions et ont retenu leurs propres caractères pendant une période plus longue que les variétés. La domestication prolongée, ainsi que je l'ai montré dans mes *Variations sous l'influence de la domestication*, fait disparaître la stérilité mutuelle que des espèces distinctes enlevées récemment à l'état naturel présentent presque toujours après entre-croisement, et par là s'explique ce fait que les races d'animaux domestiques les plus diffé-

rentes ne sont pas frappées de mutuelle stérilité. Mais on ignore si la même explication s'applique aux variétés cultivées, quoique quelques faits tendent à le prouver. La disparition de la stérilité sous l'influence de la domestication longuement continuée peut être attribuée probablement à la variabilité des conditions auxquelles nos animaux domestiques ont été soumis, et c'est sans doute à la même cause qu'il faut rapporter leur résistance à de grands changements soudainement survenus dans leurs conditions vitales sans perte de fécondité au même degré que les espèces naturelles. De ces diverses considérations paraît se dégager cette probabilité que la différence dans les **affinités** des éléments sexuels des espèces distinctes, différence dont dépend leur incapacité d'entre-croisement, est causée par l'accoutumance pendant une longue période de temps à des conditions propres à chaque espèce et par ce fait que les éléments sexuels ont acquis ainsi des affinités fortement fixées. Quoi qu'il en soit, dans les deux classes de cas que nous considérons, c'est-à-dire, ceux relatifs à l'autofécondation et au croisement des individus de la même espèce, et ceux qui ont trait aux unions illégitimes et légitimes des plantes **hétérostylées**, dire que la stérilité, soit des espèces après un premier croisement, soit de leur **descendance** hybride, indique qu'elles diffèrent d'une manière fondamentale des variétés ou des individus de la même espèce, serait une assertion injustifiable.

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

Abeilles (les) distinguent les couleurs, 380; fréquentent les fleurs de la même espèce, 426, 428; guidées par la coloration de la corolle, 428; puissance (le vision et de discernement, 430; mémoire, 431; ne sont pas attirées par l'odeur de certaines fleurs, 431; industrie, 432; profitent des trous pratiqués dans la corolle par les bourdons, 437; habiles dans leurs travaux, 438; habitudes, 439; prévoyance, 441.

Abutilon Darwini, autostérile au Brésil, 338, 363; modérément autofertile en Angleterre, 345; fécondé par les oiseaux, 378.

Acacia sphaerocephala, 413.

Acanthacées, 98.

Aconitum napellus, 438.

Adlumia cirrhosa, 372.

Adonis aestivalis, 129; mensurations, 329; hauteurs relatives des plants croisés et des autofécondés, 279; autofertiles, 371.

Ajuga reptans, 375.

Allium cepa (variété à fleurs rouges), 376.

Anagallis coltina (var. *grandiflora*), 216; mensurations, 217, 269; semences, 321, 328, 330.

Anderson (J.), sur la Calcéolaire, 89; enlèvement des corolles, 430.

Anémone, 403.

Anémophiles (plantes), 408; elles sont souvent déclines, 417.

Antirrhinum majus (var. rouge), 369; perforation de la corolle, 439.

Antirrhinum majus (var. blanche), 369.

Antirrhinum majus (var. *péloriée*), 369.

Apium petroselinum, 172; résultats des expériences, 280.

Arbres, séparations des sexes, 421.

Argemone ochroleuca, 372.

Aristote, sur l'habitude des abeilles de fréquenter les fleurs de la même espèce, 425.

Aristolochia, 427.

Arum maculatum, 427.

Autofécondation, dispositions mécaniques pour l'entraver, 390.

Autostériles (plantes), 334-352; leur vaste distribution dans le règne végétal, 346; différence dans les plantes, 347; causes de l'autostérilité, 348; affectées par un changement de conditions, 349-351; nécessité de la différenciation dans les éléments sexuels, 352.

Avant-propos du traducteur, IX à XV.

B

Bailey (M.), perforation de la corolle, 457.

Bartonia aurea, 170; mensurations, 170-171; résultat des expériences, 279.

Bartsia odontites, 376.

Beal (W. J.), stérilité du *Kalmia latifolia*, 365; sur le nectar du *Ribes aureum*, 443.

Belt (M.), poils de *Digitalis purpurea*, 84; *Phaseolus multiflorus*, 151, n'est pas visité par les abeilles au Nicaragua, 365; les oiseaux-mouches en charrient le pollen, 378; sécrétion du nectar, 413; dans

