

LA
SÉLECTION NATURELLE

ET LES

MALADIES PARASITAIRES

DES

ANIMAUX ET DES PLANTES DOMESTIQUES

PAR

le Dr F.-A. FOREL

professeur à l'Académie de Lausanne.

On entend par « sélection naturelle » le choix accidentel ou inconscient que la nature fait entre les individus destinés à reproduire une espèce végétale ou animale. Dans la lutte pour l'existence beaucoup succombent avant d'avoir fait souche ; un petit nombre seulement fournissent descendance, et l'on peut admettre que normalement ce sont les mieux armés qui seuls arrivent à se reproduire. Comme d'autre part les qualités des parents sont transmissibles par hérédité aux descendants, il en résulte que l'espèce dans ses modifications successives se transforme en acquérant des propriétés de résistance aux agents destructeurs qui luttent contre elle.

Chez les espèces domestiques, c'est-à-dire chez les animaux et les plantes que l'homme a asservis ou cultivées pour en tirer utilité ou jouissance, deux faits gênent et contrarient la sélection naturelle et l'empêchent d'agir librement. Ce sont la protection de l'homme et la sélection artificielle.

Premièrement, la protection de l'homme qui pour conserver son bétail et ses plantations écarte d'eux les causes de mort, qui défend son troupeau contre la dent des loups et arrache de son jardin les mauvaises herbes. L'homme intervient dans la lutte pour l'existence entre ses espèces domestiques et leurs ennemis ou concurrents : la lutte n'est plus égale et, grâce à cette puissante intervention, les espèces domestiques se multiplient en proportions énormes et démesurées ; mais par une revanche fatale, elles perdent aussi le bénéfice de la sélection naturelle, et ne jouissent pas de cet accroissement de force et de résistance que l'on voit chez les espèces sauvages.

Deuxièmement, le choix conscient que fait l'homme parmi les reproducteurs ou les produits de reproduction pour obtenir des variations utiles de ses espèces domestiques, c'est ce qu'on appelle la sélection artificielle. Tandis que chez les espèces sauvages la sélection naturelle tend à produire de nouvelles races mieux armées pour le combat de la vie, chez les espèces domestiques la sélection artificielle de l'homme obtient de nouvelles races mieux appropriées aux besoins du maître.

Ainsi donc, l'action humaine trouble complètement les faits naturels chez les espèces domestiques et tend à affaiblir celles-ci. D'une part la protection dont l'homme les couvre empêche la sélection naturelle en supprimant autant que possible les causes de mort ; en conservant en dépit des lois de la nature des individus mal armés pour le combat de la vie, elle leur permet de se reproduire et de donner naissance à des descendants faibles et abâtardis. D'une autre part la sélection artificielle donne naissance à des races très-bien appropriées à l'utilité de l'homme

mais souvent très-peu propres à la lutte pour l'existence, et par conséquent sujettes aux maladies ¹.

Est-ce à dire que la sélection naturelle n'intervienne absolument pas chez les espèces domestiques; est-ce à dire que l'homme puisse supprimer toutes les causes de mort? Non. Il se fait toujours nécessairement, entre les individus, un choix spontané et indépendant de l'action humaine; les plus forts et les plus robustes l'emportent normalement sur les plus faibles, même dans les espèces domestiques. Un individu incomplet ou maladif aura plus de chances de mourir jeune et par suite sans descendance qu'un individu solide et bien bâti. Cependant si l'homme ne peut pas supprimer entièrement la sélection naturelle chez ses domestiques, il cherche à la réduire au minimum d'action; car elle ne fonctionne que par la destruction, l'élimination d'un certain nombre de reproducteurs, et comme il veut utiliser le plus grand nombre possible de ses individus domestiques, il cherche à les protéger tous contre la mort.

Il est cependant une circonstance dans laquelle il me semble que l'homme peut avoir intérêt à utiliser la sélection naturelle et à faire appel à ses puissants moyens d'action; c'est dans la lutte contre certaines maladies épizootiques ou épiphytiques ². C'est ce que je vais essayer de développer.

¹ L'homme en lui-même, pour ce qui le regarde, se comporte comme une espèce sauvage et est soumis uniquement à l'action de la sélection naturelle. Ce n'est que dans le cas de l'esclavage qu'il devient un animal domestique et que son maître le soumet à la sélection artificielle.

² Maladie *épiphytique*, maladie attaquant un grand nombre d'individus d'une espèce végétale; c'est chez les végétaux l'analogue des maladies épidémiques de l'homme et des maladies épizootiques des animaux.

Un jour viendra peut-être où toutes ces maladies générales, contagieuses, qui frappent en grand une espèce organique, rentreront toutes dans la classe des maladies parasitaires ; où dans toutes ces maladies, choléra, typhus, pestes, fièvres éruptives de l'homme et des animaux, maladies des arbres fruitiers et des plantes cultivées, l'on constatera l'invasion d'un parasite animal ou végétal qui prenant à corps l'espèce attaquée vient vivre à ses frais et quelquefois aux dépens de sa vie. On n'en est pas encore arrivé là, mais chaque année quelque grande découverte en pathologie animale ou végétale nous approche de cette solution.

Quoi qu'il en soit je ne m'occuperai ici que des maladies parasitaires, et je traiterai de la lutte contre les maladies parasitaires des espèces domestiques par le moyen de la sélection naturelle ¹.

