



Agroécologie : retrouver le sens de l'interdépendance

Marc-André Selosse

Professeur du Muséum national d'Histoire naturelle – Paris – France
Université de Gdansk – Pologne – Université de Kunming – Chine.

Notre vision de la vigne est un paradoxe. D'un côté, elle est ancrée dans la tradition : comme le dit le géographe et historien Roger Dion (1896-1981) dans son histoire du viticole hexagonale (1) « le vignoble français... est un monument romain, et des mieux conservés qui soit sur notre sol ». Inscrite dans la durée, notre vision de la vigne est aussi inscrite dans la préservation du passé, avec des AOC puis des AOP qui préservent des états anciens, des choix de cépages aux lieux où ils produisent le mieux, en passant par des pratiques locales comme la vendange tardive ou la botrytisation, etc.

Mais d'un autre côté, la vigne est l'évidente incarnation d'un changement : car dans sa niche écologique d'origine elle était, et est encore, à l'état sauvage, une liane des forêts des bords de rivières méditerranéenne et des forêts à sol humide plus au nord. Appuyée sur les arbres voisins où elle montre pour aller fleurir dans leur canopée, elle émerge, au sol, d'un foisonnement végétal autorisé par la disponibilité en eau. Regardez maintenant

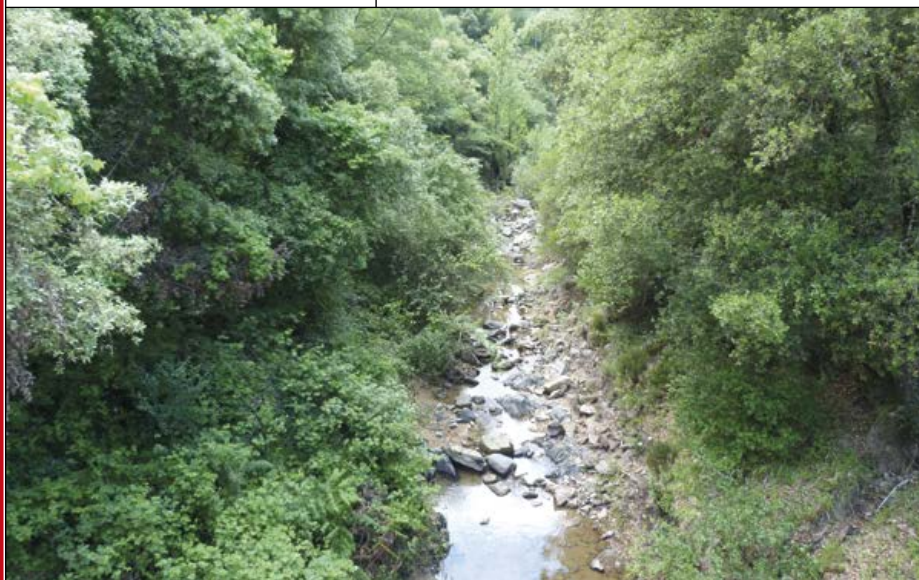
1 Roger Dion, *Histoire de la vigne et du vin en France : des origines au XIX^e siècle*, Clavreuil, 1959 (puis de nombreuses rééditions, dont celle du CNRS en 2010).

cette vigne cultivée, qui se tient seule, à un mètre d'une autre vigne, sur le sol parfaitement nu d'un vignoble désherbé et labouré...

Retrouver la place de la vigne dans un écosystème

Quels changements ! Évidemment, chaque génération, qui n'en a vu qu'une parcelle, vit dans l'impression d'un immuable mais là comme ailleurs, tout a évolué et bien plus : tout évolue encore, tout évoluera. Aujourd'hui, ce qui évolue, c'est la culture de la vigne, répétons-le, seule, à un mètre d'une autre vigne, sur un sol parfaitement nu. Nous avons pensé la vigne (et bien d'autres plantes cultivées) comme une place forte à préserver du monde. Il faut la nourrir ? On lui apporte des engrais. Il faut la défendre ? Des pesticides peuvent l'aider. Elle est en compétition ? On désherbe, par labour et herbicides. Nous lui avons apporté tout ce dont elle avait besoin en tant qu'organisme isolé – sauf qu'elle n'est pas isolée !