- l'Acacia spherocephala* et la fleur de passion, 413; perforation de la corolle, 441.
- Bennett (A. W.), sur le *Viola tricolor*, 123; structure de *l'Impatiens fulva*, 373; plantes fleurissant l'hiver, 392; abeilles fréquentant les fleurs de la même espèce, 426.
- Bentham, sur la protection du stigmate dans le *Synophea*, 422.
- Beta vulgaris*, 227; mensurations, 228-229; les plants croisés ne sont pas surpassés par les autofécondés, 292, 374; prépondérance d'un autre pollen, 405.
- Bignonia*, 369.
- Blackley (M.), sur les anthères du seigle, 384; pollen transporté par le vent, expériences avec un cerf-volant, 415.
- Borraginées*, 185.
- Borrago officinalis*, 185-279; mensurations, 186; floraison précoce des plants croisés, 296; semences, 328 • autostérilité partielle, 368.
- Bourdons, reconnaissent les variétés d'une même espèce, 427; la couleur des fleurs n'est pas leur seul guide, 432; rapidité de leur vol, 475; nombre des fleurs visitées, 436; corolle qu'ils perforent, 437-444; habileté et jugement, 439.
- Brackenridge (M.), organisation des animaux affectée par la température et la nourriture, 458; différents effets des changements de condition, 468.
- Brassica oleracea*, 100; mensurations, 100; poids, 102-104; remarques sur les expériences, 263; supériorité des plants croisés, 291; période de floraison, 295; semences, 325; autofertilité, 371.
- Brassica napus*, 402.
- rapa*, 402.
- Brisout (M.), les insectes fréquentent les fleurs de la même espèce, 429.
- Brugmansia*, 378; oiseaux-mouches perforant les fleurs, 443.
- Bundy (M.), *Ribes* perforée par les abeilles, 443.
- Butschli (O.), relations sexuelles, 418.
- Bureau (et Poisson), roche d'origine végétale formée d'éléments reproducteurs, 414, note 4.
- C
- Calceolaria*, 89, 376.
- Calluna vulgaris*, 431.
- Campanula carpathica*, 175, 369.
- Campanulacées*, 174.
- Candolle (A. de), en gravissant une montagne, les fleurs de la même espèce disparaissent brusquement, 397.
- Canna warscewiczii*, 229; résultat du croisement et de l'autofécondation du, 281; période de floraison, 298; semences, 328, 330; autostérilité très-accrue, 376.
- Cannacées, 229.
- Carduus arctioides*, 411.
- Carlet (prof. G.), sur le mouvement dans les étamines de *Huta graveolens*, 463, note.
- Carrière, période relative de la maturité des éléments sexuels dans la même fleur, 452.
- Caryophyllées, 131.
- Caspary (professeur), sur le *Corydalis cava*, 336; Nymphaeacées, 363; *Euryale ferox*, 371.
- Cecropia*, les corps nutritifs du, 413.
- Centradenia floribunda*, 370.
- Céréales, grains de, 359.
- Cheeseman (M.), sur les Orchidées de la Nouvelle-Zélande, 398.
- Chénopodiacées, 227.
- Chou, 100; affecté par le pollen d'un hybride pourpre, 386; prépondérance d'un pollen étranger, 401, 404; chou-rave, prépondérance du pollen, 401.
- Cineraria*, 340.
- Clarkia elegans*, 169; mensurations, 170; floraison précoce des autofécondés, 297, 299; semences, 321.
- Cleistogènes (fleurs), 92, 373 notes.
- Coe (M.), croise le *Phaseolus vulgaris*, 153.
- Colgate (R.), le trèfle rouge n'est jamais sucé par les abeilles en Nouvelle-Zélande, 366.
- Composées, 173.
- Conifères, 409.
- Convolvulus major*, 29.
- Convolvulus tricolor*, 55.
- Corolle, son enlèvement, 431; perforation par les abeilles, 436.
- Coronilla*, 414.
- Corydalis cava*, 336, 364.
- halleri*, 336.
- termedia*, 336.
- lutea*, 364.
- ochroleuca*, 365.
- solida*, 364.
- Corylus avellana*, 398.
- Couleur uniforme des fleurs dans les plantes autofécondées ayant ve-

- gété dans des conditions similaires pendant plusieurs générations, 310, 311.
- Couleur des fleurs (la), attire les insectes, 379; elle n'est pas le seul guide pour les abeilles, 432.
- Crinum*, 395.
- Croisées (plantes), leur vigueur constitutionnelle plus accentuée, 288.
- Croisement des fleurs de la même plante, ses effets, 300.
- Crucifères, 100.
- Crüger (D'), sécrétion d'une liqueur sucrée dans les *Marcgraviacées*, 413.
- Cuphea purpurea*, 327, 367.
- Cycadées, 409.
- Cyclamen persicum*, 214; mensurations, 216; floraison précoce des plants croisés, 296; semences, 321, 328; autostérile, 368.
- Cyclamen repandum*, 214.
- Cytisus laburnum*, 367.
- D
- Dent-de-lion, nombre de grains de pollen de la, 384.
- Darwin (Ch.), autofécondation dans le *Pisum sativum*, 161; affinités sexuelles, 209; sur le *Primula*, 218; variation dans le bourgeon, 302; vigueur constitutionnelle donnée par le croisement dans le pois commun, 308; hybrides de *Gladiolus* et de *Cistus*, 310; *Phaseolus multiflorus*, 365; nectar des Orchidées, 414, note; sur la fécondation croisée, 449, 450, 467; hérédité des modifications acquises, 458; les changements dans les conditions vitales sont avantageuses aux plantes et aux animaux, 467.
- Darwin (F.), structure du *Phaseolus multiflorus*, 150, note 1; *Pteris aquilina*, 413; perforation du *Lathyrus sylvestris*, 439.
- Darwin (G.), des mariages entre cousins germains, 474.
- Decaisne, sur le *Delphinium consolida*, 130.
- De Candolle (A. P.), nectar considéré comme une excrétion, 410, note 2.
- Delphinium consolida*, 130; mensurations, 131; semences, 327; partiellement stérile, 363; enlèvement de la corolle, 431.
- Delpino (professeur), *Viola tricolor*, 124; *Phaseolus multiflorus*, 150; entre-croisement du pois de senteur, 156; *Lobelia ramosa*, 176; structure des *Cannacées*, 229; vent et eau agents de transport du pollen, 371; *Juglans regia*, 398; plantes anémophiles, 408; fécondation des *Plantago*, 410; excrétion du nectar, 411, note 3; sécrétion du nectar pour protéger la plante, 412, 413; plantes anémophiles et entomophiles, 418; plantes dioïques, 424.
- Denny, *Pelargonium zonale*, 142.
- Diagramme montrant les hauteurs moyennes de l'*Ipomoea purpurea*, *Dianthus caryophyllus*, 133; croisé et autofécondé, 134-137; mensurations, 136-139; croisement avec un rameau nouveau, 136; poids des semences, 140; couleur des fleurs, 140; remarques sur les expériences, 265, 276; floraison précoce des plants croisés, 295; couleur uniforme des plants autofécondés, 313; semences, 320, 324, 327, 329; petit nombre de capsules produites, 365.
- Dickie (D'), autofécondation dans les *Cannacées*, 229.
- Dictamnus fraxinella*, 427.
- Digitalis purpurea*, 83; mensurations, 86-88; effets de l'entre-croisement, 87, 303; supériorité des plants croisés, 303-459; autostérile, 369.
- Dipsacées, 173.
- Disemma*, 173, note.
- Dobbs, les abeilles fréquentent les fleurs de même espèce, 427.
- Dodel (D' A.), reproduction sexuelle, 419.
- Duchartre (professeur), fleurs clandestines, 92, note.
- Duhamel, sur le *Raphanus sativus*, 402.
- Dunal, nectar considéré comme une excrétion, 410.
- Dyer (M.), sur le *Lobelia ramosa*, 176, note 1; sur la Cinéraire, 340, note 1.
- E
- Earley (W.), autofécondation du *Lathyrus odoratus*, 153, note 2.
- Eaton Rév. (A. E.), sur le *Pringlea*, 418.
- Engelmann, développement des formes sexuelles, 419.
- Engler (D'), sur les *Saxifraga dichogames*, 452.