Pour comprendre comment on pourrait agir sur les maladies parasitaires des espèces domestiques, cherchons d'abord comment la sélection naturelle fonctionnerait chez une espèce sauvage attaquée par un parasite.

Supposons une espèce sauvage animale ou végétale acclimatée dans un pays et arrivé à l'état d'équilibre dans son développement, c'est-à-dire présentant le nombre d'individus capable d'utiliser toute la nourriture que lui offre la contrée, capable aussi de soutenir la lutte pour l'existence contre les autres espèces ses antagonistes et ses rivales. Un parasite animal ou végétal est importé

¹ La plupart des faits que je vais développer au sujet des maladies parasitaires pourraient être appliqués sans grandes difficultés aux maladies contagieuses où l'on n'arrive pas à constater la présence d'un parasite.

d'un autre continent ; il trouve dans le pays des conditions générales de milieu qui lui permettent un développement normal et il s'attaque à l'espèce en question en la faisant périr. Que va-t-il se passer ? Le parasite trouvant en abondance sa nourriture sur l'hôte ¹ qu'il attaque va immédiatement prospérer et se multiplier ; il se développera en masse énorme, il occasionnera une mortalité terrible sur l'espèce attaquée. L'épizootie, l'épiphytie sera alors à son apogée. Bientôt aussi viendra un moment où le parasite trouvera plus difficilement ses victimes ; le nombre de celles-ci ayant considérablement diminué il manquera de nourriture, et après avoir eu un développement énorme, exagéré, l'espèce parasite périra à son tour par famine. Alors l'espèce attaquée ne trouvant plus sur sa route un excès de parasites se multipliera de nouveau, puis le parasite à son tour en fera de même, et ainsi de suite, d'oscillations en oscillations, de multiplications en hécatombes, de développements exagérés en famines, ces deux espèces en arriveront à un état statique, un état d'équilibre, dans lequel il restera juste assez de l'espèce hôtesse pour empêcher le parasite de mourir de faim, juste assez de parasite pour interdire à son hôte de prendre un trop grand développement. L'état d'équilibre qui existait avant l'invasion du parasite sera donc de nouveau rétabli, mais avec un ennemi de plus pour notre espèce sauvage, un antagoniste de plus combattant contre elle dans la bataille pour l'existence.

Voilà le premier temps de la lutte pour l'existence entre les deux espèces en présence ; le combat de la vie a eu simplement pour effet de limiter le développement

¹ Pour plus de commodité je désigne par le mot *hôte* l'espèce animale ou végétale qui donne le support à un parasite.

des deux organismes. C'est ce que j'appellerai la phase de la *lutte pour l'existence*.

Vient la seconde phase, celle de la *sélection naturelle*. La sélection naturelle a une action modificatrice ; elle peut agir sur les deux êtres en présence en les modifiant de telle manière qu'ils arrivent à se supporter l'un l'autre, à vivre en présence sans se faire du tort mutuellement.

Elle peut agir sur l'hôte. Par l'élimination des individus moins résistants et par la survivance des individus plus résistants, la sélection naturelle peut rendre l'espèce attaquée plus robuste, lui donner des qualités de rusticité de santé, de force, qui lui permettront de survivre aux coups du parasite.

Elle peut agir sur le parasite. Les individus dont l'action est mortelle sur l'espèce qu'ils attaquent sont tués par la famine ; ceux dont l'action est moins funeste continuent à trouver de la nourriture. Il peut en résulter survie de ces derniers et par suite prolifération, tandis que les premiers ne donneraient pas de souche. Il faut bien remarquer que la mort de l'hôte n'est jamais (ou presque jamais) un fait avantageux pour le parasite, bien au contraire. Celui-ci a tout avantage à ce que son hôte reste en vie et en santé pour lui fournir longtemps nourriture et support.

L'une et l'autre des deux modifications arriveront en somme au même résultat, à savoir suppression de la lutte mortelle entre les deux espèces, tolérance réciproque, et l'espèce hôte, revenue à ses conditions primitives, pourra, si rien d'extérieur ne s'y oppose de nouveau, reprendre dans le plan de la nature la place et le rôle qu'elle avait avant l'invasion du parasite.

Telle doit être l'issue définitive de la lutte entre deux

espèces livrées à elles-même dans la grande arène, dans le champ libre de la nature.

Dans l'état d'esclavage des espèces domestiques, dans le champ clos de la vie servile, comment la lutte se fera-t-elle ?

Le premier temps, la phase que nous avons désignée sous l'appellation de la lutte pour l'existence ne se fera pas régulièrement. En effet l'homme qui a besoin de la vie de ses espèces domestiques cherchera à les protéger contre la mort ; il interviendra dans la lutte entre les espèces. Il interviendra de diverses manières :

1° En cherchant à tuer le parasite : le jardinier élague le gui de ses arbres fruitiers, le laboureur brûle avec l'acide la cuscute de son champ de luzerne, le vigneron empoisonne avec le sulfure de carbone et les sulfo-carbonates alcalins, le phylloxéra des racines de sa vigne.

2° En cherchant à débarrasser ses espèces domestiques de la contagion : l'homme détruit quand il le peut les foyers d'infection ; il fait une hécatombe dans ses étables quand une vache a été atteinte par la peste bovine, il arrache ses vignes en les brûlant avec le feu et l'acide comme nous l'avons fait récemment, avec succès semble-t-il, dans les vignes phylloxérées de Pregny, près Genève¹ ; dans les cas moins graves il se borne à séquestrer le bétail malade (surlangue des ruminants).