Engrais et amendements, d'une part, herbicides et pesticides, d'autre part, ont amené un modèle de production agricole qui a lissé les aléas et (dans d'autres domaines vitaux) nourri la population. Toutefois, aujourd'hui, leurs effets sur les sols sont assez inquiétants : pollution des eaux continentales par les résidus de pesticides, eutrophisation par les fuites des engrais, santé des agriculteurs mis en péril (alors que leur vie loin des villes devrait être plus saine), doute des consommateurs face aux potentiels résidus de pesticide dans les vins... Même si la vigne n'est pas seule en cause, elle contribue amplement aux effets délétères de l'agriculture d'hier : avec 3,7 % de la surface agricole française, elle consomme à elle seule 20 % des pesticides, dont une majorité de fongicides (80 % du total des intrants). De plus, les sols viticoles débordent de cuivre, utilisé comme fongicide : ils en contiennent entre 10 et 1 000 fois plus que les sols habituels, car il s'y accumule. Si sa toxicité reste limitée sous la vigne, car il est peu mobile dans ces sols-là, le passage à d'autres cultures qui le remobiliseraient est par endroits assez compromis.



La vigne sauvage (ou lambrusque) dans son écosystème d'origine (photo : J.-M. Boursiquot).

Comment la vigne a-t-elle longtemps grandi sans l'homme ? Parce qu'elle n'a jamais été un organisme isolé, mais au contraire appuyée sur plein d'organismes autour d'elle. Elle a, par exemple, souvent eu besoin de plus arborescent qu'elle, les arbres, pour se porter. De tels supports vivants sont d'ailleurs utilisés dans certaines méthodes viticoles, comme la « joualle » du Sud-Ouest de la France qui faisait autrefois pousser la vigne sur des arbres fruitiers (pêchers, cerisiers, pruniers, amandiers, abricotiers, voire oliviers et figuiers). On retrouve aujourd'hui l'idée que la vigne est dépendante d'autres organismes en découvrant qu'elle a aussi des associés moins visibles, mais bien réels, et notamment un microbiote.

Des partenaires pour les feuilles

Comme chez toutes les plantes, les feuilles saines de la vigne sont occupées d'organismes qui les protègent. D'abord visibles à la loupe, des acariens, également présents sur les feuilles d'arbres et donc partagés historiquement avec le support de la vigne, se réfugient dans les touffes de poils qui se trouvent contre les nervures, sous la feuille, où ils se protègent, pondent leurs œufs et muent à l'occasion. Que mangent-ils ? Ils appartiennent à des groupes qui consomment des champignons ou bien d'autres acariens, mais ne sont en aucun cas eux-mêmes phytophages. En patrouillant sur la feuille pour se nourrir, ils consomment des champignons parasites en train de germer (rappelez-vous la pluie de spores décrite plus haut !) ou bien d'autres acariens, herbivores ceux-là : manger, c'est ici protéger. On compte qu'un acarien par feuille suffit. Ces acariens protecteurs de la vigne, les typhlodromes, étaient utilisés par certains viticulteurs qui les inoculaient autrefois empiriquement en transportant des rameaux d'une vigne saine à une vigne malade. Ils sont maintenant disponibles dans le commerce pour la lutte biologique.

Il y a de plus petits alliés sur les feuilles : les ouvertures (les stomates) par où s'évapore l'eau et rentrent les gaz, ouvrent la feuille à la colonisation par les microbes. De plus, les cellules végétales sont entourées de parois qui les protègent et qui sont souvent écartées entre elles, précisément pour laisser passer les gaz (CO_2 et O_2) : bactéries et champignons s'y aventurent donc aussi, même dans les tissus sains ! Un gramme de feuille saine contient ou porte à sa surface plusieurs espèces de champignons, dont des levures d'espèces variées, et plusieurs centaines de millions de cellules bactériennes, d'une bonne centaine d'espèces ! À l'échelle d'une bactérie une feuille de vigne est l'équivalent pour vous de Paris intramuros... avec des immeubles hauts de 500 étages ! Or, ces microbes, dont la petite taille leur permet de peupler en abondance la feuille, la défendent – pour eux-mêmes d'abord – car elle leur sert de garde-manger et d'habitation.

Le microbiote (c'est le nom qu'on donne à cet écosystème microbien complexe) de la feuille a depuis des millions d'années été présent dans la feuille où il a contribué à sa santé. Aujourd'hui, des travaux pionniers démontrent les effets protecteurs de ces microbes : des bactéries des genres *Bacillus*, *Variovorax*, *Pantoea*, *Staphylococcus*, *Herbaspirillum* ou *Sphingomonas* montrent en laboratoire des capacités à inhiber la croissance des agents du mildiou ou de la pourriture grise ; d'autres travaux à la parcelle montrent que des bactéries (*Pseudomonas*) ou des champignons (*Trichoderma*) appliqués sur les feuilles retardent ou réduisent l'attaque de ces pathogènes. Bien sûr cette protection a ses limites, mais...