Entomophiles (plantes), 418.
Epipactis loti folia, attire seulement les guêpes, 382, 434.
Erica tetralix, 431; corolle perforée, 437, 444.
Erythrina, 365.
Eschscholtzia californica, 111; mensurations, 112; plantes obtenues de semences brésiliennes, 113; poids, 116; semences, 117, 118, 319, 324, 327; expériences sur, 265, 278; supériorité des plants autofécondés sur les croisés, 293; floraison précoce, 295, 297; autofécondation artificielle, 336; le pollen des autres fleurs est plus efficace, 345; autostérile au Brésil, 348, 363.
Euphrasia officinalis, 375.
Euryale amazonica, 363.
Euryale ferax, 371.

F

Fabricius, sur l'Aristolochie, 428.
Fagopyrum esculentum, 226; floraison précoce des plants croisés, 297.
 Faivre (professeur), autofécondation des Cannacées, 229, note 1.
 Farrer (T.-H.), fleurs papilionacées, 5; *Lupinus luteus*, 147; *Phaseolus multiflores*, 150, 440; *Pisum sativum*, 160; fécondation croisée du *Lobelia ramosa*, 176; sur le *Coronilla*, 414.
 Fécondation, procédés de, 361; plantes stériles ou partiellement sans l'intervention des insectes, 363-370; plantes fertiles sans l'intervention des insectes, 371-376; procédés de fécondation croisée, 378; oiseaux-mouches, 378; fleurs australiennes fécondées par les oiseaux-suceurs de nectar, 378; en Nouvelle-Zélande, par l'*Anthornis melanura*, 378; attraction des brillantes couleurs, 379; des odeurs, 381; fleurs adaptées à certaines espèces d'insectes, 382; grande quantité de grains polliniques, 383, 384; transport du pollen par les insectes, 385, 386; structure et beauté des fleurs, 389; pollen d'une plante distincte, 396; pollen prépondérant, 399, 408.
 Fécondité, hauteur et poids relatifs des plantes croisées par un rameau nouveau, autofécondées ou entrecroisées (tableau C), 245-253.
 Fécondité des plantes influencée par

le croisement ou l'autofécondation (tableau D), 318; relative, des parents croisés et des autofécondées (tab. E), 324-325; innée, d'un croisement avec un rameau nouveau (tabl. F), 326; relative, de fleurs croisées avec le pollen d'un plant distinct ou avec le leur propre (tabl. G), 325; de fleurs croisées et autofécondées, 329, 330.

Fermond (M.), *Phaseolus multiflorus*, 151; *Ph. coccineus hybridus*, 151.

Fleurs, blanches, plus grande proportion d'odoriférantes parmi elles, 381; leur structure et leur beauté, 392; remarquables et obscures, 398; papilionacées, 393; fécondées avec le pollen d'un plant distinct, 397.

Flocon de neige, 176.

Floraison (période de), supériorité sur ce point des plants croisés sur les autofécondés, 294-300.

Forsythia viridissima, 346.

Fraisier, 403.

Frankland (D'), affinité chimique, 469.

Fraxinus ornus, 411.

Fumaria capreolata, 372.

Fumaria officinalis, 372.

G

Galium aparine, 376.

Gallesio, croisement spontané des oranges, 403.

Galton (M.), *Limnanthes Douglasii*, 146; rapport sur les tableaux de mensurations, 16-19, 146, 233; plants autofécondés, 293; vigueur supérieure des semis croisés dans le *Lathyrus odoratus*, 358, 360.

Gärtner, excès de pollen est nuisible, 24; plantes se fécondant les unes les autres à une distance considérable, 152; *Lobelia fulgens*, 179, 335; stérilité du *Verbascum nigrum*, 335; expériences avec le pollen, 387.

Genêt-à-balai, 163.

Gentry (M.), perforation de la corolle, 437.

Géraniacées, 142.

Geranium phæum, 431.

Gerardia pedicularia, 437.

Germination (période de), et poids relatif des semences des fleurs croisées et autofécondées, 357-360.

Gesneria pendulina, 94; mensurations, 94; semences, 327.

Gesnériacées, 94.

Glaucium luteum, 372.

Godron (D', Prof.), entre-croisement de la carotte, 172 ; *Primula grandiflora*, impressionnée par le pollen du *Pr. officinalis*, 386; tulipes, 403.

Gould, oiseaux-mouches fréquentent l'*Impatiens*, 378.

Graminées, 232, 451, note.

Grant (M.), des abeilles différentes visitent différentes espèces de fleurs, 434.

Gray, Asa, relations sexuelles des arbres aux États-Unis, 422; sur la reproduction sexuelle 451.

Guêpes, attirées par l'*Epipactis latifolia*, 382.

H

Hallet (Major), sur la sélection des grains de céréales, 359.

Haricot, 153; — d'Espagne, 150.

Hassall (M.), nombre des grains polliniques dans la pivoine et la Dent-de-lion, 384; poids du pollen produit par un plant de *Typha*, 414.

Hauteurs relatives des plantes croisées et des autofécondées (tableau A), 239-243.

Hauteurs, poids et fécondité, résumé, 237-287.

Heckel (Ed., professeur). Avant-propos, ix-xv ; fleurs et plantes *cleistogènes*, *cleistogames* ou *clandestines*, 4, 92; état protérandre des étamines de *Mimulus luteus*, observations, 65; mouvements d'abaissement des stigmates des *Passiflora*, utiles à la fécondation croisée, 171 ; fleurs *cleistogènes* et fleurs complètes portées sur le même pied (*Impatiens fulva*), utilité d'étudier un grand nombre de ces cas pour connaître la signification physiologique des fleurs complètes qui restent sans utilité, 373; supériorité des plantes à étamines douées d'irritabilité provoquée sur celles douées de mouvement spontané, expériences sur les Mahonia et les *Berberis* d'une part, sur les Saxifrages, les *Ruta* et les *Limnanthes* de l'autre, 383; les plantes alpines, quoique pourvues de fleurs fort belles, sont peu ou point fréquentées par les insectes, 389, 391; perforation de la corolle des *Digitalis* par les bourdons, tou-

jours dans le même sens, succion par les abeilles, 442; mouvements des étamines révélateurs des *phénomènes actuels* et de la supériorité des Gamopétales sur les Polypétales, 463..

Hedichyum, 370.

Hedysarum onobrychis, 367.

Henschel, expériences sur le pollen, 387.

Henslow (Rév. G.), fécondation croisée dans le *Sarothamnus scoparius*, 164.

Herbert, sur la fécondation croisée, 7; pollen apporté de plantes éloignées, 386; croisement spontané des rhododendrons, 403.