3° En cherchant à se procurer pour la reproduction

¹ Cf. *F.-A. Forel*. Rapport adressé au département de l'intérieur du canton de Genève par la commission chargée d'indiquer les mesures à prendre contre le *Phylloxera* dans les vignes de Pregny. — *E. Risler*. Rapport sur l'arrachage et le traitement des vignes phylloxérées de Pregny. — *V. Fatio et Demole-Ador*. Le *Phylloxera* dans le canton de Genève de mai à août 1875, etc.

de ses domestiques de jeunes générations exemptes des germes de la maladie. Pour cela il étudie avec M. Pasteur les œufs de ses vers à soie et choisit ceux qui ne présentent pas trace de corpuscules, ou bien avec M. Aug. Chavannes il fait intervenir le triage de la nature en élevant en plein air les vers à soie menacés de la maladie. Sous l'action de circonstances extérieures plus dures que celles qu'ils rencontrent dans les magnaneries, les vers malades meurent tous et il ne survit que des vers sains qui donneront des œufs absolument indemnes de la maladie héréditaire. Nous aurons à revenir dans un moment sur ces éducations en plein air du ver à soie du mûrier et nous insisterons sur la puissante action de sélection et de régénération qu'elles offrent.

Tels sont les principaux moyens que l'homme emploie pour assister ses espèces domestiques dans la lutte pour l'existence, et dans le fait il réussit dans la plupart des cas à les délivrer des parasites et maladies. Il est cependant quelques maladies où ces moyens même les plus puissants et les plus radicaux ne suffisent pas. Le parasite est trop prolifique, ou trop disséminé, ou trop insaisissable pour que l'homme arrive à l'anéantir, et même avec l'auxiliaire efficace de la protection de l'homme, les espèces domestiques succombent dans la lutte pour l'existence.

Dans ces cas désespérés n'y aurait-il pas moyen de faire appel à ce que j'ai considéré comme une seconde phase dans les rapports entre l'espèce attaquée et son parasite, à la sélection naturelle ? Si dans les espèces sauvages attaquées par un parasite, la sélection naturelle peut arriver à modifier heureusement et à transformer soit l'hôte, soit le parasite, de telle manière que le premier

supporte les coups portés par le parasite, ou que celui-ci devient innocent pour son hôte, pourquoi cette même action ne pourrait-elle pas avoir lieu aussi chez les espèces domestiques ?

Pour répondre à cette question, transformons-la un peu et demandons-nous : pourquoi cette action modificatrice n'a-t-elle pas lieu chez les espèces domestiques ? Sous cette forme la réponse est facile ; nous avons vu que c'était la protection de l'homme qui, supprimant autant que possible les causes de mort pour ses domestiques, intervient dans la lutte pour l'existence et entrave la sélection naturelle.

Cela étant, comment pourrait-on rétablir l'action de la sélection naturelle ? Réponse : en supprimant la protection de l'homme, en laissant le libre jeu du combat de la vie se faire entre les organismes en présence, en laissant le champ libre à la lutte pour l'existence entre l'espèce domestique et son parasite, en revenant pour autant que cela est possible à la vie sauvage.

Cela serait-il possible, cela serait-il efficace, cela ne serait-il pas nuisible ? Autrement dit, peut-on remettre des espèces domestiques dans les conditions de la vie libre ; ce retour à l'état de nature peut-il modifier avantageusement ces espèces, avantageusement du moins pour le combat contre le parasite qui les menace ; enfin ce retour à l'état de nature n'aurait-il pas des inconvénients graves en faisant perdre aux espèces domestiques tout ou partie de leurs qualités utiles ? Telles sont les questions qui seules nous arrêtent encore. Mais elles sont assez importantes pour nous occuper sérieusement et demander une réponse.

Il est assez difficile de traiter ces questions d'une manière générale et de leur donner une réponse absolue. Les conditions de la vie domestique sont tellement différentes d'une espèce à l'autre et d'une classe à l'autre d'organismes, que ce qui est vrai pour l'un ne le sera pas nécessairement pour l'autre ; en cherchant à donner à ces questions une réponse théorique nous risquerions de nous heurter à trop d'exceptions et à trop d'impossibilités.

Je veux essayer de satisfaire à ces demandes d'une autre manière, et de montrer par des exemples la possibilité de l'application de la sélection naturelle à la guérison des maladies parasitaires des espèces domestiques, l'efficacité de cette application, et son innocuité.

Je prendrai ces exemples dans l'histoire de deux maladies que j'ai eu l'occasion d'étudier plus spécialement, la Pébrine, ou maladie corpusculaire des vers à soie et le *Phylloxera vastatrix* de la vigne.

1° De l'application de la sélection naturelle à la guérison de la Pébrine des vers à soie du mûrier.