... surtout, l'épandage de substances antimicrobiennes généralistes comme la bouillie bordelaise les affecte aussi. Comme chez nous la prise d'antibiotique, l'utilisation de ces substances est une victoire à court terme qui fragilise le lendemain car elle affecte aussi le

microbiote protecteur. Dans une agriculture idéale, nous saurons inoculer et aider ces microbes et ne recourir à des traitements que plus rarement, lorsque ce sera nécessaire, et en réintroduisant les auxiliaires le lendemain.

Des partenaires pour les racines

La racine de la vigne, comme pour 90 % des plantes, exige la présence de champignons pour explorer le sol : ces champignons collectent les ressources hydrominérales dans le sol dont ils échangent une partie contre du sucre aux jeunes racines où ils pénètrent. Aussi constituées de champignons, ces racines s'appellent des mycorhizes. Cette association a un coût en sucre pour la plante qui, en sol riche, ne la contracte pas car elle peut se nourrir directement : c'est pourquoi l'apport d'engrais, qui se substitue à cette association, défavorise le lien. Sans gravité, puisque la plante est nourrie quand même, me direz-vous ?

Non, car cette association a aussi une autre fonction pour la plante. Ces microbes dépendent de la racine, à la fois garde-manger et habitation. Comme la protection de la plante leur est vitale, ces microbes ont acquis, au cours de millions d'années d'évolution, des propriétés phytosanitaires ! Les champignons mycorhiziens, et aussi des bactéries de la périphérie racinaire (la rhizosphère) ont un rôle protecteur direct et indirect. Un rôle direct, parce que leur présence complique l'installation des pathogènes en occupant l'espace, dont les espaces intercellulaires de la racine, et en captant les ressources alimentaires localement disponibles. Certaines bactéries de la rhizosphère produisent même des antibiotiques ! Mais leur rôle est aussi indirect : ils sont capables par leur présence d'induire une maturation du système immunitaire de la plante qui devient capable de réponses plus intenses et plus rapides qui sont la clef de son efficacité. Cet

effet est connu dans les racines : il contribue à un meilleur rejet des nématodes parasites des racines qui, s'ils ne sont pas si dévastateurs en eux-mêmes, introduisent dans la plante des virus (ainsi, les *Xiphinema* transmettent-ils le virus court-noué de la vigne). Le plus étonnant est que cet effet d'activation est systémique et améliore la réactivité des parties aériennes aussi ! D'ailleurs le type de champignons mycorhiziens affecte aussi les organes aériens en d'autres points comme les teneurs en polyphénols. Bien sûr cette protection fongique a ses limites, mais...

... surtout, l'apport d'engrais, en conduisant la plante à éviter l'interaction mycorhizienne, dont le coût ne lui est plus nécessaire, a des effets délétères le lendemain en termes de dépendance aux engrais mais aussi aux substances pesticides, car les défenses ont aussi faibli. Comme chez nous une alimentation trop riche perturbe le microbiote intestinal, l'utilisation d'engrais est une nutrition à court terme, mais elle fragilise le lendemain car elle affecte le microbiote protecteur des racines. Dans une agriculture idéale, nous saurons inoculer mais surtout aider l'interaction mycorhizienne à jouer son rôle avec la plante.

Des partenaires dans l'interrang ?

Le sol nu est une étrangeté dans le monde vivant, car depuis qu'ils existent les sols sont couverts en permanence de végétaux. Cette étrangeté explique que les sols agricoles érodent dix à cent fois plus vite que ceux non traités par l'homme. Le labour apporte de l'oxygène dans le sol et favorise la respiration microbienne ; de plus il élimine les mauvaises herbes, c'est-à-dire aussi leurs apports de matière organique aux sols par les racines. Or, cette matière organique est un liant qui, avec les racines détruites, évite l'érosion. La fébrilité de certains vignobles champenois soumis à

des érosions critiques, dans la seconde moitié du XX^e siècle, à introduire des ordures ménagères broyées dans le sol est une forme de prise de conscience sensée en principe, mais... insensée opérationnellement, car ces apports mélangés de polluants ont durablement souillé ces sols. Une vigne entourée de verdure et sans labour est une triple assurance. D'abord, elle est une assurance de portance des sols, permettant d'entrer dans la parcelle à point nommé, quoiqu'impose le climat. Ensuite, une vigne enherbée gère l'aération par les racines et aussi un apport de matière organique au sol : ce sol nourrira la vie microbienne et de là, les vers ; il appellera les développements racinaires qui le décompacteront, tout en limitant l'érosion.