Hérédité, 307.

Héros, descendants de cette plante, 47-51, 260; son autofécondation, 354.

Heterocentron mexicanum, 370.

Hibiscus africanus, 141 ; mensurations, 141 ; résultat des expériences, 280; floraison précoce des plants croisés, 296, 300; nombre des grains polliniques pour assurer la fécondation, 385.

Hildebrand, sur le pollen du *Digitalis purpurea*, 83; *Thunbergia alata*, 98 ; expériences sur l'*Eschscholtzia californica*, 111; *Viola tricolor*, 124; *Lobelia ramosa*, 176; *Fagopyrum esculentum*, 328 ; autofécondation du *Zea maïs*, 233; *Corydalis cava*, 336; *Hypocoum grandiflorum*, 336, 365; et *H. procumbens*, 336, 372; stérilité de l'*Eschscholtzia*, 337; expériences sur l'autofécondation, 345; *Corydalis lutea*, 364; fleurs spontanément autofécondées, 372; différentes dispositions mécaniques pour faire obstacle à l'autofécondation, 390; séparation précoce des sexes, 403; sur l'*Aristolochia*, 427; fécondation des Graminées, 451, note 1 ; dissémination lointaine des graines, 462.

Hoffmann (prof. H.), capsules autofécondées de *Papaver somniferum*, 108, 373; *Adonis aestivalis*, 129, 371; variabilité spontanée du *Phaseolus multiflorus*, 151; autofécondation du haricot, 152; *Papaver alpinum*, 336; *Linum usitatissimum*, 373.

Hooker (D'), *Euryale ferax* et *Victoria regia*, produisant chacune plusieurs fleurs à la fois, 371 ; sur

les relations sexuelles des arbres en Nouvelle-Zélande, 421.

Humboldt, sur les grains de céréales, 359.

Hybrides (plantes), tendance au retour vers les formes génératrices, 387.

Hypocoum grandiflorum, 336, 365.
- *procumbens*, 336, 372.

I

Iberis umbellata (var. *violet pourpre*), 105; mensurations, 106-108; croisement avec un rameau nouveau, 107; remarque sur ces expériences, 263; supériorité des sems croisés sur les **autofécondés**, 292; floraison précoce, 294; nombre de semences, 319; **autofertilité** très accentuée, 371; prépondérance d'un pollen étranger, 400.

Iberis amara, 371.

Impatiens fréquenté par les oiseaux-mouches, 378.

Impatiens barbiger, 373.

- *fulva*, 346, 373.

- *noli-me-tangere*, 373.

- *pallida*, 346.

Insectes, procédés de fécondation, 378; attirés par les couleurs brillantes, 379; par les odeurs, 381; par les fleurs remarquables, 391; les taches foncées et les stries leur servent de guides, 379; fleurs adaptées à certaines espèces d' -, 382.

Ipomœa purpurea, 28; mensurations, 30-52; fleurs croisées sur la même plante, 42-45; croisement avec un rameau nouveau, 45-48; descendants de Héros, 48-52; résumé des mensurations, 52; diagramme montrant les hauteurs moyennes, 54; résumé des observations, 52-63; des expériences, 258-261; supériorité des plants croisés, 292; leur floraison précoce, 293, 300; effets de l'**entre-croisement**, 303; couleur uniforme des plants **autofécondés**, 312; semences, 318, 326, 329; **autofertilité** très accentuée, 375; prépondérance d'un pollen étranger, 405.

Iris, sécrétion d'une matière saccharine par le calice, 411, note 3.

Isotoma, 176, note 2; 370.

J

Jacinthe, 403.

Juglans regia, 398.

K

Kalmia latifolia, 365.

Kerner, sur la protection du pollen, 384; sur la fleur de *Villasia parnassifolia* dont la durée est d'un jour, 398; pollen transporté par le vent, 414, 415, 423.

Kitchener (M.), sur l'action du **stigmaté**, 65; sur le *Viola tricolor*, 124, note.

Knight (A.), des relations sexuelles entre les plantes, 7; croisement des variétés de pois, 161; reproduction sexuelle, 451.

Kœlreuter, sur la fécondation croisée, 8; nombre de grains polliniques nécessaires à la fécondation, 25; affinités sexuelles des *Nicotiana*, 210; *Verbascum phœniceum*, 335; expériences sur le pollen de l'*Hibiscus vesicarius*, 385, note 2.

Kuhn, adopte le terme de **cléistogène**, 92, note 1.

Kurr, sur l'excrétion du nectar, 411, note 2; enlèvement de la corolle, 481.

L

Labiées, 94.

Lactuca sativa, 173; mensurations, 174; prépondérance d'un pollen étranger, 405.

Laitues, 173.

Lamium album, 397, 427.

- *purpureum*, 427.

Lathyrus odoratus, 153-160; mensurations, 157-160; remarques sur les expériences, 266; période de floraison, 298; fécondation croisée, 308; semences, 321-329; **autofertile**, 374.

Lathyrus grandiflorus, 156, 366.

- *nissolia*, 374.

- *sylvestris*, perforation de la corolle, 439.

Lawes et Gilbert (MM.), absorption de différentes matières organiques par les plantes, 460.

Laxton (M.), croisement des variétés de pois, 163.

Lecoq, *Cyclamen repandum*, 214; sur les Fumariacées, 364; les plantes annuelles sont rarement dioïques, 423.

Leersia oryzoides, 355.

Légumineuses, 146; résumé sur les, 168.