Dans un ouvrage couronné en 1861¹ au concours ouvert par l'Institut royal lombard des sciences et arts, M. Aug. Chavannes de Lausanne, après avoir étudié les caractères de l'épizootie qui, sous le nom de *pébrine* désolait les magnaneries de l'Europe, a proposé comme moyen de guérison l'éducation en plein air des animaux reproducteurs. Les principes qui l'ont guidé peuvent se résumer comme suit : l'éducation en plein air du ver à soie du mûrier est possible (M. Chavannes l'a démontré expérimentalement); du moment qu'elle est possible, elle

¹ Prof. Aug. Chavannes. Les principales maladies des vers à soie et leur guérison. Genève, 1862.

doit être profitable, car c'est à l'éducation en magnaneries surchauffées, à l'encombrement dans des salles malsaines, à l'excitation trop grande de la production qu'est due la maladie de l'insecte ; la vie en plein air rendra les vers plus robustes et plus forts, par conséquent les œufs seront meilleurs et plus sains ; en quelques générations de vie en plein air la race sera régénérée. La conclusion de M. Aug. Chavannes est qu'il serait convenable dans les pays séricicoles d'user simultanément de deux systèmes d'éducation, marchant parallèlement : Premièrement l'éducation en plein air pour la conservation et la régénération de la race ; elle devrait être réservée à la production de la graine (œufs des vers à soie). — Deuxièmement, l'éducation en magnaneries sur une grande échelle pour la production de la soie.

M^{me} Adèle Forel, ma mère, convaincue par les considérations théoriques et pratiques de M. Chavannes, a suivi son exemple et a mis en jeu cette méthode pendant une série de dix générations consécutives, à Chigny, près Morges, de 1862 à 1871. Elle a obtenu le plus entier succès et les résultats les plus encourageants. Sans discuter ici la question théorique ni la doctrine pathologique de M. Chavannes, je vais essayer de résumer les expériences de Chigny ¹.

Les procédés d'éducation de M^{me} Forel, qui ne sont autres à de très-légères modifications près que ceux de M. Chavannes, sont établis comme suit : on fait éclore les œufs en chambre, et on les élève sur des cartons jusqu'à la seconde mue ; au commencement du troisième âge on les place sur les mûriers, en plein air, dans la campagne ;

¹ Voyez *F.-A. Forel*. Notes sur les éducations en plein air du ver à soie. Bull. soc. Vaud. sc. nat. X, p. 224. Lausanne 1869.

pour cela on réunit ensemble deux à trois rameaux bien feuillés, on les entoure d'un manchon de mousseline qui protégera les vers contre les oiseaux, araignées, fourmis et autres carnassiers, et dans cette cage bien aérée et bien ventilée on dépose de 50 à 100 chenilles ; on les y laisse se tirer d'affaire, manger, faire leurs mues, jusqu'à ce qu'on voie, à travers la gaze, que la nourriture leur manque ; après avoir préparé un second manchon identique au premier, on cueille les vers à la main, les uns après les autres, et on les dépose sur la feuille fraîche. Lorsque la dernière mue est terminée et que le moment de la montée arrive, on rentre les vers en chambre et le coconage se fait sur les brindilles de colza ou de bruyère ; la graine s'obtient par les procédés ordinaires, et l'année suivante le cycle recommence comme ci-dessus.

En effet, l'action principale de ces éducations en plein air ne s'obtient qu'au bout d'un certain nombre de générations, élevées les unes après les autres d'après le même système ; ce n'est que par la répétition, de génération en génération, sur les descendants de vers élevés eux aussi en plein air, que la vie à l'état de demi-liberté développe sur la chenille du *Bombyx mori* les heureux effets de la sélection naturelle.

Quels sont les résultats de la vie en plein air sur les vers à soie ? Ces résultats sont de deux natures : premièrement les vers sont débarrassés des germes de la pébrine ou maladie des corpuscules ; deuxièmement la race est régénérée, elle devient plus robuste et plus saine.

Tout d'abord la maladie est guérie. Cela résulte des faits suivants : Dès la seconde génération de la vie en plein air, nous n'avons plus vu traces de pébrine ; — à

partir de 1866, j'ai étudié au microscope le sang et les tissus des vers à soie de Chigny et je n'y ai jamais trouvé aucun indice de corpuscules vibrants; — partout où nous avons envoyé de la graine provenant de nos éducations en plein air, elle a parfaitement bien réussi et s'est toujours trouvée exempte de la maladie¹; — enfin les prix très-élevés qui nous ont été offerts de la graine, après expérience faite, sont une dernière preuve de la bonne qualité de ces œufs.

Comment expliquer cette guérison ou plutôt cet état de santé des graines? La chose est bien facile; c'est un fait élémentaire de sélection naturelle, c'est le triage qui se fait par le simple jeu de la mort entre les individus sains et les individus malades. Le même triage que M. Pasteur fait à l'aide de son microscope et qui lui permet d'éliminer les œufs malades pour ne garder que les œufs sains, ce même triage se fait spontanément par la mort de tous les individus malades. Dans les conditions de vie un peu plus dure de l'éducation en plein air, non-seulement tous les vers gravement atteints succombent immédiatement, mais ceux qui n'étaient qu'à demi malades, qui protégés dans une magnanerie contre les intempéries, auraient résisté, survécu et donné des descendants, tous ceux-là meurent aussi, et il ne reste pour donner souche que des individus forts, vaillants, indemnes de tout germe de maladie. Et si, par hasard, quelques individus malades avaient passé à la première génération, l'élimination complète de tous les germes de l'épizootie se fera certai-

¹ Dans les premiers âges du moins, car dans quelques cas la maladie s'est déclarée au moment de la dernière mue; je ne puis attribuer cela qu'à l'infection par la vie dans des magnaneries empestées, car les contemporains de ces mêmes vers élevés à Chigny ou ailleurs ne montraient aucun symptôme de pébrine.

nement à la seconde ou à la troisième éducation en plein air.