Enfin, un interrang enherbé nourrit les champignons mycorhiziens du sol (quelques arbres dans une parcelle peuvent y aider aussi) entre deux périodes de végétation de la vigne ! On sait que beaucoup de champignons mycorhiziens peuvent coloniser à la fois vigne et ce qu'on perçoit naïvement comme des mauvaises herbes. Bien plus, des flux de matière, par exemple d'azote, peuvent avoir lieu par les champignons partagés... et quelques légumineuses semées ou spontanées en interrang sont une forme d'apport azoté. La vigne peut donc profiter de champignons mycorhiziens, entretenus en son absence par les herbes voisines ou lui passant des ressources venues de celles-ci.

Nul ne songe à nier la concurrence racinaire, notamment hydrique à la saison sèche, des



Une vigne cultivée à Trancy (photo : auteur).

plantes de l'interrang. Mais c'est d'abord un phénomène plus marqué quand la vigne n'a pas été habituée à cette concurrence et n'a pas déployé ses racines plus en profondeur. De plus, des gestions comme une pâture ou une coupe avant le débourrement de la vigne offrent des perspectives pour rabattre la compétition. Enfin, quant à l'eau, il nous faudra rouvrir la question d'une irrigation là où elle est possible...

Une vigne interdépendante

Même si les gestes de la viticulture traditionnelle et moderne ont tenté de l'en abstraire, la vigne est en interaction avec le monde microbien et végétal qui l'entoure, et nous n'avons pas encore assez tenté d'en tirer parti. Engrais, désherbage, travail du sol, pesticides... tout cela offre des intérêts à court terme mais, en niant la logique biologique de la plante et le contexte dans lequel elle a évolué, la fragilise et la rend encore plus dépendante de l'homme à moyen terme.

Il faut retrouver le sens de l'interdépendance du vivant et l'utiliser comme un levier pour la santé en réintroduisant dans les agrosystèmes les interactions entre espèces qui ont construit les écosystèmes terrestres. Cela veut dire, en particulier, redécouvrir et utiliser la vie du sol et le microbiote des parties aériennes. Évidemment, nulle méthode ne sera universelle – supprimer le labour ou irriguer ne sera sans doute pas possible partout – et les terroirs continueront de décliner des différences. Bien plus, il faudra continuer demain de nous interroger, car l'histoire ne s'arrêtera pas et la course évolutive contre les parasites persistera. Mais si nous envisageons la gestion de la vigne comme celle d'un écosystème en prenant en compte d'emblée les conséquences à moyen terme, nous aurons gagné en méthode. Revenons à notre constat de départ : le vignoble et sa pratique n'ont cessé d'évoluer. N'acceptons rien comme impossible, ne figeons pas les choses... surtout à un moment où le changement climatique nous contraint à nous adapter. Rien n'est tabou : pas même l'idée de changer de cépages. Après tout, le cabernet-sauvignon est bien né un jour d'un croisement éponyme... Pourquoi n'inventerions-nous pas, demain, les cépages adaptés au climat d'alors, résistants aux maladies du jour et, surtout, sélectionnés pour sa capacité à optimiser les interactions biologiques favorables à la vigne ? ■

Marc-André Selosse est professeur au Muséum national d'Histoire naturelle à Paris et aux universités de Gdansk (Pologne) et Kunming (Chine).

Ses recherches portent sur l'écologie et l'évolution des associations à bénéfices mutuels (symbioses), notamment comme responsable de l'équipe Interactions et Évolution végétale et fongique au sein de l'Institut de systématique, évolution, biodiversité (UMR 7205). Il travaille sur les symbioses mycorhiziennes qui unissent des champignons du sol aux racines des plantes. Vice-président de la société botanique de France et membre de l'Académie d'Agriculture de France, il est éditeur de quatre revues scientifiques (dont *Ecology Letters* et *New Phytologist*). Ses articles de recherche et de vulgarisation sont téléchargeables sur <http://isyeb.mnhn.fr/fr/annuaire/marc-andre-selosse-404>. Il a publié des ouvrages grand public sur les microbiotes (« Jamais seul », 2017) et les tannins (« Les goûts et les couleurs du monde », 2019).