- Leighton (Rev. W. A.), sur le *Phaseolus multiflorus*, 151; *Acacia magnifica*, 414.
- Leptosiphon androsaceus*, 375, 403.
- Leschenaultia Formosa*, 370.
- Lilium auratum*, 346, note 2.
- Linanthus douglasii*, 145; mensurations, 146; précocité de floraison des plants croisés, 296; semences, 320, 327; autofécondité très-accen tuée, 373; prépondérance d'un pollen étranger, 405, note.
- Linaria vulgaris*, 9, 90; semences, 326, autostériles, 369.
- Linaria cymbalaria*, 392, 432.
- Link, nectaire hypopétale dans le *Chironia decussata*, 411.
- Linum grandiflorum*, 348.
— *usitatissimum*, 373.
- Loasacées, 170.
- Lobelia erinus*, 176; sécrétion du nectar sous l'action d'un soleil brillant, 212; expériences sur les abeilles, 431.
- Lobelia fulgens*, 179; mensurations, 180-182; résumé des expériences, 276; précocité de floraison des autofécondés, 294, 297, 298; stérile en dehors de l'action des bourdons, 369; semences, 328.
- Lobelia ramosa*, 176; mensurations, 177, 178 ; précocité de floraison des croisés, 296, 299; semences, 330; autostérile, 369.
- Lobelia tenuior*, 176.
- Loche, fructification anormale des Balsaminées, 373, note.
- Loiseteur-Deslongchamps, sur les graines de céréales, 359.
- Lotus corniculatus*, 366.
- Lubbock (sir John), fécondation croisée des fleurs, 6; sur le *Viola tricolor*, 124; les abeilles distinguent les couleurs, 380; instincts des abeilles et des insectes suceurs de nectar, 425.
- Lupinus luteus*, 147; mensurations, 148; précocité de floraison des autofécondés, 297, 299; autofertile, 374; prépondérance d'un pollen étranger, 405.
- Lupinus pilosus*, 149; autostérile, 374.
- Lycnis dioica*, 420.
- Lyndley, sur les Fumariacées, 364.
- M
- Macnab (M.), sur les étamines longues et courtes des rhododendrons, 301.
- Mahonia aquifolium*, 403.
— *repens*, 403.
- Malvacées, 141.
- Marcgraviacées, 413.
- Marronnier d'Inde, 407.
- Massette (*Thypha*), 414.
- Masters (M.), fécondation croisée dans le *Pisum sativum*, 161; choux influencés à distance par le pollen étranger, 386.
- Masters (D' Maxwel), sur la rosée sucrée, 411.
- Mensurations, résumé des, 239; tableau A, 239-243; tableau B, 244; tableau C, 245-253.
- Medicago lupulina*, 375.
- Meehan (M.), fécondation du *Petunia violacea* par le papillon de nuit, 188.
- Melastomacées, 301.
- Melilotus officinalis*, 366.
- Mercurialis annua*, 428.
- Miller (professeur), sur les affinités chimiques, 469.
- Mimulus luteus*, effets du croisement, 10; plants croisés et autofécondés, 64-73; mensurations, 70-78; croisement avec un rameau distinct, 73-76; entre-croisement dans la même plante, 76-79; résumé des observations, 80-83; des expériences, 261-263; supériorité des plants croisés, 290; simultanéité de floraison, 295, 298; effets de l'entre-croisement, 304; couleur uniforme des plants autofécondés, 311; semences, 319, 321, 326, 330; autofertilité très-accen tuée, 353, 376; prépondérance du pollen étranger, 400, 405.
- Mimulus roseus*, 65.
- Miner (M.), le trèfle rouge n'est jamais sucé par les abeilles aux Etats-Unis, 367.
- Mirabilis*, plants nains résultant de l'emploi d'un trop petit nombre de grains polliniques, 301, note; nombre de grains nécessaires à la fécondation, 385.
- Mitchel (D'), sur les mariages entre cousins germains, 474.
- Monochetum ensiferum*, 370.
- Moore (M.), sur les Cinéraires, 340, note.
- Müller (Fritz), sur la *Posoqueria fragrans*, 5, 399; expériences sur les hybrides d'*Abutilons* et de Bignonias, 309, 310; grand nombre d'Orchidées stériles dans leur pays d'origine comme les Bignonias

et le *Tabernæmontana echinata*, 336; stérilité de l'*Eschscholtzia californica*, 337, 345; *Abutilon Darwini*, 338; expériences sur l'autofécondation, 345; plantes autostériles, 346; impuissance des tubes polliniques à pénétrer dans le stigmate, 347; fécondation croisée opérée par les oiseaux, 378; termites mâles et femelles imparfaitement développés, 388, note 3; corps nutritifs du *Cecropia*, 413. Müller (Hermann), fécondation des fleurs par les insectes, 6, 7; sur le *Digitalis purpurea*, 83; *Calceolaria*, 89; *Linaria vulgaris*, 90; *Verbascum nigrum*, 91; le chou commun, 100; *Papaver dubium*, 109; *Viola tricolor*, 124; structure du *Delphinium consolida*, 130; du *Lupinus lutea*, 147; fleurs de *Pisum sativum*, 160, 161; sur la non-sécrétion de nectar dans le *Sarothamnus scoparius*, 164; *Apium petroselinum*, 172; *Borrago officinalis*, 185; le trèfle rouge visité par les abeilles en Allemagne, 367; rare visite des insectes dans le *Fumaria officinalis*, 372; comparaison entre les espèces de la plaine et celles des Alpes, 382; structure des plantes adaptées pour les fécondations croisée et directe, 388; les fleurs d'une grande beauté sont plus fréquemment visitées par les insectes que les fleurs petites et obscures, 391; les *Solanum* sont généralement sans attrait pour les insectes, 395, note; *Lamium album*, 397; sur les plantes anémophiles, 408; fécondation des *Plantago*, 410; sécrétion du nectar, 414, note 3; instinct des abeilles suceuses de nectar, 426; les abeilles fréquentent les fleurs de la même espèce, 427; cause de cette habitude, 430; puissance de vision et de discernement des abeilles, 433. Müller (D' H.), les abeilles perforent occasionnellement les fleurs de l'*Erica tetralix*, 438; calice et corolle du *Rhinanthus alectorolophus* percés par le *Bombus mastrucatus*, 443. Munro (M.), quelques espèces d'*Oncidium* et de *Maxillaria* stériles avec leur propre pollen, 335. Myrtacées, 423.

N

Nægeli, sur les odeurs attractives des insectes, 381; relations sexuelles, 420.
Naturelle (sélection), ses effets sur l'autostérilité et sur l'autofécondation, 350, 351.
Naudin, sur le nombre des grains polliniques nécessaires pour la fécondation, 25; *Petunia violacea*, 188.
Nectar considéré comme une sécrétion, 402, note 2.
Nemophila insignis, 182; mensurations, 183-185; floraison précoce des plants croisés, 296; effets du croisement et de l'autofécondation, 307; semences, 321, 328.
Nepeta glechoma, 427.
Nicotiana glutinosa, 209.
 — *tabacum*, 203; mensurations, 204-208; croisement avec un rameau nouveau, 210; mensurations, 211-214; résumé des expériences, 268, 269, 282; supériorité des plants croisés, 291-292, leur floraison précoce, 296-298; semences, 328, 330; expériences sur, 354; autofertile, 375.
Nolana prostrata, 186; mensurations, 187; plants croisés et plants autofécondés, 280; nombre des capsules et des semences, 326, 328; autostérile, 375.
Nolanacées, 186.
Nymphæa, 363, 371.