Le second effet de l'éducation en plein air est la régénération de la race : les vers à soie descendant de parents soumis à ce régime sont plus forts, plus résistants. C'est ce que chaque génération nourrie par M^{me} Forel sur les arbres de Chigny a montré mieux que la précédente ; à la huitième, à la dixième génération les effets étaient saisissants et parfaitement évidents. Pendant les premières années les vers étaient paresseux, lents, maladroits, faibles et hésitants ; ils demandaient une surveillance continuelle ; les secousses du vent les détachaient de leur branche et ils tombaient dans le fumier à la partie la plus déclive du manchon, incapables de se tirer d'affaire tout seuls ; ou bien dans leur maladresse ils coupaient en la rongant vers son pédoncule la feuille qui les supportait et ils faisaient ainsi des chutes ridicules ; ils ne savaient pas aller à la recherche de la feuille fraîche lorsque la nourriture était épuisée sur le rameau où ils étaient fixés ; ils étaient faibles, et si un accident quelconque les faisait choir par terre de quelques pieds de hauteur, ils s'assommaient sur le sol, quand leur peau n'éclatait pas sous la force du choc. Bien différents étaient les descendants de ces vers après quelques générations passées sur l'arbre. Bientôt nous les avons vus devenir plus forts, plus adroits, plus ménagers de la feuille, plus habiles à chercher de la nourriture fraîche ou à remonter du fond du manchon si une secousse les avait fait tomber : bientôt leur force de résistance a été tellement accrue que les chutes, même de branches assez élevées, ne les a plus affectés d'une manière visible ; bientôt même, et c'est là un fait des plus intéressants, ils ont repris un instinct de leurs ancêtres sauva-

ges, instinct perdu depuis des centaines et des milliers de générations de vie domestique, ils ont retrouvé l'art d'attacher à la branche, au moment où ils se sentent menacés d'une chute, un fil de soie le long duquel ils se laissent glisser lorsque la secousse les arrache du rameau ; ils tombent ainsi doucement sur le sol, et souvent s'arrêtent en route ; j'en ai même vus remonter le long de ce fil, lorsque le repos était revenu, jusqu'à la branche à laquelle était attachée cette corde de sauvetage. Nous les avons vus dans un autre cas reprendre aussi un instinct de la vie sauvage ; dans quelques cas où nous les avons laissés coconner dans les manchons sur les arbres, nous les avons vus, après avoir choisi une feuille convenable, la plier en deux en tendant entre ses deux extrémités des fils de plus en plus serrés, puis cacher si bien leurs cocons dans les plis de ces feuilles, qu'il nous était fort difficile de n'en pas oublier quelques-uns au moment de la cueillette. En un mot, ces vers à soie élevés en plein air, ceux surtout qui descendent de quelques générations déjà de vers régénérés, ces vers sont plus forts, plus résistants ; ils sont plus rustiques ; ce ne sont plus les vers abâtardis des magnaneries ; ils tendent à redevenir les vers sains et vaillants des chenilles sauvages.

Ces faits répondent aux deux premières questions que nous nous sommes posées : peut-on appliquer la sélection naturelle à la guérison des maladies épizootiques ; cette application est-elle efficace ? Dans ce cas spécial la réponse est affirmative et cela de la manière la plus positive.

Reste la troisième question : les changements que le retour à l'état de nature a amenés dans les mœurs, habitudes et état de santé de l'espèce, ne seront-ils pas nuisi-

bles à ses qualités économiques ? C'est pour en tirer profit que l'homme élève ses espèces domestiques; le retour plus ou moins complet à la vie sauvage ne fera-t-il pas tort à leur valeur et à leur utilité ?

Pour le cas de l'éducation en plein air du ver à soie du mûrier, nous pouvons donner à cette question la réponse la plus satisfaisante. Les cocons élevés à Chigny ont été en s'améliorant, en s'embellissant, en devenant d'année en année plus beaux; leur poids a notablement augmenté et la qualité de leur soie s'est perfectionnée. Nous en avons la preuve dans le jugement unanime de tous les connaisseurs et spécialistes auxquels nous les avons montrés; nous en avons un témoignage, plus sûr encore parce qu'il est plus désintéressé, dans les prix très-élevés qui ont été offerts par les filateurs pour les cocons percés après la sortie des papillons.

Cet heureux résultat sur la qualité et le poids des cocons était dû en grande partie à ce que, à côté de la sélection naturelle qui améliorait la santé et la rusticité de la race, M^{me} Forel opérait en même temps et avec une grande attention la sélection artificielle la plus soigneuse; elle n'admettait pour ses reproducteurs que des cocons parfaits, les plus lourds et les mieux tissés avec la soie la plus fine¹. Il n'y a pas de doute que c'est grâce à l'appli-

¹ Pour donner une idée des résultats heureux que peut procurer ainsi la sélection artificielle bien conduite, combinée avec la sélection naturelle de la vie en plein air, je citerai le fait suivant: je suis arrivé en une seule année à élever de 221 à 254 milligrammes, soit à élever de 33 milligrammes le poids net du cocon, c'est-à-dire le poids de la soie, le cocon débarrassé du papillon et de l'enveloppe de la chrysalide. J'ai obtenu ce résultat en pesant individuellement les cocons avant et après la sortie du papillon et en choisissant avec soin les couples de reproducteurs qui avec la plus belle forme de cocon et la meilleure qualité de soie me donnaient le plus beau poids net.

cation intelligente de la sélection artificielle à côté de la sélection naturelle, que dans les éducations de Chigny on a obtenu le perfectionnement de la qualité des cocons et de la beauté de la soie ; ce n'est pas à la sélection naturelle que je l'attribue. Mais ce que je constate, c'est que le fait de la vie en plein air ne nous a pas empêchés d'obtenir cette amélioration industrielle de la race, qu'il n'a point eu d'inconvénients au point de vue économique ; j'en conclus pour le cas spécial à l'innocuité de la sélection naturelle sur l'espèce domestique du ver à soie.

Ce récit d'expériences positives et précises, faites sous nos yeux, est donc une réponse complète et entièrement satisfaisante aux trois questions que nous posions il y a un moment sur la possibilité, l'efficacité et l'innocuité de l'application de la sélection naturelle à la guérison des maladies des espèces domestiques ¹.

¹ Je résumerai dans les termes suivants les préceptes pratiques que les éducations de Chigny nous ont appris :

Que dans chaque établissement séricicole il y ait simultanément et chaque année trois éducations spéciales à but et à procédés également différents :

1^o Pour la conservation et la régénération de la race, que chaque sériciculteur élève annuellement sur les arbres, en plein air, 200 à 300 vers au plus, dans quatre ou cinq manchons différents ; qu'il choisisse attentivement les plus beaux cocons en les triant et en les pesant individuellement, à raison de trois cocons femelles par gramme de graine à produire.

2^o Pour la production de la graine nécessaire à son établissement, qu'il élève en chambre un nombre suffisant de vers descendant en première génération des vers ayant vécu en plein air.

3^o Pour l'éducation industrielle, qu'il la fasse en magnaneries en poussant la production avec toute l'intensité qu'il jugera nécessaire.

De cette manière il aura toujours pour la production de la graine des descendants directs de vers ayant vécu en plein air, et ses éducations industrielles bénéficieront, sans qu'il soit autrement gêné pour la direction économique de son établissement, des qualités acquises par le ver à soie pendant une série de plus en plus longue de générations de vie sur les arbres.

2° *De l'application de la sélection naturelle à la lutte de la vigne contre le Phylloxera vastatrix.*

L'expérience n'a pas encore été faite, à ma connaissance du moins; j'ai indiqué les principes et la base de la méthode dans une courte note lue le 5 juin 1876 devant la Société vaudoise des sciences naturelles¹.

Voici sur quelle chaîne de raisonnements je me suis fondé :

I. Les espèces européennes de la vigne sont toutes plus ou moins détruites par le *Phylloxera vastatrix*, puceron d'origine américaine, introduit accidentellement en Europe depuis une vingtaine d'années; ce parasite tue la plante en s'attaquant à la racine, en déterminant des blessures à son écorce qui se pourrit et entraîne la perte de la racine; la plante meurt par destruction des racines.

II. Certaines espèces américaines du même genre résistent à l'attaque du phylloxéra; leurs racines, ou bien ne sont pas recherchées par l'insecte, ou bien ne sont pas altérées par les blessures qu'il peut y faire. J'en conclus que toute plante du genre *Vitis* n'est pas nécessairement détruite par l'action du phylloxéra.

III. Cette immunité des vignes américaines a probablement été acquise par sélection naturelle; elle pourrait

¹ F.-A. Forel. De la sélection artificielle dans la lutte contre le Phylloxera de la vigne. Gazette de Lausanne, 11 janvier 1876; Messager agricole de Montpellier, 10 février 1876.

Dans cette note j'ai employé à tort l'expression de « sélection artificielle » pour indiquer l'utilisation par l'homme du triage fait par la nature entre les individus réfractaires au Phylloxera et les individus soumis à son action. C'est « application de la sélection naturelle » ou « utilisation par l'homme de la sélection naturelle » qui est l'expression propre.

probablement être acquise aussi à la longue par la vigne européenne si la lutte pour l'existence se faisait librement dans la vie sauvage entre les deux espèces en présence, la vigne et le puceron.

IV. L'homme doit chercher dans les conditions de la vie domestique de la vigne à reproduire les faits de la lutte pour l'existence et à les utiliser pour obtenir par sélection naturelle une modification heureuse de la vigne européenne, à savoir l'acquisition de l'immunité aux attaques du phylloxéra ¹.

Comment arriver à ce résultat ? Quelle est la marche à suivre ?

Le but étant d'obtenir une race de vigne européenne douée des immunités de résistance des vignes américaines, et le moyen étant l'action de la sélection naturelle, la marche à suivre est bien simple et peut se formuler en ces mots : Assister à la lutte entre le phylloxéra et la vigne et recueillir les survivants ; les ceps survivant à cette lutte à mort seront la race demandée.