O

Odeurs (les) émises par les fleurs attirent les insectes, 381.
Oillet, 133.
Ogle (D'), sur le *Digitalis purpurea*, 83; *Gesneria pendulina*, 94; *Phaseolus multiflorus*, 151, 365, 441; éroration de la corolle, 437; cas de l'*Aconit napel*, 439.
Oignon, prépondérance du pollen étranger dans l', 402.
Oiseaux, procédés de fécondation, 378.
Oiseaux-mouches (les), agents de la fécondation croisée, 378.
Ombellifères, 172.
Ononis minutissima, 167; mensurations, 168; semences, 327; autofertilité, 374.
Ophrys apifera, 355, 374, 450.

Ophrys muscifera, 392, 415.
Oranges, croisement spontané, 402.
Orchidées, 370, 376; excrétion de matière sucrée, 411, note 3.
Orchis-mouche, 415.
Origanum vulgare, 96; mensurations, 97; précocité de floraison des plants croisés, 295; effets de l'entre-croisement, 305.

P

Papaver alpinum, 333, 364.
— *argemonoides*, 372.
— *bracteatum*, 110.
— *dubium*, 109.
— *orientale*, 110.
— *rhœas*, 109.
— *somniferum*, 110, 336; 371.
— *vagum*, 109; mensurations, 111; nombre des capsules, 319; semences, 364; prépondérance d'un pollen étranger à la fleur, 405.

Papaveracées, 109.

Papilles du *Viola tricolor* attractives pour les insectes, 125, note.

Passiflora alata, 335.
— *edulis*, 363.
— *gracilis*, 171; mensurations, 171; plants croisés et plants autofécondés, 279; semences, 328; autofertilité, 371.

Passiflorées, 171.

Pedicularis sylvatica, 433.

Pelargonium zonale, 142; mensurations, 143; effets de l'entre-croisement, 304; presque autostérile, 365.

Pensée, 124.

Pentstemon argutus, corolle perforée, 437, 439, 444.

Persil, 172.

Petunia violacea, 188; mensurations, 189, 203; poids des semences, 196; croisement avec un rameau nouveau, 196-201; fécondité relative, 201-203; couleur, 203; résumé des mensurations, 267, 277; supériorité de plants croisés sur les autofécondés, 292; précocité de floraison, 296, 297; couleur uniforme des plants autofécondés, 313; semences, 321, 324, 328, 330; autostérile, 368.

Phalaris canariensis, 234; mensurations, 235, 236; floraison précocée des croisés, 297.

Phaseolus coccineus, 150.
— *multiflorus*, 150; mensurations, 152; partiellement stérile,

168, 365; plants croisés et plants autofécondés, 279; précocité de floraison des plants croisés, 296; semences, 321; perforation par les bourdons, 440.

Phaseolus vulgaris, 153; autofertile, 168, 374.

Pisum sativum, 160; mensurations, 162; entre-croisement rare, 169; résumé des expériences, 266, 281; autofertile, 374.

Pivoine, nombre des grains polliniques, 384.

Plants croisés, vigueur constitutionnelle plus accentuée, 288.

Pleroma species, 370.

Poids relatifs des plantes croisées et des autofécondées, 244, 286; et période de germination des graines, 357-360.

Pois, 160.

Pois de senteur, 153.

Poisson (et Bureau), voyez Bureau.

Polémontiacées, 183.

Pollen, fécondité relative des fleurs croisées avec une plante distincte ou avec leur propre pollen, 325; différence des résultats dans le *Nolana prostrata*, 326, 328; plants croisés et plants autofécondés croisés de nouveau avec un plant distinct et avec leur propre pollen, 329; stériles avec leur propre pollen, 335-345; semi-autostérile, 345, 347; destruction du —, 383; nombre de ses grains dans la Dent-de-lion, Pivoine et *Wistaria sinensis*, 384; nombre de grains nécessaires pour la fécondation, 385; transporté de fleur à fleur, 385; prépondérance du —, 399-408; originellement seule attraction pour les insectes, 410; quantité produite par les plants anémophiles, 410.

Polyanthus, sa prépondérance sur la Primevère, 404.

Polygonées, 227.

Pomme de terre, 395, note.

Posoqueria fragrans, 5, 399.

Poterium sanguisorba, 417.

Potts, têtes d'*Anthornis melanura* recouvertes de pollen, 378, note.

Primevère de Chine, 224, 296.

Primula elatior, 432.

— *grandiflora*, 386.

— *mollis*, 375.

— *officinalis*, 386.

— *scotica*, 368.

— *sinensis*, 224, 279; mensura-

tions, 226; floraison des plants croisés, 296.
Primula veris (*officinalis*, var.), 218; mensurations, 221; résultat des expériences, 269, 270; floraison précoce des plants croisés, 296; semences, 221; autofertilité, 356; prépondérance du *Polyanthus* à fleurs rouge sombre, 404.
 Primulacées, 214.
Pringlea, 416.
 Protéacées d'Australie, 423.
Prunus avium, 411, note 3.
 - *laurocerasus*, 412.
Pteris aquilina, 413.

R

Radis, 402.
Ranunculus acris, 371.
Raphanus sativus, 371, 402.
 Renke, glandes nectarifères du *Prunus avium*, 411, note 3.
 Renonculacées, 129.
Reseda lutea, 118; mensurations, 119-120; résultat des expériences, 344; autofertile, 371.
Reseda odorata, 121; mensurations, 120-124; les autofertiles à peine surpassés par les croisés, 292; semences, 320; manque de concordance entre la nature des semences et la vigueur de la descendance, 333; résultats des expériences, 341; stérile et autofertile, 363, 371.
 Résédacées, 118.
 • *Rheum rhaponticum*, 410.
Rhedia glandulosa, 370.
 Rhododendron, croisement spontané, 403.
 Rhododendron *azaloïdes*, 442.
 Rhubarbe, 403, 410.
Ribes aureum, 443.
 Riley (M.), pollen transporté par le vent, 414; papillon du *Yucca*, 428.
 Rodgers (M.), sécrétion du nectar dans la vanille, 418.