Or, comme aujourd'hui la surface de pays plantée en vignes européennes et infectée par le phylloxéra est énorme, comme dans la plupart des vignes on n'a employé aucune

¹ Si les deux espèces en présence étaient sauvages, on pourrait rêver aussi la possibilité d'une modification du puceron qui deviendrait par l'action de la sélection naturelle moins nuisible à la vigne. En effet il y aurait utilité pour lui à ne pas faire périr la vigne, son hôte, car en la tuant il s'enlève de la nourriture et s'expose ainsi à la famine ; or tout fait utile chez une espèce organique peut devenir la base d'une action de sélection. Mais cette transformation de l'insecte ne pourrait commencer que lorsqu'il serait décimé par la famine ; cette sélection ne se ferait donc que sur les ruines de nos vignobles européens. Il n'y faut donc pas songer, du reste ce n'est pas dans cette direction que la nature agit le plus volontiers, c'est ce que nous montre l'exemple de la vigne américaine.

espèce d'insecticide ou de moyen de protection qui aurait troublé la lutte entre les deux organismes, comme par conséquent la lutte entre le phylloxéra et la vigne a eu lieu dans des proportions gigantesques et d'une manière parfaitement loyale, on peut dire que l'expérience s'est faite. Je voudrais donc que l'on cherchât dans les pays phylloxérés, sur les millions et les milliards de ceps atteints par le puceron, s'il ne se trouverait pas, en quelque coin de pays retiré et obscur, quelque pauvre plante de vigne végétant encore au milieu des souches mortes de ses congénères. Un seul cep indemne que l'on retrouverait serait le salut de la viticulture européenne. Il n'est pas impossible qu'il existe; il vaudrait la peine de le chercher.

Et si on ne le trouve pas? Eh bien! il faudra le faire.

Et pourquoi pas? L'art de l'éleveur et celui de l'horticulteur ne consistent-ils pas essentiellement à créer de nouvelles variétés utiles des espèces domestiques? Ne savent-ils pas accumuler, par un choix judicieux de leurs reproducteurs, les variations très-faibles qui apparaissent à chaque génération parmi les descendants du même parent; ne savent-ils pas, en faisant agir pendant un nombre suffisant de générations l'hérédité probable des qualités acquises, arriver à fixer les caractères utiles d'une nouvelle race ou variété?

Si la sélection artificielle a réussi dans la création de mille variétés utiles de la plupart des espèces domestiques, pourquoi désespérer du succès dans le cas qui nous occupe, où l'on peut faire usage des procédés bien autrement puissants de la sélection naturelle?

J'estime donc qu'il y a lieu d'employer ici la sélection naturelle, non pas d'une manière passive et en assistant simplement à la lutte entre les deux organismes, mais

d'une manière active, en multipliant les occasions de contact et en intervenant dans le combat pour l'exciter et pour l'activer.

Si l'on n'a pas su trouver de ceps ayant survécu définitivement à la lutte contre le phylloxéra, du moins l'on en trouvera, et cela dans chaque vignoble, quelques ceps qui auront survécu provisoirement, qui seront moins souffrants que leurs voisins, qui auront résisté plus longtemps.

Cette survivance peut tenir à trois ordres de faits que j'appellerai :

a) les causes *externes* provenant du milieu dans lequel végète la plante, sol, engrais, humidité, etc;

b) les causes *accidentelles* provenant du libre choix des pucerons qui auront dirigé leurs attaques dans une direction plutôt que dans une autre;

c) les causes *internes* provenant des qualités mêmes de la plante qui est plus ou moins réfractaire à l'action du puceron. Quelles peuvent être ces qualités qui caractérisent à un haut degré certaines espèces américaines réfractaires au phylloxéra ? Est-ce le goût ou l'odeur des sucres et des tissus; est-ce une plus grande dureté de l'écorce des racines qui, plus coriaces, seraient moins aisément perforées par la trompe du puceron; est-ce une plus grande rusticité de ces racines qui se pourrissent moins facilement sous l'influence des piqûres de l'insecte ? Nous ne le savons pas, et nous ne le saurons que si l'expérience réussit.

Quoi qu'il en soit, ce sont les circonstances de cette dernière classe qui seules peuvent être utilisées par la sélection naturelle pour la modification que nous recherchons.

L'existence de ces qualités internes qui rendraient une plante moins sensible que les autres à l'action destructive du phylloxéra, est peut-être un fait fort rare; bien souvent ce seront les actions extérieures à la plante ou seulement ce que l'on appelle le hasard qui auront déterminé sa plus longue immunité. Mais le fait même de l'existence de ces qualités, à un très-faible degré sans doute, chez quelques plantes seulement spécialement favorisées, ce fait n'est pas en lui-même improbable; il est possible, et s'il existe, il est suffisant pour servir de base à la création d'une variété nouvelle dotée de l'immunité que nous recherchons. Et comme la découverte de ce fait serait le salut de notre viticulture, il vaut la peine de le rechercher expérimentalement.

Comment mettre cette expérience en pratique?

Que dans les vignobles phylloxérés, et phylloxérés depuis assez longtemps pour que l'on puisse supposer que toutes les plantes ont été visitées par le puceron, que l'on recherche les ceps qui pourraient avoir été plus ou moins épargnés par la maladie; que si l'on n'en trouve pas, l'on s'adresse à des vignes plus récemment infectées et que l'on y recherche les plantes qui, toutes choses égales d'ailleurs, peuvent faire supposer par l'état de leur végétation une résistance plus grande à l'action du phylloxéra; que l'on fasse des reproducteurs de toutes ces plantes relativement indemnes; que l'on en tire un nombre aussi considérable que possible de rejetons; que l'on emploie pour en faire des boutures tous les sarments encore en végétation; si possible que l'on en fasse des semis; en un mot que l'on multiplie autant que possible les individus ainsi survivants, et que l'on établisse par leur moyen de grandes pépinières en pays phylloxéré.