S

Salvia coccinea, 94; mensurations, 95; floraison précoce des croisés, 295; semences, 319, 327; partiellement autostérile, 368.
Salvia glutinosa, 437.
 - *grahami*, 437, 439, 444.
 - *tenori*, 368.
Sarothamnus scoparius, 163; mensurations, 165-167; supériorité des

semis croisés, 289, 293; semences, 327; autostérile, 366.
Scabiosa atropurpurea, 173; mensurations, 173.
 Scott (J.), *Papaver somniferum*, 170; stérilité du *Verbascum*, 335; *Oncidium* et *Macillaria*, 335; sur le *Primula scotica* et *Cortusa matthioli*, 368.
 Scrophularinées, 64.
 Seigle, expériences sur le pollen, 384, note 1.
 Sélection naturelle, ses effets sur l'autostérilité et l'autofécondation. Voyez Naturelle.
Senecio cruentus, 340, 370.
 - *heritieri*, 340.
 - *maderensis*, 340.
 - *populifolius*, 340.
 - *tussilaginis*, 340.
 Sharpe (MM.), précaution contre l'entre-croisement, 403.
 Solanées, 188.
Solanum tuberosum, 368, 395, note 1.
Specularia perfoliata, 175, note 1.
 - *speculum*, 174; mensurations, 175, 176; résumé des mensurations, 278; croisé et autofécondé, 296; semences, 328; autofertile, 376.
 Spencer (Herbert), affinités chimiques, 470.
Spiranthes autumnalis, 399, 432.
 Sprengel (C. K.), fécondation des fleurs par les insectes, 5, 6; *Viola tricolor*, 124; les couleurs dans les fleurs attirent et guident les insectes, 380, 381; de l'Aristolochie, 427; *Aconitum napellus*, 438; importance des insectes dans la fécondation des fleurs, 468.
Stachys coccinea, 437, 439, 444.
Stellaria media, 374.
 Strachey (général), fleurs perforées dans l'Himalaya, 444.
Strelitzia, fécondé par les Nectariidés, 378, note.
 Structure des plants adaptés pour le croisement et pour l'autofécondation, 387.
 Swale (M.), le lupin des jardins n'est pas visité par les abeilles en Nouvelle-Zélande, 150, note.
Symphoricarpos racemosa, 434.

T

Tabac, 203.
Tabernaemontana echinata, 336, 368.
 Tables de mensurations des hauteurs,

pois et fécondité des plants, 239-273.
Tacsonia, mouvements stigmatiques des —, 171, note.
 Termites, mâles et femelles imparfaitement développés, 388, note 3.
 Thym, 429.
 Tinzmann, sur le *Solanum tuberosum*, 368, 396.
 Transmission des bons effets d'un croisement aux dernières générations, 306.
Trifolium arvense, 374, 392.
 — *incarnatum*, 367.
 — *minus*, 375.
 — *pratense*, 366, 437, 445.
 — *procumbens*, 374.
 — *repens*, 366.
Tropæolum minus, 144; mensurations, 145; floraison précoce des plants croisés, 296; semences, 320, 328.
Tropæolum tricolor, 438; semences, 328.
 Tulipes, 403.
Typha, 414.

U

Urban (Ig.), fécondation du *Medicago lupulina*, 375.

V

Vandellia nummularifolia, 90, 280; semences, 319, 326; autofertile, 376.
 Vanille, sécrétion du nectar, 411, note 3.
 Variétés autofertiles, leur apparition, 352-357.
Verbascum lychnitis, 89, 346, 376.
 — *nigrum*, 89, 335, 346.
 — *phœniceum*, 335, 346.
 — *thapsus*, 89; mensurations, 90; autofertiles, 346, 376.
 Verlot, sur le *Convolvulus tricolor*, 55, note; entre-croisement du *Nemophila*, 183, note 1; du *Leptosiphon*, 403, note 1.

Veronica agrestis, 375.
 — *chamædrys*, 375.
 — *hederæfolia*, 375.
Vicia faba, 365, 412.
 — *hirsuta*, 374.
 — *sativa*, 374, 412.
Victoria regia, 371.
Villarsia parnassifolia, 398.
Vinca major, 367.
 — *rosea*, 368.
Viola canina, 363.
 — *tricolor*, 123; mensurations, 126-127; supériorité des plants croisés, 289, 293; période de floraison, 295, 300; effets de la fécondation croisée, 307; semences, 320, 329; stérilité partielle, 363; enlèvement de la corolle, 430.
 Violacées, 123.

Viscaria oculata, 130; mensurations, 132; hauteur moyenne des plants croisés et des autoféconds, 278; floraison simultanée, 298; semences, 320, 327; autofertile, 374.