En général quand on veut produire une nouvelle variété qui exagère les caractères de la souche primitive, ou qui présente des caractères différents et nouveaux, l'on s'adresse à la reproduction sexuelle; chez les végétaux on multiplie par graines et non par boutures. Ce dernier mode de reproduction conserve en effet autant que possible les qualités de parent et continue pour ainsi dire la même plante dans un nouvel individu; tous les organes axiles, foliacés et floraux se développent dans la bouture comme ils se seraient développés sur l'arbre primitif; le nouvel individu vit d'une vie indépendante et isolée au lieu de rester soumis à la vie commune sur la colonie de la plante dont il a été détaché. Mais dans le cas qui nous occupe, la modification que nous cherchons à obtenir aurait lieu, non sur les parties aériennes de la plante, dans une bouture continuation directe de la plante précédente, mais sur les racines, production nouvelle du nouvel individu; les racines de la bouture sont des organes nouveaux, production de l'individu depuis sa séparation de la colonie, et non une multiplication d'organes anciens, appartenant à l'ancienne colonie et séparés d'elle avec le bourgeon qui a formé la bouture. Les racines d'une bouture doivent donc jouir du bénéfice des facultés d'hérédité d'une part, et de variabilité d'autre part des organes de production nouvelle. Il est donc possible, je dirai même plus, il est donc probable que pour l'établissement d'une nouvelle variété dans laquelle les modifications désirables doivent avoir lieu sur la racine, on puisse s'adresser à la reproduction par boutures, et si cela est effectivement possible, comme ces modifications de la racine sont les seules désirables et que tout autre changement dans les qualités du fruit serait plutôt nuisible il vaudra mieux s'adresser

dans le cas qui nous occupe à la reproduction par boutures plutôt qu'à la reproduction par semis ¹.

Des questions de cette nature peuvent du reste difficilement être résolues *à priori* ; c'est l'expérience seule qui en jugera.

Je disais donc qu'il faut établir par tous les moyens possibles de vastes pépinières *en pays et en milieu phylloxérés*.

Aussitôt que les jeunes plantes auront passé la période critique du développement de leurs premières racines, que l'on infecte la plantation en y semant des racines de vigne chargées de phylloxéras vivants ; la lutte pour l'existence aura bientôt fait la sélection naturelle, le triage que nous recherchons. Tous les jeunes individus dont les ascendants n'avaient échappé à la maladie que par le fait de ce que nous avons appelé les conditions externes et accidentelles seront bientôt détruits par le puceron ; mais si parmi les ceps qui ont servi d'origine à la pépinière il s'en est, par un heureux hasard, trouvé quelques-uns dont la survivance était due à des qualités internes de résistance, il y a probabilité que quelques-uns de leurs descendants hériteront de ces qualités précieuses, que quelques-uns même les accentueront. Il est donc à espérer que parmi les jeunes rejetons de la première génération, quelques-uns subsisteront un peu plus longtemps que les autres, ou même résisteront définitivement aux attaques du puceron.

Ce sont ces plantes dont la végétation moins souffrante sera l'indice d'une résistance plus grande au phylloxéra

¹ Les boutures se développent d'ailleurs plus vite que les semis, et le temps est chose précieuse dans une action qui doit probablement être poursuivie durant nombre de générations successives.

qui devront être choisis comme reproducteurs pour une seconde génération, et ainsi de suite.

D'après les faits généralement connus de l'hérédité et de la transmission des caractères dans les générations successives des organismes, on peut prévoir que les qualités de résistance s'accroîtront à chaque nouvelle génération, et après un nombre suffisant de reproductions nous avons le droit d'espérer qu'on arrivera à la création d'une variété nouvelle de nos races européennes de la *Vitis vinifera*, variété qui végétera et produira du fruit en plein milieu phylloxéré, comme le font aujourd'hui les espèces américaines.

L'expérience seule pourra nous dire si ces espérances ne sont pas trop présomptueuses, si la mise en jeu des forces de la nature et l'utilisation artificielle de la sélection naturelle sauront se montrer efficaces pour la solution du difficile problème qui préoccupe l'Europe viticole. Théoriquement nous ne prévoyons pas d'impossibilité absolue.

Ces deux exemples dont l'un a déjà reçu la sanction de l'expérience et de la pratique suffiront à montrer comment la théorie du naturaliste peut rêver la guérison possible de certaines épizooties et épiphyties de nos espèces domestiques.

S'il y a possibilité de réussir dans cette voie c'est au praticien à chercher la meilleure mise en jeu des ressources inépuisables et variées de la nature ; il y a évidemment plus d'une marche à suivre, plus d'une méthode pour utiliser ces grands phénomènes biologiques que l'on appelle lutte pour l'existence, sélection naturelle, sélection artificielle, variabilité des espèces, apparition des qualités

accidentelles, hérédité des qualités acquises, etc. Si son attention se dirige sur ces questions, le praticien trouvera la meilleure tactique à appliquer dans chaque cas spécial, et la tactique trouvée il saura la mettre en œuvre.

C'est à diriger l'attention des praticiens sur cet ordre d'idées et de questions qu'est destinée cette dissertation théorique.