W

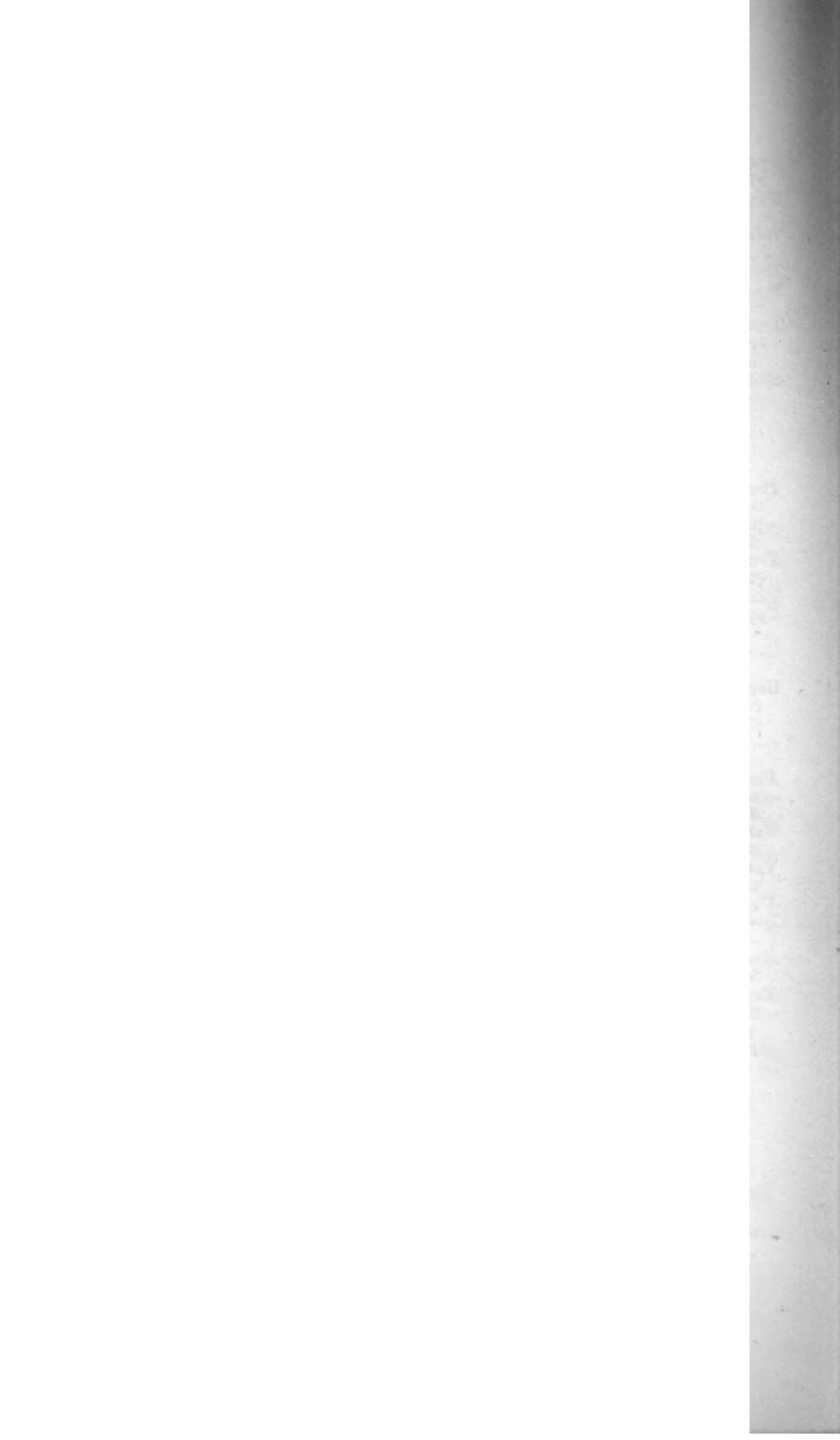
Wallace (M.), becs et faces des loris à langue en brosse recouverts de pollen, 378, note.
 Wilder (M.), fécondation des fleurs par leur propre pollen, 346, note 2.
 Wilson (A. J.), vigueur supérieure des semis croisés dans le *Brassica campestris ruta baga*, 358.
Wistaria sinensis, 384, 437.

Y

Yucca (mouche du), 428.

Z

Zea mais, 16, 232; mensurations, 16-18; différence en hauteur entre les plants croisés et les autoféconds, 292; floraison précoce des plants croisés, 297; autofertilité, 376; prépondérance d'un pollen étranger, 405.



ERRATA

- Page 1, ligne 15, au lieu de *causes d'erreurs*, lisez : *causes d'erreur*.
- 15, ligne 27, au lieu de *Je me suis*, lisez : *Après m'être*.
 - 15, ligne 28, au lieu de *et je me suis*, lisez : *je me suis*.
 - 53, après le tableau, ligne 2, au lieu de *les plantes croisées et auto fécondées*, lisez : *les plantes croisées et les auto-fécondées*.
 - 84, ligne 25, au lieu de *M. Belta*, lisez : *M. Belt*.
 - 87, ligne 27, au lieu de *pesaient 77*, lisez : *pesaient 7,7*.
 - 106, ligne 31, au lieu de *jusqu'au moment*, lisez : *jusqu'au sommet*.
 - 119, ligne 11, au lieu de *par les insectes*, lisez : *contre les insectes*.
 - 149, ligne 17, au lieu de *ce dernier mourut*, lisez : *l'un de ces derniers*.
 - 150, ligne 4, au lieu de *originnaire de Mexico*, lisez : *originnaire du Mexique*.
 - 164, note, ligne 1, au lieu de *par le Rev.*, lisez : *par le Rév.*
 - 197, ligne 28, au lieu de *être complète*, lisez : *être complet*.
 - 229, ligne 12, au lieu de *qu'un petit très-nombre*, lisez : *qu'un très petit nombre*.
 - 250, ligne 21, au lieu de *où les géniteurs*, lisez : *où les générateurs*.
 - 257, ligne 17, au lieu de *et les tous auto fécondés*, lisez : *et tous les auto fécondés*.
 - 279, ligne 14, au lieu de *Passiflora edulis*, lisez : *Passiflora gracilis*.
 - 294, ligne 12, au lieu de *avec propension*, lisez : *avec la propension*.
 - 308, ligne 26, au lieu de *est transmis*, lisez : *est transmise*.
 - 322, ligne 14, au lieu de *Nemophida*, lisez : *Nemophila*.
 - 337, ligne 33, au lieu de *(pour les auto fécondées)*, lisez : *(pour les croisées)*.
 - 363, ligne 21, au lieu de *(le Abuliton Darwini)*, lisez : *Abutilon Darwini*.
 - 371, ligne 12, au lieu de *plante rameuse*, lisez : *plante rameuse*.

- Page 373, lignes 6 et 23, au lieu de *Impatiens barbigerum*, lisez : *Impatiens barbiger*.
- 376, ligne 3, au lieu de *V. hederifolia*, lisez : *V. hederæfolia*.
 - 376, ligne 6, au lieu de *Calceorata*, lisez : *Calceolaria*.
 - 376, ligne 11, au lieu de *Bartsia odontites*, lisez : *Bartsia odontites*.
- 382, ligne 33, au lieu de *Asclepiadées*, lisez : *Asclépiadées*.
- 384, ligne 21, au lieu de *M. Harssall*, lisez : *M. Hassall*.
- 386, ligne 40, au lieu de *avec formes*, lisez : *aux formes*.
- 417, ligne 11, au lieu de *serait négligée*, lisez : *se verrait négligée*.
- 426, ligne 35, au lieu de *Ranunculus bulbosus*, lisez : *Ranunculus bulbosus*.
- 427, ligne 12, au lieu de *Potentilla tormentosa*, lisez : *Potentilla tormentilla*.
- 430, ligne 4, au lieu de *Elles agissent*, lisez : *Ils agissent*.
- 432, ligne 20, au lieu de *ne saurait suffire*, lisez : *ne pourrait suffire*.
- 437, ligne 19, au lieu de *Salvinia Grahami*, lisez : *Salvia Grahami*.
- 439, ligne 30, au lieu de *Lathyrus sylvestris*, lisez : *L. sylvestres*.
- 469, ligne 6, au lieu de *ci un moindre degré*, lisez : *à un degré trop élevé*.